FORUM HOLZBAU URBAN KŒLN

15. Europäischer Kongress (EBH)
19./20. Oktober 2022
Gürzenich Köln, Deutschland

Effizientes Bauen mit Holz im urbanen Raum

BFH BIEL
TH ROSENHEIM
AALTO HELSINKI
TU MUNCHEN
PRINCE GEORGE
TU WIEN

Inhalt

Zukunft Bauwirtschaft

Aktuelle Lage des deutschen Wohnimmobilienmarktes 10
Michael Voigtländer, Institut der deutschen Wirtschaft, Köln, Deutschland

BLOCK A1

Digital und Nachhaltig in die Zukunft

Keine Angst vor open BIM 23
Tina Drahtler, |DA| Drahtler Architekten, Dortmund, Deutschland

Open BIM: Am Projekt «Studentisches Wohnen auf dem Campus Rosenheim» angewendet 32
Michael Müller, ACMS Architekten, Wuppertal, Deutschland

Digital Wood Flow 44
Ursula Frick, Blumer-Lehmann, Gossau SG, Schweiz

BLOCK A2

Immobilienwirtschaft und Holzbau

Holzwohnbau-Studie: Großvolumiger Wohnungsbau in Holzbauweise – Kosten / Kostenvergleich D-A-CH 54
Ludger Dederich, Hochschule Rottenburg, Rottenburg/Neckar, Deutschland

Wohnquartiere aus Holz im städtischen Kontext 64
Eckehard Wienstroer, Wienstroer Architekten Stadtplaner, Neuss, Deutschland

BLOCK B1

Wärmeschutz und Energieeffizienz in Sanierung und Neubau

Sommerlicher Wärmeschutz und Holzbau – Vorurteile und Tatsachen 72
Jonas Langbehn, PIRMIN JUNG Deutschland, Remagen, Deutschland

Sanierung von Mehrfamilienhäusern mit vorgefertigten Holzfassaden mit integrierter Lüftung und Kleinst-Wärmepumpe 79
Fabian Ochs, Energieeffizientes Bauen/UIBK, Innsbruck, Österreich

Sanierung nach dem Energiesprong-Konzept – BV Katharinenstrasse in Bochum 86
Heiko Seen, HU-Holzunion, Oberaichbach, Deutschland

BLOCK B2

Behaglichkeit und Wohngesundheit im Blickwinkel aktueller Zertifizierungssysteme

Behaglichkeit – Wechselwirkung oder Zusammenspiel bauphysikalischer Phänomene 93
Schew-Ram Mehra, IABP, Universität Stuttgart, Deutschland

Innenraumhygiene – Zielwerte für Raumklima- und Raumluft 104
Karl-Heinz Weinisch, IQUH, Weikersheim, Deutschland

Qualitätsziele Nachhaltiges Gebäude – nur so gibt es Geld 118
Svend Ulmer, Green Building Services & KATALYSE Institut, Köln, Deutschland

HOLZBAUPREIS NRW und Gastreferat

The European Green Deal and the New European Bauhaus: opportunities for timber construction 123
Paul Brannen, CEI-Bois & EOS, Brüssel, Belgien

BLOCK C1

Zirkulär Bauen – Wie Konstruieren für die Zukunft

Zirkularität im Holzbau 129
Dr. Patrick Bergmann, Madaster Germany, Berlin, Deutschland

Wiederverwendung tragender Bauteile 136
Patrick Teuffel, CIRCULAR STRUCTURAL DESIGN, Berlin, Deutschland

Two projects in wood: circular but still for eternity 143
Erik Roerdink, De Zwarte Hond, Groningen, Niederlande

Bauteile wiederverwenden 152
Oliver Seidel, baubüro in situ, Zirkular, Basel, Schweiz

Block C2

Bauen für den Klimawandel – Auf den Weg zu Netto-Null

Graue Energie & CO_2 – Vorteile nachwachsender Rohstoffe 166
Urs Luginbühl, CO2-Institut c/o VGQ, Biel/Bienne, Schweiz

HORTUS – Ein Leuchtturmprojekt der Nachhaltigkeit 172
Tobias Huber, ZPF Ingenieure, Basel, Schweiz

BLOCK D1

NRW und Benelux: Bauen mit Holz – aktuelle Marktentwicklungen und Best Practice-Beispiele

Bauen mit Holz in NRW: aktuelle Marktzahlen und Potentiale 182
Martin Langen, B+L Marktdaten, Bonn, Deutschland

Wo ein Wille, da ein Holzweg 185
Tatiana Fabeck, Fabeckarchitectes, Koerich, Luxemburg

Holzbau in Belgien: Marktüberblick, Entwicklungen und Best Practice 192
Valérie Jakoby, WFG Ostbelgien, St. Vith, Belgien

SAWA: Circular timber tall building under construction in Rotterdam 195
Robert Winkel, Mei architects and planners, Nice developers, Rotterdam, Niederlande
Mark Compeer, Nice Developers, Rotterdam, Niederlande

BLOCK D2

Privates Baurecht

Mediation – Besonderheiten im Holzbau 208
Martin Wittjen, Geschäftsführer Bund Deutscher Baumeister, Berlin

Bauzeitlicher Nachweis von Verzögerungen aus Lieferengpässen – wie gelingt die richtige Abgrenzung 214
Dr. Volker Schmitz, Ankura Consulting Germany, Frankfurt am Main, Deutschland

Nicht auf den Holzweg geraten!
Checkliste zum Thema Konfliktlösung im Bauvertrag 217
Amy Kläsener, Jones Day, Frankfurt, Deutschland
Nils Kupka, Jones Day, Frankfurt, Deutschland

Gelebter Klimaschutz: Einfaches und/oder Zirkuläres Bauen

Holz follows Beton 223
Dirk Höhlich, Architekten Höhlich & Schmotz, Burgdorf, Deutschland

Neubau der Kreisverwaltung Mainz-Bingen 236
Jochen Stahl, Fast + Epp, Darmstadt/Stuttgart, Deutschland

Einfach Bauen- Landwirtschaftliches Zentrum Salez 243
Andy Senn, Andy Senn Architektur, St. Gallen, Schweiz

Vom CRCLR-Haus zum Vollgut 254
Christian Schöningh, TRNSFRM eG – Transformation Bauen, Berlin, Deutschland

Moderatoren

Prof. Dr. Becker Jörg
Fachhochschule Dortmund
Sonnenstrasse 96
44139 Dortmund, Deutschland

+49 2317 5544 26
joerg.becker@fh-dortmund.de

Brähler Isabel
Verband der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft Rheinland Westfalen e.V.
Goltsteinstrasse 29
40211 Düsseldorf, Deutschland

+49 2111 699 814
i.braehler@vdw-rw.de

Prof. Dr. Carstens Sandra
FH Münster
Corrensstrasse 25
48149 Münster, Deutschland

+49 2518 365 390
sandra.carstens@fh-muenster.de

Crayen Susanne
Vizepräsidentin Architektenkammer NRW
Zollhof 1
40221 Düsseldorf, Deutschland

+49 172 874 78 77
info@crayen-partner-architekten.de

Eisfeld Matthias
Landesbeirat Holz NRW e.V.
Carlsauestrasse 91a
59939 Olsberg, Deutschland

+49 2962 9749 80
eisfeld@landesbeiratholz-nrw.de

Prof. Frühwald-König Katja
Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Campusallee 12
32657 Lemgo, Deutschland

+49 5261 702 58 27
katja.fruehwald@th-owl.de

Prof. Germerott Uwe
Berner Fachhochschule, Architektur, Holz und Bau
Solothurnstrasse 102
2504 Biel/Bienne, Schweiz

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

Heemann Christoph
Ingenieurkammer-Bau Nordrhein-Westfalen
Zollhof 2
40221 Düsseldorf, Deutschland

+49 2111 306 71 17
heemann@ikbaunrw.de

Kämmerling Thomas
Wald und Holz NRW
Albrecht-Thaer-Strasse 34
48147 Münster, Deutschland

Prof. Milla Boris
Technische Universität Kaiserslautern
Pfaffenbergstrasse 95
67663 Kaiserslautern, Deutschland

+49 7211 454 14 04
borismilla@milla-architekten.de

Prof. Dr. Noosten Dirk
Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Emilienstrasse 45
32657 Detmold, Deutschland

+49 5231 769 66 12
dirk.noosten@th-owl.de

Rose Christof
Pressesprecher der Architektenkammer NRW
Zollhof 1
40221 Düsseldorf, Deutschland

+49 2114 967 34
rose@aknw.de

Rychter Alexander
Verband der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft Rheinland Westfalen e.V.
Goltsteinstrasse 29
40211 Düsseldorf, Deutschland

+49 2111 699 821
a.rychter@vdw-rw.de

Dr. Wieland Stefanie
Wald und Holz NRW
Albrecht-Thaer-Strasse 34
48147 Münster, Deutschland

+49 2931 786 64 59
stefanie.wieland@wald-und-holz.nrw.de

Prof. Winter Wolfgang
Technische Universität Wien
Karlsplatz 13
1040 Wien, Österreich

+43 699 103 350 49
winter@iti.tuwien.ac.at

Referenten

Dr. Bergmann Patrick
Madaster Germany GmbH
Bundesallee 39/40a
10717 Berlin, Deutschland

+49 172 769 50 09
patrick.bergmann@madaster.com

Brannen Paul
CEI-Bois & EOS
Rue Montoyer 24
1000 Brüssel, Belgien

+32 2 556 25 85
paul.brannen@cei-bois.org

Dr. Bürger Veit
Öko-Institut e.V.
Merzhauser Strasse 173
79100 Freiburg, Deutschland

+49 7614 529 52 59
v.buerger@oeko.de

Compeer Mark
Nice Developers
Schiehavenkade 150
3024 EZ Rotterdam, Niederlande

+31 10 425 2222
m.compeer@nicedevelopers.nl

Prof. Dederich Ludger
Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
Schadenweilerhof
72108 Rottenburg a.N., Deutschland

+49 7472 951 147
dederich@hs-rottenburg.de

Drahtler Tina
|DA| DRAHTLER ARCHITEKTEN
Phoenixseestrasse 10
44263 Dortmund, Deutschland

+49 2319 455 504
Tina.Drahtler@drahtler-architekten.de

Fabeck Tatiana
Fabeck Architectes S.À.RL
1, rue du château
8385 Koerich, Luxemburg

+35 2 26 30 80
tfa@fabeckarchitectes.lu

Gorißen Silke
Landesregierung Nordrhein-Westfalen
Horionplatz 1
40213 Düsseldorf, Deutschland

Höhlich Dirk
Architekten Höhlich & Schmotz PartG mbB
Schillerslager Strasse 37
31303 Burgdorf, Deutschland

+49 5136 880 900
d.hoehlich@architekten-hs.de

Huber Tobias
ZPF Ingenieure AG
Kohlenberggasse 1
4051 Basel, Schweiz

+41 61 386 99 67
t.huber@zpfing.ch

Jakoby Valérie
WFG Ostbelgien VoG
Hauptstrasse 54
4780 St. Vith, Belgien

+32 80 28 00 12
valerie.jakoby@wfg.be

Prof. Kaden Tom
Kaden⁺ GmbH
Alexanderstrasse 7
10178 Berlin, Deutschland

+49 3023 597 700
kaden@kadenplus.de

Kläsener Amy
Kanzlei Jones Day
NEXTOWER, Thurn-und-Taxis-Platz 6
60313 Frankfurt, Deutschland

+49 172 638 51 98
aklaesener@jonesday.com

Kupka Nils
Kanzlei Jones Day
NEXTOWER, Thurn-und-Taxis-Platz 6
60313 Frankfurt, Deutschland

+49 6997 263 939
nkupka@jonesday.com

Langbehn Jonas
PIRMIN JUNG Deutschland GmbH
Am Güterbahnhof 16
53424 Remagen, Deutschland

+49 2642 905 91 25
jonas.langbehn@pirminjung.de

Langen Martin
B+L Markdaten
Markt 26
53111 Bonn, Deutschland

+49 2286 298 720
ml@BL2020.com

Luginbühl Urs
Ingenieurbüro Luginbühl
Bahnhofplatz 1
2502 Biel/Bienne, Schweiz

+41 32 327 20 02
lucinfo@bluewin.ch

Müller Michael
ACMS Architekten GmbH
Friedrich-Ebert-Strasse 55
42103 Wuppertal, Deutschland

+49 2024 457 132
m.mueller@acms-architekten.de

Pimiskern Ralf
Deutsche Gesellschaft für
Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V.
Tübinger Strasse 43
70178 Stuttgart, Deutschland

+49 7117 223 22 51
r.pimiskern@dgnb.de

Prof. Dr. Schauerte Tobias
Linnaeus University
Lückligsplats 1
35195 Växjö, Schweden

+46 470 708 824
tobias.schauerte@lnu.se

Schöningh Christian
TRNSFRM eG
Rollbergstrasse 26
12053 Berlin, Deutschland

+49 3068 082 199
christian.schoeningh@zusammenarbeiter.de

Seidel Oliver
baubüro in situ AG
Dornacherstrasse 192
4018 Basel, Schweiz

+41 61 337 84 00
o.seidel@insitu.ch

Stahl Jochen
Fast + Epp GmbH
Bismarckstrasse 23
64293 Darmstadt, Deutschland

+49 6151 660 860
jstahl@fastepp.com

Ulmer Svend
KATALYSE Institut e. V.
Beethovenstrasse 6
50674 Köln, Deutschland

+49 2219 440 48 22
ulmer@sciencefaction.info

Prof. Dr. Mehra Schew-Ram
IABP Universität Stuttgart
Pfaffenwaldring 7
70569 Stuttgart, Deutschland

+49 7116 856 62 32
mehra@iabp.uni-stuttgart.de

Dr. Ochs Fabian
Universität Innsbruck
Technikerstrasse 13
6020 Innsbruck, Österreich

+43 512 507 636 03
fabian.ochs@uibk.ac.at

Roerdink Erik
De Zwarte Hond
Hoge der A 11
9712 AC Groningen, Niederlande

+31 503 134 005
roerdink@dezwartehond.nl

Dr. Schmitz Volker
ankura Consulting Germany GmbH
Bockenheimer Anlage 46 – Oper 46
60322 Frankfurt, Deutschland

+49 6950 955 57 08
Volker.Schmitz@ankura.com

Seen Heiko
HU-Holzunion GmbH
Waffensener Dorfstrasse 20
27356 Rotenburg, Deutschland

+49 4268 933 66
h.seen@holzunion.com

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

+41 71 272 80 20
senn@senn.sg

Prof. Dr. Teuffel Patrick
CIRCULAR STRUCTURAL DESIGN
Zossener Strasse 41
10961 Berlin, Deutschland

patrick@circular-structural-design.com

Ursula Frick
Blumer-Lehmann AG
Erlenhof
9200 Gossau, Schweiz

+41 71 388 52 52
ursula.frick@blumer-lehmann.ch

Prof. Dr. Voigtländer Michael
Institut der deutschen Wirtschaft Köln e.V.
Konrad-Adenauer-Ufer 21
50668 Köln, Deutschland

+49 2214 981 17 41
voigtlaender@iwkoeln.de

Wienstroer Eckehard
WIENSTROER ARCHITEKTEN STADTPLANER
Tiberiusstrasse 8
41468 Neuss, Deutschland

+49 2131 366 19 17
ew@wienstroer-architekten.de

Wittjen Martin
BDB Bund Deutscher Baumeister
Willdenowstrasse 6
12203 Berlin, Deutschland

+49 3084 189 711
wittjen@baumeister-online.de

Weinisch Karl-Heinz
IQUH GmbH
Deutschordenstrasse 4/3
97990 Weikersheim, Deutschland

+49 7934 912 111
weinisch@iquh.de

Winkel Robert
mei architects and planners
Schiehavenkade 150
3024 EZ Rotterdam, Niederlande

+31 10 425 2222
r.winkel@mei-arch.eu

Mittwoch, 19. Oktober 2022

Zukunft Bauwirtschaft

Aktuelle Lage des deutschen Wohnimmobilienmarktes

Michael Voigtländer
Institut der deutschen Wirtschaft
Köln, Deutschland



Aktuelle Lage des deutschen Wohnimmobilienmarktes

1. Hintergrund

Der deutsche Wohnimmobilienmarkt hat einen langen und starken Boom in den letzten 12 Jahren erlebt. Nun haben sich die Rahmenbedingungen jedoch deutlich verändert. Im Frühjahr 2022 begann Russland einen Angriffskrieg in der Ukraine. Das schreckliche Leid, das dadurch ausgelöst wurde, schockiert die Welt. Die Auswirkungen sind humanitär und ökonomisch immens. Die kurzfristigen wirtschaftlichen Folgen des Krieges haben zu einem starken Anstieg der Energiepreise geführt, hohe Inflationsraten verstetigen sich. Aus diesem Grund werden noch weitere restriktive Zinsschritte durch die Europäische Zentralbank erwartet. Am Immobilienmarkt ist die Zinswende im Frühjahr 2022 bereits angekommen und die Zinskosten für Immobiliendarlehen sind innerhalb kürzester Zeit stark gestiegen. Potenzielle Auswirkungen der Zinsanstiege auf den Immobilienmarkt werden im Laufe des Beitrags diskutiert.

Der Beitrag ist im Weiteren wie folgt aufgebaut: Zunächst wird die Methodik, die dem Selbstnutzerkostenansatz zugrunde liegt, erläutert. Danach werden die Ergebnisse für den bundesdeutschen Durchschnitt und die sieben größten deutschen Städte im Zeitverlauf vorgestellt. Schließlich werden in einer Szenarienrechnung die Auswirkungen des aktuellen Zinsanstiegs auf die Höhe der Selbstnutzerkosten diskutiert. Der Beitrag endet mit einigen Schlussfolgerungen.

Der Beitrag beruht in Wesentlichen Teilen auf Sagner und Voigtländer (2022).

2. Methodik

Um den Markt für Wohnimmobilien zu bewerten, wird im Folgenden der so genannte Wohnnutzerkostenansatz oder auch Selbstnutzerkostenansatz verwendet. Dieser Ansatz, der von Poterba (1984) entwickelt wurde, geht davon aus, dass sich im Gleichgewicht die Kosten von Mietern und Selbstnutzern entsprechen sollten. Dies folgt Arbitrageüberlegungen.

Die Kosten eines Mieters sind klar in Form der zu entrichtenden Miete definiert. Um die Kosten eines selbstnutzenden Wohneigentümers mit denen eines Mieters vergleichbar zu machen, bedarf es jedoch einiger Annahmen auf Seite des Eigentümers. Zunächst sollen im Folgenden lediglich die Kosten der Überlassung des Wohnraums beziehungsweise der Nutzung des Wohnraums verglichen werden. Das bedeutet, dass auf Seite der Mieter lediglich die Nettokaltmiete berücksichtigt wird. Die Nebenkosten bleiben in der folgenden Betrachtung außen vor. Die Kosten der selbstnutzenden Wohneigentümer bestehen nicht nur aus einem Kostenpunkt. Im Selbstnutzerkostenansatz (vgl. Poterba, 1984; Himmelberg et al., 2005) werden verschiedene mit dem Immobilienerwerb und dem Unterhalt von Immobilien verbundene Kosten aufsummiert und zu einem Betrag in Euro je Quadratmeter Wohnfläche und Monat heruntergebrochen, der dann einen Vergleich der Mietkosten und Selbstnutzerkosten erlaubt. Formal ist die Berechnung der Selbstnutzerkosten wie folgt zusammengefasst:

$$SNK_{k,t} = P_{k,t} * b * i_{F,t} + P_{k,t} * (s + a) - P_{k,t} * \widehat{\Delta \mathrm{P_k}} + P_{k,t} * (1 - \tau_t) * (1 - b) * i_{A,t} + P_{k,t} * \left(m_{k,t} + g_{k,t} + n + e\right) * (1 - \tau_t) * i_{A,t} + P_{k,t} * \left(m_{k,t} + g_{k,t} + n + e\right) * i_{F,t}$$

Die Selbstnutzerkosten SNK werden auf Ebene der 401[1] deutschen Landkreise und kreisfreien Städte k jeweils im Jahr t bestimmt. Der Kaufpreis der Eigentumsimmobilie P in Euro je Quadratmeter Wohnfläche im jeweiligen Kreis und Jahr ist dabei ein zentraler Aspekt bei der Bestimmung der Kosten. Je höher der Kaufpreis einer Immobilie, desto höher die

[1] Im Jahr 2021 fand eine Kreisgebietsreform statt. Seit dem 1. Juli 2021 gibt es nur noch 400 statt 401 Landkreise und kreisfreie Städte in Deutschland. Die kreisfreie Stadt Eisenach wurde zum Teil des Wartburgkreises. Da die Gebietsreform unterjährig stattfand, werden die Ergebnisse in diesem Report noch auf Ebene der 401 Landkreise und kreisfreien Städte nach Stand vor dem 1. Juli 2021 dargestellt.

Selbstnutzerkosten, zumindest unter sonst gleichen Bedingungen. Der Kaufpreis wird zu einem Anteil b fremdfinanziert, für den Fremdkapitalzinsen in Höhe von i_F anfallen. Je höher der Kaufpreis, der Fremdkapitalanteil und die Hypothekenzinsen, desto höher liegen die Fremdkapitalkosten, also die Zinszahlungen, die für die Finanzierung der Immobilie anfallen. Je höher wiederum die Fremdkapitalkosten, desto höher sind die Selbstnutzerkosten. Wohneigentümer müssen, im Gegensatz zu Mietern, mit Kosten für Instandhaltung s sowie Abschreibungen a kalkulieren, die den Wert der Immobilie mit dem Zeitverlauf sinken lassen würden, wenn nicht im entsprechenden Rahmen investiert würde. Dieser Kostenpunkt ist also auf einer Opportunitätsbasis zu betrachten. Entweder die Investition erfolgt tatsächlich, was den Immobilienwert unter der Annahme nicht anderweitig steigender Marktpreise konstant halten würde, oder die Investition erfolgt nicht und der Immobilienwert sinkt in der entsprechenden Höhe. Diese Kosten fallen also entweder tatsächlich an oder sind theoretischer Natur, beeinflussen allerdings den Wert der Immobilie. Demgegenüber steht die Marktpreisentwicklung $\Delta \mathrm{P_k}$ der Immobilie. Eine positive Entwicklung des Marktpreises senkt die Selbstnutzerkosten. Der Eigenkapitalanteil bei der Immobilienfinanzierung $1-\mathrm{b}$ hätte anstelle der Investition in die Immobilie anderweitig am Kapitalmarkt investiert werden können. Für diese anderweitige Investition unterstellen wir, dass sie mit dem Zinssatz $\mathrm{i_A}$ verzinst ist. Die Zinserträge aus dieser Investition wären mit dem Steuersatz τ zu versteuern. Darüber hinaus fallen beim Immobilienerwerb Nebenkosten an. Diese setzen sich aus den Maklerkosten m, der Grunderwerbsteuer g sowie den Kosten für Notar n und die Eintragung ins Grundbuch e zusammen. Die Erwerbsnebenkosten hätten, wie der Eigenkapitalanteil auch, alternativ investiert werden können. Dieser Ertrag müsste ebenfalls versteuert werden. Je höher der unterstellte Zins auf diese alternative Investition, desto höher die Selbstnutzerkosten. Schließlich wird dem Umstand Rechnung getragen, dass den Erwerbsnebenkosten kein entsprechender Gegenwert in Form von Immobilienvermögen gegenübersteht. Um diese Kosten zu berücksichtigen, werden vollständig flexible Finanzierungsmärkte unterstellt und es wird angenommen, dass auch der Eigenkapitalanteil finanziert wird und auf diesen Anteil der Fremdkapitalzins anfällt. Die Tilgungszahlungen, die mit einem Immobiliendarlehen einhergehen sind explizit nicht Teil der Kosten eines Eigentümers, da diese vermögensbildend sind.

2.1. Datenquellen

Die Selbstnutzerkosten werden im Folgenden für die 401 deutschen Landkreise und kreisfreien Städte bestimmt. Hierfür werden regionale Immobilienpreise benötigt und es werden Immobilienpreise aus zwei verschiedenen Datenquellen genutzt. Um einen direkten Vergleich zwischen Selbstnutzerkosten und Mieten zu erlauben, müssen die jeweiligen Kaufpreise und Mieten sich auf vergleichbare Objekte beziehen. Tatsächlich verkaufte und angemietete Wohnimmobilien unterscheiden sich zwischen Regionen und über die Zeit mitunter deutlich. Um zu garantieren, dass die Objekte vergleichbar sind, wird auf hedonische Preise zurückgegriffen. Bei diesen Preisen entsprechen sich das Ausstattungsniveau und die Lage der jeweiligen Immobilien. Um die Selbstnutzerkosten den Mieten gegenüberzustellen, nutzen wir Daten von vdpResearch (2022). Diese Daten beinhalten Erstverkaufspreise beziehungsweise Wiederverkaufspreise von durchgehend sanierten Altbauwohnungen in guter Lage und Ausstattung sowie Neuvertragsmieten für vergleichbare Wohnungen. Die Daten liegen für die Jahre 2010 bis 2021 vor. In die Berechnung der Selbstnutzerkosten fließen außerdem Wertsteigerungen ein. Für diese langfristig erwarteten Wertsteigerungen nutzen wir Daten von F+B (2022). Diese erlauben es, einen langfristigeren Zeithorizont von 2005 bis 2021 zu betrachten. Hierzu wird die mittlere jährliche Wertentwicklung je Landkreis oder kreisfreie Stadt bestimmt. Die betrachtete Zeitperiode enthält sowohl die 2000er Jahre, in denen das Immobilienpreisniveau in Teilen des Landes sogar rückläufig war, als auch die vergangenen Boomjahre. Um den starken Preissteigerungsraten der vergangenen Jahre nicht zu viel Gewicht zu verleihen, wird die Preissteigerungsrate auf maximal 3 Prozent pro Jahr begrenzt.

Für die Höhe des Eigenkapitalanteils wird auf verschiedene Veröffentlichungen des Finanzierungsvermittlers Dr. Klein zurückgegriffen, der diese Werte wiederum aus Immobilienfinanzierungen von Europace übernimmt. Je höher der durchschnittliche Eigenkapitaleinsatz, desto geringer die Selbstnutzerkosten. Für den Betrachtungszeitraum unterstellen wir in allen Landkreisen und kreisfreien Städten einen einheitlichen Durchschnittswert. Es sollte

berücksichtigt werden, dass deutlich geringere Eigenkapitalanteile ebenfalls mit Zinsaufschlägen verbunden sind. Auch im Falle der Zinsen werden Durchschnittswerte unterstellt, die sich regional nicht unterscheiden. Die in den Berechnungen unterstellten Zinssätze stammen aus Erhebungen der Deutschen Bundesbank. Als Hypothekenzins wird der durchschnittliche Effektivzinssatz der deutschen Banken für Wohnungsbaukredite an private Haushalte mit anfänglicher Zinsbindung von über 10 Jahren herangezogen (Deutsche Bundesbank, 2022b). Als Opportunitätszins zur Investition werden die durchschnittlichen Umlaufrenditen inländischer Inhaberschuldverschreibungen genutzt (Deutsche Bundesbank, 2022a). Diese Renditen müssten versteuert werden, wobei hierfür die mittlere Steuerquote nach Abgrenzung der Finanzstatistik unterstellt wird (BMF, 2022).

Die Höhe der Erwerbsnebenkosten variiert zwischen den Bundesländern. Die Grunderwerbsteuer liegt je nach Bundesland zwischen 3,5 Prozent, so zum Beispiel in Sachsen und Bayern, und 6,5 Prozent, wie beispielsweise in Brandenburg und Nordrhein-Westfalen. Für die Eintragung in das Grundbuch und die Notarkosten werden bundesweit einheitliche Werte unterstellt.

Tabelle 2-1: Variablen und Datenquellen

Variable	Erläuterung	Quelle
P_{kt}	Kaufpreis in Euro je Quadratmeter Wohnfläche	vdpResearch (2022)
b	Fremdfinanzierungsanteil	Dr. Klein (2022a)
$i_{F,t}$	Hypothekenzinssatz	Deutsche Bundesbank (2022a)
$i_{A,t}$	Umlaufrenditen Inhaberschuldverschreibungen	Deutsche Bundesbank (2022b)
τ_t	Steuersatz	BMF (2022
$\widehat{\Delta P_k}$	Kaufpreisänderung	F+B (2022)

2.2. Berechnung der Selbstnutzerkosten anhand eines Beispiels

Im Folgenden wird die Bestimmung der Selbstnutzerkosten anhand eines Musterbeispiels illustriert. Als eine der zentralen Größen der Selbstnutzerkosten sei zunächst ein Kaufpreis je Quadratmeter Wohnfläche von 4.000 Euro unterstellt. Die Erwerbsnebenkosten setzen sich aus den regional variierenden Grunderwerbsteuersätzen, im Beispiel in Höhe von 6 Prozent, den Maklerprovisionssätzen für Käufer, hier 3,57 Prozent, und den Kosten für den Grundbucheintrag und den Notar, gemeinsam in Höhe von 1,525 Prozent, zusammen. Insgesamt fallen im Beispiel also Erwerbsnebenkosten von rund 11 Prozent oder 444 Euro je Quadratmeter an. Der Fremdkapitalanteil liege bei 85 Prozent. Der Zins auf den Fremdkapitalanteil liege bei 1,26 Prozent pro Jahr. Für die verbleibenden 15 Prozent des Kaufpreises, die als Eigenkapital eingebracht werden, entstehen Opportunitätskosten von 0,91 Prozent. Dieser Wert entspricht den mittleren Umlaufrenditen inländischer Inhaberschuldverschreibungen im Jahr 2021, welche im Vergleich zum Vorjahr deutlich gefallen sind. Diese Zinserträge wären zu versteuern. In den Berechnungen wird die mittlere Steuerquote nach Abgrenzung der Finanzstatistik im Jahr 2020 unterstellt und für das Jahr 2021 übernommen. Diese lag bei 23,2 Prozent. Außerdem seien als langfristige Preissteigerungen 2,5 Prozent pro Jahr unterstellt. Als Instandhaltungskosten seien zudem 1 Prozent und als Abschreibungssatz 2 Prozent pro Jahr unterstellt. Unter diesen Annahmen ergeben sich die Selbstnutzerkosten rechnerisch wie folgt:

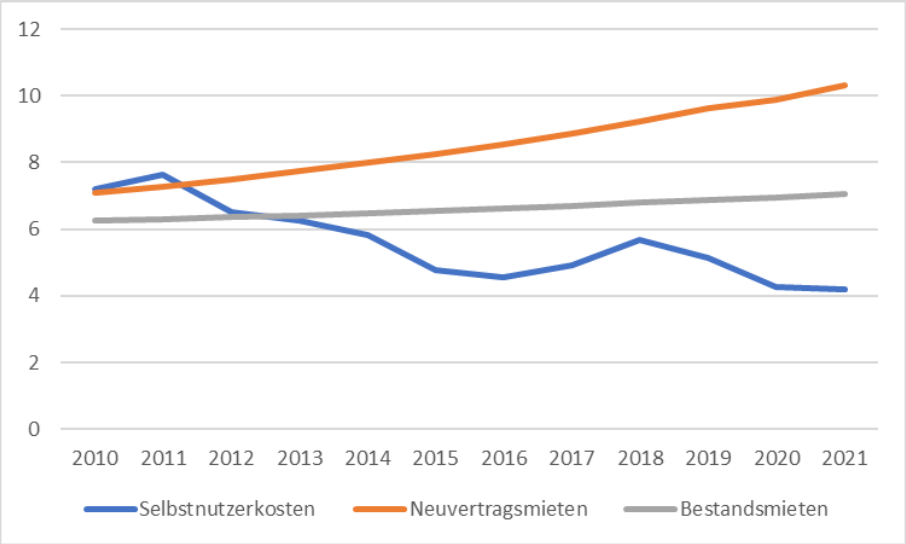
$$SNK_{Musterstadt} = 4000 * 0{,}85 * 0{,}0126 + 4000 * (0{,}01 + 0{,}02) - 4000 * 0{,}025 + 4000 * (1 - 0{,}219) * (1 - 0{,}85) * 0{,}0091 + 4000 * (0{,}0357 + 0{,}06 + 0{,}01525) * (1 - 0{,}219) * 0{,}0091 + 4000 * (0{,}0357 + 0{,}06 + 0{,}01525) * 0{,}0126$$

Für eine Wohnung von 100 Quadratmetern Größe entspräche dies Selbstnutzerkosten von 7.585 Euro pro Jahr oder 6,32 Euro je Quadratmeter und Monat. Läge die monatliche Miethöhe bei 9 Euro je Quadratmeter, so ergäbe sich somit ein Selbstnutzerkostenvorteil von 30 Prozent.

3. Ergebnisse für Deutschland

Auf Bundesebene stagnierten die Selbstnutzerkosten im vergangenen Jahr im Vergleich zum Vorjahr. Abbildung 3-1 zeigt die Entwicklung der Selbstnutzerkosten zwischen den Jahren 2010 und 2021. Im Jahr 2021 lagen die Selbstnutzerkosten bei 4,21 Euro je Quadratmeter Wohnfläche. Die Miete für vergleichbare Wohnungen betrug 10,30 Euro. Damit ergibt sich ein Kostenvorteil von etwas weniger als 60 Prozent. Die durchschnittlichen Bestandsmieten im Jahr 2021 beliefen sich auf 7,04 Euro, womit sich ein Kostenvorteil für Selbstnutzer von rund 40 Prozent ergibt.

Abbildung 3-1: Entwicklung der Selbstnutzerkosten und Mieten[1)]
Bundesdeutscher bevölkerungsgewichteter[2)] Durchschnitt, in Euro je Quadratmeter Wohnfläche pro Monat



[1)] Bestandsmieten beziehen sich auf eine Wohnung durchschnittlichen Ausstattungsniveaus und Zustands (F+B, 2022). Neuvertragsmieten und Verkaufspreise basieren auf Transaktionsdaten und beziehen sich auf Erstverkaufspreise beziehungsweise Wiederverkaufspreise von durchgehend sanierten Bestandswohnungen in guter Lage und guter Ausstattung (vdpResearch, 2022).
[2)] Bevölkerungsdaten für 2021 lagen noch nicht vor, für 2021 wurden die Bevölkerungsgewichte von 2020 genutzt. Um dem Zen-susbruch im Jahr 2011 Rechnung zu tragen, wurde die Rückrechnung für 2010 gemäß BBSR (2018) angewandt.
Quellen: Institut der deutschen Wirtschaft; vdpResearch (2022); F+B (2022)

Die Stagnation bei den Selbstnutzerkosten kommt angesichts der Kaufpreisentwicklungen am Wohnungsmarkt möglicherweise unerwartet, ist im Wesentlichen jedoch auf zwei wichtige Entwicklungen im vergangenen Jahr zurückzuführen. Im bevölkerungsgewichteten Mittel sind die Preise für Wohneigentum im vergangenen Jahr um 10 Prozent gestiegen, das ist der im Betrachtungszeitraum höchste Anstieg. Gleichzeitig sind jedoch auch die Neuvertragsmieten um 4,1 Prozent gestiegen, sodass die Kaufpreise lediglich 6 Prozentpunkte stärker gestiegen sind als die Mieten. Auf der Zinsseite sind die Hypothekenzinsen im Jahresdurchschnitt nur um 4 Basispunkte gegenüber dem Vorjahr angestiegen, was einer prozentualen Veränderung von 3 Prozent entspricht. Die Entwicklung dieser drei bisher angesprochenen Teile der Selbstnutzerkosten würde einen Anstieg der Selbstnutzerkosten implizieren. Jedoch ist der Opportunitätszins im vergangenen Jahr deutlich gesunken, um fast die Hälfte von 1,75 Prozent auf 0,91 Prozent. Um den Effekt des Rückgangs des Opportunitätszinses zu greifen, unterstellen wir beispielhaft, dass dieser Zins sich zwischen 2020 und 2021 nicht verändert hat. Wäre der Opportunitätszins konstant geblieben, wären die Selbstnutzerkosten auf 4,76 Euro gestiegen, was einem Anstieg von 11 Prozent entspräche. Ein weiterer Aspekt, der einen Anstieg der Selbstnutzerkosten im vergangenen Jahr verhindert hat, ist die Reform der Maklerprovisionen.

Am 23.12.2020 wurde das «Gesetz über die Verteilung der Maklerkosten bei der Vermittlung von Kaufverträgen über Wohnungen und Einfamilienhäuser» (vgl. BGBl. I 2020 S. 1245) eingeführt. In Regionen, in denen zuvor üblicherweise die Verkäufer die volle Maklerprovision von bis zu 7,14 Prozent des Kaufpreises zu tragen hatten, hat sich diese auf 3,57 Prozent reduziert (vgl. Sagner/Voigtländer, 2021). Im bevölkerungsgewichteten

Mittel bedeutet dies, dass die mittlere Maklerprovision für Käufer von 4,1 Prozent auf 3,57 Prozent gesunken ist, was einem Rückgang von 13 Prozent entspricht. Ohne die Reduktion der Maklerprovision lägen die Selbstnutzerkosten im Jahr 2021 bei 4,25 Euro und damit nur marginal über den bestimmten Kosten von 4,21 Euro. Allerdings fällt in denjenigen Regionen, in denen die Maklerprovisionen für Käufer zuvor besonders hoch waren, so zum Beispiel in Berlin und Brandenburg, der dämpfende Effekt entsprechend höher aus.

Tabelle 3-1: Veränderung wesentlicher Berechnungsgrundlagen der Selbstnutzerkosten

	2020	2021	Veränderung
Kaufpreis	3018 €	3320 €	+ 10 %
Neuvertragsmiete	9,89 €	10,30 €	+ 4 %
Hypothekenzins	1,22 %	1,26 %	+ 3 %
Opportunitätszins	1,75 %	0,91 %	- 48 %
Maklerprovision	4,1 %	3,57 %	- 13 %

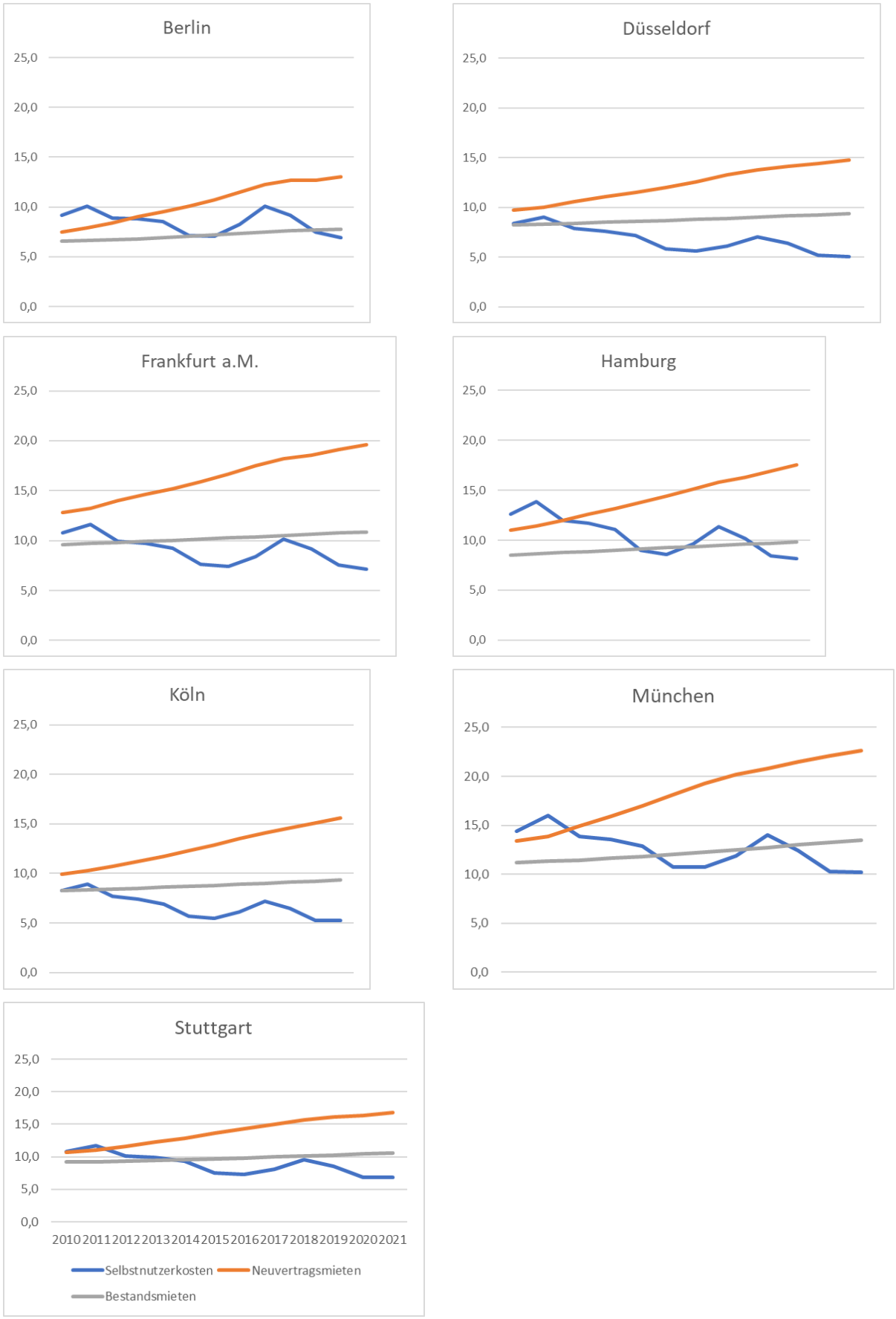
Quellen: Institut der deutschen Wirtschaft; vdpResearch (2022); Deutsche Bundesbank (2022a, b)

3.1. Ergebnisse in den Top-7

Auf regionaler Ebene ist die Entwicklung der Vorteilhaftigkeit zwischen Selbstnutzern und Mietern wesentlich durch die Entwicklung der Kaufpreis-Miet-Relation beeinflusst. Die Entwicklung zwischen 2020 und 2021 ist zudem ebenfalls von den Veränderungen der Maklerprovisionssätze abhängig. In Berlin und Brandenburg (-3,57 %) sowie in Hamburg und Frankfurt am Main (je -2,68 %) sind die unterstellten mittleren Käuferprovisionen deutlich gesunken, was sich auch in der Entwicklung der Selbstnutzerkosten bemerkbar macht. Die obig beschriebenen Veränderungen auf der Zinsseite treffen jedoch alle Kreise symmetrisch, da wir von bundesweit einheitlichen Zinssätzen ausgehen. Somit zeigt sich in den Städten, in denen die Maklerprovisionen sich reduziert haben, auch ein leichter Rückgang der Selbstnutzerkosten, während diese in den anderen Städten Düsseldorf, Köln, Stuttgart und München stagnierten. Abbildung 3-2 zeigt die Entwicklung der Mieten und Selbstnutzerkosten in den Top-7. Insgesamt unterstreichen die Ergebnisse des Selbstnutzerkostenansatzes, dass die gemessenen deutlichen Preisanstiege im vergangenen Jahr erwartbar waren.

Abbildung 3-2: Selbstnutzerkosten und Mieten in den deutschen Metropolen

In Euro je Quadratmeter Wohnfläche pro Monat



Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft

Tabelle 3-2 zeigt den Zusammenhang zwischen Selbstnutzerkostenvorteil, Renditen und Immobilienpreisen auf. Die stärksten Preisanstiege unter den Top-7-Städten erlebte im vergangenen Jahr Hamburg sowohl bei den Mieten (+3,9 %) als auch bei den Kaufpreisen für Eigentumswohnungen (+12,2 %). Außer in Berlin (+8,7 %) und Frankfurt am Main (+9,4 %) waren die Kaufpreissteigerungen im vergangenen Jahr in den Top-7-Städten im zweistelligen Prozentbereich. Sogar in München, der mit Abstand teuersten Metropole, legten die Kaufpreise um mehr als 10 Prozent zu. Ein stärkerer Anstieg der Kaufpreise als der Mieten impliziert einen Anstieg der Bruttovervielfältiger, der Relation aus Kaufpreisen und Jahresmieten, und einen Rückgang der Bruttoanfangsrenditen. Der Vervielfältiger stieg in Berlin auf 38,5 und ist damit dort im Vergleich mit den Metropolstädten weiterhin mit Abstand am höchsten, was möglicherweise den positiven Marktausblick der Investoren für den Berliner Wohnungsmarkt unterstreicht, gefolgt von Hamburg und München. Am geringsten sind die Vervielfältiger in Düsseldorf und Köln. In den Rheinmetropolen ist demnach der Selbstnutzerkostenvorteil am höchsten, in Berlin dagegen am geringsten. Dafür stieg die Vorteilhaftigkeit für Selbstnutzer in Berlin im vergangenen Jahr wieder leicht an, was zu einem gewissen Teil auch auf die angesprochene Reduktion der Maklerprovision für Käufer zurückzuführen ist, außerdem war der Anstieg der Kaufpreise im vergangenen Jahr zumindest im bundesdeutschen Vergleich unterdurchschnittlich.

Tabelle 3-2: Selbstnutzerkostenvorteil, Renditen, Vervielfältiger und Preisentwicklung

	Selbstnutzer-kostenvorteil	Bruttoan-fangsrendite	Bruttover-vielfältiger	Mieten	Kaufpreise
Berlin	47,3 % (2020: 40,8 %)	2,6 % (2020: 2,7)	38,5 (2020: 36,4)	13,10 € (+2,8 %)	6.029 € (+8,7 %)
Düsseldorf	65,7 % (2020: 64,1 %)	4,0 % (2020: 4,3 %)	24,8 (2020: 23,2)	14,80 € (+2,8 %)	4.409 € (+10,0 %)
Frankfurt a. M.	63,7 % (2020: 60,4 %)	3,8 % (2020: 4,0 %)	26,5 (2020: 24,8)	19,60 € (+2,6 %)	6.222 € (+9,4 %)
Hamburg	53,7 % (2020: 50,0 %)	2,9 % (2020: 3,1 %)	34,5 (2020: 32,0)	17,60 € (+3,9 %)	7.270 € (+12,2 %)
Köln	66,2 % (2020: 65,0 %)	4,1 % (2020: 4,4 %)	24,5 (2020: 22,6)	15,60 € (+3,4 %)	4.581 € (+11,6 %)
München	54,9 % (2020: 53,4 %)	2,9 % (2020: 3,2 %)	34,1 (2020: 31,7)	22,70 € (+2,5 %)	9.285 € (+10,4 %)
Stuttgart	59,3 % (2020: 57,9 %)	3,3 % (2020: 3,6 %)	30,1 (2020: 27,9)	16,80 € (+2,5 %)	6.074 € (+10,5 %)

Quellen: Institut der deutschen Wirtschaft; vdpResearch (2022)

4. Zinswende

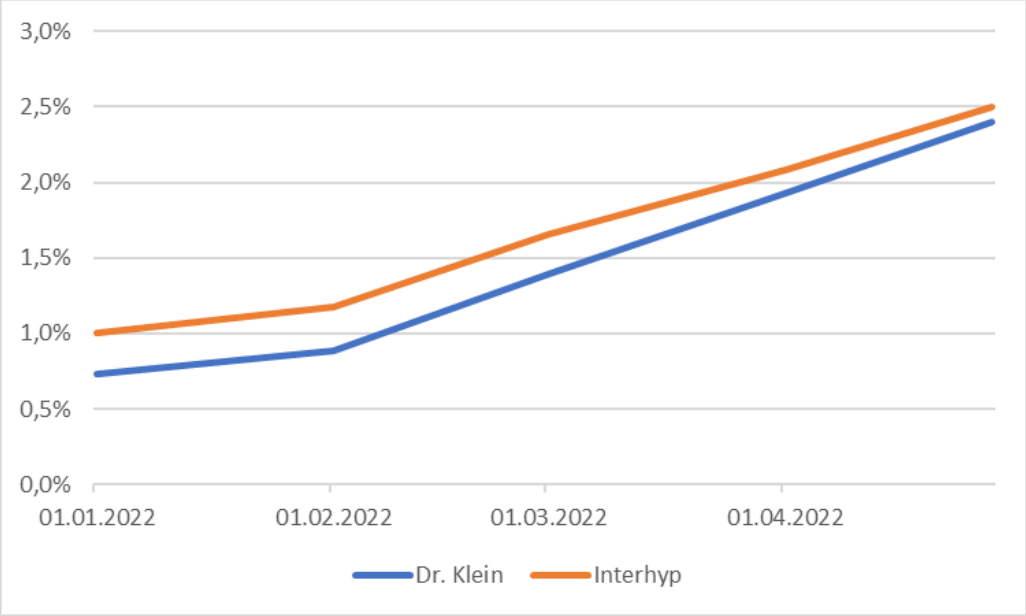
Die bis hierhin diskutierten Ergebnisse beziehen sich auf das Jahr 2021. Ab Mitte Januar 2022 hat jedoch eine deutliche Zinswende am Markt für Hypothekendarlehen begonnen. Bis Ende April haben sich die Zinsen für Immobilienkredite in nur drei Monaten mehr als verdoppelt wie aus tagesaktuellen Zinscharts der Finanzierungsvermittler Dr. Klein oder Interhyp hervorgeht und in Abbildung 4-1 dargestellt ist (vgl. Dr. Klein, 2022b; Interhyp, 2022).

Ein so starker Zinsanstieg für Immobiliendarlehen in dieser kurzen Zeit kam auch für Marktexperten unerwartet. In einer Befragung unter Immobilienunternehmen, welche zu Beginn des Jahres 2022 durchgeführt wurde, erwarteten noch mehr als die Hälfte der

Unternehmen, dass der Zinssatz für private Baufinanzierungen zum Ende des Jahres 2022 auf 1,5 Prozent steigen würde (vgl. Henger/Voigtländer, 2022). Zum Zeitpunkt der Befragung waren der Angriffskrieg Russlands und die dadurch ausgelösten globalen Verwerfungen noch nicht in den Erwartungen der Unternehmen eingepreist. Aufgrund der sich verstetigenden hohen Inflationsrate, die durch starke Steigerungsraten bei den Energieträgern ausgelöst wurde und sich nun zunehmend auch bei der Kerninflationsrate bemerkbar macht, sind weitere Zinsanstiege in diesem Jahr nicht ausgeschlossen. Des Weiteren hat die EZB erste Zinsschritte für den Sommer 2022 angekündigt, was die Zinsanstiege bei Immobiliendarlehen stützt. Im Kern gilt, dass steigende Zinsen für Immobiliendarlehen unter sonst gleichen Bedingungen die Nachfrage nach Immobilien verringern sollten.

Abbildung 4-1: Zinsniveau für Immobiliendarlehen mit 10-jähriger Sollzinsbindung

Entwicklung zwischen 01.01.2022 und 28.04.2022



Hinweis: Niveauunterschiede sind auf Differenzen im ausgewiesenen Zinssatz zurückzuführen, so weist Dr. Klein einen «Bestzins», Interhyp einen mittleren Zins für vermittelte Finanzierungsangebote aus.

Quellen: Interhyp; Dr. Klein

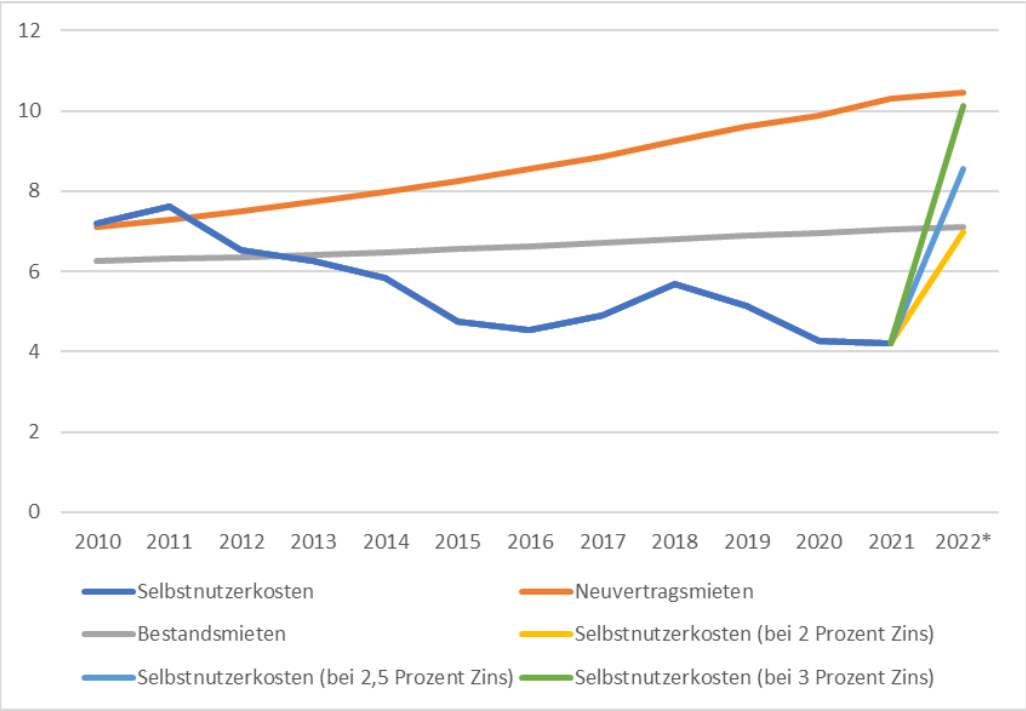
Die Immobilienunternehmen wurden neben ihren Zinserwartungen auch nach einem kritischen Zins gefragt, dem Zins, ab dem sie Kippeffekte am Immobilienmarkt erwarten würden. Ein Kippeffekt bedeutet eine Trendwende bei der Preisentwicklung von Wohnimmobilien bis hin zu Preisrückgängen. Unter allen befragten Unternehmen lag der durchschnittliche kritische Zins bei 2,4 Prozent, bei mehr als 30 Prozent der Unternehmen bei mehr als 2,5 Prozent. Dieses Befragungsergebnis deckt sich weitestgehend mit den in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellten Ergebnissen eines neutralen Zinses beim Selbstnutzerkostenansatz. Ab dieser Zinshöhe nimmt die Anzahl der Kreise, in denen die Selbstnutzerkosten über den Mietkosten liegen, deutlich zu.

Was der Zinsanstieg für die Selbstnutzerkosten bedeutet, zeigt Abbildung 4-2. Die drei dargestellten Szenarien beschreiben die Höhe der Selbstnutzerkosten bei einem Zins von 2, 2,5 und 3 Prozent sowie einem Opportunitätszins, der dem Darlehenszins plus dem mittleren Spread der beiden Zinssätze aus den Jahren 2010 bis 2021 entspricht (circa + 0,3 Prozentpunkte). Ansonsten wurden die gleichen Bedingungen aus dem Jahr 2021, insbesondere ein konstantes Kaufpreisniveau, unterstellt. Es zeigt sich, dass ein Zinsanstieg, wie ihn der Immobilienmarkt im Moment erlebt, auch deutliche Auswirkungen auf die Höhe der Selbstnutzerkosten hat. Ein Anstieg des Zinses auf 2 Prozent im Jahresdurchschnitt würde die Selbstnutzerkosten um 66 Prozent von 4,21 Euro auf 6,97 Euro erhöhen, ein Anstieg auf 2,5 Prozent verdoppelt die Selbstnutzerkosten (+ 103 Prozent) auf 8,55 Euro und ein durchschnittlicher Zins von 3 Prozent erhöht die Selbstnutzerkosten um 141 Prozent auf 10,12 Euro. Die Berechnungen unterstellen dabei, dass sich die Kaufpreise im Vergleich zum Jahr 2021, nicht verändern. Doch im ersten Quartal 2022 zeichneten sich

weitere Preissteigerungen ab. Ein Anstieg von 5 Prozent im Jahresmittel 2022 ließe die Selbstnutzerkosten bei einem Zins von 2 Prozent um zusätzliche 8 Prozentpunkte auf einen Wert von 7,32 Euro steigen, bei 2,5 Prozent Zins um zusätzliche 10 Prozentpunkte auf 8,97 Euro und bei 3 Prozent Zins um zusätzliche 12 Prozentpunkte auf 10,63. Die Szenarienrechnung zeigt, dass mit deutlich steigenden Selbstnutzerkosten für das Jahr 2022 zu rechnen ist.

Abbildung 4-2: Selbstnutzerkosten im Jahr 2022 bei verschiedenen Zinssätzen

Fortschreibung für das Jahr 2022



Hinweis: Die Neuvertragsmieten wurden mit einem Plus von 1,5 und die Bestandsmieten mit einem Plus von 1 Prozent fortgeschrieben.

* Szenarienrechnung

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft

Regional sind die Auswirkungen des Zinsanstiegs differenziert zu sehen.
Unter der Annahme, dass sich der Opportunitätszins im Jahr 2022 ebenfalls auf das Niveau des Darlehenszinses zuzüglich des Zinsspreads der vergangenen Jahre erhöht, liegt der neutrale Darlehenszins in den Top-7 bei einem bevölkerungsgewichteten Durchschnitt von 2,8 Prozent. In den anderen Großstädten liegt der Zins, bei dem sich Selbstnutzerkosten und Neuvertragsmieten entsprächen, bei 3,1 Prozent, etwas höher hingegen im ländlichen Raum. Zusammengefasst sind diese Zinssätze in Tabelle 4-1.

Tabelle 4-1: Neutraler Zins nach Regionstyp für das Jahr 2022

Regionstyp	**Neutraler Zins (Szenarienrechnung 2022)**
Top-7	2,8 Prozent
Umland Top-7	3,6 Prozent
Großstadt	3,1 Prozent
Umland Großstadt	3,5 Prozent
Sonstige	3,7 Prozent

Bevölkerungsgewichtete Mittelwerte, bei sich in der Szenarien Rechnung für 2022 Selbstnutzerkosten und Neuvertragsmieten entsprächen.

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft

5. Fazit

Im Jahr 2021 sind die Selbstnutzerkosten im Vergleich zum Vorjahr stagniert. In Relation zu den Mieten war Wohneigentumsbildung im Jahr 2021 damit weiterhin sehr attraktiv. Die Preisentwicklungen im vergangenen Jahr haben außerdem unterstrichen, dass die Nachfrage nach Wohneigentum ungebrochen groß war.

Der Wohnungsmarkt steht aktuell an einem entscheidenden Scheitelpunkt. Die Preisentwicklungen der vergangenen Jahre fanden in einem sehr attraktiven wirtschaftlichen Umfeld statt. Die stetig gesunkenen Zinsen für Hypothekendarlehen in Kombination mit einem starken Arbeitsmarkt, teilweise starker Lohndynamik und lokal konzentriertem Bevölkerungswachstum ließen vielerorts die Immobilienpreise deutlich steigen. Im Jahr 2022 haben sich die Zinsen für Immobilienkredite in kurzer Zeit stark verteuert. Die Auswertungen auf Basis des Selbstnutzerkostenansatzes suggerieren, dass dies wahrscheinlich zu einer Abschwächung des Preisanstiegs bei Wohnimmobilien führt, da die relative Vorteilhaftigkeit des Wohneigentums gegenüber dem Mieten abnimmt.

Der Selbstnutzerkostenansatz zeigt jedoch auch, dass der deutsche Wohnungsmarkt den Zinsanstieg verkraften können wird – ein starker Preisrückgang der Kaufpreise ist auf Basis der aktuellen Zinsanstiege nicht zu erwarten, eine deutliche Eindämmung der Preisanstiege hingegen schon. Entscheidend für die weitere Preisentwicklung der Wohnimmobilien ist zudem, wie die Marktteilnehmer die mittelfristige Zinsentwicklung einschätzen, wichtig ist jedoch auch die gesamtwirtschaftliche Entwicklung. Die gestörten Lieferketten durch den Krieg in der Ukraine und die Lockdowns in wichtigen Handelsstädten Chinas bremsen die wirtschaftliche Entwicklung. Die Nachfrage nach Gütern ist aber weltweit hoch. Eine robuste wirtschaftliche Entwicklung ist maßgeblich von einer schnellen Erholung der internationalen Handelsbeziehungen abhängig.

Generell müssen sich Anleger und potenzielle Käufer auf einen anderen, normaleren Wohnungsmarkt einstellen. Die 2010er Jahre waren durch einen bemerkenswerten Dreiklang aus fallenden Zinsen, steigenden Reallöhnen und starker Zuwanderung geprägt, diese Konstellation stellt nicht das normale Umfeld dar. Nun steigen die Zinsen wieder und die Reallöhne werden vermutlich in diesem Jahr sinken. Die Nachfrage nach Wohnimmobilien bleibt aber hoch, vor allem aufgrund der zu geringen Bautätigkeit in den Ballungsräumen in den letzten Jahren. Wohnimmobilien bleiben damit grundsätzlich gefragt, aber starke Miet- und Preisentwicklungen sind zunächst nicht mehr zu erwarten. Dies bedeutet aber nicht, dass sich der Kauf von Wohnimmobilien nun nicht mehr lohnt. Immobilieninvestitionen sind langfristige Investitionen, und daher gilt es, den Blick über das aktuelle Geschehen zu weiten. Wer in den 2000er Jahren Wohnungen in Berlin, Köln oder Hamburg kaufte, als sich die Preise schon länger nur seitwärts bewegt hatten, wird heute mit großer Zufriedenheit auf seine Anlage zurückschauen. Wichtiger in dieser Marktphase wird aber nun die Auswahl der Objekte, vor allem die langfristige Vermietbarkeit. Darüber hinaus werden eigenkapitalstarke Investoren bei begehrten Objekten wieder größere Chancen im Markt haben, weil sich manche Investoren, die allein auf den Fremdkapitalhebel gesetzt haben, aus dem Markt zurückziehen werden.

6. Literaturverzeichnis

[1] BMF – Bundesministerium der Finanzen, 2022, BMF-Monatsbericht März 2022, Entwicklung der Steuer- und Abgabenquoten (Steuer- und Sozialbeitragseinnahmen des Staates), https://www.bundesfinanzministerium.de/Monatsberichte/2022/03/Inhalte/Kapitel-6-Statistiken/6-1-14-entwicklung-der-steuer-und-abgabequoten.html [02.05.2022]

[2] Destatis, 2022, Pressemitteilung Nr. 156 vom 8. April 2022, https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/04/PD22_156_61261.html;jsessionid=2F6942E14C5D25E9732FA92E4DDB8CDD.live742

[3] Deutsche Bundesbank, 2022a, Zeitreihe BBK01.SUD119: Effektivzinssätze Banken DE / Neugeschäft / Wohnungsbaukredite an private Haushalte, anfängliche Zinsbindung über 10 Jahre, https://www.bundesbank.de/dynamic/action/de/statistiken/zeitreihen-datenbanken/zeitreihen-datenbank/723452/723452?tsId=BBK01.SUD119 [02.05.2022]

[4] Deutsche Bundesbank, 2022b, Zeitreihe BBSIS.M.I.UMR.RD.EUR.X2000.B.A.A.R.A.A._Z._Z.A: Umlaufsrenditen inländischer Inhaber-schuldverschreibungen / Anleihen von Unternehmen (Nicht-MFIs), https://www.bundesbank.de/dynamic/action/en/statistics/time-series-databases/time-series-datbases/745582/745582?tsId=BBSIS.M.I.UMR.RD.EUR.X2000.B.A.A.R.A.A._Z._Z.A [02.05.2022]

[5] Dr. Klein, 2022a, Mittlerer Beleihungsauslauf, https://www.drklein.de/presse.html [02.05.2022]

[6] Dr. Klein, 2022b, Zinschart Baufinanzierungszinsen: Aktuelle Zinsentwicklung im Vergleich, https://www.drklein.de/zinsentwicklung-prognose.html#!/ [02.05.2022]

[7] F+B, 2022, F+B Marktmonitor, Datenbank Marktmieten, Datenstand 4. Quartal 2021 (einschl.)

[8] Handelsblatt, 20.04.2022, https://www.handelsblatt.com/politik/bauunternehmen-alle-acht-wochen-massivste-preissteigerungen-baubranche-erwartet-starken-rueckgang-beim-wohnungsbau/28259104.html [02.05.2022]

[9] Handelsblatt, 16.02.2022, https://www.handelsblatt.com/politik/international/geldpolitik-gefahr-einer-stagflation-chefoekonomin-der-weltbank-warnt-vor-einem-globalen-inflationsschub/28070632.html [03.05.2022]

[10] Henger, Ralph / Voigtländer, Michael, 2022, Sorgen vor dem Zinsschock, Aktuelle Ergebnisse des ZIA-IW-Immobilienstimmungsindex (ISI), Gutachten im Auftrag des ZIA Zentraler Immobilien Ausschuss e.V., Köln

[11] Himmelberg, Charles / Mayer, Christopher / Sinai, Todd, 2005, Assessing High House Prices. Bubbles, Fundamentals and Misperceptions, in: Journal of Economic Perspectives, 19. Jg., Nr. 4, S. 67–92

[12] Interhyp, 2022, Zinschart, aktuelle Zinsentwicklung, https://www.interhyp.de/ratgeber/was-muss-ich-wissen/zinsen/zins-charts.html [02.05.2022]

[13] Poterba, James M., 1984, Tax Subsidies to Owner-Occupied Housing: An Asset-Market Approach, in: The Quarterly Journal of Economics, 99. Jg., Nr. 4, S. 729–752

[14] Sagner, Pekka / Voigtländer, Michael, 2021, Wo die Teilung der Maklerprovision wirkt, IW-Kurzbericht, Nr. 29, Köln

[15] Sagner, Pekka, 2022, Wohneigentumspuzzle, IW-Kurzbericht, Nr. 17, Köln

[16] Sagner, Pekka / Voigtländer, Michael, 2022, Accentro Wohnkostenreport 2022, Berlin

[17] vdpResearch, 2022, Transaktionsdatenbank, https://www.vdpresearch.de/transaktionsdatenbank/ [02.05.2022]

Block A1

Digital und Nachhaltig in die Zukunft

Keine Angst vor open BIM

Tina Drahtler
Dipl.-Ing. Architektin BDA
|DA| Drahtler Architekten
Dortmund, Deutschland



Keine Angst vor open BIM

1. Einleitung

Seit einigen Jahren hört man in der Baubranche den Begriff BIM (Building Information Modeling) und jetzt wird im Koalitionsvertrag vom 24.11.2021 von SPD, Grüne und FDP – open BIM als Ziel fixiert. Hier lautet es: «Wir werden die Bau- und Immobilienwirtschaft sowie alle Ebenen der Verwaltung unterstützen, die Digitalisierung zu meistern, Open-BIM und einheitliche Schnittstellen/ Standards umzusetzen.»

Für alle die sich bisher nicht mit BIM beschäftigt haben, wird es Zeit, sich mit dem Thema auseinanderzusetzen. Ich möchte Ihnen hiermit auf den Weg geben, dass Sie keine Angst vor diesen Veränderungen haben müssen. Hierbei handelt es sich schlicht um eine Weiterentwicklung des Planungsprozesses. Ähnlich wie von der Handzeichnung zum CAD-basierten Planen. Nahtlos an die vorrangig 2D Planung folgte die 3D Planung und nun kommt die BIM Methode.
Das Wichtigste ist, dass Sie sich gut informieren. So wie Sie das in der Übergangsphase von der Handzeichnung zum CAD, oder von der reinen 2D zur 3D Planung auch getan haben.



Abbildung 1: Evolution der Planungsmethode

2. Informieren

Sich umfänglich informieren kann man im BIM-Kompetenzzentrum des Bundes, den Architektenkammern, bei buildingSMART (Entwickler des IFC-Standards) und vielen weiteren Anlaufpunkten. Hier werden auch verschiedene Schulungen und zertifizierte Fortbildungen angeboten.
Lesen Sie auch Erfahrungsberichten von anderen, die im besten Fall mit der gleichen Software wie Sie selbst arbeiten.
Die Schnittstellenthematik und die Datenverwaltung sind ganz entscheidend für diese Arbeitsmethode. Das Datenmanagement Ihrer CAD-Software sollte die Möglichkeit aufweisen, Attribute von einer Datenbank in eine andere oder von einem Attributfeld in ein anderes zu transferieren. Dies ist aus unserer Erfahrung sehr wichtig, da beim Export durch den Bauherrn, den Betreiber oder durch die Baufirma verschiedene vertraglich festgelegte Attributanforderungen erfüllt sein müssen. Und wenn man hierfür jedes Mal die eigene Büro Struktur abändert, dann ist das wirtschaftlich nicht darstellbar. Aus diesem Grund sollte es das Ziel sein, die eigene CAD-Struktur beizubehalten und beim Export die Daten nach Wunsch zu exportieren. Die Standardisierung der Datenbanken und deren Attributfelder sind für viele Dinge durch den IFC-Standard festgelegt, aber es gibt viele Bereiche, die tiefer ins Detail gehen und zusätzliche Attributfelder erfordern. Als Beispiel sei hier eine detaillierte Türliste oder Schnittstellen zum Facility Management erwähnt.

2.1. BIM

«Building Information Modeling bezeichnet eine kooperative Arbeitsmethodik, mit der auf der Grundlage digitaler Modelle eines Bauwerks die für seinen Lebenszyklus relevanten Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden.» (Stufenplan Digitales Planen und Bauen, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Stand Dez 2015)
BIM ist also eine Arbeitsmethode die neben der Geometrie über den kompletten Lebenszyklus eines Gebäudes Daten erfasst, anreichert und diese für alle Beteiligten zugänglich macht. Die Informationsdichte steigt im Verlauf stetig an und es gehen keine Informationen zwischen den einzelnen Phasen verloren.

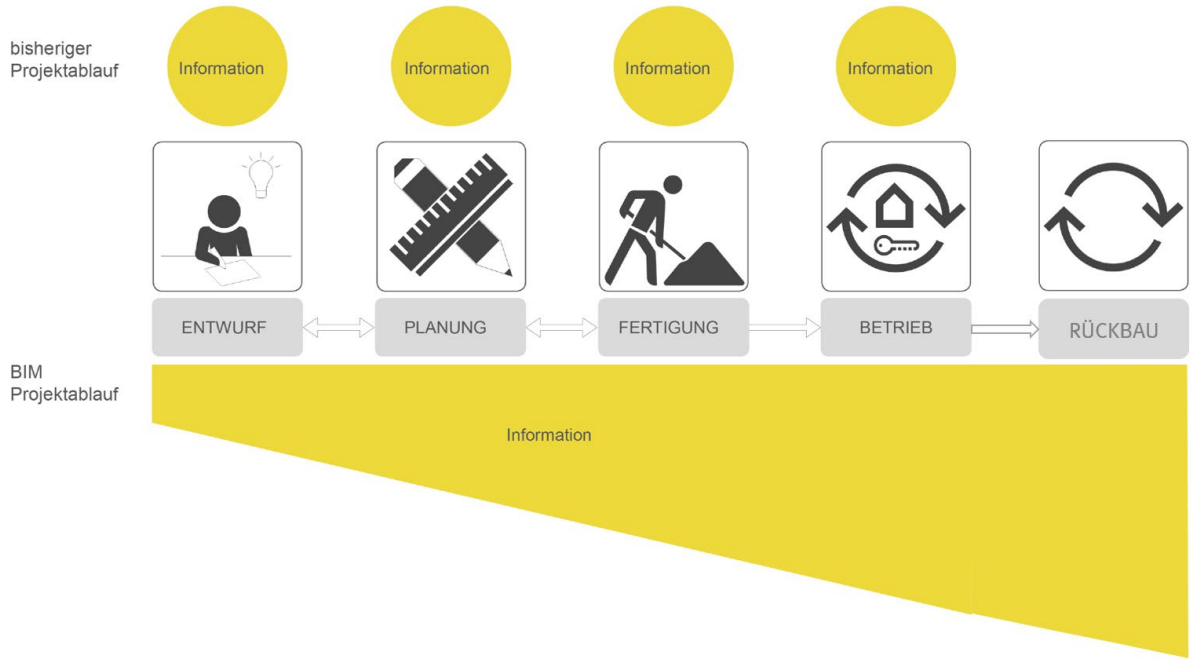


Abbildung 2: Informationszuwachs im BIM-Prozess

2.2. Open BIM

Im open BIM Prozess ist entscheidend, dass jeder Planungsbeteiligte mit seiner eigenen Software arbeitet. Alle tauschen sich über die herstellerneutralen Schnittstellen IFC und BCF aus. Im Gegensatz dazu müssen im closed BIM Prozess alle mit dem gleichen Programm arbeiten. Im Sinne der Produktvielfalt und deren optimalen Einsatzmöglichkeiten in den unterschiedlichsten Fachsparten sollte somit die Planungsmethode open BIM das Ziel sein.

Bei dem **Dateiformat IFC** (Industry Foundation Classes) handelt es sich um einen offenen, internationalen und herstellerneutralen Standard, der von buildingSMART entwickelt wurde. Die Initiative unterstützt und fördert open BIM mit dem Ziel, eine offene, produktübergreifende Zusammenarbeit in der gesamten Baubranche zu erreichen.
Das Format IFC überträgt nicht nur die Geometrie von Bauteilen, sondern auch eine klar gegliederte Informationsstruktur. Die Information der Identität (z.B. Wand), der Eigenschaften (z.B. Brandschutzanforderungen, U-Werte) und der Beziehung zu angrenzenden Bauteilen werden mit übertragen. Des Weiteren ist dem Format eine klar gegliederte hierarchische Struktur hinterlegt, die Informationen über das Projekt, das Grundstück, das Bauwerk, das Geschoss, den Raum und dessen Bauteile hinterlegt. Hierbei können auch in den Strukturebenen Informationen hinterlegt werden, um dem Grundstück das Attribut der Flurstücknummer und dem Bauwerk das Attribut der Nutzung zu hinterlegen. Weiter können auch Informationen von Zonen (z.B. Mietbereich), Systemen (z.B. Lüftung) und Gruppen (z.B. Mieterausbau) hinterlegt werden.



Abbildung 3: Dateiformat IFC –Bauteilinformationen

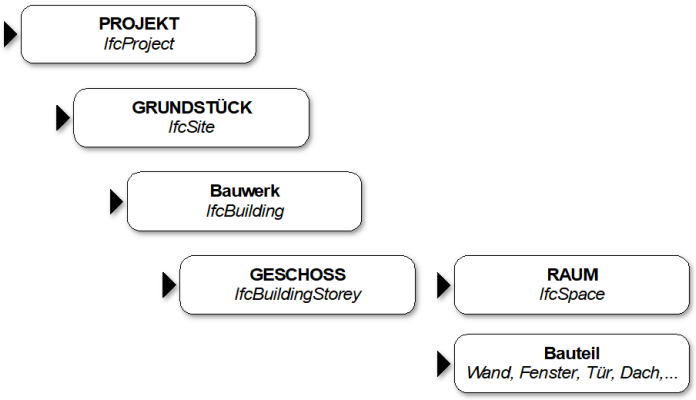


Abbildung 4: Dateiformat IFC – hierarchische Struktur

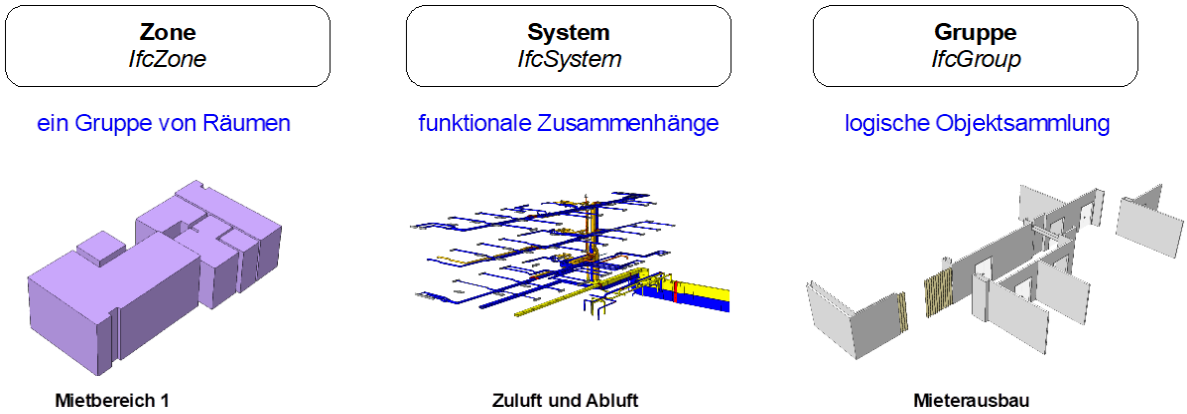


Abbildung 5: Dateiformat IFC – Zonen, Systeme, Gruppen – Beziehungen von Objekten

Bei dem **Dateiformat BCF** (BIM Collaboration Format) handelt es sich um eine Schnittstelle für die Kommunikation im open BIM Prozess. Hierbei können strukturierte und dokumentierte Koordinationsanfragen gestellt werden. Die Anfrage kann mit einem Bauteil verortet, beschrieben und kommentiert werden. Das bedeutet, wenn in einer entsprechenden Prüfsoftware die IFC und BCF-Dateien importiert werden, wird beim Aufrufen der einzelnen Anfragen der Kommunikation (BCF) die Perspektive im Modell gewechselt. Somit ist die Anfrage im Modell exakt verortet und alle Planungsbeteiligten haben das gleiche Verständnis.

Die Zuordnung des BCF-Kommentars zum entsprechenden Bauteil in der IFC-Datei ist nur durch die **GUID**s (Globally Unique Identifier) möglich. Jedes Bauteil trägt zur eindeutigen Identifikation eine einzigartige ID-Nummer, die sogenannte GUID. Diese Information ist jedem Objekt hinterlegt und ändert sich nicht. Die ID ist die Grundlage für verschiedenste BIM-Prozesse.

Durch diese beiden Dateiformate IFC und BCF ist es möglich, eine Zusammenarbeit von allen Planungsbeteiligten mit den unterschiedlichsten Softwareprodukten zu ermöglichen. Wobei man klar sagen muss, dass im IFC-Format die Geometrie der Bauteile zum großen

Teil als reine Volumenkörper inklusive der Informationen übertragen werden. Es handelt sich beim Import von IFC-Objekten in die eigene CAD-Software nicht um intelligente native Bauteile. Die Gründe dafür sind neben den technischen Herausforderungen auch die Haftungsfrage der einzelnen planenden Parteien. Damit ist klar definiert, dass jeder nur das modelliert, das er auftragsmäßig plant. Diese einzelnen Teilmodelle werden dann zu einem Gesamtprojekt zusammengeladen.

3. Anfangen – Schritt für Schritt

3.1. Struktur aufbauen

Wer schon immer strukturiert gearbeitet hat ist klar im Vorteil. Denn was sich in Ihrer Arbeitsweise definitiv verändert, wenn Sie es nicht schon vorher getan haben, dann ist es strukturiert zu arbeiten. Dem Austauschformat IFC sind klare hierarchische Strukturen hinterlegt. Vieles ist erst beim Export wichtig, aber dafür müssen die Grundlagen gelegt sein.

Wenn Sie mit mehreren Personen an einem Projekt arbeiten, empfiehlt sich eine serverbasierte zentrale Dateiablage auf dem Büroserver. CAD-Richtlinien sollten das gemeinsame Arbeiten durch definierte Bezeichnungen von Geschossen, Ebenen, Bauteilen und deren Attributen definieren. Eine gemeinsame Bibliothek für diese Standards erleichtert die Arbeit. Solche Strukturen können wachsen und bauen sich nicht von heute auf morgen auf. Aus diesem Grund ist es wichtig, einen zentralen Dateiablageort zu finden, auf den alle zugreifen können. Somit kann die Struktur - möglichst sich automatisch aktualisierend- Schritt für Schritt gedeihen.

3.2. Testmodell

Am Anfang wie auch später in der Vorbereitung größerer komplexerer Projekte ist es im open BIM Verfahren wichtig, ein kleines überschaubares Testmodell zu haben. Anhand dieses Modells können übersichtlich und schnell Modellierungsvorgaben, Einstellungen und Export geklärt werden. Im open BIM Prozess kann der IFC-Export immer weiter optimiert werden. Nutzen Sie das Modell, um ihre bürointernen Abläufe aber auch den Austausch mit weiteren Planungsbeteiligten zu klären und zu optimieren.

3.3. Projekt

Jetzt starten Sie mit einem konkreten Projekt. Nehmen Sie sich ein Projekt mit überschaubarer Größe vor. Und starten Sie!
Innerhalb der neuen Struktur ist es wichtig, sich ein Thema nach dem anderen herauszusuchen und anzugehen. Nehmen Sie sich nicht zu viel gleichzeitig vor.
Ein Thema, das sich als Einstieg sehr gut eignet, sind die zeitaufwändigen und lästigen Flächen- und Volumenberechnungen eines Gebäudes. Hierbei ist es wichtig, dass korrekt modelliert und informiert wurde. Ein weiteres Thema für den Anfang sind Tür- und Fensterlisten.

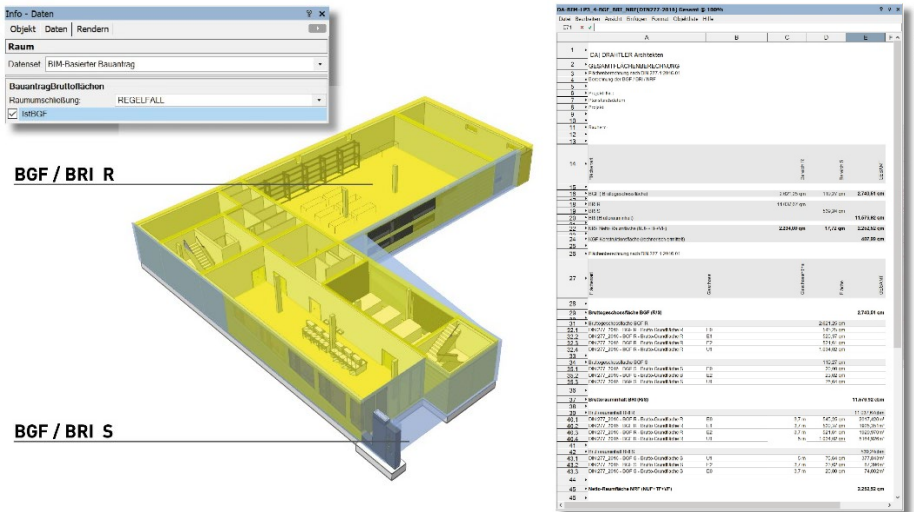


Abbildung 6: automatisierte Flächen- und Volumenberechnungen

Wenn Sie sich mit dem korrekten Modellieren und Informieren auseinandergesetzt haben, dann wäre jetzt der Zeitpunkt, sich mit anderen Planungsbeteiligten über dreidimensionale informierte Modelle auszutauschen. So kann man sich ohne Druck an das Thema herantasten. Sie werden schnell merken, dass Sie selbst ohne den Einsatz einer Prüfsoftware sehr große Vorteile in der Planungsprüfung erzielen werden.

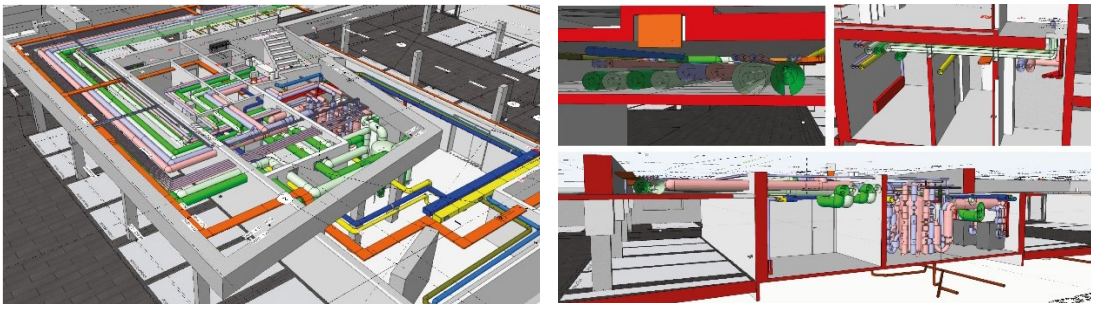


Abbildung 7: Überlagerung von verschiedenen Planungen

4. Projekt open BIM

4.1. Festlegungen

Im open BIM Prozess muss die Zusammenarbeit definiert sein.
Die Vertragsanforderungen im BIM Prozess werden über zwei wichtige Dokumente festgelegt. Vor dem Start der Planung gibt es die Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) und in der Regel zum Start des Projektes werden die BIM-Abwicklungspläne (BAP) erarbeitet. Der BAP ist ein Dokument, das während des Projektes mehrfach angepasst wird.
Für die Planung des gemeinsamen Projektes müssen die Ziele klar definiert sein. Welche Prozesse möchte ich mit meiner BIM-Planung umsetzen? Kostenermittlung, Terminplanung, Facility Management, Materialpass, … Diese Ziele definieren die notwendigen Attribute, die den Objekten hinterlegt sein müssen.

Der reibungslose Projektablauf erfordert eine genaue Festlegung der Softwaretopologie. Die Zusammenhänge und die notwendigen Schnittstellen sind hier für alle abgestimmt. Wichtig bei der Erarbeitung einer solchen Softwaretopologie ist, das vereinbarte Abgabeformat nach Fertigstellung des Baus im Auge zu behalten. Hier liegen oft die Schwierigkeiten in der Übergabe zum Facility Management. Hierzu empfiehlt sich eine einfache Grafik, die für alle nachvollziehbar ist.

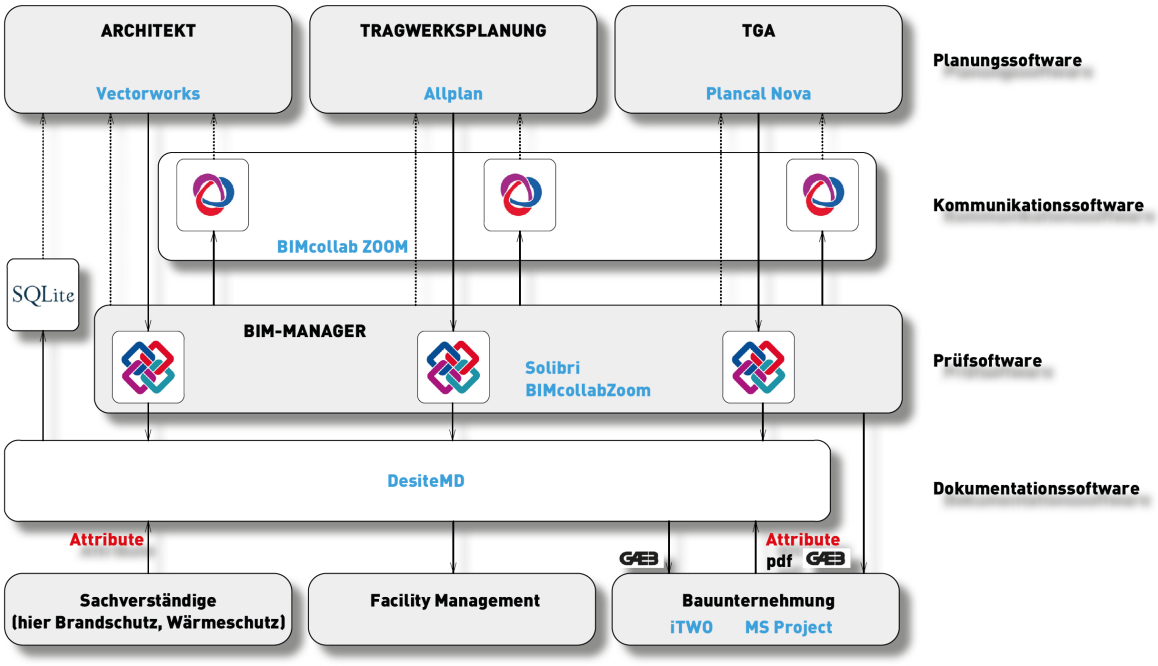


Abbildung 8: Beispiel Softwaretopologie – Projekt OCEAN21, Dortmund

Sie werden merken, dass viele Schnittstellen und Attribute, die Sie vielleicht in Ihrem Projekt brauchen, noch nicht in Normen oder Standards definiert sind. Zur Bewältigung dieser Herausforderungen ist die Zusammenarbeit und Abstimmung als Team eine wichtige Voraussetzung.

Ein weiterer Punkt, der genau definiert sein muss, ist der Entwicklungsstand der IFC-Modelle. Dieser wird nach internationalem Standard als LOD (Level of Development) bezeichnet. Der LOD untergliedert sich in die Anforderungen des LOG (Level of Geometry) und des LOI (Level of Information). Hierdurch wird der Detailierungs- und Informationsgrad in den unterschiedlichen Phasen eines Projektes definiert. Der LOD ist abhängig von der jeweiligen Disziplin und Leistungsphase. Innerhalb einer Leistungsphase kann der Fertigstellungsgrad zwischen den einzelnen Disziplinen divergieren.

Genaue Prozessdefinitionen der Zusammenarbeit zwischen den unterschiedlichsten Beteiligten sind Festlegungen zum Projekt Start, die ebenfalls getroffen werden müssen. Auch Definitionen über eine gemeinsame Projektplattform, deren Dateibezeichnung-, -verwaltung und -sicherung werden im BAP festgelegt.

4.2. Zusammenarbeit

Die Zusammenarbeit im Projektverlauf ändert sich grundlegend. Projektbesprechungen finden live im aktuellen Modell aller Planungsbeteiligten statt. Missverständnisse oder Unklarheiten in der Planung minimieren sich. Durch die regelmäßige BCF-Kommunikation und deren verortete Beschreibung der Probleme stellt der Prozess eine große Qualitätssteigerung dar.

Die Punkte der BCF-Kommunikationen generieren sich in der Regel aus Modellprüfungen, die im Vorfeld der Besprechungen durchgeführt werden. Diese Prüfungen können teilweise direkt in der eigenen Planer-Software durchgeführt werden oder in einem separaten Programm. Solche Prüfsoftwareprogramme haben die Möglichkeit, die unterschiedlichen IFC-Modelle zusammenzuladen, eine regelbasierte Kollisions- und Attributprüfung durchzuführen, zu analysieren und zu simulieren und über BCF zu kommunizieren. Diese Prüfungen werden je nach Projektgröße und eigener Kapazität vom Architekten im Rahmen der Prüfpflicht durchgeführt oder es kommt ein BIM-Manager zum Einsatz, der sich darum kümmert.

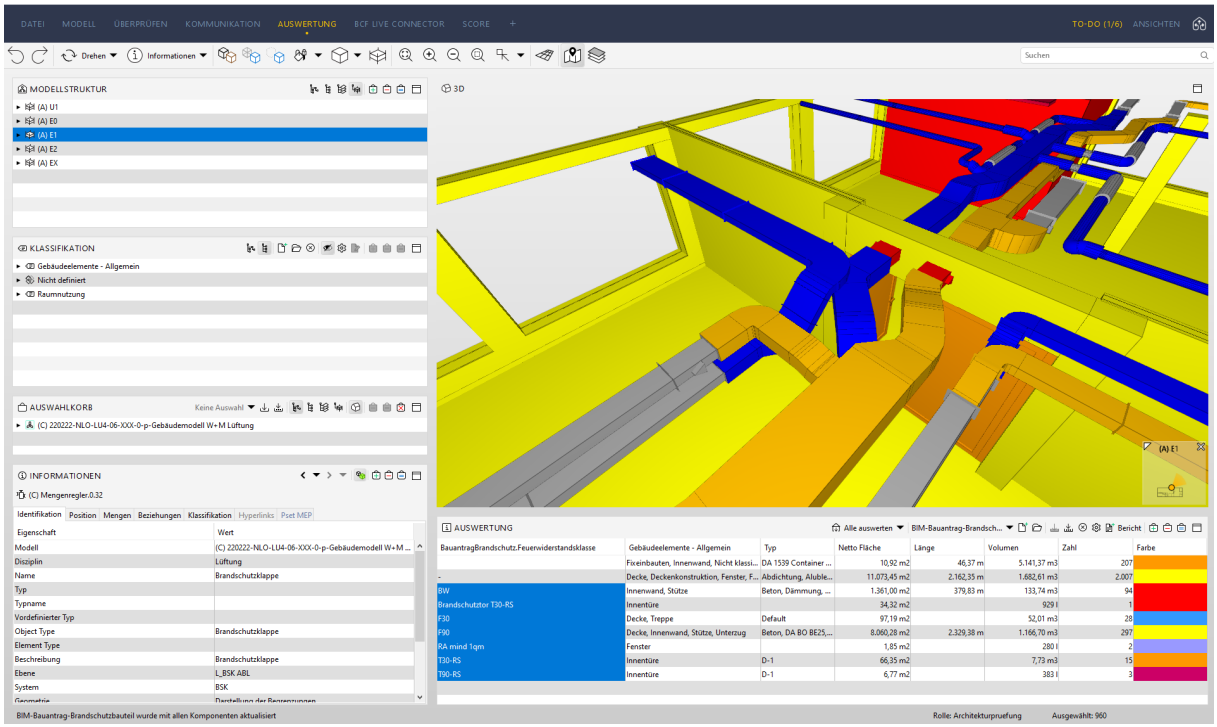


Abbildung 9: Prüfsoftware – Einblick Attributprüfung (Software: Solibri)

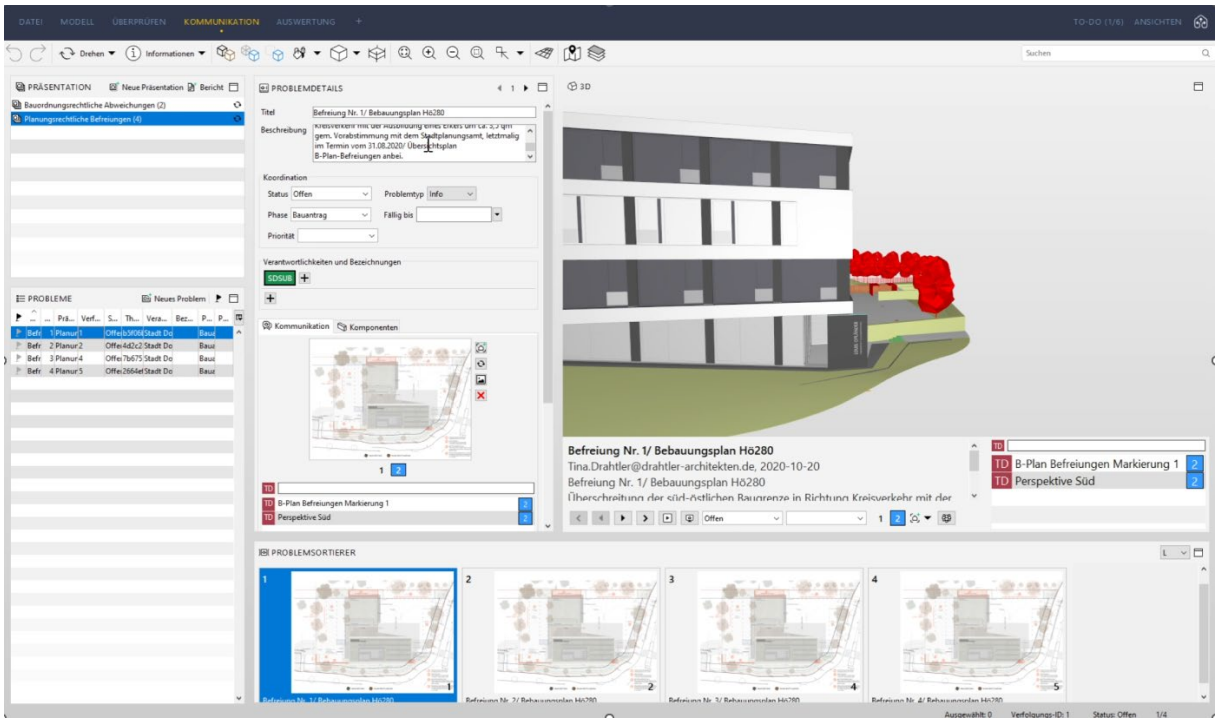


Abbildung 10: Prüfsoftware – BCF-Kommunikation – Firmengebäude Louis Opländer, Dortmund (Software: Solibri)

Die Planungssicherheit durch die regelbasierten Prüfungen und die offene, präzise, schnelle Kommunikation sind ganz klare Vorteile der open BIM Methode. Hinzu kommen Gründe zur Optimierung der Gebäudeplanung, der Kosten- und Terminsicherheit durch exakte Mengenermittlung und das Thema Nachhaltigkeit durch die Dokumentation exakter Produktinformation.

4.3. Datenmanagement

Die Attributverwaltung nimmt im open BIM Prozess einen essentiellen Stellenwert ein. Dies ist nach dem Aufbau der strukturierten Arbeitsweise die zweite wichtige Veränderung. Eine abgestimmte Attributanforderung sollte vor Planungsstart vorhanden sein. Diese erfolgt in der Regel in umfangreichen Tabellen. Attributanforderungen können in den verschiedensten CAD-Programmen automatisiert in Datenbanken angelegt werden.
Die Attribute unterteilen sich in automatisch generierte und in manuell gepflegte. Automatisch generierte greifen Geometrie- und Lageinformationen ab. Ein manuelles Attribut ist zum Beispiel «Schließzylinder», das nicht modelliert ist. Immer öfter gibt es eine dritte Variante und das sind die externen Attribute.
Das sind Informationen von anderen Fachplanern oder Planungsbeteiligten, die an die modellierten Bauteile von zum Beispiel Architekten angeheftet werden sollen. Dies können notwendige Informationen über den Brandschutz, die Bauphysik oder Herstellerangaben sein. Solche Prozesse stellen noch eine Herausforderung dar, für die es verschiedenste Pilotversuche gab. Über die Grafik der Softwaretopologie können Sie eine Einspielung von Attributen in die Architektensoftware über einen SQLite Schnittstelle sehen.

Dieses Datenmanagement spielt bei der Erstellung einer IFC-Datei zur Weitergabe an andere Projektbeteiligte eine entscheidende Rolle. Wie eingangs erwähnt ist es wirtschaftlich nicht darstellbar, bei jedem Projekt seine eigenen CAD-Richtlinien auf die vertraglich festgelegten Attribute und deren Feldbezeichnungen anzupassen. Aus diesem Grund ist es sehr hilfreich, eine Art Datenübersetzter zu haben. Dies kann in der planenden Software oder auch in einer externen Software zur Bearbeitung von IFC-Daten erfolgen. In einem solchen Datenübersetzter werden gepflegte Attribute von Objekten von einer Datenbank und deren Attributfeld in eine andere Datenbank und deren Attributfeld geschrieben.

Die Werkzeuge für die Abstimmung des Planungsprozesses müssen durch die Softwarehersteller noch deutlich weiterentwickelt werden. So ist derzeit ein häufiger Wechsel der Programme für die Kommunikation erforderlich. Die Erzeugung der Modelle erfolgt in der jeweiligen CAD-Software, die Koordination in einem Modell Checker und der BCF (BIM Collaboration Format) Austausch über eine Plattform, die nicht zwingend der eigentlich gewählten Projektplattform entspricht.
Aber bereits während des Projekts Campus RO haben sich die einzelnen CAD Software Programme weiterentwickelt. Auch bei der Bearbeitung von BCFs wurde im verwendeten Model Checker der BCF Live Connector so weit verbessert, dass die Bearbeitung von Issues deutlich zeitsparender umsetzbar geworden ist.

Open BIM: Am Projekt «Studentisches Wohnen auf dem Campus Rosenheim» angewendet

Michael Müller
Architekt BDA
ACMS Architekten
Wuppertal, Deutschland





Abbildung 1: Eröffnung Campus Rosenheim, Foto: ACMS Architekten GmbH

1. Projektvorstellung

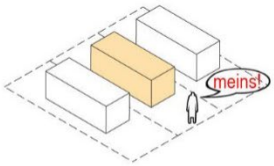
Die Stadt Rosenheim liegt im Alpenvorland und gehört zur Metropolregion München. Die technische Hochschule Rosenheim hat sich zu einer der bedeutendsten Hochschulen in Bayern entwickelt. Der Siedlungsdruck in der Region ist hoch, es besteht vor allem Bedarf an bezahlbarem Wohnraum. Die Wohnsituation für Studierende der Hochschule ist äußerst angespannt. Die Schaffung von hochwertigem studentischem Wohnraum in direkter Nähe zum Campus wird von den Hochschulen jedoch zunehmend als wesentlicher Faktor im globalen Kampf um die besten Talente erkannt.

In diesem städtebaulichen Entwicklungsprozess im Umfeld der Hochschule Rosenheim fallen privatwirtschaftliches, örtliches Engagement und öffentliche Interessen der Stadtgesellschaft auf idealtypische Weise zusammen. Auf einer ca. 1,4 Hektar großen Gewerbefläche wurde eine vorhandene Nutzung eines metallverarbeitenden Betriebes unwirtschaftlich und somit aufgegeben. Eine Fortführung als Gewerbegebiet war städtebaulich unerwünscht, eine Umwandlung zum Wohngebiet aufgrund weiterer direkt angrenzender Gewerbeflächen nicht möglich. Ein Ankauf der Fläche durch die Stadt Rosenheim stellte aus finanziellen Gründen keine Option dar.

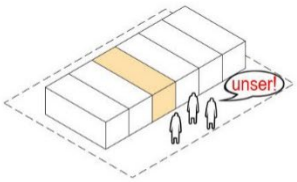
Durch die Hochschultätigkeit eines örtlichen Investors mit den sich daraus ergebenden Kenntnissen zur speziellen, desaströsen Wohnraumversorgung für Studierende wurde in Zusammenarbeit mit der Hochschule und der Stadt Rosenheim eine neue Entwicklungsidee geboren. Zur Umwidmung des Gebietes gab es im Rahmen des sog. «Rosenheimer Modells» eine Vereinbarung zwischen Stadt und Investor, dahingehend dass – nach Kauf der Gesamtfläche durch den privaten Investor – eine Teilfläche von ca. 5.000 m^2 zu einem festgelegten vergünstigen Preis an die Stadt Rosenheim veräußert wurde. Nach Ankauf der Fläche durch den Investor wurde ein gemeinschaftlicher, international besetzter Wettbewerb mit ebenso internationaler Jury ausgelobt. Neben der konkreten Umsetzung des studentischen Wohnens wurde vor allem ein ganzheitliches, städtebauliches Konzept für die gesamte Fläche entwickelt und bewertet. Zur planungsrechtlichen Ermöglichung der Wohnnutzung wurde im Anschluss an die weiter bestehenden und auch zu erhaltenden, nicht störenden Gewerbeflächen ein Mischgebiet angeschlossen das durch die Aufnahme eines Boardinghouse in den Nutzungsmix ermöglicht wurde.

Das Areal liegt in unmittelbarer Nähe zur Hochschule, muss mangels stadträumlicher Bezüge seine Qualität als Wohn- und Lebensraum jedoch aus sich selbst heraus entwickeln. So entstand ein durchmischtes Wohngebiet unterschiedlichster gesellschaftlicher Gruppen, das die soziale Integration stärkt.

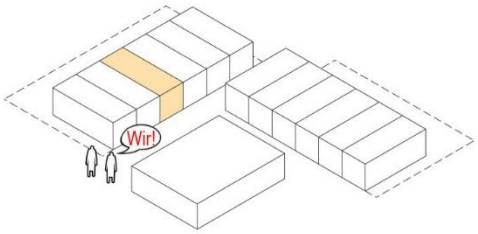
Diesem inhaltlichen Ansatz eines gemischten, sozialen Quartiers trägt die städtebauliche und architektonische Konzeption Rechnung. Durch die vielfältigen vernetzten Bezüge der baulichen Ausprägung wurden zahlreiche Kommunikationsmöglichkeiten geschaffen. Die Besonderheit der offenen Erschließung führen die gemeinschaftlichen begrünten Treffpunkte in die dritte Dimension fort.



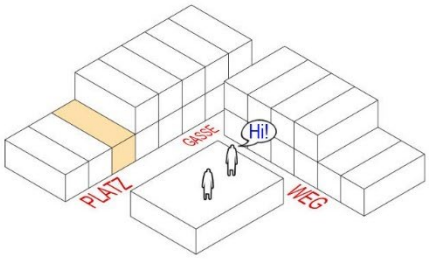
IDIVIDUELLER WOHNRAUM



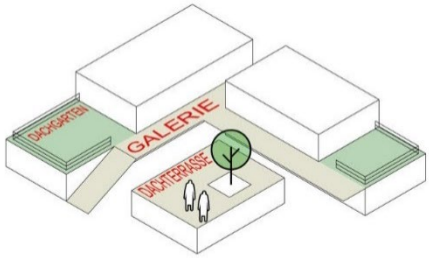
HÄUSERREIHEN - HAUSGRUPPEN



KLEINRÄUMLICHE SIEDLUNGSSTRUKTUR



GESTAPELTES DORF



WEGE – GALERIEN – DACHGÄRTEN - TERRASSEN

Abbildung 2: Siedlungsstruktur, das gestapelte Dorf

So entstand in der Zusammenarbeit unterschiedlichster Akteure ein neuer Typus eines begrünten und gestapelten Dorfes. Vor allem die Integration weiterer Funktionsbausteine, von Lernräumen über Fitnessbereiche bis hin zu gemeinschaftlich nutzbaren Multifunktionsräumen ermöglicht vielfältige Begegnungen.
Ein im Bereich des Boardinghouse platziertes Café und Restaurant dienen dabei als Treffpunkt und erhöhen die soziale Kontrolle und Sicherheit. Das auf dem 6. Obergeschoß mit herausragendem Blick auf die Bergwelt angesiedelte Café mit Dachterrasse wird zum Anziehungspunkt für die ganze Stadtgesellschaft.
Der Entwurf für den freifinanzierten CampusRO umfasst den Neubau von mehr als 200 Apartments für Studierende sowie einem Boardinghaus mit 40 weiteren Apartments. Das Bauvorhaben wurde im KfW 40 plus Standard realisiert, die Wärmeversorgung des gesamten Quartiers erfolgt über die Fernwärme der Stadt Rosenheim.
Bei der Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes spielt der Einsatz von Holz aufgrund seiner CO_2-Speicherfähigkeit eine große Rolle. Darüber hinaus trägt der Baustoff durch eine werkseitige Vorfertigung der Holztafelelemente zur Bauzeitverkürzung bei. Im Vergleich zu einer Massivbauweise hier rund 1.250 Tonnen CO_2 eingespart werden. Über einen Betrachtungszeitraum von 50 Jahren spart das Projekt im Vergleich zu einem Referenzgebäude in herkömmlicher Bauweise sogar 6.350 Tonnen CO_2 ein. Das verwendete Holz stammt aus bayerischen und österreichischen Wäldern. Die PEFC-Zertifizierung garantiert eine nachhaltige Waldbewirtschaftung.
Mit Blick auf die knapper werdenden Ressourcen wird klar, dass Aspekte der Kreislaufwirtschaft am Bau stärker berücksichtigt werden müssen. Eine alte, ungenutzte Gewerbehalle, die zuvor auf dem Grundstück stand, wurde rückgebaut. 100% der geprüften und geeigneten Altmasse aus der ehemaligen Lagerhalle wurde im CampusRO wiederverwendet. Der

Abtransport des Abbruchmaterials und die Produktion von neuen Baustoffen und ihrer Anfahrt fallen teilweise weg. Auch das sorgt für eine deutlich verbesserte CO_2-Bilanz. Eine auf den Dächern installierte Photovoltaik-Anlage mit Batterie-Speicher sorgt für eine über 70%ige Eigenstromversorgung.

Die Flächen des ehemaligen Gewerbeareals waren zuvor zu 100% versiegelt. Auf dem Grundstück entstanden nun zahlreiche, kühlende Grünflächen mit Rasen, Bäumen und Sträuchern. Außerdem wurden Bienennährstauden und Nistkästen für Vögel geplant, sodass sich Tiere dort ansiedeln und Schutz finden können. Regenwasser wird sowohl über die begrünten Dachflächen, die begrünten Hofbereiche aber auch über unterirdische Rigolen mit Versickerungsmöglichkeit möglichst lange auf dem Grundstück gehalten. Die städtische Kanalisation wird somit bei Starkregenereignissen vor straken Zuläufen geschützt.



Abbildung 3: Dachgärten und Kontaktbereiche Wettbewerbsidee

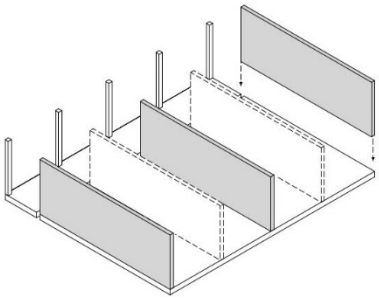
Vorrangiges Ziel des Entwurfs war es, den Bewohnern nicht nur ein «Dach über dem Kopf» zu bieten, sondern einen innovativen, bereichernden, inspirierenden Lebensraum für diesen prägenden Zeitabschnitt. Das gesamte Quartier ist daher in einer Siedlungsstruktur konzipiert, die das Miteinander fördert.

2. BIM als kooperatives Verfahren beim Campus RO

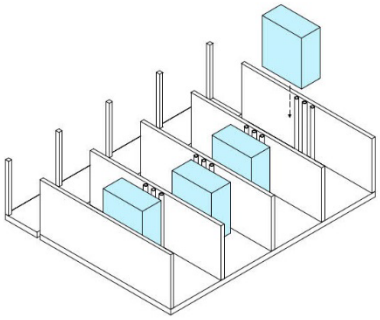
Zur Erreichung höchster Nachhaltigkeitsanforderungen müssen komplexe Fragestellungen und vielfältige Zielkonflikte zwischen den unterschiedlichen Säulen der Nachhaltigkeit von Ökologie, Ökonomie und sozial-kulturellen Fragestellungen bearbeitet und verhandelt werden.
Die in diesem Projekt angestrebte und mit einem aktuellen Zwischenstand der Erfüllung von über 80% weiterhin avisierte Zielvorstellung einer DGNB-Zertifizierung im Platin-Standard erfordert daher eine besonders enge Zusammenarbeit aller Planungsbeteiligten. Somit wäre der CampusRO Deutschlands erstes Quartier für Studierende im DGNB-Platin Standard.
Vor allem bei den im studentischen Wohnen angezeigten, sehr flächensparenden Grundrisskonzeptionen ist die frühzeitige Integration der technischen Gebäudeausrüstung mit der Vielzahl von sanitären Einrichtungen eine besondere Herausforderung. Aber auch die angestrebten, sehr hohen Energiestandards eines KfW 40 plus Hauses auf Basis des Passivhausstandards mit einer damit erforderlichen kontrollierten Wohnraumlüftung führten zu weiteren Schnittstellenfragen.
Dies alles musste vor dem Hintergrund einer aus ökologischen Gründen gewünschten elementierten Holzbauweise gelöst werden. Das Planungsteam hat sich daher mit Unterstützung des Bauherrn auf eine planerische Umsetzung mittels der BIM Methode verständigt. Die Freiwilligkeit der Maßnahme und die von allen gewünschte Erfahrungsvermehrung hat dabei maßgeblich zur gemeinschaftlichen und kooperativen Bearbeitung geführt.

Durch den partnerschaftlichen Ansatz des Bauherrn wurden auch die maßgeblichen ausführenden Unternehmen bereits in der Planungsphase fest in den Entwicklungsprozess eingebunden. So konnten neben vorgefertigten Sanitäreinheiten in einer Kooperation von Rohbau und Holzbauunternehmen eine hybride Gebäudestruktur mit tragenden Holzwänden und Holz-Beton-Verbunddecken entwickelt werden. Maßgebliche Teile der technischen Infrastruktur der dezentralen Lüftungslösung wurden in den vorgefertigten Holztafelbau integriert. Die für das energieeffiziente Bauen so wesentlichen Fragen von Wärmebrückenfreiheit und hoher Luftdichtheit konnten so zwischen Architektur, Tragwerksplanung, TGA-Planung und ausführenden Unternehmen optimiert werden. Vor allem die Abstimmung der

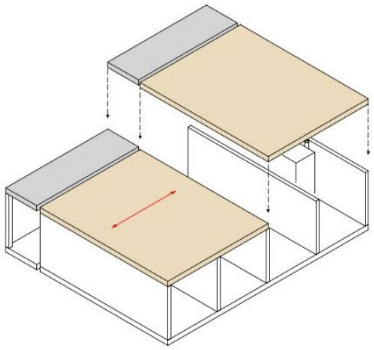
Bauabläufe der unterschiedlichen vorgefertigten Module (von elementierten Holz-Beton-Verbunddecken, komplett incl. Fassade und Fenster vorgefertigten, teils tragenden Außenwänden mit integrierten Lüftungsbausteinen sowie die Ergänzung um die parallel installierten vorgefertigten Badelemente) erforderte eine intensive Beschäftigung mit den jeweiligen Fügetechniken und der Baulogistik.



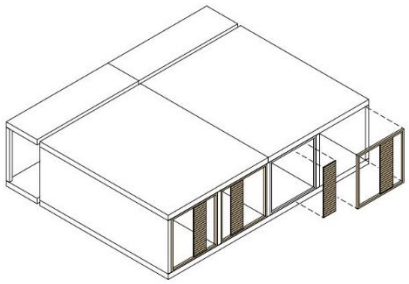
Vorgefertigte Brettsperrholzwände innen & Laubengang aus Betonfertigteilen



vorgefertigte Sanitärzellen



Vorgefertigte Holzbeton-Verbunddecken



Außenwand aus Holztafelelementen geschosshoch vorgefertigt

Abbildung 4: Konzept der Tragstruktur und Vorfertigung

Die erarbeiteten digitalen Modelle dienten dabei auch für den hochgradig digitalisierten Betrieb des Gebäudes. Frühzeitig wurde das digitale Betreibermodell in die Elektroplanung integriert. Digitale Zugangssysteme erlauben einen vielfältigen Betrieb. Die energetische Performance des Gebäudes mit einer über 70%igen Eigenstromversorgung durch PV-Elemente ist für alle einsehbar. Hierbei wurde die Flächenkonkurrenz der attraktiven Dachflächen – zwischen direkter Nutzung als Dachterrasse, Regenwasserspeicherfähigkeit durch Gründächer und benötigter PV-Aufstellflächen – bereits in der Konzeptphase gemeinschaftlich durch unterschiedliche Rechenmodelle geprüft und in Abstimmung mit dem ebenso frühzeitig eingeschalteten, spezialisierten DGNB-Auditor rückgekoppelt.
So konnte dieses Projekt besonders mit Hilfe des zuvor erstellten BIM Modells und der Erweiterung des kooperativen Planungsteams direkt um die ausführenden Unternehmen und deren Kompetenz zur Bauausführung realisiert werden. Der integrale Planungsansatz wird somit hier um eine weitere Dimension im Hinblick auf neue partnerschaftliche Modelle mit der Ausführungsseite gekoppelt.
Durch die ständige Begleitung des DGNB-Auditors als gesonderte Fachdisziplin konnten die jeweils unterschiedlichen Planungsvarianten nicht nur monetär, sondern vor allem auch im Hinblick auf die Nachhaltigkeitszertifizierung optimiert werden. Dies trägt wesentlich dazu bei, dass auch mit den vielfältigen Zielkonflikten ein Platin-Standard erreichbar war. Das dabei auch die ökonomischen Fragen Grundlage der Nachhaltigkeitsbewertung sind, erhöht maßgeblich die Bereitschaft des Bauherrn diesen Standard zu unterstützen.
Gleichzeitig ergeben sich für die Planungsabläufe viele notwendige Anpassungen und in der Projektarbeit noch viele ungelöste Fragestellungen, da Werkzeuge und Schnittstellen noch nicht ausreichend entwickelt sind. Detailliert lässt sich für das Bauvorhaben (2019–2021) folgendes festhalten:

2.1. Freiwilligkeit als Schlüssel

Von Beginn an gab es die Idee das Projekt in einem kooperativen Verfahren des Bauherrn und der Fachplaner auf freiwilliger Basis mit der BIM-Methode umzusetzen.
Da die Erfahrungen aller Beteiligten im Bereich BIM noch gering waren, war die Freiwilligkeit als Basis eine gute Entscheidung. Keiner der Fachplaner wurde vertraglich dazu verpflichtet eine BIM-Planung zu liefern. Die Prämisse lautete: So viel BIM wie für den Projekterfolg nötig, jedoch nicht so viel wie möglich ist. Sollte gemeinsam festgestellt werden, dass die BIM Methode für die Beteiligten eher hinderlich wird, so hätte sie durchaus infrage gestellt oder sogar gänzlich beendet werden können.
Die Vereinbarung auf freiwilliger Basis führte jedoch bei allen Projektbeteiligten zu einer großen Motivation und Akzeptanz. Alle waren bereit Zeit und Energie für die Umsetzung aufzubringen und gemeinsam während des Prozesses zu lernen.
Zur Unterstützung des Prozesses wurde das Büro ODE office for digital engineering aus Wien hinzugezogen. Der Bauherr wurde durch ODE bei der Definition der Projektziele, der Erstellung der Auftraggeber Informationsanforderungen (AIA) und den Einstieg in das Thema CAFM unterstützt. Die Planer wurden auf den Austausch der Fachmodelle im ifc Format vorbereitet und die technischen Voraussetzungen der einzelnen geprüft.
Bei einer vertraglichen Verpflichtung der Beteiligten hätte sich der Vorlauf des Projekts deutlich verzögert. Sämtliche Ziele und zu erzeugende Informationen hätten durch den Bauherrn vorab definiert sein müssen. Die Planer hätten sicher sein müssen, dass sie alle geforderten Anforderungen erfüllen können.
So bestand die Möglichkeit gemeinsam zu prüfen welche Informationen wirklich benötigt wurden. Auch der Bauherr hatte so die Möglichkeit im laufenden Prozess seine gesetzten Ziele zu korrigieren, benötigte Informationen ergänzen oder andere Inhalte entfallen zu lassen.

2.2. Potenziale von BIM und Motivation

2019 beschäftigt sich ACMS Architekten konstant mit dem Thema der Digitalisierung in der Baubranche und der Planung. Die Planung wird schon lange mit Allplan in 3D erstellt. Allerdings wurden die Bauteile bislang nur in Ausnahmefällen mit den in der BIM-Methode üblichen Attributen versehen und Koordinationen des 3D Modells mit anderen Planungsbeteiligten haben nicht stattgefunden.
Für ACMS ist es Teil der Bürophilosophie innovative und energieeffiziente Projekte, insbesondere auch im Bereich des Holzbaus, umzusetzen, immer etwas Neues zu lernen und dabei die Planungsprozesse zu optimieren. Es wird mit einem integralen, ganzheitlichen Planungsansatz, der den Lebenszyklus eines Gebäudes im Fokus hat, agiert.
Informationen sollen in einem Projekt für alle Beteiligten transparent und immer sofort ersichtlich sein und ebenfalls für andere Mitarbeiter des Büros zur Verfügung stehen.
Daher wurde ein System für das interne Wissensmanagement organisiert, um nicht nur gut gestaltete, sondern auch nachhaltige Gebäude zu entwickeln und neu erlangtes Wissen im Büro zugänglich zu machen. Diesen Planungsansatz unterstützt BIM. So ist der Schritt von einer strukturierten Planung in 3D hin zur BIM konformen Planung nicht mehr sehr weit.
Als wesentliche Potenziale der BIM Methode wurden eine strukturierte Arbeitsweise und eine bessere Koordination der Fachdisziplinen untereinander ausgemacht. Der Verlust von Informationen soll minimiert, Kollisionen früh erkannt und Fehler somit reduziert werden. Die Informationen werden an einem zentralen Ort, nämlich dem Modell erzeugt und verwaltet.
Dabei tritt die Erzeugung von Planunterlagen in den Hintergrund. Diese werden nur noch zu einem Nebenprodukt der 3D Planung, da ein modellbasiertes Arbeiten das Ziel sein soll. Die wesentlichen Daten werden nicht mehr nur in der Geometrie, sondern in den alphanummerischen Daten der Bauteile erzeugt.
Da BIM zukünftig häufiger von der Bauherrenseite gefordert wird, ist es sinnvoll frühzeitig so viel Erfahrung in dem Bereich zu sammeln wie möglich. Ein Testprojekt mit einem Open BIM Ansatz und einem hervorragenden Planerteam umzusetzen, welches das gleiche Ziel verfolgt, wurde daher seitens ACMS hochmotiviert als große Chance für die Weiterentwicklung des Büros gewertet.

Da es sehr unwahrscheinlich ist, dass sich zukünftig nur einer der großen Softwarehersteller durchsetzen wird und dieser eine Lösung für sämtliche Fachdisziplinen liefert, kann der richtige Ansatz im Umkehrschluss nur Open BIM heißen.
Jeder arbeitet in seiner eigenen Software und die Fachmodelle werden in einem Model Checker z.B. Solibri, zusammengeführt und geprüft. So kann jeder BIM im eigenen Büro weiterentwickeln und auch in künftigen Projekten Mehrwerte generieren.
Bei der Implementierung von BIM im eigenen Büro ist es wichtig diesen Prozess zu nutzen, um eine eigene Haltung zum Thema BIM zu entwickeln. Wie viel BIM ist sinnvoll? Welcher Umfang ist für den Bauherrn sinnvoll? Welchen Informationsgehalt kann man selbst generieren? Diese Erfahrungen kann man nur über Testprojekte sammeln.

2.3. Risiken von BIM

Für jeden Planer gibt es im BIM Prozess jedoch auch Risiken, die man sich vorab bewusst machen muss und die von jedem anders bewertet werden.
Bei einem üblichen BIM Ablauf mit vertraglicher Verpflichtung ist zunächst zu prüfen, ob das Geforderte auch geliefert werden kann. Hier sind zurzeit noch eine aufwändige juristische Prüfung und ein Abgleich mit den technischen Möglichkeiten sowie den eigenen Kapazitäten erforderlich. In einem Projekt, in dem alle Beteiligten Neulinge auf dem Gebiet BIM sind, hätte dieser ideale Ablauf den Projektstart erheblich verzögert.
Durch den gewählten freiwilligen Weg kann man gemeinsam lernen und die Möglichkeiten und Grenzen austesten. Wesentlich ist für diesen Prozess jedoch die Führung des Planerteams durch einen erfahrenen BIM-Koordinator.
Während des Lernprozesses und der Implementierung im Büro stellt BIM noch einen erheblichen Mehraufwand dar. Die Mitarbeiter müssen geschult und teilweise neue Software angeschafft und erlernt werden. Bei den Mitarbeitern muss eine breite Akzeptanz für das Thema geschaffen werden, so dass keiner durch die neuen Werkzeuge ausgebremst wird.
Die Ausschöpfung der Potenziale wird erst nach einer längeren Zeit und einigen Testprojekten möglich. Bis dahin ist ein größerer Zeitaufwand, der nicht zuletzt durch die zur Verfügung stehenden Werkzeuge bedingt ist, zu verzeichnen.
Jedes sehr spezialisierte System hat das Risiko, dass die Systemgrenzen unser Handeln bestimmen und nicht wir die Abläufe im System, man also prozess- und nicht ergebnisorientiert arbeitet. Die Arbeitsweise muss im Zuge der Digitalisierung weiterhin zur Bürophilosophie passen.
Beim idealen BIM Prozess sind Vertragsschluss, Arbeitsabläufe (Workflows) und Koordination immer in einer bestimmten und sehr formalen Reihenfolge einzuhalten. Ist der optimale BIM-Ablauf mit anderen Planungsbeteiligten nicht gegeben, müssen eventuell Unterbrechungen im Projekt akzeptiert werden. Ein BIM-Prozess verzeiht keinen gestörten Planungsablauf.
Die Grundlage für eine qualitätvolle Planung bilden nach wie vor gute Planungsteams, eine gute Kommunikation sowie die Abstimmung gemeinschaftlicher Lösungen.

2.4. Leistungsphase 1-2 | Die Rahmenbedingungen für BIM schaffen

Um beim Thema BIM Mehrwerte zu generieren, sollte der Prozess in einem Projekt so früh wie möglich beginnen. Je später der BIM Prozess startet, desto geringer ist der Mehrwert. Wird die BIM Planung erst in einer späteren Leistungsphase zum Beispiel in der Ausführungsplanung nachgeführt, gehen die Potenziale für die Kommunikation der Fachplaner untereinander verloren.
Allerdings sollte in den frühen Phasen der Planung nicht zwangsläufig alles dreidimensional modelliert werden, da hier noch viel in Varianten gedacht wird. Um sich bei der Prüfung von Varianten nicht einzuschränken oder zu bremsen, sind Skizzen und zweidimensionale Zeichnungen nach wie vor ein gutes Werkzeug und werden durch einen BIM Prozess nicht ausgeschlossen. Ein BIM Modell in einer frühen Phase kann für das Verständnis des Entwurfs und die Klärung komplexer Geometrien eine sehr gute Grundlage sein. Allerdings darf der Informationsgehalt zu Beginn, während Varianten geprüft werden, deutlich geringer ausfallen.

Beim Campus RO handelt es sich bei den Apartments um klar strukturierte Module. Durch die dreidimensionale Stapelung der Module zu einem Dorf und die Erschließungsstruktur des Laubengangs wird das Gebäude bereits recht komplex.
Für die Kommunikation der Planer untereinander war also das Modell bereits zu Beginn sehr hilfreich. Da für den Holzbau und die Rohbaustruktur viele Varianten durchgespielt wurden, war das Modell jedoch noch sehr systematisch ohne genaue Definition und Attribuierung der Bauteile aufgebaut.

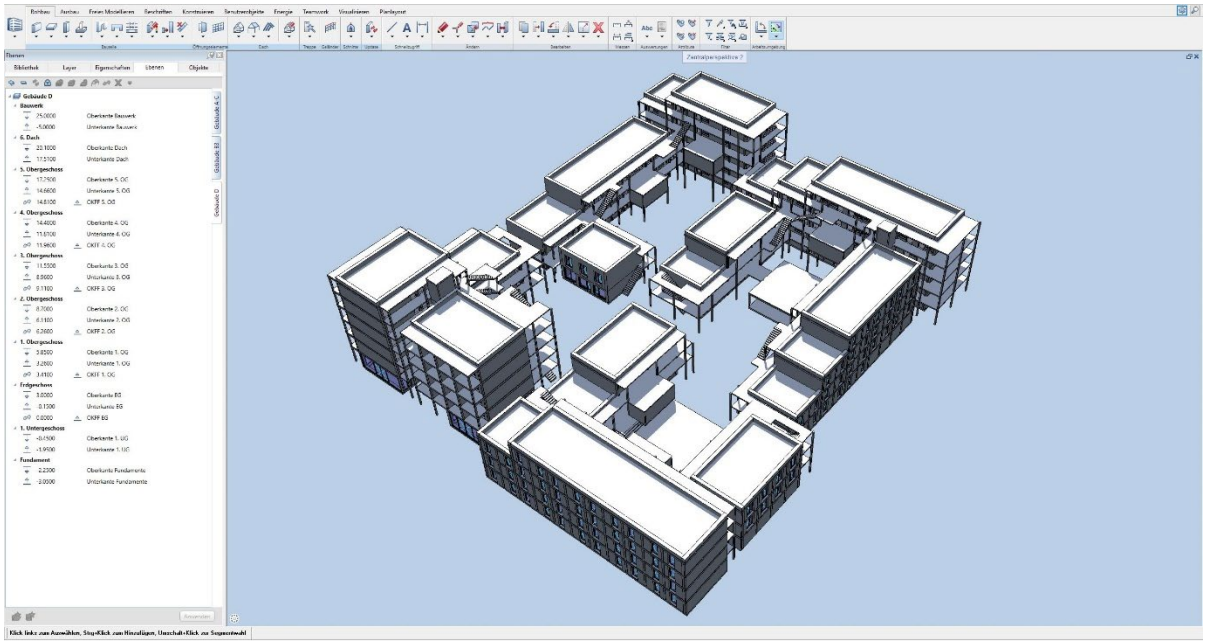


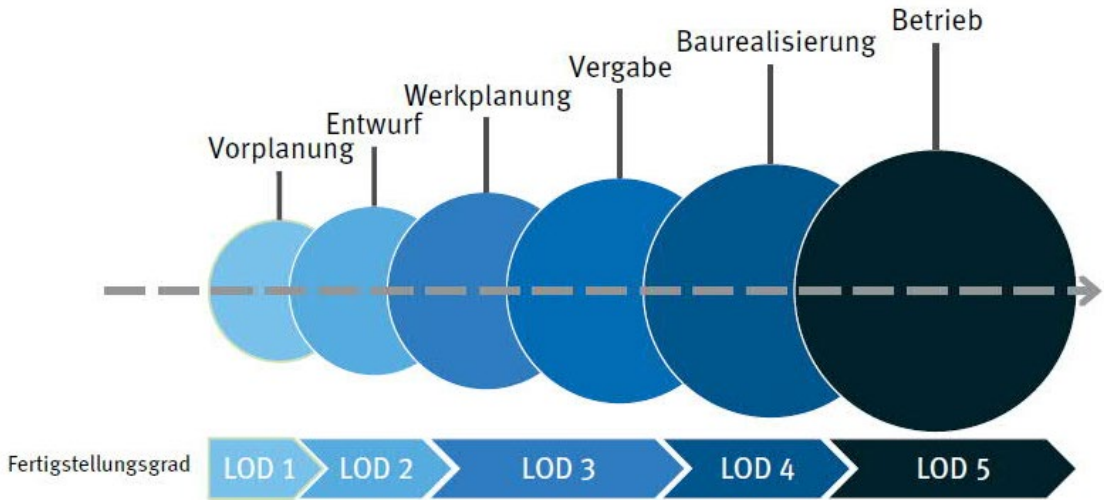
Abbildung 5: Architekturmodell Campus RO in Allplan

Im Rahmen der freiwilligen Umsetzung von BIM konnte die Planung bereits beginnen und parallel zu den frühen Leistungsphasen der Austausch des IFC-Formats getestet, AIAs parallel erstellt, LOIs definiert und das Mapping eingestellt werden. Die Programme aller Planer waren zu prüfen, eine Austauschplattform musste gefunden und eingerichtet werden.
Für die Abstimmung des Exports und die Definition der erforderlichen Mappings war bereits einige Zeit erforderlich.
In dieser Abstimmungszeit traten die ersten technischen Schwierigkeiten auf, die auch im laufenden Prozess nicht immer vollständig behoben werden konnten. Es ist einiges an Zeit erforderlich, um sich abzustimmen und aufeinander einzustellen.
Ohne diese größere Vorlaufzeit kann nicht mit der Koordination der Modelle begonnen werden, da zunächst geklärt werden muss wie die Modelle für einen funktionierenden Austausch zu erstellen sind.

2.5. Leistungsphase 2-5 | Die Koordination des Modells

Die Koordinationssitzungen haben im Übergang der Leistungsphasen 2 und 3 begonnen. Hier war die Prüfung von Varianten im Wesentlichen abgeschlossen und die zentralen Fragen zur Bauweise waren geklärt.
Die Rolle des BIM-Gesamtkoordinators kommt dem Büro ODE zu. Der Austausch zwischen dem Architektur- und dem Statikmodell hat von Beginn an sehr gut funktioniert. Der Austausch der TGA-Modelle hat sich programmbedingt deutlich schwerer dargestellt. Im Bereich der Elektroplanung wurden die anfänglichen Ziele alle Verkabelungen 3D zu modellieren aufgrund von programmbedingten Schwierigkeiten und wegen des hohen Aufwands bei Änderungen nicht weiterverfolgt. Die Integration der TGA-Durchbrüche in das Architekturmodell hat sich durch die genutzte Allplanversion ebenfalls schwer dargestellt und konnte durch die Ergänzung eines Plug-Ins verbessert werden. Beim Einladen externer Modelle gab es längere Zeit einige Hürden im Programm zu überwinden. Die Koordination des Boardinghouse lief jedoch bereits deutlich problemloser ab.

Zur Regelung des Austauschs der jeweiligen Modelle sind sogenannte «LoX- Modellentwicklungsgrade» definiert, die festlegen in welcher Projektphase welche Informationen für das gesamte Gebäudemodell vorliegen müssen.
Der Fertigstellungsgrad wird beispielsweise als Level of Development – LoD beschrieben. (LoG bedeutet beispielsweise Level of Geometry, LoI beispielsweise Level of Information)
In diesem theoretischen Modell soll der Informationsgehalt schrittweise gesteigert und fortgeschrieben werden. Gemäß der folgenden Darstellung z.B. vom Detaillierungsgrad (Level of Development LoD) LoD1 bis LoD5.



Quelle: May, BIM-Strategie Deutschland (Skizze) – Digitalisierung der Wertschöpfungskette Bau, Arbeitsgruppe Moderne IT-gestützte Planungsmethoden (BIM) [May]

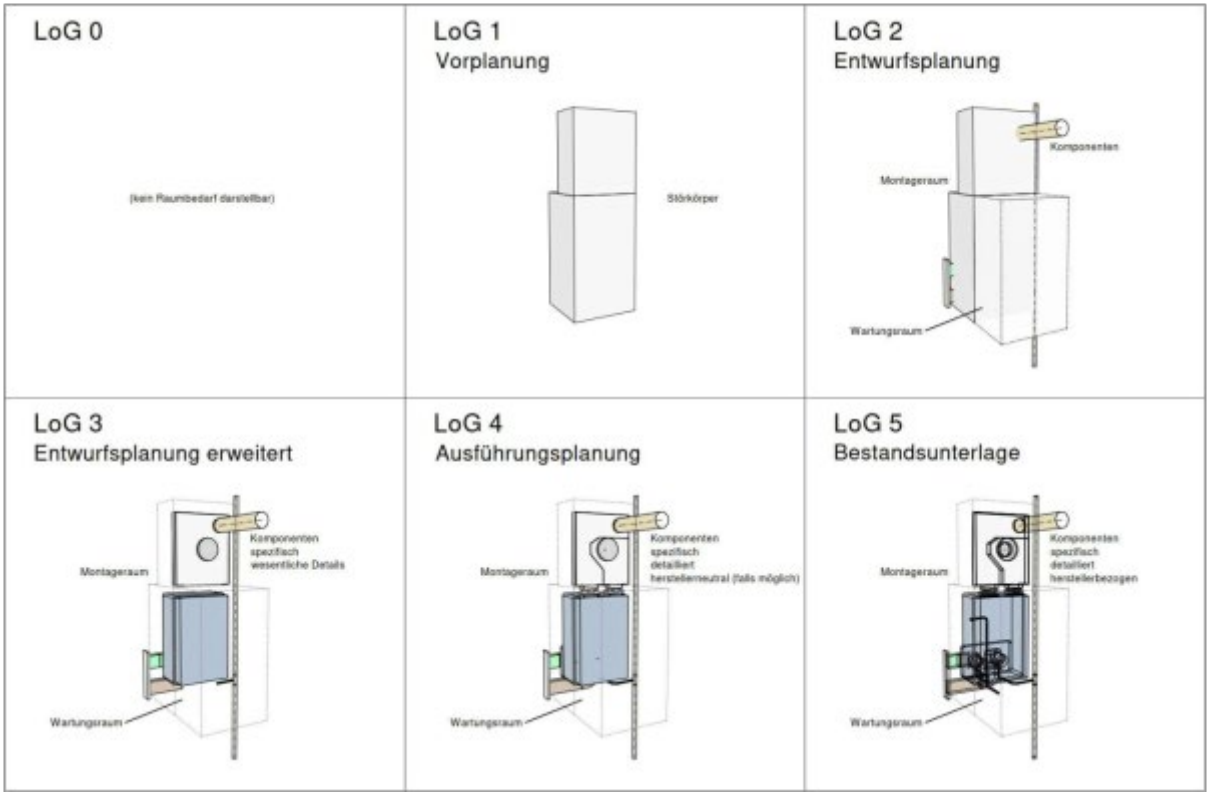


Abbildung 6: Detaillierungsgrad, beispielhaft an der Darstellung Wohnraumlüftung

Die Abfolge nach LoX soll sicherstellen, dass die jeweils benötigten Informationen in der jeweiligen Planungsphase ausreichend vorliegen, und zusätzlich eine übermäßige Informationsanforderung in den frühen Leistungsphasen begrenzen.
Dieser Workflow funktioniert aber nur wenn entweder ausreichend verifizierte, vorgefertigte TGA-IFC-Bausteine zur Einarbeitung in das Modell vorliegen oder im Bauvorhaben genug räumlicher Spielraum vorhanden ist, um Änderungen problemfrei aufzunehmen.

Die «IFC-Baustein-Bibliothek» ist derzeit leider weder von Herstellerseite noch in den meisten Planungsbüros intern ausreichend vorhanden und muss sukzessive in den nächsten Jahren aufgebaut werden.
Im Campus–RO haben wir neben den frühzeitig festgelegten, zentimetergenauen Maßvorgaben des kostenorientierten Wohnungsbaus auch den zuvor beschriebenen Anspruch an die Vorfertigung der Haustechnikelemente. Vorfertigung bedeutet frühzeitige Planung, Ausschreibung und Vergabe – beispielsweise im Bauteil Fertigbad.
Die Kleinteiligkeit und die gewünschte Vorfertigung erfordern LoX 3 + 4 (eigentlich erst in Werkplanung und Vergabe) bereits in einer deutlich früheren Planungsphase.
Wir können für das Bauvorhaben Campus-RO somit allgemeine Untersuchungen [z.B. BIM Leitfaden] bestätigen, dass sich Aufwände in der Planung zu frühen Planungsphasen hin verlagern.
Ebenso können wir feststellen, dass mit der Verlagerung von detaillierten Inhalten in die Vorentwurfs- und Entwurfsphase eine zwangsläufige Veränderung im Planungsvorgehen erforderlich wird. Die klassische Trennung zwischen Entwurfsplanung und Ausführungsplanung nach HOAI kann hier nicht mehr aufrechterhalten werden.

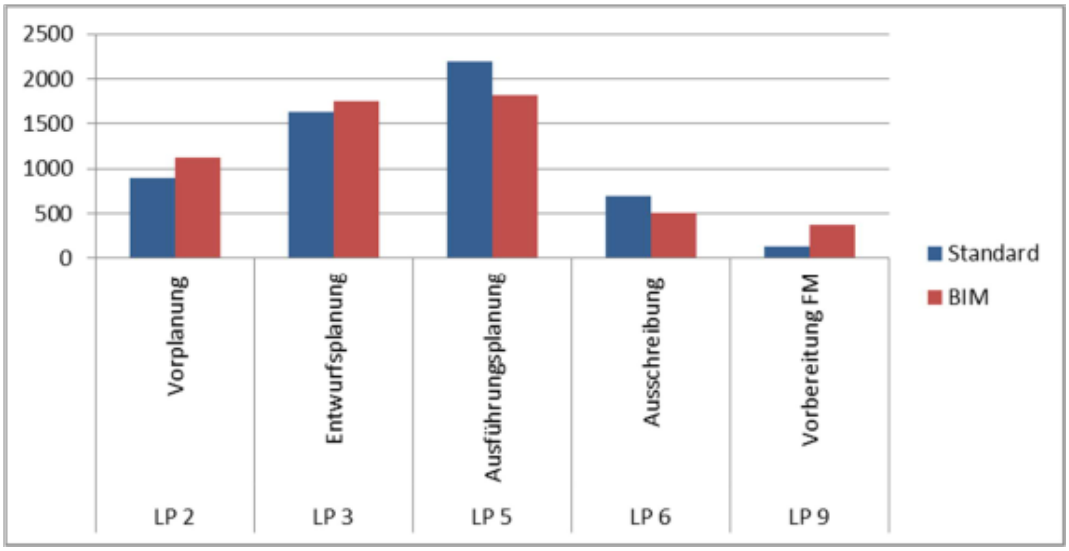


Abbildung 7: TGA-Bearbeitungsstunden Campus RO: Aufwandsverlagerung und Einfluss auf die Kostenentwicklung

2.6. Leistungsphase 5+8 | Die Koordination mit Ausführenden

Der Austausch mit den ausführenden Unternehmen muss im Bauvorhaben Campus RO noch überwiegend konventionell erfolgen. Eine BIM basierter Datenaustausch ist eingeschränkt nur mit dem Holzbauunternehmen möglich gewesen (dieses war im Planungsablauf schon sehr früh eingebunden).
Die Aufbereitung der BIM-Modelle in konventionelle Ausführungspläne ist mit einem erhöhten Nachbearbeitungsaufwand verbunden, konventionelle Pläne für die Baustelle haben einen deutlich abweichenden Informationsgehalt. Folgende Grenzen in der Durchgängigkeit der BIM-Prozesse bis auf die Baustelle werden festgestellt:

Herkömmlicher 2-D Planbedarf auf der Baustelle
Die ausführenden Betriebe benötigen zur passgenauen Umsetzung der Planung genaue, übersichtliche Maßangaben. Diese Angaben können durch die Planungssoftware im Modell derzeit noch nicht zufriedenstellend erzeugt werden. Ebenso fehlt es bei den ausführenden Betrieben an geeigneten digitalen Endgeräten zur übersichtlichen Plandarstellung. Herkömmliche Tablets sind hierfür nicht geeignet.

Termindruck und erhöhter Zeitbedarf bei vollständiger BIM-Planung
Im Bauablauf ist eine schrittweise Planlieferung gemäß den jeweiligen Fertigungsabschnitten üblich und sinnvoll. Ein vollständiges, abgeglichenes BIM-Modell erfordert jedoch die Einpflegung jedes Einzelmodells. Die Ausführungsplanung aller Planungsbeteiligten muss deshalb ausreichend abgeschlossen sein. Die Planungszeit verlängert sich. Die erforderliche Planungszeitverlängerung war im Projekt nicht darstellbar.

Software
Keines der im Projekt verwendeten Programme war in der Lage die hohen Datenmengen der Ausführungs- und Detailplanung praktikabel zu verarbeiten. Hier ist in Zukunft noch einiges an Software-Entwicklungsarbeit zu leisten, um die Datenmengen automatisch so zu reduzieren, dass auch konstruktionsübliche CAD-Rechner damit arbeiten können.

2.7. BIM to Facility Management

Unterteilt man den Lebenszyklus eines Gebäudes in Planungsphase, Errichtungsphase und Betriebsphase, so stellt die Betriebsphase die zeitlich längste und deutlich kostenaufwändigste Phase dar. Nach BIM-Studien steht einem Dollar Aufwand für [BIM] das Zwanzigfache an Aufwand für die Errichtung des Gebäudes [BAM] und das Sechzigfache an Aufwand für den Betrieb des Gebäudes gegenüber [BOOM]. Für den Gebäudebetreiber wird sich BIM deshalb immer lohnen. Da Bauherr und Betreiber im Campus RO identisch sind, liegt hier ein großer wirtschaftlichen Nutzen für den Auftraggeber.
Die Weichen hierfür sind durch die bisherige BIM Planung gestellt:
Mit der bisher beschriebenen erweiterten Entwurfsplanung ist die Grundlage für eine möglichst reibungs- und verlustfreien Informationsfluss von der Planungs- in die Betriebsphase vorbereitet. Mit der Modellfortschreibung in der Ausführungsplanung wurden die geometrischen Grundlagen vertieft und angepasst.
Für das Facility Management können die im BIM Modell angelegten Bausteine in der Planungssoftware mit den erforderlichen Informationen hinterlegt werden. Herstellerbezeichnungen / Auslegungsdaten / Sicherheitshinweise / Gewährleistungsdaten / Wartungsintervalle / Verantwortliche Fachfirmen / usw. können je nach gewünschtem Detaillierungsgrad angefügt werden.
Für das Facility Management ist bereits mit herkömmlichen IFC-Viewern eine genaue räumliche Zuordnung im IFC-Modell sowie eine Filterung möglich.
Für weitere FM- spezifische Anforderung sind diverse Hilfsprogramme am Markt erhältlich. Laut ODE soll dies bei Campus-RO über eine weitere separate Software als FIM-Modell erfolgen. Alle statischen Informationen zu dem realen Gebäude sollen hierfür automatisch aus dem BIM Koordinationsmodell übernommen werden. Zusätzlich können dynamische Informationen aus und für den Gebäudebetrieb in einer FIM-Datenbank hinterlegt werden.

2.8. CAD-Software, Model Checker und Kollaborationsplattformen

Die Erwartungshaltung von ACMS und Realität des BIM-Prozesses mit teilweise noch sehr eingeschränkten Werkzeugen liegen 2019 bis 2021 häufig noch weit auseinander.
Nahezu jede Software verspricht mittlerweile BIM-fähig zu sein, hierbei sind jedoch die Definitionen von BIM meistens sehr unterschiedlich.
Für ACMS heißt BIM nicht nur 3D modellieren und ein Bauteil mit Attributen versehen. Die Idee ist vielmehr, dass mehr Intelligenz hinter dem Prozess und im Werkzeug steckt. Teile eines Models könnten parametrisch aufgebaut werden, so dass der intelligente parametrische Aufbau des Modells bei Änderungen von Komponenten eine automatisierte Änderung des Modells mit sich zieht.
Von solchen Möglichkeiten ist man jedoch werkzeugbedingt im Alltag noch weit entfernt. Zurzeit erfordert BIM einen hohen Fleißanteil. Attribute können nicht einfach von einem Modell auf das andere übertragen werden.
Ist man nicht für alle Leistungsphasen wie z.B. die Ausschreibung beauftragt, gehen möglicherweise weitere Vorteile verloren, wie die Massenauswertung aus dem Modell.
Viele der Schnittstellen von Programmen untereinander müssen noch deutlich weiterentwickelt oder geschaffen werden und auch das IFC-Format steht noch am Anfang.
Eine Übergabe des Planungsmodells an ausführende Firmen wie den Holzbauer ist für diesen derzeit noch aufwändiger, als ein komplett neues Modell zu erstellen.
Die Idee, dass Pläne nur ein Nebenprodukt der dreidimensionalen Planung darstellen und Pläne zukünftig überflüssig werden, liegt noch in der Zukunft. Häufig ist eine aufwändige Nachbearbeitung der Pläne, die aus dem Modell generiert werden, erforderlich, bis der eigene Qualitätsanspruch umgesetzt ist. Solange nicht alle Handwerker mit einem geeigneten Tablet auf der Baustelle unterwegs sind, hat der 2D Papierplan noch nicht ausgedient.
Die Planung hin von einer reinen Erzeugung von Plandaten zu einem Prozess des Datenaustauschs und des Datenmanagements zu bringen ist eine der Aufgaben für die Zukunft.

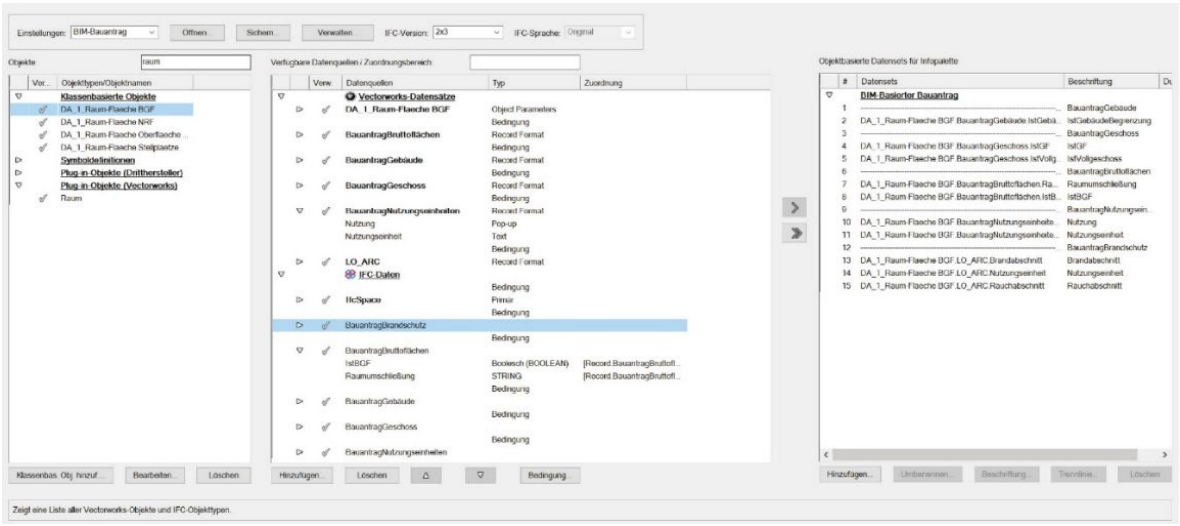


Abbildung 11: Datenmanager zur Verwaltung der Attribute beim IFC-Export (Software: Vectorworks)

4.4. Optimierung

Themen, die im Arbeitsalltag viel Zeit in Anspruch nehmen, sind hervorragende Anknüpfungspunkte, um die Zusammenarbeit mit Planungsbeteiligten zu optimieren. Das Thema der Schlitz- und Durchbruchsplanung ist ein solches Thema. In unseren letzten Projekten haben wir hier Workflows getestet, um über die IFC-Schnittstelle in der jeweiligen Planer-Software native Durchbruchskörper zu erlangen. Auch hierfür gibt es in den unterschiedlichen Softwareprodukten Plugins oder Skripte, die das ermöglichen.

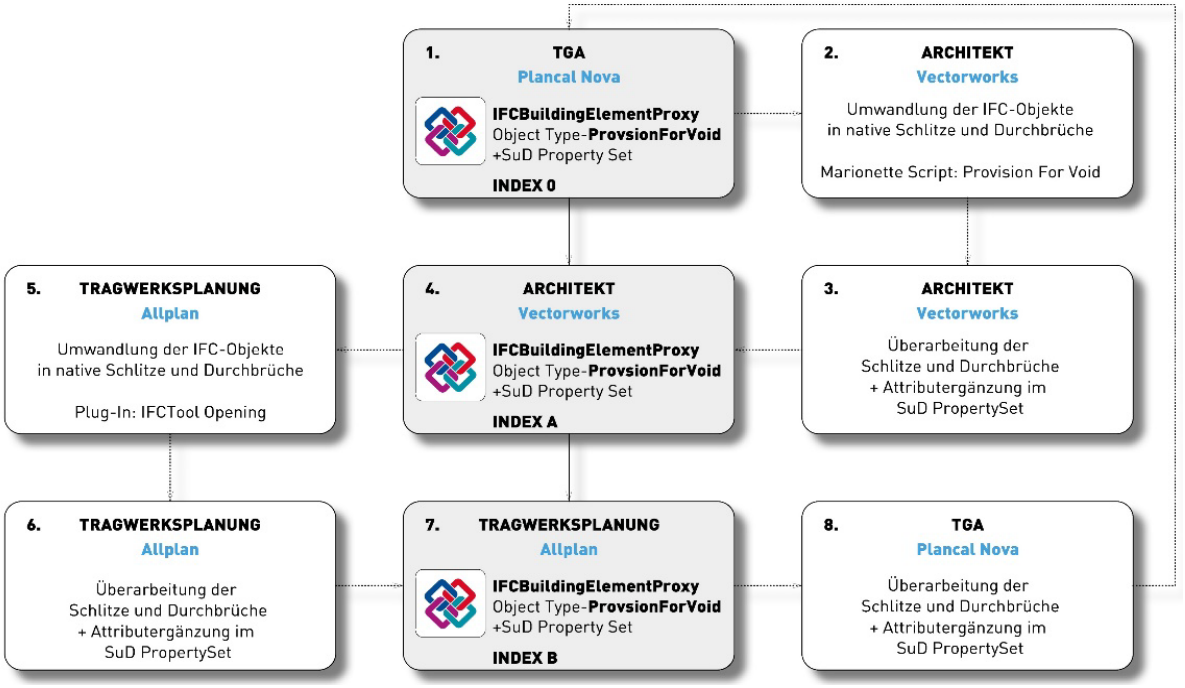


Abbildung 12: Pilot Prozess – Schlitz- und Durchbruchsplanung

5. Fazit

Vor **open BIM** braucht man keine Angst haben! Ihre Arbeitsweise wird sich verändern, wobei dies bei manchen mehr und bei anderen weniger sein wird. Die Vorteile werden überwiegen. Es handelt sich bei dieser Arbeitsmethode um den nächsten Evolutionsschritt. Viele Dinge erscheinen neuartig, aber hier gilt die Devise – Schritt für Schritt!
Lassen Sie sich nicht durch die notwendige Wissensaneignung, neue Softwareprodukte oder die vielfältigen Begriffe oder Abkürzungen einschüchtern. Starten Sie freiwillig, als Team unter Einbeziehung der Mitarbeiter, mit Entschlossenheit und geben Sie nicht auf!

Digital Wood Flow

Ursula Frick
Blumer-Lehmann AG
Gossau SG, Schweiz



Digital Wood Flow

1. Fascination Free Form Timber Construction

1.1. Blumer Lehmann – vielfältige Bauten aus Holz

Blumer Lehmann bietet als eines der führenden Schweizer Holzbau-Unternehmen umfassende Holzbaukompetenz, von der Beratung über die Planung, Produktion, Montage bis zur Projektleitung sowie als General- oder Totalunternehmerin.

In Zusammenarbeit mit international renommierten Architekturbüros realisiert Blumer Lehmann zukunftsweisende Holzbauten auf der ganzen Welt. Dabei entstehen einzigartige Bauten und Strukturen, vom aus Holz gefrästen «On-Turnschuh», über den exklusiven Apple-Store in Bangkok, bis zum gigantischen Hotelprojekt am Roten Meer. Für das «The Red Sea Project» plant und realisiert Blumer Lehmann, nach den Entwürfen von Foster + Partners sowie Kengo Kuma Architects die Villen und Infrastrukturgebäude für zwei Hotelkomplexe.



Abbildung 1: Free Form-Pavillon Hotel 12, für das «The Red Sea Project», entworfen von Foster + Partners.

1.2. Der nachhaltige Holzkreislauf

Seit 1875 bestimmt die Faszination fürs Holz das Denken und Handeln des Unternehmens. Auf dem Erlenhof, dem Schweizer Hauptsitz, wird der natürliche Rohstoff Holz im nachhaltigen, kompletten Wertschöpfungskreislauf verarbeitet. So entsteht aus jährlich rund 170 000 m³ einheimischem Rundholz im Säge-, Hobel- und Keilzinkwerk das umfangreiche Sortiment an Schnittholzprodukten für den Baubedarf. Das Restholz wird für die Herstellung von Rindeneinstreu und CO_2-neutralen Pellets sowie als Energieträger für das eigene Kraftwerk verwendet.

Im Januar 2021 eröffnete Blumer Lehmann in Deutschland in Großenlüder bei Fulda eine Modulbauproduktion sowie ein Büro für den Verkauf und die Projektentwicklung in der Grafschaft bei Bonn. Die Blumer-Lehmann S.à r.l. in Luxemburg ist seit 2019 aktiv im Verkauf und der Projektentwicklung von Holzbauten im heimischen Markt tätig.

Ein weiteres Spezialgebiet von Blumer Lehmann sind Silos und Anlagen für den Strassen- und Winterdienst; automatisiert und mit moderner Fördertechnik ausgestattet. Geplant und produziert werden die Anlagen in der Schweiz und Deutschland.

1.3. Vielfältige Holzbauweise – vom standardisierten Modulbau bis zum Forschungsprojekt

Neben dem klassischen Holzelementbau, der für verschiedene Anwendungen, wie Wohn-, Tourismus-, Industrie- oder Bürobauten zum Einsatz kommt, ist ein weiteres Spezialgebiet von Blumer Lehmann der Modul- und Temporärbau. Mit standardisierten Raummodul-Konzepten werden Schulbauten, Bürogebäude, Wohnanlagen und andere Gebäude realisiert. An Bedeutung gewinnen auch Umbauten, Sanierungen und Aufstockungen von Bestandsgebäuden.

Ebenso investiert Blumer Lehmann regelmässig in die Zusammenarbeit mit Forschungsinstituten und Universitäten. So entstand mit den Instituten ICD und ITKE der Universität Stuttgart im Jahr 2019 der einzigartige Urbach-Turm. Dieser ist weltweit die erste bauliche Anwendung einer tragenden Holzkonstruktion aus sich selbstformenden Holzbauteilen. Genutzt wurde dafür die natürliche Eigenschaft des Holzes, das quillt und schwindet unter der Einwirkung von Feuchtigkeit.

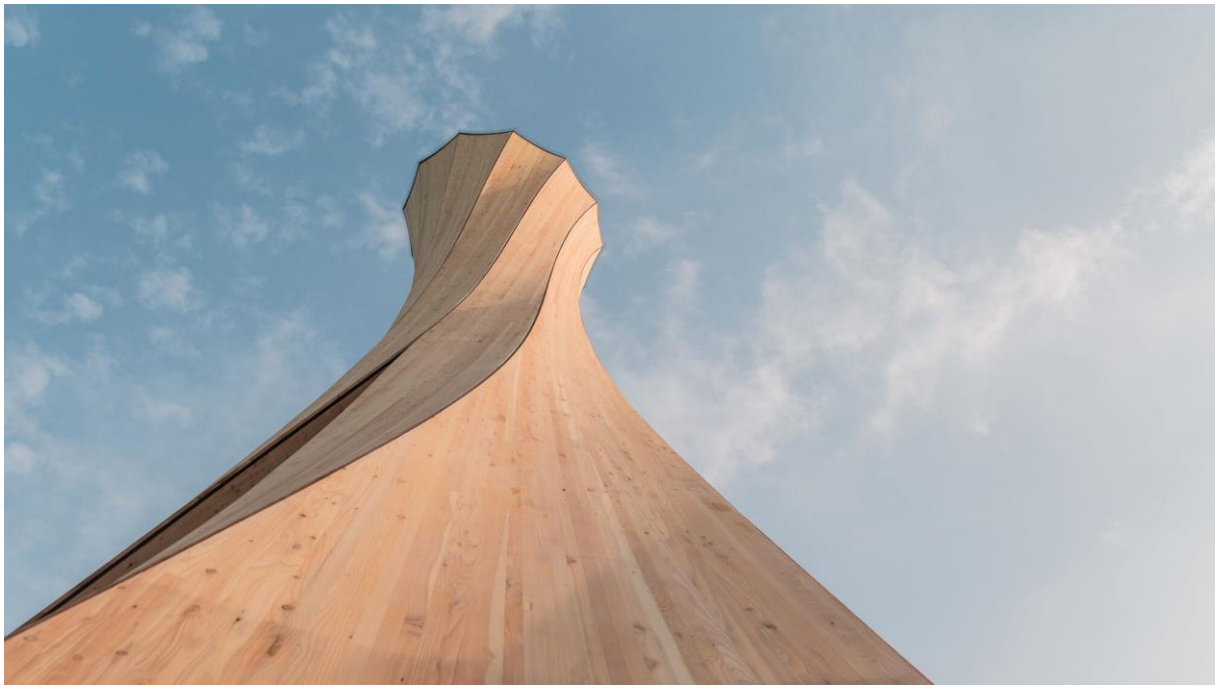


Abbildung 2: Forschungsprojekt Urbach Turm, aus selbstformendem Bilayer-Holz.

2. Highlight Projekte in Free Form-Bauweise

Ihren Ursprung hat die Free-Form-Erfolgsgeschichte von Blumer Lehmann mit dem ersten Freiform-Projekt, dass im Jahr 2008 für den Golfclub Haesley Nine Bridges im südkoreanischen Yeoju realisiert wurde. Seither wurden viele weitere Highlight-Projekte gebaut, wie die Swatch-Schlange im schweizerischen Biel, die Cambridge Mosque, das Casino in Venlo oder der Knies Zauberhut, um nur einige zu nennen. Die Umsetzung der aussergewöhnlichen Holzbauprojekte wird ermöglicht durch Planungsprozesse, die von Beginn weg interaktiv, iterativ und vor allem lösungsorientiert sowie auf Augenhöhe mit allen Beteiligten erfolgen. Die parametrische 3D-Planung, digitale Produktion und Vorfertigung sind dafür zwingend nötig.

3. Digital Wood Flow – parametrische Planung und Modellierung

Doch was genau versteht man unter dem «Digital Wood Flow» und wie sieht nun der konkrete Arbeitsprozess aus, damit solch aussergewöhnliche Holzbauten entstehen können?

3.1. Digitales Modell als Grundlage

Die theoretische Grundlage dafür wurde mit der generellen Entwicklung der Tragwerksplanung geschaffen, die im Laufe des 20. Jahrhunderts stattfand. Dazu beigetragen hatten unter anderem die methodischen Arbeiten von Frei Otto und anderen Architekten jener Zeit, die die Wichtigkeit des Experiments in der Formfindung unter Beweis stellten. Durch neue Rechentechniken und Simulationsmethoden entstanden so für die Tragwerksplaner völlig neue Möglichkeiten, um mithilfe von digitalen Prototyen die richtige Form für ein architektonisches Raumkonzept zu entwickeln.

Für die Planung und Fertigung eines komplexen Holzbaus ist das digitale Modell also immer die wegweisende Grundlage.

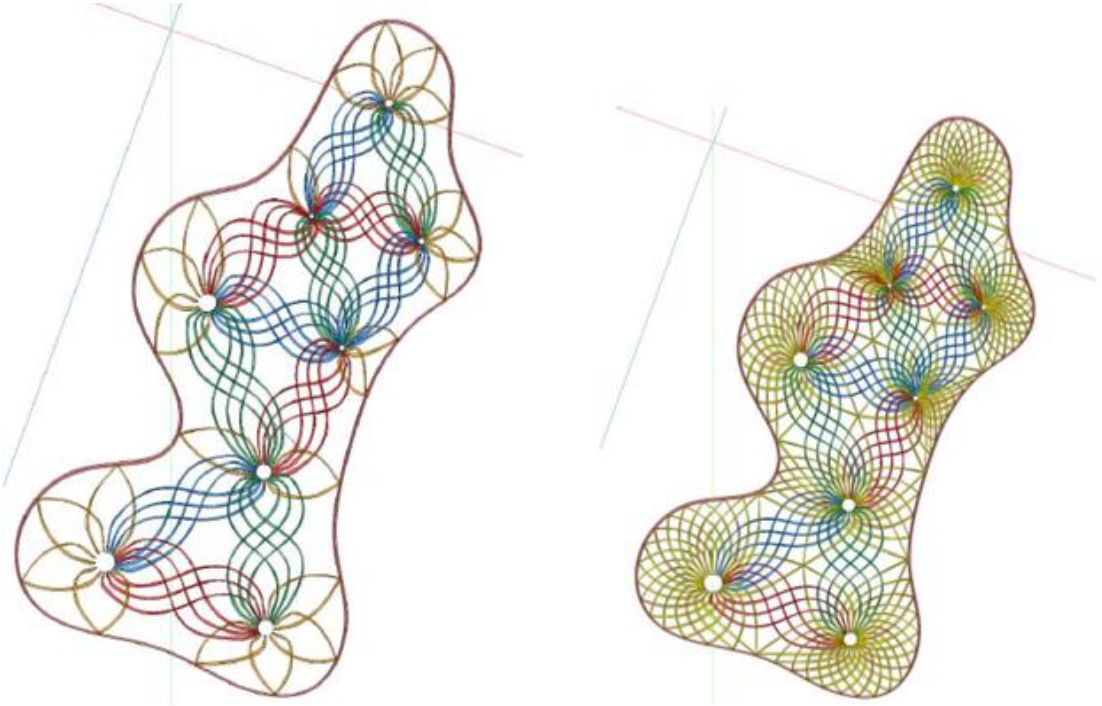


Abbildung 3: Strukturelle Vorprüfung im 3D-Modell.

3.2. Digitale Kette beginnt bereits im Sägewerk

Aber nicht nur in der Planung, auch in der Bearbeitung des Rohmaterials Holz ist heute die Digitalisierung nicht mehr wegzudenken. So wird das Rundholz bereits bei der Anlieferung in der Sägerei automatisiert vermasst für die spätere Verrechnung sowie für die Definition des Einschnitts. Dieser wird so vorgenommen, dass die Ausbeute des Holzes möglichst optimiert wird. Anschliessend wird das Schnittholz bei der Verarbeitung im Keil- oder Hobelwerk mittels digitaler Techniken weiter veredelt und im Hochregal gelagert, bis es für die Weiterverarbeitung intern oder an dritte Partner geliefert wird. Die digitale Kette beginnt also bereits im Sägewerk und wird nachher über die Planung und Produktion sowie für die Montageplanung weitergeführt.

3.3. Produktionsdaten im fertigungsoptimierten 3D-Modell

Das 3D-Modell wird in Zusammenarbeit von Architekten, Ingenieuren, parametrischen Planern und uns als Produzenten so entwickelt, so dass es als Grundlage für die spätere Produktion der einzelnen Bauteile auf der CNC-Maschine dient. Ausnahmslos alle Bauteile, die es zu produzieren gilt, werden in diesem Modell erfasst. Diese spezifische Modellierung der Bauteile enthält bereits viele zusätzliche Informationen (Attribute), die später nötig sind um die Planungsdaten im CAD effizient in einen Maschinencode CNC/CAM umzuwandeln.

3.4. CAD/CAM-Programmierung und Simulierung

Bei Blumer Lehmann wurde inhouse eine Software entwickelt, die es ermöglicht, diese optimierten Planungsdaten, auch von sehr komplexen Bauten, aus dem CAD in einen CNC-Maschinencode umzuschreiben. Dazu gehört die Möglichkeit, vorgängig zur Produktion, die Fertigung der einzelnen Bauteile in einer Simulationssoftware zu prüfen, um allfällig spätere Kollisionen auf der Produktionsanlage zu vermeiden.

Produziert werden die Bauteile anschliessend auf unterschiedlichen CNC-Anlagen. Komplexe 2-sinnig gekrümmte Bauteile werden bei Blumer Lehmann meist auf der Anlage von Technowood bearbeitet. Diese fünfachsige Fräsmaschine wurde eigens für Blumer Lehmann konstruiert und ermöglicht die Produktion von Bauteilen mit einer Länge von 27 m, 5.5 m Breite und 1.35 m Höhe. Dank den drei 5-Achs-Aggregaten und den acht Transportwagen ist die gleichzeitige Bearbeitung aller sechs Seiten eines Bauteils möglich. Die CNC-Maschine fräst die Bauteile in die Form und nimmt gleichzeitig die benötigen Bohrungen für die späteren Verbindungen vor.



Abbildung 4: Die CNC-Anlage von Technowood ermöglicht eine präzise Bearbeitung der Holzbauteile.

4. Angepasste Prozesse in der Planung gefordert

Die neuen technologischen Möglichkeiten in der Holzbauproduktion erfordern die Anpassung der Vorgehensweise in der Planung und eine neue prozessoptimierte Arbeitsweise. Dazu gehören insbesondere folgende Punkte:

4.1. Engagement in der frühen Entwurfsphase

Damit die komplexen Free Form-Projekte überhaupt realisiert werden können, ist das Planungsteam gefordert, sich in einer frühen Phase disziplinenübergreifend auszutauschen. Durch die gemeinsame Weiterentwicklung des digitalen Modells in einem interdisziplinären Team wird dieses so optimiert, dass eine erste strukturelle Analyse möglich ist, eine Produktionsmethode definiert wird und diese Grundlagen als Basis für eine Kalkulation dienen.

Im Idealfall wird vor der eigentlichen Ausschreibung des Projekts ein 1:1 Modell erstellt, ein sogenanntes Mock-up, mit dessen Hilfe die Planungsgrundlagen und der spätere Produktionsprozess so optimiert werden, dass die Konstruktion aus technischen aber auch aus ökonomischen Aspekten produzierbar wird.



Abbildung 5: 1:1 Mock-up der Dachkonstruktion für den Wisdome in Stockholm.

4.2. Parametrisches Regelwerk anstatt Planunterlagen

Die digitalen Prozesse verändern nicht nur die Vorgehensweise, sondern auch die Arbeitsunterlagen, die genutzt werden. Herkömmliche Planunterlagen vermögen teilweise die komplexen Konstruktionen nicht mehr abzubilden und können daher oft nicht mehr verwendet werden. Anstatt dessen wird mit einem parametrischen Regelwerk, einem sogenannten DMS, Design Method Statement, gearbeitet.

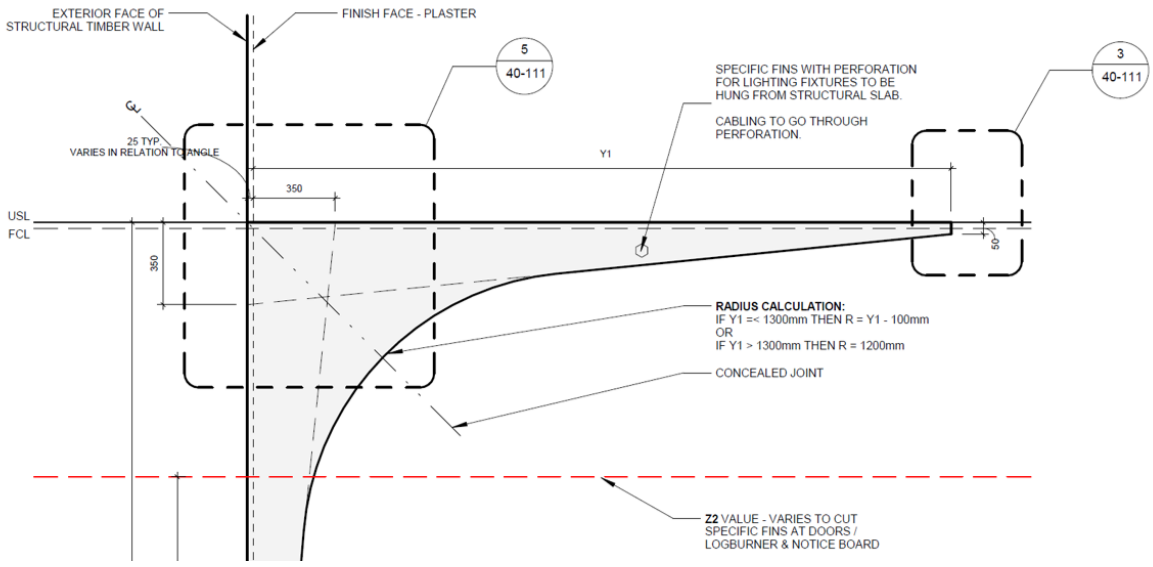


Abbildung 6: Das «DMS» am Beispiel der Tragstruktur des Maggie's Center in Leeds, entworfen von Heatherwick Studio.

4.3. Parametrische Modellierung

In den Modellen möchten wir bei Blumer Lehmann nicht nur die geometrischen Objekte selbst, sondern auch funktionale Abhängigkeiten zwischen den Geometrien sowie Variablen definieren. Dazu gehören zum Bespiel Grössenbeschränkungen der Bauteile für den späteren Transport oder die Reihenfolge der Bauteile für die Montage. Diese parametrische Modellierung erfolgt daher mit Hilfe moderner Planungs-Softwares wie zum Beispiel Rhino Grasshopper und Python Scripting. Die damit erstellten Modelle ermöglichen eine hohe Flexibilität in der Planungsphase. Dazu gehört das Testen von Varianten und damit auch die Unterstützung von Architekten und Planern im Designprozess. Ausserdem besteht so die Möglichkeit die Produktionsgeometrie bis kurz vor Produktionsstart anzupassen.

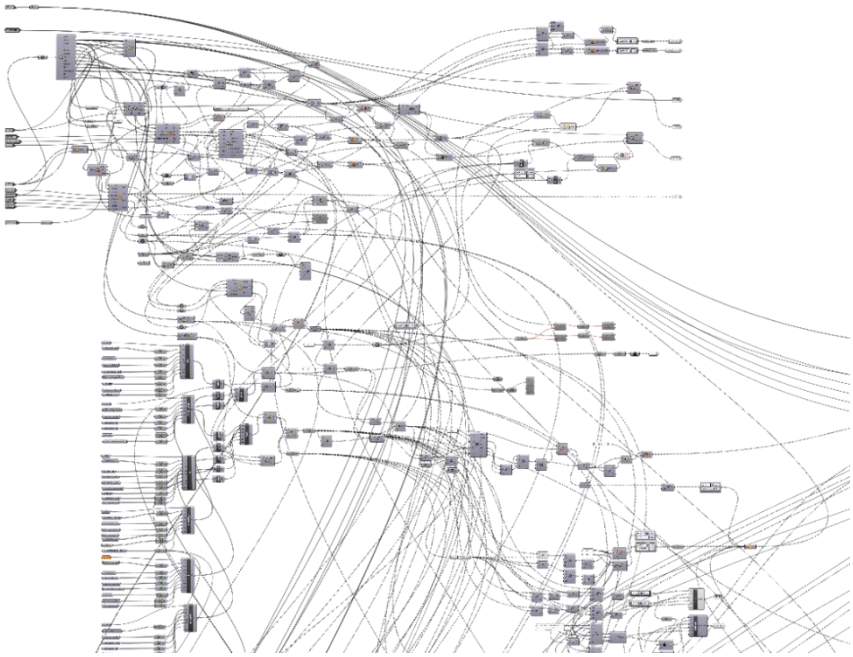


Abbildung 7: Beispiel eines parametrischen Modells in Rhino Grasshopper. Grasshopper ist ein Werkzeug für die algorithmische Modellierung in der 3D-CAD-Software Rhinoceros.

5. Einige Projektbeispiele der parametrischen Planung

5.1. Knies Zauberhut, Design: Carlos Martines Architekten

Mitten im zoologischen Garten von Knies Kinderzoo in Rapperswil realisierte Blumer Lehmann, nach den Entwürfen von Carlos Martinez Architekten, den 26 Meter hohen Eventbau. Der zeltartige Bau stellt eine Kombination aus Holzelementbau und Freiform dar. Neben der Vor- und Umsetzungsplanung sowie der Produktion und Ausführung des Holzbaus war Blumer Lehmann auch für die 3D-Modellierung sowie die Erstellung der Werkpläne für den Metallbau verantwortlich.

Das freitragende Zeltdach aus Fichten- und Tannenholz wurde als Schalentragwerk realisiert. Dieses ermöglicht die spezielle Dachform schafft und eine Zirkusatmosphäre im Innenraum des Zauberhutes.



Abbildung 8: Die aussergewöhnliche Free form-Konstruktion des Knies Zauberhuts.

Die Holzelemente für den Knies Zauberhut wurden komplett im Werk von Blumer Lehmann produziert und zusammengefügt. Ausserdem wurden die metallenen Fassadenverkleidungen bereits im Werk direkt auf die Holzelemente angebracht. Die vorgefertigten Bauteile wurden anschliessend in einem Stück auf die Baustelle geliefert und vor Ort montiert, was eine erhebliche Einsparung der Montagezeit bedeutete. Überhaupt stellte die Montage aufgrund der Grösse und des Gewichts der einzelnen Tragwerkselemente eine grosse Herausforderung dar. So wurde das letzte Bauteil, der Hut, mit einem Gewicht von fast 20 Tonnen in einem Stück aufgesetzt.

Weitere Informationen zum Projekt auf:
www.blumer-lehmann.ch/knies-zauberhut

5.2. Free Form-Holzskulptur «Sunflower», Design: Blumer-Lehmann AG

Die einzigartige Skulptur schmückt das Atrium eines indischen Privathauses und erinnert in ihrer Erscheinung an eine Sonnenblume mit ellipsenförmigen Blättern. Das Team von Blumer Lehmann verantwortete für dieses Projekt neben der eigentlichen Holzbauplanung, der Produktion und Montage, bereits den architektonischen Entwurf.

Das Planungsteam der «Advanced Geometry Group» hatte dabei verschiedene Herausforderungen zu meistern. So erforderte die beengte Platzsituation, die spezielle Grundform des Innenhofs (Ellipse) und die erforderliche Asymmetrie zur Entwässerung bereits einige spezielle Lösungen.



Abbildung 9: Die Sonnenblumen-Skulptur aus Eschenholz ziert das Atrium eines indischen Privathauses.

Auch wurde die Konstruktion aus geometrischen und fabrikationstechnischen Aspekten so optimiert, dass die Anzahl der Rohlingstypen minimiert und die Knotentypen auf vier reduziert werden konnten. Diese Optimierungen hatten entsprechend positive Auswirkungen auf die Produktionskosten.

Gefertigt wurde die Tragstruktur aus dampfgebogenen Brettschichtholzträgern aus Esche, da sich dieses auch in kleinen Radien gut biegen lässt sowie optisch sehr hochwertig erscheint. Für die Verleimung der Bauteile war die Burgbacher Holztechnologie zuständig. In die richtige Form brachte die Bauteile das Holzbiegewerk Winkler.

Weitere Impressionen des Projekts auf www.blumer-lehmann.ch/sunflower-india

6. Digital Wood Flow – natural High-tech

Der Einsatz der digitalen Planungs- und Produktionsmethoden, veränderte den Holzbau wesentlich. So haben die Architekten und Designer bereits in einer frühen Phase die Möglichkeit eine Variantenstudie ihres Entwurfs vorzunehmen. Die flexiblen parametrischen Modelle erlauben ausserdem eine schnelle Anpassung der Datengrundlage während der gesamten Planungsphase, bis kurz vor der Produktion. Auch ermöglicht der Austausch über das 3D-Modell eine klare Kommunikation aller am Prozess Beteiligten. Unliebsame Überraschungen während der Produktions- und Bauphase werden vermieden und es herrscht für alle Involvierten Klarheit, was die finale Form betrifft. Dank modernster Werkzeuge und optimierter Prozesse entsteht kaum Mehraufwand in der Planung. Im Gegenteil, der Produktionsaufwand verringerte sich sogar. Und; die Fertigung erfolgt dank der optimierten Modelle mit höchster Genauigkeit.

Der «Digital Wood Flow» im Holzbau eröffnete also Architekten und Designern faszinierend neue Ausdrucksmöglichkeiten. Wir bei Blumer Lehmann sehen es dabei als wesentliche Aufgabe als Holzbauproduzentin dieses Toolset zu verstehen und zu beherrschen. Zusammen mit unseren Netzwerkpartnern möchten wir die Grenzen des Machbaren im Holzbau weiter verschieben und das mit dem wohl schönsten und ältesten Baustoff der Menschheit.

Block A2
Immobilienwirtschaft und Holzbau

Holzwohnbau-Studie: Großvolumiger Wohnungsbau in Holzbauweise - Kosten / Kostenvergleich D-A-CH

Ludger Dederich
Hochschule Rottenburg
Rottenburg/Neckar, Deutschland

zusammen mit
Holger Wolpensinger, HS Rottenburg
Stephan Klein, HS Rottenburg



Holzwohnbau-Studie: Großvolumiger Wohnungsbau in Holzbauweise - Kosten / Kostenvergleich D-A-CH

1. Einleitung

In den europäischen Ballungszentren mangelt es an Wohnraum, allein deutschlandweit fehlen etwa 1,5 Millionen Wohneinheiten (WE). Aus diesem Grund hat die Bundesregierung als Ziel formuliert, landesweit jährlich 400.000 WE zu errichten. Gleichzeitig sieht der Klimaschutzplan der Ampelregierung einen deutlichen Rückgang der Gebäudeemissionen von 209 auf 67 Millionen Tonnen CO_2-Äquivalenten bis 2030 vor, was einer Emissionsminderung von 68 % seit 1990 entsprechen würde. Auch andere europäische Länder haben sich verpflichtet, weitreichende Klimaschutzziele umzusetzen. Vor diesem Hintergrund setzen viele der am Bau Beteiligten neben dem energieeffizienten Bauen und dem Einsatz erneuerbarer Energien zunehmend auf den nachwachsenden Baustoff Holz.

Weltweit existieren mittlerweile zahlreiche Hochhäuser in Holzbauweise, die mit zum Teil deutlich mehr als 10 Geschossen das technische Potenzial dieses Baustoffs aufzeigen. Als Beispiel sei auf den 18-geschossigen «Mjøstårnet» im norwegischen Brumunddal verwiesen, der in Holz-Skelettbauweise als Multifunktionsgebäude mit Hotelbetrieb und Büros realisiert wurde und mit Blick auf den Brandschutz den geltenden Sicherheitsanforderungen entspricht.

Doch wie ist es mit Blick auf die Ambition der Politik jenseits der Leuchtturmprojekte um die Erstellung und Verdichtung ganzer Wohnsiedlungen mit mindestens 100 WE bestellt? Neben rechtlichen und technischen Fragestellungen zur Tragwerksplanung, zum Brand- und Schallschutz stellt sich bei diesen großvolumigen Projekten zudem die Frage nach Erfahrungen hinsichtlich der Erstellungskosten.

Ist die Entwicklung eines Wohnquartiers in Holzbauweise oder die Nachverdichtung bestehender Strukturen tatsächlich teurer als eine konventionelle Ausführung in mineralischer Bauweise? Und welche weiteren, nicht unbedingt auf den ersten Blick identifizier-baren Argumente gibt es zudem für kommunale oder private Akteure der Wohnungswirtschaft, Wohnraum in Holzbauweise zu realisieren und bereitzustellen? Diesen Fragen geht seit Anfang 2021 die *Baukosten-Studie zu großen Holzbausiedlungen und -quartieren in Europa* (kurz *Holzwohnbau-Studie*) nach, die im Zuge des Förderprogramms *Zukunft Bau* aus Mitteln des Bundesbauministeriums finanziert wird. Im Rahmen der Studie wird vor allem untersucht, wie Holzbauweisen im Segment der Wohnsiedlungen und Stadtquartiere weiter etabliert werden können, um das Angebot von großvolumigen Wohnungsbauprojekten um eine umwelt- und klimafreundliche Variante im Sinne der notwendigen Bauwende zu erweitern. Deshalb werden zusätzlich zur Erfassung der Erstellungskosten bereits realisierter Siedlungs- und Quartiersprojekte in Holz- und Holzhybridbauweise systematisch die Beweggründe der Bauherren bzw. Investoren erfasst und ausgewertet.

Umfangreiche Recherchen zum Stand der Forschung haben gezeigt, dass bis dato keine wissenschaftlichen Studien über die zu Siedlungen und Stadtquartieren in Holzbauweise aufgeworfenen Fragestellungen existieren. Die Klärung dieser Fragen hat definitiv an Relevanz gewonnen, da die Recherchearbeit deutlich zeigt, dass insbesondere die Verantwortlichen kommunaler Wohnungsbauunternehmen verstärkt auf Holzbauweisen zur Bewältigung der Wohnraumnachfrage setzen und entsprechende Vorhaben umsetzen wollen – und zuweilen auf Grund politischer Entscheidungen in den Städten und Gemeinden auch umsetzen müssen.

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse sind insofern vorläufig, als dass die Studie erst Ende 2022 fertiggestellt wird.

2. Projektrecherche und Dokumentation großvolumiger Projekte in Deutschland und Europa

Die Untersuchung war ursprünglich auf die Evaluierung von etwas mehr als 30 Wohnsiedlungen und Stadtquartiere in Holz- und Holzhybridbauweise mit mindestens 100 Wohneinheiten ausgelegt, die zusammen 7.144 WE umfassen (davon 16 Vorhaben in Deutschland mit 3.862 WE). Aufgrund systematischer und weitergehender Recherchen im europäischen Raum, die im Vorfeld der Studie in dieser Intensität nicht möglich waren, konnten bislang etwas mehr als 80 weitere Wohnsiedlungen und Stadtquartiere in Holz- und Holzhybridbauweise in Europa identifiziert werden, davon 31 weitere Projekte in Deutschland. Zu Beginn der Forschungsarbeit war dieses Volumen nicht absehbar, weil davon ausgegangen wurde, im Zuge der Vorrecherchen bereits den überwiegenden Teil der wesentlichen realisierten bzw. in Planung befindlichen Projekte erfasst zu haben.
Aktuell sind 118 Wohnsiedlungen und Stadtquartiere in Holzbauweise mit mehr als 100 Wohneinheiten in Europa erfasst, von denen 83 Projekte bis 2022 fertiggestellt sind. 76 Projekte befinden sich in der D-A-CH-Region (D = Deutschland; A = Österreich; CH = Schweiz), 19 Projekte im skandinavischen Raum sowie 23 Projekte in anderen europäischen Ländern (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Regionale Verteilung der recherchierten Wohnsiedlungen und Stadtquartiere in Holz- und Holzhybridbauweise mit mehr als 100 Wohneinheiten

	Projektanzahl	**Wohn- bzw. Nutzungseinheiten**
D A CH	76	25.141
Skandinavien (DK, FI, S, N)	19	7.242
Sonstige (I, F, GB, NL, LV,)	23	6.822
Summe	**118**	**39.205**

Abbildung 1 zeigt die identifizierten Projekte und Quartiere, differenziert nach ihrer Größe (Anzahl WE) und dem Jahr der Fertigstellung. Im Rahmen von Projektrecherche und Dokumentation wurde für die bislang realisierten Projekte in Deutschland jeweils ein Steckbrief angelegt, der im Rahmen eines Abschlussberichts Ende 2022 veröffentlicht wird.

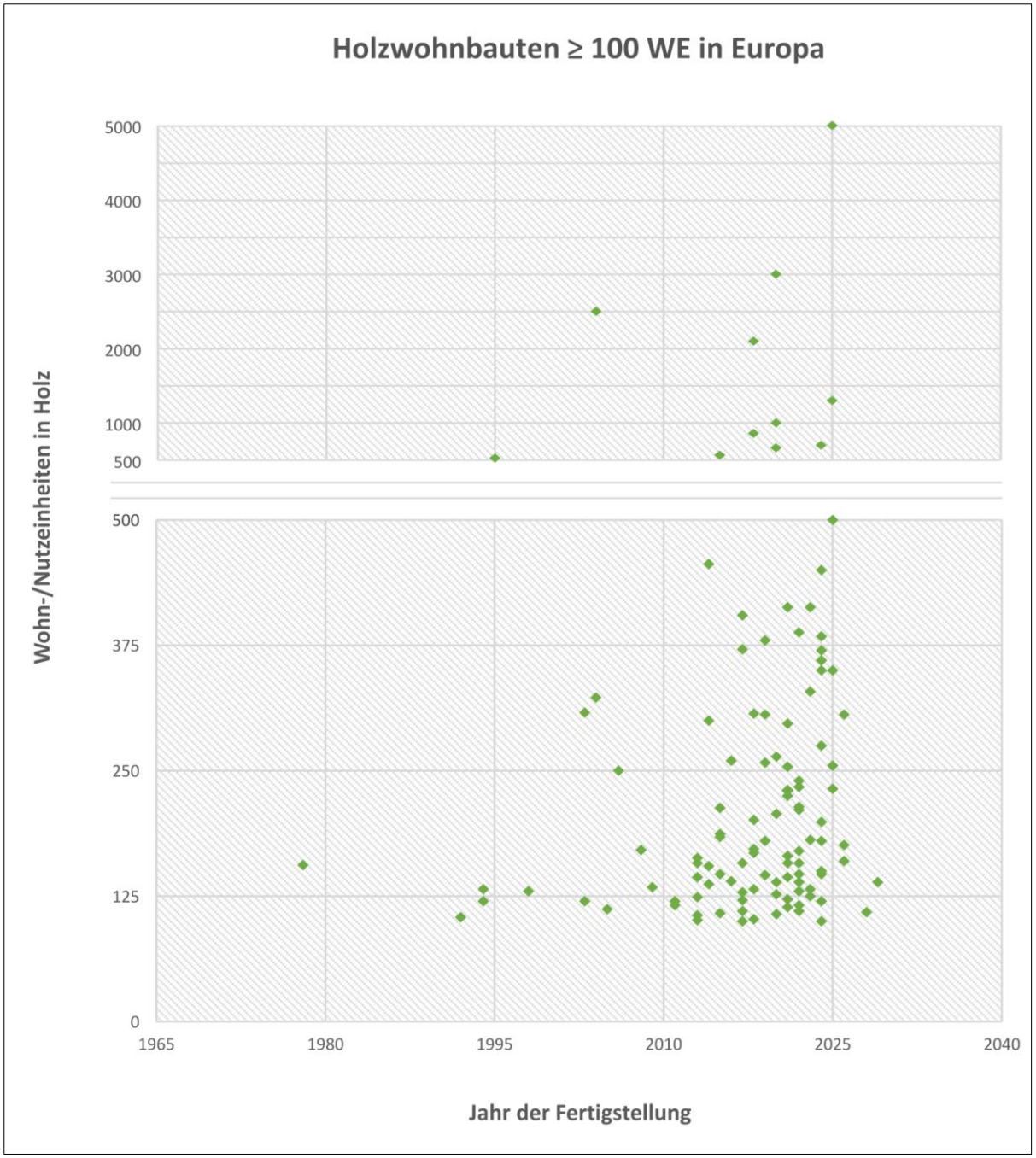


Abbildung 1: Datenwolke der untersuchten Projekte und Quartiere, differenziert nach Größe (Anzahl WE) und Jahr der Fertigstellung

Veröffentlicht sind die recherchierten und systematisch untersuchten Holzbauprojekte zudem auf einer eigenen Webseite des Forschungsvorhabens unter www.holzwohnbau.eu. Darüber hinaus ist für Ende 2022 eine Publikation in der Schriftenreihe des Informationsdienstes Holz geplant, in der die Studienergebnisse für die Fachöffentlichkeit aufbereitet werden.



Abbildung 2: Beispiel für großvolumigen Holzwohnbau: Holzbausiedlung im Prinz-Eugen-Park, München (Foto: Johann Hartl)

2.1. Methodischer Ansatz

Im Fokus der Untersuchung standen Projekte mit überwiegender Wohnnutzung, also solche, bei denen die Nutzfläche zu mindestens 60% für Wohnzwecke genutzt wird. Als Sonderformen des Wohnungsbaus wurden Beispiele für studentisches Wohnen und Hotels berücksichtigt. Dabei handelt es sich um Nutzungen, die der Wohnnutzung ähnlich sind, unabhängig davon, dass für diese abweichende ordnungsrechtliche Voraussetzungen gelten (hier für Beherbergungsstätten). Reine Büro-, Gewerbe- oder Industriebauten wurden in der Arbeit grundsätzlich nicht betrachtet.

Unterscheidung Quartiere, Siedlungen, Gebäude
Die ursprüngliche typologische Klassifizierung der Quartiere und Siedlungen wurde zusätzlich um (Einzel-)Gebäude erweitert. Entsprechend dieser Klassifizierung entfallen 61 der bislang 118 zu untersuchenden Projekte auf Wohnsiedlungen (47 realisierte), zu denen 22 urbane, i.d.R. nutzungsgemischte Quartiere (10 realisierte) kommen sowie 35 große Einzelgebäude (24 realisierte), die jeweils mehr als 100 WE umfassen.

Große Wohnungsbauprojekte / Vorhaben mit mehreren Bauabschnitten
Eine besondere Herausforderung stellte die Handhabung großer Quartiere oder Siedlungen dar, da diese häufig mehrere Teilvorhaben umfassen. Dies ist bspw. bei den Vorhaben *Mühlweg* in Wien oder *Prinz Eugen-Park* in München der Fall.
Großprojekte dieser Art zeichnen sich dadurch aus, dass für diese städtebaulich jeweils nur ein Plangebiet ausgewiesen wurde, welches in baulich und gestalterisch unterschiedliche Teilflächen aufteilt ist. Um diese Großprojekte adäquat zu erfassen, wurden sie entsprechend ihrer einzelnen Bauabschnitte in einem gemeinsamen Steckbrief zusammengefasst dargestellt und teilweise mit Fotogalerien dokumentiert.
Die Erfassung der Baukosten der großen Quartiere bzw. Siedlungen mit mehreren Bauabschnitten erfolgte in zwei Schritten: Zuerst wurden die Baukosten der einzelnen Bauabschnitte ermittelt, um dann einen Durchschnittswert für das Gesamtvorhaben ermitteln zu können.

2.2. Zeitliche Zuordnung der Projekte

Insgesamt wurden die Siedlungen und Stadtquartiere für die Bearbeitung drei Kategorien in Bezug auf die Umsetzungszeiträume zugeordnet:

- die Kernprojekte, die zwischen 2010 und 2022 fertiggestellt wurden oder werden,
- die Pionierprojekte, die vor bzw. bis 2009 realisiert wurden, und
- die Projekte in Planung und Umsetzung, die erst nach 2022 fertiggestellt werden.

Für alle Projekte wurden Umfang, Geschosszahl, Holzbauweise sowie weitere Daten erfasst. Auf diese Weise wurde über den gesamten betrachteten Zeitraum hinweg die holzbauspezifische technische Entwicklung dokumentiert und die Projekte entsprechend klassifiziert. Eine umfassende Recherche der Baukosten mit Verifizierung und Jahres- und Regionalfaktoren erfolgte jedoch ausschließlich für die Kernprojekte. Für die Projekte in Planung und Umsetzung liegen naturgemäß die notwendigen Daten noch nicht verlässlich vor, für die Pionierprojekte vor 2010 konnten die Angaben für die aktuelle Fragestellung nicht mehr hinzugezogen werden, da sich seitdem einerseits der Wohnungsmarkt deutlich verändert hat, andererseits die Holzbautechnologie intensiv weiterentwickelt wurde.
Aufgrund der Kategorisierung lassen sich weitere forschungsleitende Fragen ableiten. So geht der EU-Ländervergleich der Frage nach, wo sich die Projekte befinden. Gibt es nennenswerte Unterschiede? Gibt es eine Häufung der Projekte in einzelnen Ländern oder Länderregionen (D-A-CH? Skandinavien)? Welche unterschiedlichen Voraussetzungen sind in diesem Zusammenhang relevant (Baukultur? Bauordnungsrecht?)?

Eine Größenanalyse geht der Frage nach, wie sich die Projekte hinsichtlich ihrer Volumina im Dekadenvergleich entwickelt haben, und welche Projekte welcher Größe und in welchen Phasen entstanden sind.
Eine Akteursanalyse widmet sich der Frage, ob es unter den etwa 100 Kontakten zu Projektbeteiligten (Investition, Projektentwicklung, Architektur, Holzbauplanung usw.) solche gibt, die mehrfach an Projekten beteiligt sind. Eine weitere Frage widmet sich der Gestaltung von Finanzierung und / oder Förderung der einzelnen Bauvorhaben.

3. Kosten der Herstellung

In den Vorrecherchen zu dieser Studie zeigte sich, dass die Baukosten in (Fach-) Veröffentlichungen häufig wenig präzise benannt werden. Selten sind Angaben dahingehend, welche Baukosten genau gemeint sind. Ob es sich also um die Netto- oder Bruttoangaben handelt, welche Kostengruppen berücksichtigt wurden, oder ob es die Bruttowohn-, Nettowohn- oder Nutzflächen sind, auf die sich die Kostenangaben beziehen, wurde und wird oft nur unzureichend dargestellt.
Bei Recherchen zum Stand der Forschung konnten aktuelle Studien hinzugezogen werden, die die Baukosten vergleichbarer Gebäudetypen unterschiedlicher Materialität (Holzbauweise im Vergleich zu mineralischen Bauweisen) miteinander vergleichen. So stellt eine Studie der Firma Rhomberg Bau einen Unterschied der Erstellungskosten von 0,6 % zwischen Holz- und mineralischer Bauweise fest. Ein weiteres Vorhaben, das diesem Vergleich dienen könnte, ist die das Vorhaben *Johannisgärten* in Berlin, deren Ergebnisse bisher nicht öffentlich zugänglich sind. Dort wurden baugleiche Gebäude in verschiedenen Bauweisen errichtet. Von insgesamt 314 WE wurden 114 WE in Holzhybridbauweise realisiert, die übrigen in mineralischer Bauweise.



Abbildung 3: Beispiel für großvolumigen Holzhybridbau: Studierendenwohnanlage «Siepenfeld», Bochum (Foto: Sigurd Steinprinz)

Im Vordergrund der Kostenanalyse standen die Erstellungskosten der Vorhaben in D, die zwischen 2010 und 2022 realisiert wurden. Dabei wurden – sofern diese Angaben ermittelt werden konnten – jene zu den Kostengruppen (KG) 300 und 400 erfasst, bezogen auf die Brutto- und Nettogeschossfläche (in Euro/m^2).

Untersucht wurde weiterhin, ob Fördergelder eine Rolle gespielt haben, ob Unterschiede aufgrund der verschiedenen angewandten Holzbauweisen festzustellen waren, oder ob es bestimmte Bauweisen gibt, die sich als besonders kostengünstig bzw. preiswert eignen. In Anknüpfung an bestehende Studien (z.B. der Firma Rhomberg Bau) wurden zudem die Baukosten von Siedlungen und Quartieren in Holzbauweise mit mineralischen Projekten eines vergleichbaren Baustandards verglichen.

Die bislang durchgeführte Datenerhebung erbrachte keinen Hinweis darauf, dass für Bauvorhaben in Holzbauweise generell Mehrkosten von 10 bis 15 % gegenüber mineralisch errichteten Gebäuden anzusetzen sind. Da die Analyse der Projektkosten (KG 300 und 400) zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses Beitrags noch nicht abgeschlossen war, sei an dieser Stelle auf den Abschlussbericht verwiesen, der Ende 2022 auf der Homepage des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) unter der Rubrik «Veröffentlichungen» erscheinen wird (siehe www.zukunftbau.de).

4. Motive für die Nutzung von Holz als wesentlichen Baustoff

Neben der Ermittlung der Baukosten wurden im Rahmen der Studie jene Optimierungspotentiale im Bereich von Planung, Genehmigung und Realisierung untersucht, die künftig zu einem vermehrten Einsatz von Holz in der Wohnungswirtschaft führen können. Die entsprechenden Motive der Projektbeteiligten bzw. -verantwortlichen in Hinblick auf die Frage, warum der Baustoff Holz als wesentlicher Baustoff gewählt wurde, wurden in einem zweistufigen Verfahren Befragungen durchgeführt.

Zum einen wurde Mitte 2021 eine Umfrage in Form einer Multiple Choice-Abfrage mit 11 Fragestellungen durchgeführt, die sich in erster Linie an die Hauptbeteiligten der untersuchten Holzwohnbau-Projekte im deutschsprachigen Raum richtete. Bei den Fragen standen die Argumente und Vorbehalte im Vordergrund, die üblicherweise für oder gegen das Bauen mit Holz sprechen. Die Fragen zielten zudem auf erste Anhaltspunkte zu den Erstellungskosten der Holzwohnbauten sowie auf mögliche Vorteile der Holzbauweise gegenüber mineralischen Bauweisen aus Sicht der an den Projekten Beteiligten ab. Von 102 angefragten Projektbeteiligten lagen letztendlich 26 Rückmeldungen vor.

Ergänzend zu der Multiple Choice-Umfrage wurden von den recherchierten Vorhaben Beteiligten drei ausgewiesene Akteure aus Wohnungswirtschaft und Tragwerksplanung im Zuge qualitativer Interviews zu ihren Motiven bzw. Erfahrungen befragt. Durchgeführt wurden die Interviews in der ersten Jahreshälfte 2022 statt und vertieften bzw. ergänzten die Ergebnisse der Multiple Choice-Umfrage.

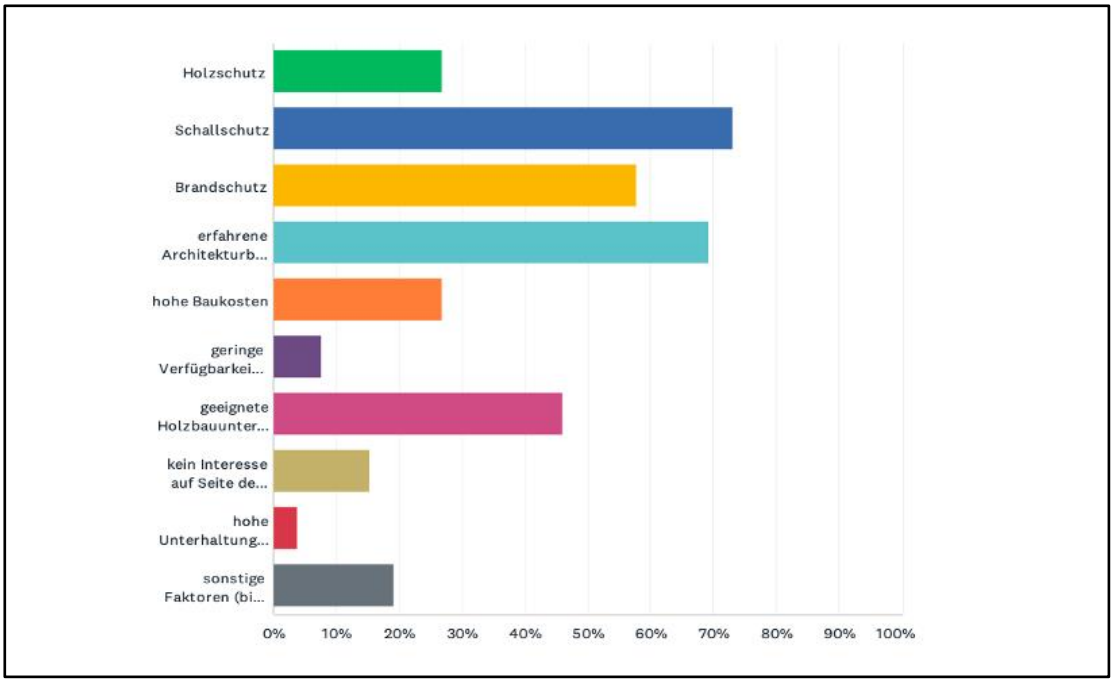


Abbildung 4: Beispiel aus der Auswertung der Multiple Choice-Umfrage; hier zu der Fragestellung: Welche der folgenden Faktoren sind Ihrer Meinung nach bei der Planung und Ausführung von Bauvorhaben in Holzbauweise besonders kritisch?

4.1. Schlussfolgerungen aus der Multiple Choice-Umfrage

Die Multiple Choice-Umfrage zu den Motivationen und Hindernisse für den Holzbau sowie zu den Erstellungskosten großvolumiger Wohnungsbauvorhaben in Holzbauweise lassen drei Schlussfolgerungen zu:

- Expertenwissen:
  Die 102 befragten Akteure wurden ausschließlich aus jenen Unternehmen generiert, die an der Realisation der Wohnbauten und -quartieren beteiligt waren, die Gegenstand dieser Studie waren. Insofern ist davon auszugehen, dass ein überwiegender Teil der Befragten zumindest über grundsätzliche Kompetenzen bezüglich des Bauens mit Holz verfügt, welches vor allem bei den Fachplanern technisch ausgerichtet ist.
- Zustimmung für den Holzbau:
  Obwohl die befragten Akteure mehrheitlich die Holzbauweise als teurer im Vergleich zu einem entsprechenden Vorhaben in mineralischer Bauweise einschätzten, würde die überwiegende Anzahl der befragten Akteure in Zukunft wieder Vorhaben in Holzbauweise realisieren.
- Optimierungspotential:
  Die an der Multiple Choice-Umfrage Beteiligten attestierten den verschiedenen zur Anwendung gekommenen Holzbauweisen erhebliches Optimierungspotential. Dieses Potential wird sowohl bezogen auf die Erstellungskosten als auch auf die Möglichkeiten der Rationalisierung von Planung und Umsetzung gesehen. Dazu kommt ein erhebliches ökologisches Potenzial, welches den Holzbauweisen seitens der befragten Akteure bescheinigt wurde.

4.2. Schlussfolgerungen aus den qualitativen Interviews

Die Umsetzungsempfehlungen deuten an, wie dieses Rationalisierungspotenzial gehoben werden könnte. Die Analyse der quantitativen Interviews zeigt vor allem vier Faktoren, die seitens der interviewten Experten hervorgehoben wurden: *Standardisierung und Serialität*, *Baupartnering*, *BIM und Vorfertigung* sowie *Holzbaukompetenz*. Diese Hinweise können als grundsätzliche Schlüsselfaktoren einer weiter optimierten Planung und Herstellung groß-volumiger Wohnungsbauvorhaben in Holzbauweise interpretiert werden:

- Standardisierung und Serialität:
  Hinsichtlich Raumprogramm bzw. Bautechnik standardisierte Bauvorhaben könnten den Planungsprozess vereinfachen und verkürzen sowie die Erstellungskosten deutlich senken. Die in diesem Zusammenhang genannten Aspekte sind die Serialität und der Rückgriff auf bereits realisierte bautechnische Lösungen sowie Wohnungsgrundrisse. Rationalisierung lasse sich zudem durch so genannte Typengenehmigung von Holz- und Holzhybridgebäuden seitens der Bauaufsicht erreichen, was eine zügigere und planungssichere Bauabwicklung zur Folge hätte.
- Baupartnering / Bauteam:
  Beim Baupartnering finden projektbezogene Teams der am Bau Beteiligten einschließlich der Ausführenden bereits in einer frühen Planungsphase zusammen. Auf diese Weise könnten die Kompetenzen der Planenden und die Besonderheiten der Fertigungs- und Montageprozesse der ausführenden Holzbauunternehmen frühzeitig berücksichtigt und zusammengeführt werden. Dieses Vorgehen könne zu einer Kostensenkung von 10 % bis 25 % führen. Seitens der Befragten wurde betont, dass das Prinzip des Baupartnerings bzw. des Bauteams für die Realisierung von großvolumigen Holzbauten zwingend erforderlich sei, um bezüglich der Qualität und der Kosten zielgerichtet zu erfolgreichen, d.h. wettbewerbsfähigen Ergebnissen zu gelangen.
- BIM und Vorfertigung:
  Ein weiterer Aspekt mit einem Rationalisierungspotenzial sei die konsequente Nutzung des Building Information Modeling (BIM). Die in diesem Zusammenhang erzeugten Planungsdaten stehen in direkter Verbindung mit der Produktion der Holzbauelemente und werden für einen optimierten Abbund bzw. eine optimale CNC-Bearbeitung im Zuge der Vorfertigung als geradezu zwingend notwendig angesehen. BIM ermögliche und vereinfache zudem die CO_2-Betrachtung bzw. Bilanzierung innerhalb der Herstellphase des Gebäudes. Bezüglich der Vorteile der Vorfertigung nannten die Experten die Schnelligkeit und Sauberkeit, mit der die Holzbauelemente auf der Baustelle montiert würden (mit entsprechenden Zeit- und Qualitätsvorteilen gegenüber mineralischen Bauweisen).
- Holzbaukompetenz:
  Betont wurde mehrfach, hinsichtlich Architektur und Tragwerks- bzw. sonstiger Fachplanung auf Akteure mit ausreichender Holzbaukompetenz zurückgreifen zu können. Entsprechenden Kenntnissen und Erfahrungen seien in Österreich, der Schweiz und im süddeutschen Raum gegeben. In den übrigen Regionen Deutschlands sei es im Unterschied dazu nicht einfach, entsprechende Kompetenzen und Qualifikationen zu identifizieren.

Weitere Hinweise und Empfehlungen:
- Verbesserung der Koordination zwischen den Gewerken von Holz- und Betonbau;
- Beachtung der neuen Anforderungen des GebäudeEnergieGesetzes (GEG 2020) sowie der Energieeffizienz über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes;
- Berücksichtigung robuster und langlebiger Holzbauteile;
- Verwendung holzsparender Bauweisen (z.B. Holztafelbauelemente) in Hinblick auf eine mögliche künftige Holzverknappung in Europa und weltweit.

Abschließend sei angemerkt, dass das Wissen um die Relevanz der oben genannten Schlüsselfaktoren für ein optimiertes und rationelles Bauens mit Holz noch nicht flächendeckend bei den Akteuren und Verantwortlichen bekannt ist. Die vorliegende Forschungsarbeit möchte u.a. einen Beitrag dahingehend leisten, die bereits vorhandenen Holzbaukenntnisse und -erfahrungen unter den Architekten, Fachplanern und (Holz-) Bauunternehmen innerhalb der gesamten Bau- und Wohnungswirtschaft zu vermitteln.

5. Literatur (Auszug)

[1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2022): Das neue Klimaschutzgesetz - Jahresemissionsmengen nach Bereichen bis 2030; https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Bilder_Sharepics/mehrklimaschutz/sektorziele_emissionen.pdf; abgerufen am 13.09.2022

[2] Bundesregierung (2021): Koalitionsvertrag. Berlin

[3] Cheret, Peter et al. (2013): Urbaner Holzbau. Handbuch und Planungshilfe. Berlin

[4] Dangel, Ulrich (2010): Nachhaltige Architektur in Vorarlberg. BaselDETAIL Atlas (2017): Mehrgeschossiger Holzbau. München

[5] DETAIL (2014): Holz. Traditioneller Baustoff für die Architektur der Zukunft. München

[6] Djahanschah, Sabine, u. Hafner, Annette, u. Seidel; Arnim (2020): Ökologische Mustersiedlung Prinz-Eugen-Park. Düsseldorf

[7] Gauzin-Müller, Dominique (2011): Ökologische Architektur in Vorarlberg. Basel

[8] Jacob-Freitag, Susanne, u. Lennartz, M. Wilhelm (2016): Neues Bauen mit Holz. Basel

[9] Patakoski, Riku (2007): Kotina puinen kaupunkikylä – esimerkkejä Moderneista puukaupungeista (Wooden urban villages – examples of Modern Wooden Towns). Helsinki

[10] Kaufmann, Hermann (2011): Bauen mit Holz: Wege in die Zukunft. München

[11] Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (o.J.): Nachuntersuchung der Modellvorhaben des Experimentellen Wohnungsbaus «Wohnungen in Holzbauweise». München

[12] Oyarzun Fuentes, Paulina (1992): Holzbausiedlungen: Entwurfsgrundlagen für den Wohnungsbau. Stuttgart

[13] Rhomberg Bau (2020): Im Holzbau auf dem richtigen Weg – erste Ergebnisse des Innovationsprojekts in der Wolfurter Lerchenstraße. Bregenz, Wolfurt

[14] Winter, Wolfgang et al. (2005): Holzbauweisen im verdichteten Wohnungsbau. Stuttgart

Wohnquartiere aus Holz im städtischen Kontext

Eckehard Wienstroer
WIENSTROER ARCHITEKTEN STADTPLANER
Neuss, Deutschland



Wohnquartiere aus Holz im städtischen Kontext

1. Ausgangspunkt einer Stadt-Wohn-Architektur

Freie Baufelder innerhalb des existierenden städtischen Raumes sind nur noch durch Konversion von Altstandorten zu generieren. Kirchen, Schulen, Industrieareale oder Sportfelder und Parkplätze werden neuen Nutzungen zugeführt.
Nicht immer kann ein passgenauer Bebauungsplan hergestellt werden. Meist halten selbst neue Planungsrechte nicht mit den Anforderungen der aktuellen baulichen Entwicklung mit. Alternativ werden neue urbane Entwicklungen über verstaubten B-Pläne gelegt und über lange und diffizile politische Entscheidungswege zur Realisierung gebracht. Die gute Lösung muss in langwierigen und komplizierten Verfahren erstritten werden.
Planen und bauen im vorhandenen städtischen Kontext stellt eine der höchsten Herausforderungen für Planer und Investoren dar. Diese Herausforderungen verbindet die beiden hier gezeigten Projekte.



Abbildung 1: Heilig Geist Kirche, Urdenbach



Abbildung 2: Schule Lacombletstraße, Düsseldorf

Die ist grundlegende Anforderung an Architektur ist deren Gebrauchstüchtigkeit. Die Nutzung muss dauerhaft auch bei wechselnden Anforderungen gegeben sein. Dazu gehört auch deren Anpassungsfähigkeit bei späteren Veränderungen. Deshalb benötigen wir anpassungsfähige Systeme und Strukturen. Das Bedeutet: Setze die wenigen festen Elemente hochgradig präzise und ausbalanciert, dann folgen sie jeder Veränderung. Erhöhe die Anzahl der leichten Bauteile, diese können getauscht werden.
Das dauerhafte Abbild der Gebäude in der Stadt muss von hoher ästhetischer Qualität geprägt sein. Es geht um Qualitätsfragen und Grundregeln der Architektur und nicht um geschmäcklerisch geführte Diskurse. Die neu geplante Umgebung muss höchste Qualität erreichen, so dass die Verantwortung der Bewohner automatisch angesprochen wird. Nur was wir Menschen Wert erachten, wird auch pfleglich behandelt.
Die Aufwendungen, die unsere Gesellschaft zur Erfüllung unserer immer hohen und höher werdenden Anforderungen aufbringen muss, spiegelt die gesellschaftliche Bedeutung der Planung. An welcher Stelle ist der Mitteleinsatz gerechtfertigt? Durch welche Investition profitiert unsere Gesellschaft? In welche Städte gehen wir gerne?
Die Soziale Qualität wird übersetzt durch die maßstäbliche städtebauliche Struktur der Bebauung und dem guten Grundriß der Wohnung. Dies befördert das positive und soziale Zusammenleben.
Natürlich stellen sich Fragen nach Angemessenheit. Müssen wir immer das maximal Erreichbare konstruieren oder genügt eine zweckangemessene Ausführung? Ist die neue Balkonschallschutznorm heilsbringend? Schallschutz, Barrierefreiheit, energetische Levels und Ausstattungsanforderungen der Bewohner und Eigentümer und nicht zuletzt der Gesetzgebung drehen die Anforderungsspirale weiter nach oben. Unsere Standards sind mitunter völlig überzogen und verbrauchen die Ressourcen statt diese zu schützen.

Die Befriedigung der Wohnbedürfnisse wie z.b. der 3 Meter Schrank nebst der Totalerfüllung aller Normen und Regeln führt mitunter zu unlösbaren Planungskonflikten und steht den Anforderungen an eine klare und einfache Struktur diametral entgegen. Das kleinste Raster im aktuell geforderten und geförderten Wohnungsbau ist 1mm. Der Holzbau hat hier andere Anforderungen zu erfüllen.
Eine nachhaltige Investition, so wie es ESG (Environmental, Social and Governance (ESG) Resources) definiert, stellt Nutzungsanforderungen, inhaltliche Belange, Umweltqualität und Wiederverwendbarkeit in den Focus unserer Betrachtung. Themen der Kreislaufwirtschaft erfordern frühe und konsequente Planungsentscheidungen. Dies Funktioniert nur, wenn alle Elemente sinnvoll verknüpft sind. Eines der wichtigsten Merkmale einer nachhaltigen Architektur ist also eine gute Planung!

2. Projektvorstellung Südallee Düsseldorf Urdenbach

2.1. Mischung und Nutzung

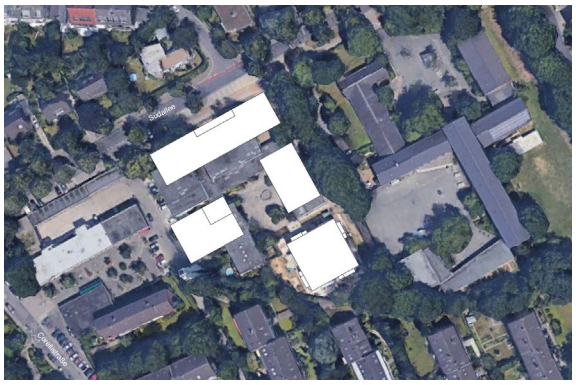


Abbildung 3: Lageplan Südallee WAS

Das neue Wohnquartier Südallee 98 in Urdenbach, soll auf dem Grundstück der Heilig-Geist Kirche der Evangelischen Kirchengemeinde Urdenbach erbaut werden. Auf dem Grundstück entsteht eine Wohnanlage mit 65 Wohneinheiten, eine Tagespflegeeinrichtung und ein Gemeinwesenraum. Es sind unterschiedliche Wohnungsgrößen für Familien und Senioren geplant. Die kleineren 2-3 Zimmer Wohnungen sind hauptsächlich für Senioren, die größeren 3-4 Zimmer Wohnungen für Familien vorgesehen. Von den 2-Zimmer Wohnungen sollen 17 WE vom Land NRW gefördert werden.
Die Kirchengemeinde bleibt mit ihrem Gemeinwesenraum vor Ort präsent und stellt weiterhin Angebote für Interessierte bereit. Zusätzlich wird ein Beratungsbüro für die Bewohner des Gesamten Quartiers eingerichtet. Die vorhandene Kindertagesstätte erhält eine neue sichtbare Adresse, in der der Zugang, die Mülltonnen, Parkplätze und Feuerwehraufstellfläche in einem Bereich zusammengefasst sind.

2.2. Städtebauliche und planungsrechtliche Grundlage

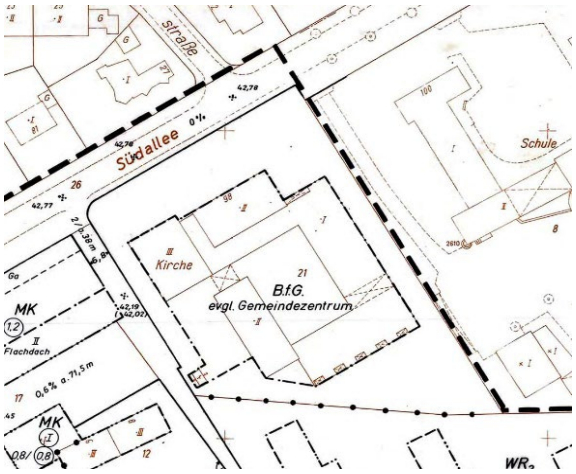


Abbildung 4: Bebauungsplan Südallee 1970

Der Bebauungsplan von 1970 zeigt eine auf die damaligen Anforderungen der Heilig-Geist Gemeinde zugeschnittene Planzeichnung. Das Gemeindezentrum ist um einen geschlossenen und von Außen verborgenen Innenhof gruppiert. Diese Anordnung erzeugt große ungenutzte Freiflächen an den Grundstücksrändern.
Im Rahmen der Weiterentwicklung des Standortes, wurde im Jahr 2014 die Errichtung einer neuen KiTa geplant. Deren Zuwegung, Mülltonnen, Feuerwehraufstellfläche konnten nur als Baulast auf dem Grundstück realisiert werden. Diese sind jedoch auf dem Grundstück verteilt und nicht in einem Bereich zusammenhängend, so dass eine klare Adressbildung nicht umgesetzt werden konnte.

2.3. Städtebauliches Konzept



Abbildung 5: Lageplan Südallee EG, WAS

Wohnmöglichkeiten für ältere Menschen, orientiert an fehlenden Wohnungen für diese Nutzergruppe. Integration von gemeinbedarfsorientierten Quartierselementen. Herstellung von gemeinschaftlichen, nutzbaren und zusammenhängenden Freiflächen, bei gleichzeitiger Wahrung der Privatsphäre. Gebäude mit hohem Anspruch an Nachhaltigkeit, Energieeffizienz und kleinsten ökologischen Fußabdruck. Holzhybridbauweise, Dachbegrünung, begrünter Innenhof, 18 E-Ladesäulen, Spielbereiche, hohe Architekturqualität der Fassadengestaltung Grundrissstruktur. Die bestehenden KiTa erhält eine neue erkennbare Adresse. Die Tagespflege wird mit einer eigenen und geschützten Außenanlage realisiert.

2.4. Räumliche Anordnung

Der parallel zur Südallee angeordnete Riegel, schirmt den Innenhof und die dahinterliegenden Gebäude von der lauten Verkehrsachse «Südallee» ab. Ein weiterer Gebäuderiegel wird an der östlichen Grenze des Grundstückes angeordnet. In diesen beiden Gebäuden sind vorwiegend Wohnungen für ältere Menschen geplant.



Abbildung 6: Hofansicht Südallee, WAS



Abbildung 7: Straßenansicht Südallee, WAS

Das Gebäude an der westlichen Grenze, welches sich als Punkthaus zu allen Himmelsrichtungen öffnet, integriert mit seinen größeren 3 und 4 Zimmer Wohnungen das Familienwohnen im neuen Quartier. Es entsteht ein zusammenhängender, geschützter, stark begrünter Freiraum für die Tagespflege, den Gemeinwesenraum und die neuen Wohnungen. Die Wohnungen sind alle in den Innenhof orientiert und haben mit Ihren Loggien geschützte private Freibereiche.
Der neue Zugang zur KiTa ist an dem Freiraum angeschlossen, ohne den Hof mit Erschließungsverkehr zu belasten. Die Gebäude sind nicht miteinander verbunden, so dass der Innenhof geschützt, aber trotzdem ohne Trennungen mit dem Außenbereich verbunden ist. Alle Bewohner können den Hof mit seinen Grün- und Ruhequalitäten nutzen.

2.5. Grünkonzept und ökologischer Ausgleich



Abbildung 8: Grüner Spielhof Südallee, WAS

Im Bestand sind die Grünflächen an den Außenrändern des Grundstückes angeordnet, während der Innenhof versiegelt ist. Der Nutzbare Raum ist somit nicht begrünt. Im geplanten Neubau dreht sich dies um, der Innenhof ist stark begrünt, während an den Außenrändern die Nutzflächen, wie z.B. die Mülltonnen, Parkplätze angeordnet sind. Gleichzeit erhalten alle Gebäude eine Dachbegrünung und sorgen so für eine zusätzliche Begrünung im Quartier.

3. Projektvorstellung Lacombletstraße

3.1. Mischung und Nutzung



Abbildung 9: Lageplan Lacombletstraße WAS / Kraftraum

Das Projekt ist ein Beispiel für genossenschaftliches Wohnen und Leben im besten gemeinschaftlichen Sinne. Fast alle Wohnungen werden preisgedämpft oder öffentlich gefördert realisiert. Nur wenige Wohnungen werden bindungsfrei vermietet.

Die Gebäude bieten für eine große Bandbreite von Bewohnern in einer sozial ausgewogenen Mischung für alle Nutzungsideen unterschiedliche Möglichkeiten und Entfaltungsspielräume. Das Wohnungsangebot ist sehr vielfältig und bietet großen, mittleren und kleinen Familien unterschiedliche Angebote.

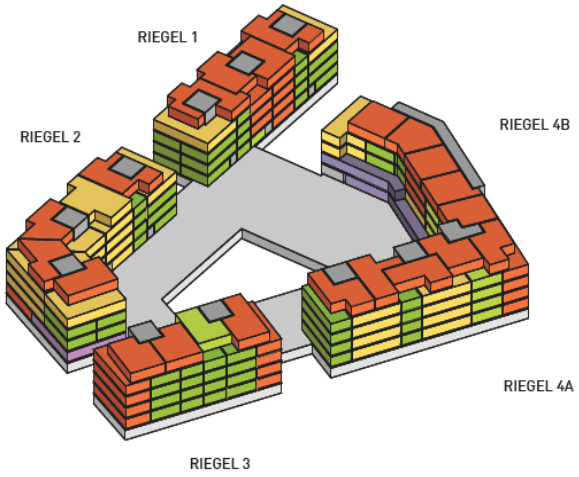


Abbildung 10: Wohnungsmix Lacombletstraße WAS

Zusätzlich werden Wohnungen angeboten, die dem immer stärker gefragten Arbeitsplatz in der privaten Wohnung anbietet. Homeoffice wird damit zum integrierten Baustein in einem modernen Familienleben. Eine Anzahl von Wohnungen werden für Rollstuhlfahrer nach «R»-Regel geplant und im Quartier verteilt angeordnet. Die zentrale Aufenthaltsfläche bietet sowohl ruhige Sitzbereiche als auch Aktivitätenzonen und Spielmöglichkeiten. Die Tiefgarage ist in der Mitte des Quartiers ausgespart, so dass in diesem Bereich auch tiefwurzelnde Bäume angeordnet werden können. Der Außenbereich der Kita ist gestalterisch in die Gesamtplanung integriert und wird mit einem schützenden Zaun von der halböffentlichen Fläche getrennt.

3.2. Nachhaltigkeit der Konstruktion

Die Gebäude werden als Holzbauten im KFW 40 Standard errichtet. Die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen minimiert den CO2 Verbrauch und reduziert den ökologischen Fußabdruck. Sämtliche Tragstrukturen werden aus Brettsperrholz für Decken und als Holztafelbau für die Wände erstellt. Die Decken erhalten zusätzlich einen Aufbeton zur Sicherstellung von Brandschutz und Schallschutz. Die Treppenhauskerne werden als tragende und aussteifende Betonkonstruktionen realisiert. Die zentrale Lage des Aufzuges verringert stark den Schalleintrag der Aufzüge und stellt eine einfache Bauweise sicher. Die Spannweiten sind auf ökonomische Längen begrenzt und erfordern keine ergänzenden statischen Maßnahmen. Alle möglichen Tragachsen sind übereinander gelagert, so dass wenige Stahlstützen und Unterzüge die Hauptlasten abtragen.

Die Balkone werden als vorgestellte Konstruktion aus Betonplatten und -stützen geplant. Die gesamte Konstruktion wird einen sehr hohen Grad an Vorfertigung erreichen und ermöglicht dadurch den Einsatz von kontrollierten, zertifizierten und im Montageverfahren gefügten Materialien. Damit wird der ressourcenschonende Materialkreislauf sichergestellt.



Abbildung 11: Straßenansicht Lacombletstraße, WAS

Der hohe Grad der Vorfertigung beschränkt nicht die Vielfältigkeit der Wohnungstypen, sondern ermöglicht innerhalb der Planung mit seinen strukturell durchdachten Konstruktionssystemen eine sehr hohe Flexibilität. So erlaubt die Bauweise z.B. die Verkoppelung von Zweizimmerwohnungen zu 4-5 Zimmerwohnungen. Die typologische Vielfalt erzeugt höchste Nutzungsflexibilität und damit größte Dauerhaftigkeit der gesamten Konstruktion.

3.3. Fassaden und Adressbildung

Fassaden repräsentieren das Gebäude.

Fassaden repräsentieren die Stadt

Fassaden repräsentieren den Charakter des neuen Quartiers.



Abbildung 12: Fassadenabwicklung Lacombletstraße, WAS

Die konstruktive Durchbildung der Wände auf Basis eines flexiblen Grundrasters erlaubt eine hohe Bandbreite von gestalterischen Anpassungen ohne die Grundstruktur zu verletzen. Damit wird es möglich, einzelne Haustypen auszubilden, die sich sowohl in der Farbigkeit unterscheiden als auch in ihrer Materialität und typologischen Ordnung. Ablesbare Haustypen mit variierenden Fassadenbildern prägen das Quartier und gliedern die Baumasse in begreifbare Abschnitte mit unterschiedlichen Charakteren.

Block B1

Wärmeschutz und Energieeffizienz in Sanierung und Neubau

Sommerlicher Wärmeschutz und Holzbau – Vorurteile und Tatsachen

Jonas Langbehn
PIRMIN JUNG Deutschland GmbH
Remagen, Deutschland



Sommerlicher Wärmeschutz und Holzbau – Vorurteile und Tatsachen

1. Einleitung

Es muss davon ausgegangen werden, dass im Laufe der nächsten Jahrzehnte aufgrund der Klimaerwärmung die Außenlufttemperaturen in Europa in den Sommermonaten weiter ansteigen werden. Gemäß den schweizerischen Klimaszenarien CH 2018 des Bundes [1] werden nicht nur die Durchschnittstemperaturen, sondern auch die Höchsttemperaturen in den Sommermonaten weiter ansteigen. Man geht heute in der Schweiz davon aus, dass die heißesten Sommertage im Jahre 2060 in einem durchschnittlichen Sommer bis zu 5.5° Grad Celsius wärmer sein könnten als heute.

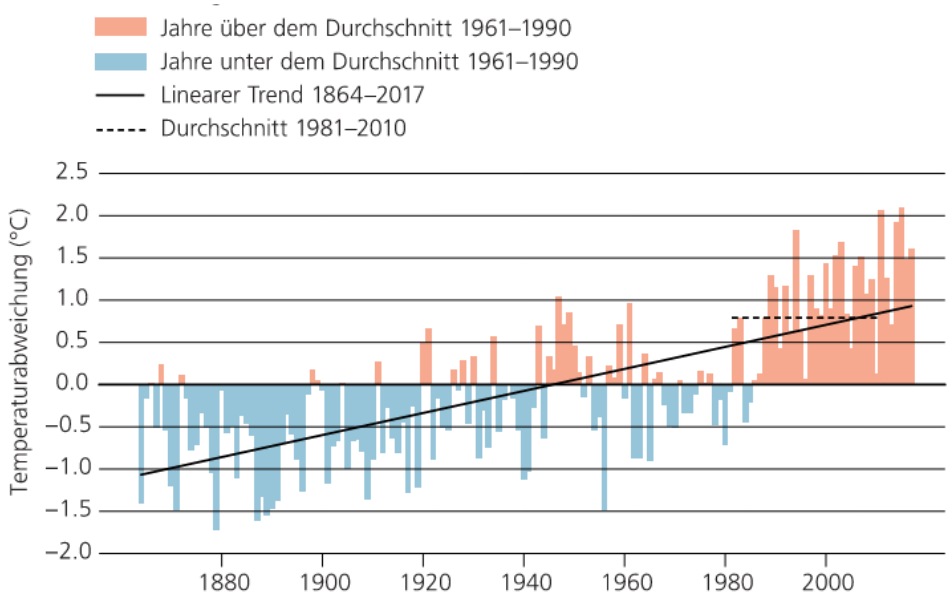


Abbildung 1: Jahresmitteltemperatur 1864–2017 – Abweichung vom Durchschnitt der Jahre 1961-1990 im Schweizer Mittel [1]

Aktuell gehen wir in der Planung davon aus, dass wir Gebäude mit einer Lebensdauer von 50 bis 100 Jahren erstellen. Sprich die Bauten, welche heutzutage erstellt werden, müssen also auch zukünftigen klimatischen Bedingungen gewachsen sein. Bei der Planung muss dementsprechend das Ziel von behaglicher Raumlufttemperaturen im Sommer mit möglichst ohne energieintensive Kühlmaßnahmen über den gesamten Nutzungszyklus verstärkt in den Fokus gerückt werden.

Um gute Lösungen für die thermische Behaglichkeit von Gebäuden in Holz-, wie aber auch in Massivbauweise zu finden, müssen diese gesamtheitlich mit diversen Einflussfaktoren betrachtet werden.

Entgegen der häufigen Meinung, dass hauptsächlich die Wärmespeicherfähigkeit eines Baukörpers das Hauptkriterium für den sommerlichen Wärmeschutz darstellt, sind zwingend weitere Parameter zu berücksichtigen, auf welche im Folgenden eingegangen werden soll.

2. Einflussfaktoren sommerlichen Wärmeschutz

2.1. Übersicht

Einen großen Einfluss auf die Behaglichkeit im Sommer – und damit verbunden die künftige Nutzbarkeit unserer Gebäude – haben unter anderem die folgenden Parameter:

- Wärmespeicherfähigkeit des Gebäudes und der einzelnen Räume
- Interne Wärmelasten durch Personen oder elektronische Geräte
- Solare Wärmegewinne über Verglasungen und Fenster an Fassade und Dach
- Bewegliche Verschattungssysteme und bauliche Verschattungen
- Lüftung und die Möglichkeit einer ausreichenden Nachtauskühlung
- Gute gedämmte Gebäudehülle
- Konzept Gebäudetechnik
- Verhalten der Gebäudenutzenden

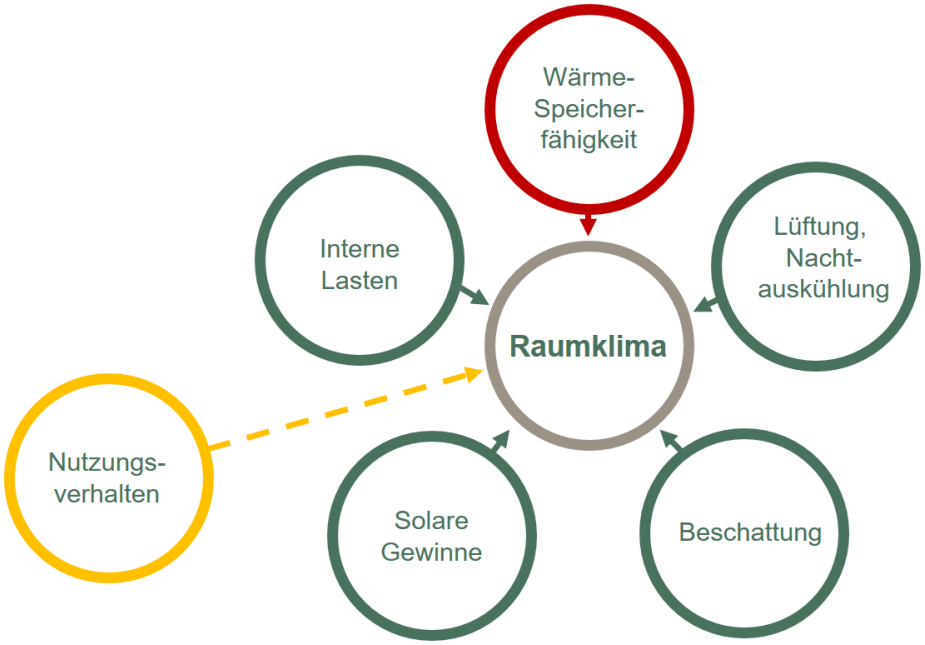


Abbildung 2: Übersicht Einflussfaktoren auf das Raumklima (eigene Darstellung)

2.2. Wärmespeicherfähigkeit

Von der Bauart her unterscheidet sich der Holzbau vom Massivbau einzig bei der Wärmespeicherfähigkeit der Bausubstanz, da diese materialabhängig ist.

Was ist denn die Wärmespeicherfähigkeit C_R überhaupt?
Vereinfacht gesagt ist es die Fähigkeit eines Raumes Energie, in Form von Wärme, aufzunehmen und diese zeitverzögert wieder abzugeben. Wobei die Wärmespeicherfähigkeit raumabhängig von Flächen und Volumen des Raumes ist.

- geringe C_R: schnelleres Aufheizen und schnelleres Auskühlen
- hohe C_R: langsameres Aufheizen aber auch langsameres Auskühlen

Ziel muss es sein, die Materialisierung von Gebäuden, insbesondere von Holzkonstruktionen so zu optimieren, dass diese die im Sommer anfallende Wärme aufnehmen und zeitverzögert zum richtigen Zeitpunkt wieder abgeben können.

Dazu gibt es einige Untersuchungen und Studien zu diesem Thema. Insbesondere ist die Parameteruntersuchung des sommerlichen Raumklimas von Wohngebäuden der Berner Fachhochschule [2], die Untersuchung der EMPA [3]und der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes von Holzbauten von PIRMIN JUNG Schweiz AG [4] zu erwähnen.

In allen drei Studien wurde der Einfluss verschiedenster Parameter auf den sommerlichen Wärmeschutz untersucht und ermittelt. Dabei wird insbesondere auch die thermische Speichermasse mit einbezogen. Die thermische Speichermasse ist bei Holzbauten oft kleiner als bei Massivbauten. Deshalb ist dieser Vergleich besonders spannend.

Die nachfolgenden Grafiken zeigen den Temperaturverlauf eines typischen Massivbaus (C_R = 75 Wh/m²K) und eines Holzbaus (C_R = 45 Wh/m²K) im Vergleich.

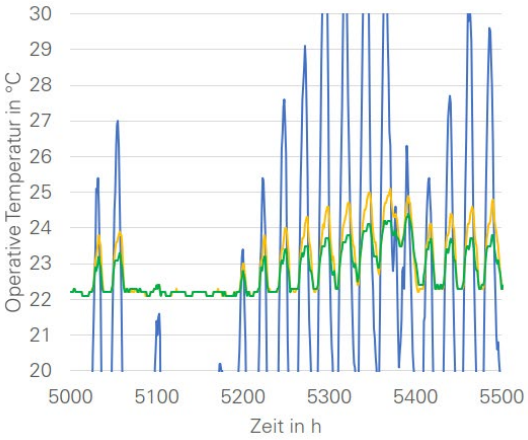


Abbildung 3: Temperaturverlauf 500h [5]

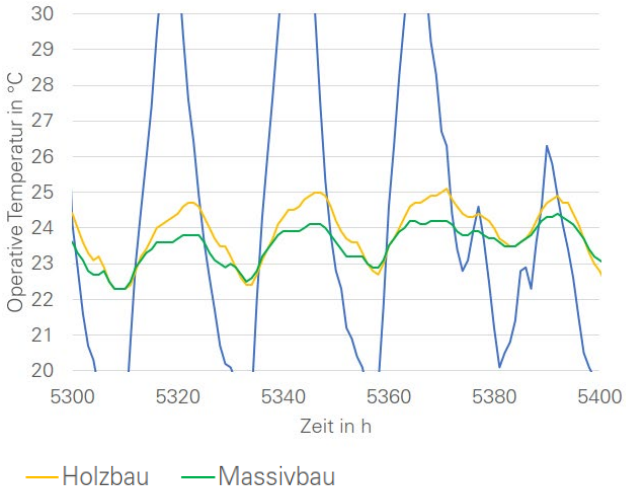


Abbildung 4: Temperaturverlauf 100h [5]

Obige Grafiken zeigen, dass der Holzbau in den Sommertagen leicht höhere, max. operative Temperaturen erreicht, diese gegenüber dem Massivbau in der Nacht aber auch schneller und tiefer wieder absinken.

Je nach architektonischem Ausdruck und Gebäudekonzept ist eine geringere Wärmespeicherfähigkeit also nicht nur nachteilig, sondern kann im Zusammenspiel mit den vorher erwähnten Parametern auch vorteilig genutzt werden.

2.3. Interne Wärmelasten

Die Nutzungsart eines Raumes übt einen sehr großen Einfluss auf die Behaglichkeit im Sommer aus. Je nach Nutzung sind verschieden ausgeprägte interne Wärmelasten durch Personen, Beleuchtung oder Geräte im Raum vorhanden, welche in einer allfälligen Untersuchung der Behaglichkeit im Rauminnern zu berücksichtigen sind.
In einem Unterrichtsraum ist beispielsweise die Wärmeeintragsleistung von Personen um ein vielfaches höher wie in einem Wohnzimmer, wie folgender Vergleich mit Angaben gem. dem SIA-MB 2024:2015 [6] zeigt.

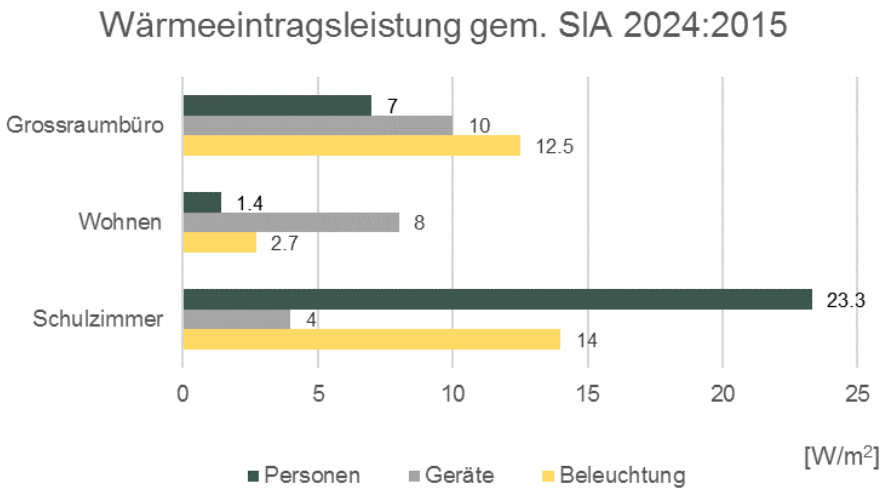


Abbildung 5: Vergleich interne Wärmelasten nach SIA 2024:2015 (eigene Darstellung)

2.4. Solare Gewinne

Solare Wärmegewinne werden primär über Verglasungen in der Gebäudehülle erzielt und können je nach Glasflächenanteil stark variieren. Hier gilt es bereits in einer sehr frühen Phase der Planung eines Gebäudes das optimale Verhältnis von möglichst viel solarem Wärmegewinn im Winter und möglichst wenig im Sommer zu finden.

Untersuchungen bei PIRMIN JUNG Schweiz AG [4] haben gezeigt, dass die Vergrößerung des Verglasungsanteil einer Fassade einen großen Einfluss auf die Überhitzungsstunden eines Raumes haben. Die folgende Grafik zeigt unter anderem diesen Unterschied auf.

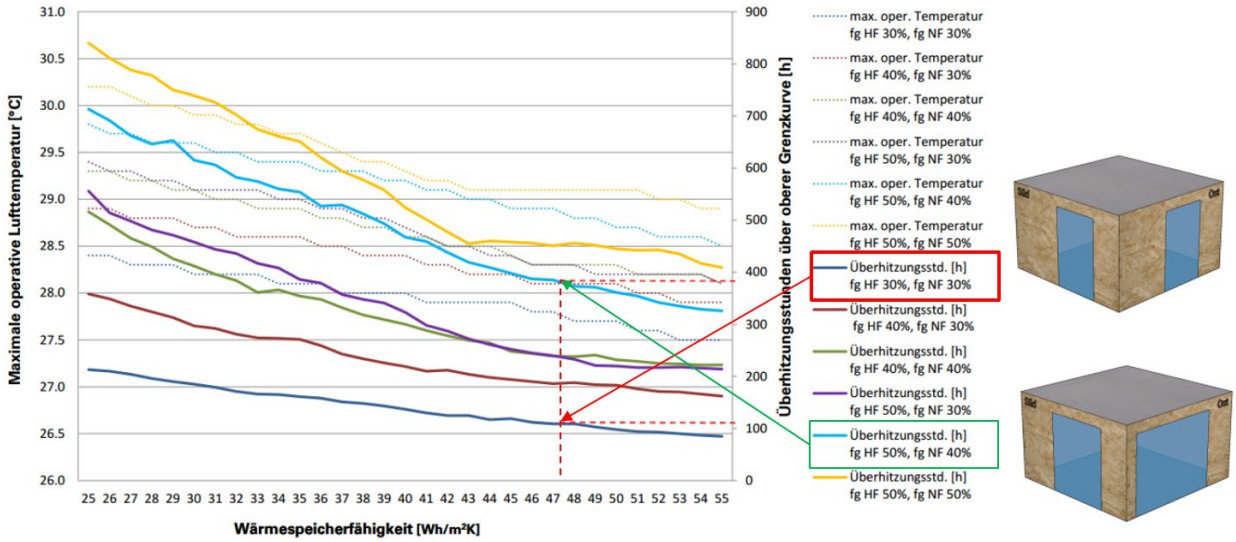


Abbildung 6: Parameterstudie bez. Einfluss Überhitzungsstunden [4]

Im Weiteren ist der solare Wärmegewinn nicht nur über Verglasungsanteile, sondern in gewissem Masse auch über die Verglasung selbst (g-Wert des Glases), z.B. mit einem Sonnenschutzglas, beeinflussbar.

2.5. Beschattung

Als weiterer wichtiger Einflussfaktor sind Beschattungen in Form von baulichen Verschattungen, wie z.B. Vordächer und Balkone, sowie bewegliche Beschattungselemente wie Markisen, Storen oder Fensterläden mit einzubeziehen.
Auch hier gilt es architektonische und energetische Ansprüche in Einklang zu bringen.
So ist beispielsweise die Minimierung des solaren Wärmeeintrags durch ein flexibles außenliegendes Beschattungssystem oder durch auskragende Balkone und die Ansprüche an das Tageslicht im Rauminnern oder den solaren Wärmegewinn im Winter aufeinander abzustimmen. In der Planung bedarf es deshalb bereits in einer frühen Projektphase diesen Umständen Rechnung zu tragen und aufeinander abzustimmen.



Abbildung 7: Beschattung durch Vordach und Stoffmarkise (Fotografie: PIRMIN JUNG Schweiz AG)



Abbildung 8: Beschattung durch Bauliche Massnahmen wie Balkone / Loggias / Terrassen (Fotografie: PIRMIN JUNG Schweiz AG)

2.6. Lüftung, Nachtauskühlung

Die durch den Tag im Gebäude eingespeicherte Wärme muss zu einem gewissen Zeitpunkt wieder aus dem Gebäude abgeführt werden können. Diese Temperaturabführung erfolgt in der Regel in der Nacht, wenn die Außenlufttemperaturen tiefer als die Raumlufttemperaturen im Gebäudeinnern sind.
Dabei gibt es unterschiedliche Konzepte, wobei eine Nachtauskühlung über öffenbare Fenster und die Möglichkeit zum Querlüften des Raums zu den effizientesten Maßnahmen gezählt werden kann. Je nach Gebäude können dazu manuell oder automatisch gesteuerte Fensterflügel eingesetzt werden. Auch ein Abführen der von der Gebäudesubstanz abgegebenen Wärme über eine mechanische Lüftungsanlage oder eine Kombination von Gebäudetechnik und Fensterlüftung sind möglich. Der Einsatz von mechanischen Lüftungsgeräten mit deren Energieverbrauch kann jedoch beträchtlich hoch ausfallen und ist bei der Energiebilanzierung des Gebäudes mit zu berücksichtigen.

Die Möglichkeit einer effizienten Nachtauskühlung ist bereits in der Entwurfsphase eines Gebäudes anzudenken, da die unterschiedlichen Konzepte einen großen Einfluss auf das gesamte Gebäude haben können.

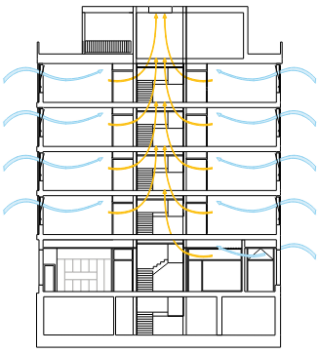


Abbildung 9: Beispiele einer effizienten Nachtauskühlung mittels Querlüftung [7]

2.7. Nutzungsverhalten

Ein wichtiger Faktor der in der Planung des sommerlichen Wärmschutzes eines Gebäudes oftmals vergessen geht ist der Einflussfaktor Mensch und dessen Nutzungsverhalten im Gebäude. Je nach Gebäude und dessen Nutzung ist es sinnvoll, die Konzepte so auszulegen, dass diese möglichst auch ohne manuellen Einfluss der Gebäudenutzenden funktionieren können z.B. mit automatisch gesteuerten Beschattungssystemen.
Für den Fall, dass das Gebäudekonzept vollständig auf das Nutzerverhalten setzt (z.B. öffnen der Fenster, Schließen der außenliegenden Verschattung), empfiehlt es sich die Gebäudenutzenden über ihre Verantwortung zu informieren und ihnen allfällige Hilfestellungen zur Verfügung zu stellen.



Abbildung 10: Sommerzeit… [8]

3. Erkenntnisse

In der Praxis bedarf es bei der Planung von Gebäuden, egal ob Holzbau oder Massivbau, von Beginn weg ein gesamtheitlicher und gemeinsamer Planungsprozess aller beteiligten Fachpersonen, damit die thermische Behaglichkeit im Sommer, heute und künftig, gewährleistet werden kann.
Dabei ist nicht nur der Faktor Wärmespeicherfähigkeit wichtig, sondern weitere Einflussfaktoren ebenso, was aber in der Baubranche erfahrungsgemäß noch zu wenig verankert ist.

4. Literaturverzeichnis

[1] NCCS, «Klimaszenarien für die Schweiz,» NCCS – National Centre for Climate Services, Zürich, 2018.

[2] A. S. u. A. M. D. Kehl, «Parameteruntersuchung des sommerlichen Raumklimas von Wohngebäuden», BFE, Biel, 2011.

[3] T. Frank, «Sommerlicher Wärmeschutz von Dachräumen, Bericht-Nr. 444’383d», Empa, Dübendorf, 2008.

[4] D. Müller und M. Eichenberger, «Nachweisverfahren des sommerlichen Wärmeschutzes von Holzbauten», BFE, Rain, 2015.

[5] D. Müller, «Dynamische Gebäudesimulation von Holzbauten», Hochschule Luzern, Rotkreuz, 2013.

[6] SIA Zürich, SIA Merkblatt 2024 – Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik, Zürich, 2015.

[7] Minergie Schweiz, «Sommerlicher Wärmeschutz – Klimakomfort im Minergie-Gebäude», Minergie Schweiz, Basel, 2022.

[8] M. Hütter, «DGUV Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung – Arbeiten bei Hitze» 07 2016. [Online]. Available: https://www.dguv-lug.de/berufsbildende-schulen/gesundheitsschutz/arbeiten-bei-hitze/. [Zugriff am 03 2022].

Sanierung von Mehrfamilienhäusern mit vorgefertigten Holzfassaden mit integrierter Lüftung und Kleinst-Wärmepumpe

Samuel Breuss
Energieeffizientes Bauen/UIBK
Innsbruck, Österreich

Mattias Rothbacher
Ingenieurbüro Rothbacher GmbH
Zell am See, Österreich

Fabian Ochs
Energieeffizientes Bauen/UIBK
Innsbruck, Österreich



Sanierung von Mehrfamilienhäusern mit vorgefertigten Holzfassaden mit integrierter Lüftung und Kleinst-Wärmepumpe

1. Einleitung und Motivation

Bei der Sanierung von Geschoßwohnbauten, welche häufig kleine Wohnungen mit sehr inhomogener Wärmeversorgung aufweisen (Gas-, Öl- oder Stückholz-Einzelöfen, Elektroboiler usw., vgl. z.B. EU-Projekt Sinfonia) zeigt sich, dass eine Gesamtsanierung inklusive Umstellung auf zentrale Heizung und TWW-Versorgung mit z.B. Fernwärmeanschluss, Biomassekessel (ggf. in Verbindung mit Solarthermie) oder zentrale Luft-, Erdreich- oder Grundwasserwärmepumpe i.d.R. nicht möglich ist. Gerade für die häufig im sozialen Wohnbau vorkommenden kleinen Wohneinheiten scheiden am Markt verfügbare dezentrale Lösungen aus Platz- und Kostengründen häufig aus.

Die erforderlichen Sanierungsraten für die Erreichung der Klimaschutzziele bei der dafür notwendigen Qualität und Geschwindigkeit kann nur durch serielle Sanierung z.B. mittels vorgefertigter Holzfassaden gelingen.

Um eine minimalinvasive serielle Sanierung und einen Umstieg auf ein nachhaltiges Heizsystem im bewohnten Zustand zu ermöglichen müssen also möglichst Kompakte Lösungen gefunden werden, die dann zumindest partiell vorgefertigt in die Fassade implementiert werden können. Dies kann die Integration von Lüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung, von Wärmepumpen bzw. Komponenten von Wärmepumpen oder auch eine Kombination aus beiden Einheiten beinhalten.

Die Herausforderung ist die architektonisch ansprechende Integration sowie die Einhaltung des Schallschutzes, sowohl in der Wohnung als auch im freien an der Grenze zur Nachbarbebauung.

Die Verlagerung der technischen Komponenten in die Außenfassade bringt den Vorteil mit sich, dass die Geräuschentwicklung zu einem großen Teil im Freien stattfindet. Dadurch ist im Gebäudeinneren grundsätzlich eine geringere Lärmbelastung gegeben. In hoch verdichteten Gebieten ist eine sorgfältige Planung des Schallschutzes bzw. Nachbarschaftsschutzes erforderlich.

Eine wesentliche Aufgabe ist die Ermöglichung des Zugangs für Wartung und Reparatur z.B. über Laubengänge, Balkone oder ggf. über mobile Steiggeräte, Hebebühnen, etc..

2. Beispielgebäude

Um ein breit anwendbares Sanierungskonzept entwickeln zu können und um die verschiedenen Möglichkeiten von fassadenintegrierten HLK-Systeme zu entwickeln und zu dimensionieren ist ein Referenzgebäude definiert worden, welches unter verschiedenen Randbedingungen in Bezug auf technische und nicht-technische Vorgaben und Randbedingungen untersucht werden kann.
Abbildung 1 zeigt das Referenzgebäude, ein typisches mehrgeschossiges Wohnhaus (MFH) mit zehn Wohnungen (d.h. zwei symmetrischen Wohnungen pro Etage). Die untersuchte Wohnung (Wohnnutzfläche 70,8 m²) besteht aus sechs Zonen: Küche (KÜ), Schlafzimmer (SZ), Korridor (KO), Bad (BA), Kinderzimmer (KZ) und Wohnzimmer (WZ). Dieses Gebäude wurde auf Basis von typischen Wohnungsgrundrissen bzw. Gebäudetopologien des EU-Projekts Sinfonia (in dem großflächig in Innsbruck und Bozen Sanierungslösungen umgesetzt werden) entwickelt. Der Grundriss des Gebäudes kam zuvor bereits beim «Component Award 2016» (Passivhausinstitut, 2018) zur Anwendung. Der Grundriss entspricht einer typischen kleinen Wohnung im sozialen Wohnbau. Es gibt keinen Technikraum und kaum Platz für Installationen innerhalb der Küche oder des Bads. Im Bad ist ggf. Platz

für einen kleinen Warmwasserspeicher über der Waschmaschine. Eine deckenhängende Lüftung kann in der Küche oder im Korridor untergebracht werden. Typischerweise finden sich auch Wohnungen, die noch mit Einzelöfen geheizt werden, d.h. ein wassergeführtes Heizsystem ist nicht vorhanden. Eine wohnungsweises Heizsystem ist in der Wohnung kaum unterzubringen.

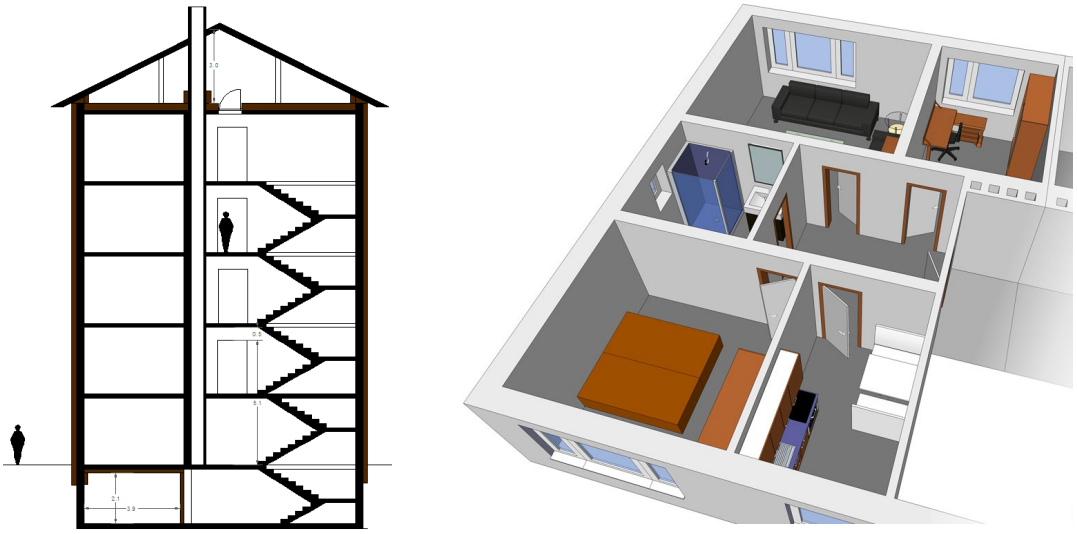


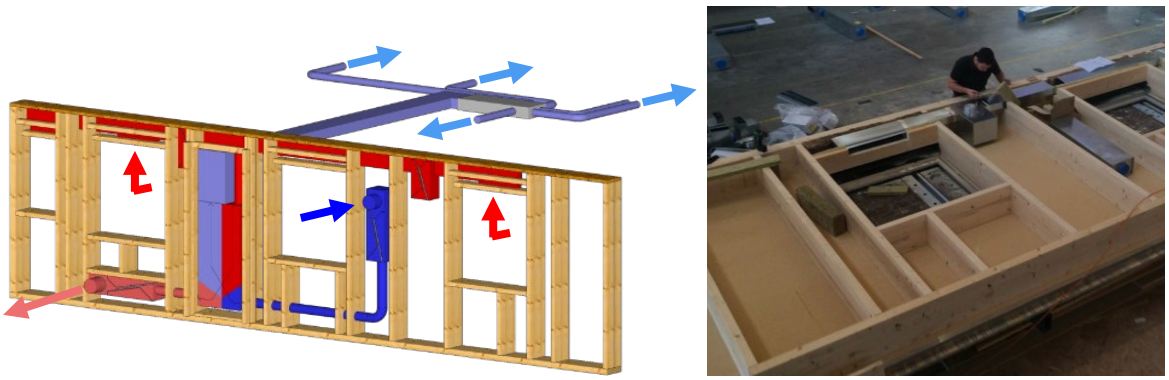
Abbildung 1: Mehrfamilienhaus Schnitt (links) (in Anlehnung an (Passivhausinstitut, 2018)),
3D Ansicht einer Wohnung (Wohnnutzfläche 70,8 m²) mit sechs Räumen (rechts); FFG Projekt SaLüH!

3. Beispiele Fassadenintegrierter Komponenten

Bei Sanierungsprojekten ist der zur Verfügung stehende Raum oft begrenzt und typischerweise ist kein zusätzlicher Platz für HLK-Systeme vorhanden. Dadurch bietet sich die Fassadenintegration von Komponenten der Lüftung mit Wärmerückgewinnung oder Komponenten für die Heizung häufig als einzige Lösung an. Im Folgenden werden drei Beispiele gezeigt von Holzfassaden mit aktiven Komponenten.

3.1. Holzfassadenelement mit Lüftung mit WRG

Es bietet sich an das Lüftungsgerät sowie die Luftverteilungskanäle so weit wie möglich in die vorgefertigte Holzfassade zu integrieren, wie in Abb.1.a gezeigt. Die mechanische Lüftungs- und Wärmerückgewinnungseinheit befindet sich innerhalb der Dämmschicht der neuen Gebäudehülle. Zugang von der Außenseite muss möglich sein. In diesem Beispiel werden die Zuluftkanäle mit der vorerwärmten Zuluft direkt nach innen geführt. Bei der Verlegung der Kanäle in der Fassade ist eine ordnungsgemäße Dimensionierung und Planung erforderlich, um einen hohen Druckverlust und hohe Wärmeverluste zu vermeiden.

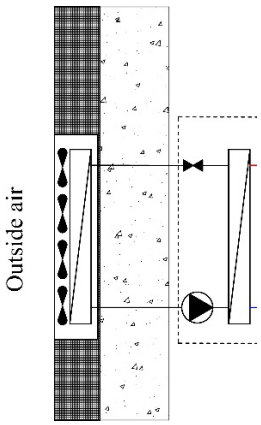


a) b)

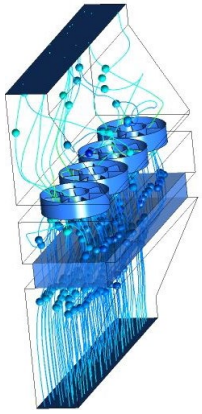
Abbildung 2: Holzfassade mit integrierter Lüftung mit WRG a) keine Abluft-Kanäle in den Wohnungen, Verteilung über die Fassade, Auslässe in den Fensterbänken. Ein Durchbruch für die Zuluft, Verteilung im Korridor b) Mock-Up der Fassadenintegrierten Lüftung während der Fertigung; fp7 Projekt iNSPiRe / Gumpp & Maier

3.2. Fassade mit integrierter Wärmepumpe-Außeneinheit

Eine vielversprechende Lösung sind sogenannte Mini-Split-Wärmepumpen, weil diese aufgrund der extrem hohen Stückzahl zu geringen Preisen verfügbar sind. Wärmepumpen mit kleinen Leistungen (im Bereich unter 2,0 kW) können kompakt und kostengünstig ausgeführt werden und bieten damit neue Möglichkeiten. Eine tatsächliche Alternative stellen diese Systeme aber nur dar, wenn die Akzeptanz dafür durch Modularisierung, verbessertes Design, architektonisch attraktive Integration in die Gebäudehülle und deutlich reduzierte Schallemissionen erhöht werden kann. Abbildung 3 zeigt einen Prototypen einer Fassadenintegrierten Außeneinheit mit 4 Axialventilatoren, wobei der Kompressor bei diesem Konzept sich in der Inneneinheit befindet. Bei kleinen Leistungen und entsprechend geringen Kältemittelmengen ist eine Ausführung mit dem alternativen Kältemittel R290 möglich (max. 150 g).



Schematische Darstellung der Split-Wärmepumpe mit fassadenintegrierter Außeneinheit



Optimierung der Luftführung und Minimierung der Schallemissionen

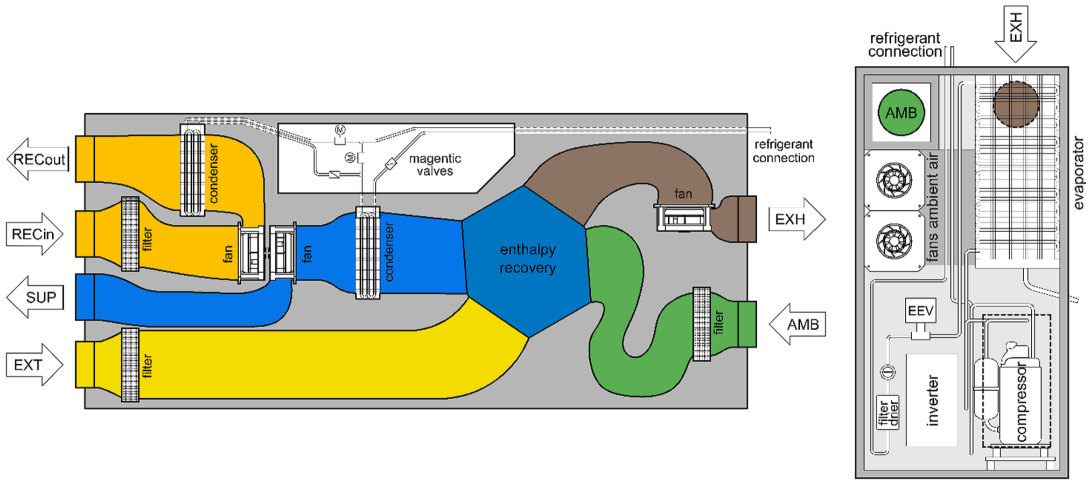


Mock-up eines Fassadenelements für serielle Sanierung in der PASSYS Testzelle (UIBK)

Abbildung 3: Fassade mit fassadenintegrierter Außeneinheit einer Split-Wärmepumpe; FFG Projekt FiTNeS/Drexel und Weiss

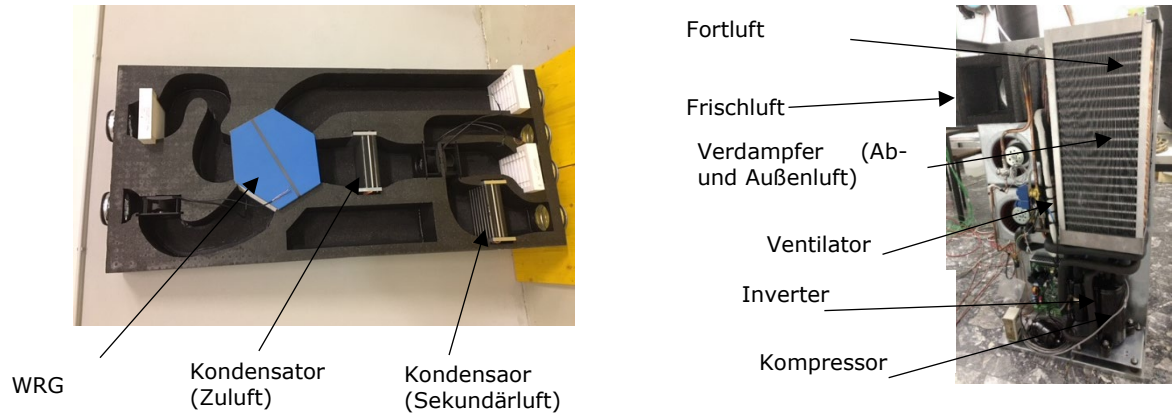
3.3. Kombinierte Lüftung mit WRG und Wärmepumpe

Insbesondere in den Sanierungsfällen bei denen kein wassergeführtes Heizsystem vorhanden ist, ist die Kombination von vorgefertigten Holzfassaden mit integrierter Lüftungs- und Wärmepumpeneinheit sinnvoll. Verschiedene Konzepte wurden entwickelt und getestet. Für kleine Leistungen im Bereich 1 bis 1,5 kW ist eine kompakte in die Fassade integrierte Einheit möglich auf Basis einer Zuluft-Abluft-Wärmepumpe in Verbindung mit einer Lüftung mit WRG. Für größere Leistungen (im Bereich 2,5 kW) sieht das Konzept eine Zuluft-/Fortluft-Wärmepumpe nach dem Prinzip eines Wärmepumpen-Splitgeräts vor, wobei die Inneneinheit z.B. deckenhängend in der Küche installiert wird und die Außeneinheit mit Kompressor in der Holzrahmenfassade vorinstalliert wird.
Abbildung 4(a) und Abbildung 5(a) zeigen eine Skizze bzw. ein Foto des Funktionsmusters des Innengeräts. Die fassadenintegrierte Außeneinheit (siehe Abbildung 4(b) und Abbildung 5(b)) umfasst den Verdampfer, den Kompressor und den Wechselrichter. Die Abluft strömt über den oberen Teil des Verdampfers. Während des Wärmepumpenbetriebs wird ein geringer Volumenstrom von 35 m³/h Umgebungsluft zur Kühlung des Kompressors und des Inverters aufrechterhalten. Bei Bedarf kann zusätzliche Umgebungsluft verwendet werden, um die Heizleistung zu erhöhen. Zur Steuerung der Überhitzung wird ein elektrisches Expansionsventil (EEV) eingesetzt. Der Verdampfer ist ein Platten-Rippen-Röhren-Wärmetauscher. Es fallen durch den Wärmepumpenbetrieb mit Fortluft erhebliche Mengen an Kondensat an, die entsprechend abgeführt werden müssen (bzw. es führt zur Vereisung des Verdampfers, entsprechend müssen Abtauzyklen berücksichtigt werden).



(a) (b)

Abbildung 4: Schema der Innen- (a) und Außengeräte (b) der Split-WP mit fassadenintegrierter Außeneinheit einer Zuluft-Fortluft-Wärmepumpe mit Sekundärluftzirkulation; FFG Projekt SaLüH!



(a) (b)

Abbildung 5: Funktionsmuster (a) des Innengeräts mit Kompressor mit Wärme-bzw. Feuchteübertrager, Zuluftkondensator und Sekundärluftkondensator sowie integriertem Schalldämpfer und (b) der fassadenintegrierten Außeneinheit mit Verdampfer, Kompressor und Inverter; FFG Projekt SaLüH! / Siko Energiesysteme

Ein Mock-Up einer fassadenintegrierten Außeneinheit wurde in der PASSYS Testzelle der UIBK zu Testzwecken installiert, siehe Abbildung 6. Mit diesem Versuch wurde einerseits die Handhabung bei der Installation der Holzrahmenfassade und der Split-Wärmepumpe getestet und andererseits die Funktionalität nachgewiesen. Eine gründliche Untersuchung der bauphysikalischen Details einschließlich der feuchtigkeitsdichten Ausführung ist erforderlich. Ein wichtiger Aspekt der Fassadenintegration ist die Zugänglichkeit und Wartung. Die geeignete Lösung hängt vom Gebäudetyp und insbesondere vom Grundriss ab und muss individuell nachgewiesen werden. Bei Gebäuden mit nicht mehr als vier bis fünf Stockwerken ist der Zugang von außen meist mit einer mobilen Hubarbeitsbühne möglich. Bei höheren Gebäuden oder wenn der Zugang von außen schwierig ist, kann ein Zugang über einen Balkon eine gute Möglichkeit sein.



(a) (b) (c)

Abbildung 6: PASSYS-Testzelle mit «Coldbox» (a) und Mock-Up eines vorgefertigten Holzfassadenelements mit integriertem Außengerät der Heizungs-Lüftungs-Wärmepumpe in der PASSYS-Testzelle der UIBK (b) Montage des Fassadenelements (c) (Ausführung: Holzbau Kulmer, Österreich); FFG Projekt SaLüH! / Kulmer

4. Schallschutz

Insbesondere im hoch verdichteten städtischen, aber auch im ländlichen Bereich, treffen unterschiedlichste Interessen auf einander wodurch Nutzungskonflikte entstehen. Je höher der Verdichtungsgrad ist, desto wichtiger wird die Schaffung von ausgewiesenen Ruhebereichen.

Fassadenintegrierte Lüftungssysteme und Wärmepumpen müssen bereits in geringen Entfernungen sehr niedrige Schallpegel verursachen, welche Bewohner und Nachbarn nicht störend wahrnehmen. Im Vergleich zu zentralen Lüftungssystemen und Luftwärmepumpen besteht der wesentliche Unterschied darin, dass die abgestrahlte Schallleistung mehrerer Geräte auf die gesamte Fassade verteilt wird. Im Zuge einer Sanierung kann die gleichmäßige Belastung aller Bewohner zu einer wesentlich höheren Akzeptanz beitragen.

Wesentlich bei der schalltechnischen Auslegung dezentraler Anlagen ist die Auswahl von Geräten mit möglichst geringer Schallentwicklung. Der Bewohner in der geringsten Entfernung darf durch die Anlage nicht übermäßig belastet werden.

Die TA Lärm definiert Immissionsrichtwerte im Freien und im Gebäudeinneren, sowohl für den Tag- als auch für die Nachtzeit. Den kritischen und somit für die schalltechnische Beurteilung maßgeblichen Fall stellt der Nachtzeitraum dar. Für reine Wohngebiete ist 0,5 m vor dem nächstgelegenen Fenster eines schutzbedürftigen Raumes ein Beurteilungspegel von 35 dB(A) als Gesamtimmission zulässig. Wird der Immissionsrichtwert um mindestens 6 dB unterschritten, kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass der hinzukommende Immissionsanteil irrelevant gering ist. Anforderungen für Innenräume sind in der DIN 4109 und in der VDI 4100 geregelt.

Aus dem zulässigen Immissionspegel im Freien, der Entfernung zum nächstgelegenen Immissionsort s_m und dem Raumwinkelmaß K_0 aus der Aufstellsituation kann der höchstzulässige Schallleistungspegel von fassadenintegrierten Geräten ermittelt werden. Zuschläge für Ton- oder Informationshaltigkeit sind zusätzlich zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Orientierungswerte für den zulässigen Schallleistungspegel für einen Immissionsanteil von 29 dB(A)

Entfernung zum Immissionsort	Raumwinkelmaß K_0 in dB		
	«freie Aufstellung»	«vor einer Wand»	«in einer Ecke»
	3	6	9
s_m in m	zulässiger Schallleistungspegel in dB(A)		
1,0	37	34	31
2,0	43	40	37
3,0	46	43	40
4,0	49	46	43

Diese Orientierungswerte zeigen, dass für die Akzeptanz von fassadenintegrierten Lüftungsanlagen und Wärmepumpensystemen nur Geräte geeignet sind, welche eine geringe Geräuschentwicklung möglichst ohne Tonhaltigkeit aufweisen.

In einer möglichst frühen Planungsphase sind mögliche Aufstellungsorte unter Berücksichtigung der Lage der Fenster von schutzbedürftigen Räumen und reflektierender Oberflächen zu definieren. Für komplexe Aufstellungssituationen, zum Beispiel in Innenhöfen, werden gegebenenfalls schalltechnische Prognoseberechnungen erforderlich. Zur Sicherstellung des Innenraumschutzes ist neben der Luftschallabstrahlung des Gerätes auch die Körperschallübertragung über Bauteile zu beachten.

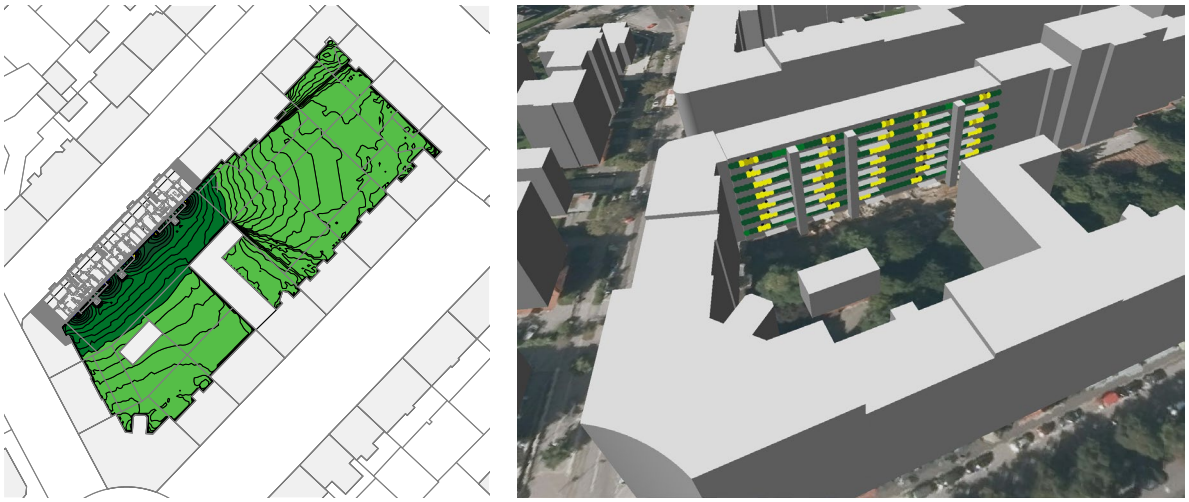


Abbildung 7: Beispielhafte Simulation der Schallausbreitung in einer Innenhofsituation;
FFG Projekt FiTNeS/Rothbacher

5. Schlussfolgerung

Zur Steigerung der Sanierungsrate sind neue minimalinvasive und skalierbare Sanierungsverfahren erforderlich, die innovative Sanierungssysteme für die thermische Hülle inkl. Lüftung mit Wärmerückgewinnung und erneuerbare Wärmeversorgung auf Basis von Wärmepumpen vereinen. Standardisierung und industrielle Vorfertigung von Fassadenelementen ermöglichen eine Reduktion der Kosten bei gleichzeitig niedrigerem Aufwand in situ und einer höheren Qualität.
Ein ganzheitlicher und systematischer Ansatz ist erforderlich um die Aspekte der Bauphysik (Wärmeschutz, Feuchteschutz, Schallschutz) lösen zu können, die Effizienz zu optimieren und damit die Reduktion der CO2 Emissionen zu maximieren. Es bleibt eine Herausforderung die Kosten zu minimieren, wobei diese über den Lebenszyklus betrachtet werden sollten. Industrialisierung (serielle Sanierung) wird als entscheidender Schritt dabei gesehen. Die architektonische Gestaltung und ein ansprechendes Design ist Voraussetzung für eine hohe Akzeptanz.

6. Referenzen

Die gezeigten Beispiele wurden im Rahmen folgender geförderter Forschungsprojekte entwickelt:

[1] EU fp7 iNSPiRe: https://inspire-fp7.eu/

[2] FFG SdZ SaLüH!: https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/salueh-sanierung-von-mehrfamilienhaeusern-mit-kleinen-wohnungen-kostenguenstige-technische-loesungsansaetze-fuer-lueftung-heizung-und-warmwasser.php

[3] FFG SdZ FiTNeS: https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/fitnes.php

Sanierung nach dem Energiesprong-Konzept – BV Katharinenstrasse in Bochum

Heiko Seen
HU-Holzunion GmbH
Oberaichbach, Deutschland



Sanierung nach dem Energiesprong-Konzept

1. Konzept & Zielsetzung

1.1. Konzept

Komfortable, architektonisch ansprechende Häuser mit NetZero-Standard, die für jedermann erschwinglich und innerhalb weniger Wochen Bauzeit umsetzbar sind: Das Energiesprong-Prinzip revolutioniert den Sanierungsmarkt. [1]

Diese Beschreibung [1] findet man auf der Internetseite der deutschen Energie-Agentur dena unter www.energiesprong.de und es beschreibt die Vision dieses Sanierungskonzeptes, aber es ist aus meiner Sicht noch ein langer Weg bis zur Umsetzung dieser Vision in die Realität. In den folgenden Seiten dieses Referates gebe ich Ihnen einen kurzen Einblick, in die Aufgabenstellung, Umsetzung- bzw. Ausführungsvariante unseres Projektes und ein paar Tipps, was man bei einem solchen Sanierungskonzeptes (-prozessen) beachten sollte.

1.2. Zielsetzung

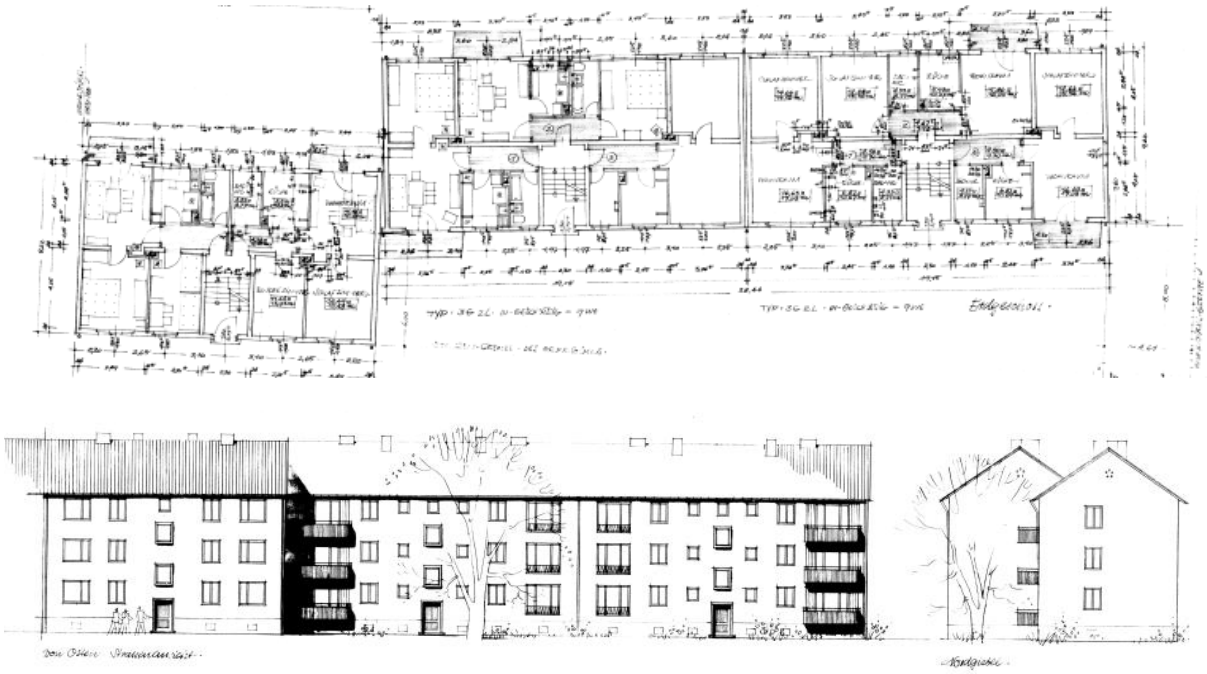
Die oben genannte Prinzip-Beschreibung ist im Grunde nach korrekt, aber enthält aus meiner Sicht einen wesentlichen Faktor, hinsichtlich der Entwicklung von einem individuellen Sanierungskonzept hin zu einem «seriellen Fertigungsprinzip von außen», nicht. Nur mit einem solchen wirtschaftlichen und stark kostenreduzierenden Fertigungsprinzip lässt sich diese Vision in die Realität umsetzen. Ich bin davon überzeugt, dass ein solches Sanierungskonzept sinnvoll und zwingend notwendig ist und in jedem Fall deutlich mehr gefördert werden sollte, als wenn Neubauten mit dem aktuellen energetischen Standard gebaut werden.

Ich versuche es Mal mit meinen eigenen Worten zu beschreiben und bitte im Vorfeld zu entschuldigen, wenn ich dies mit dem Schwerpunkt aus der Sicht der Ausführung und weniger als Marketingkonzept bzw. als Vertriebsstrategie betrachte.

Das Energiesprong-Prinzip ist eine Vision für ein energetisches Sanierungskonzept, was das Ziel verfolgt, Bestandsgebäude mit einer einfachen kubischen Architektur ab den 50er Jahren, die neben einer veralteten Haustechnik, einen sehr hohen Energieverbrauch haben, nachhaltig und wirtschaftlich mit seriellen Fertigungskonzepten von außen, zu einer hochgedämmten Außenhülle inkl. anteiliger Haustechnik zu sanieren. Dabei steht die sehr kurze Ausführungszeit (nicht Planungszeit), eine geringe Belastung der Bestandsmieter ohne Räumung der betroffenen Wohnungen und ein hoher energetischer Standard im Vordergrund. Die Wirtschaftlichkeit soll im Zuge eines Entwicklungs- & Erfahrungsaustausches unterschiedlicher Bauteams (Unternehmen) mit unterschiedlichen Sanierungskonzepten erarbeitet werden und am Ende zu einer gewissen «Standardisierung» führen. Die Architektur steht dabei nicht im Fokus, aber ist ein wichtiger Bestandteil des Sanierungskonzeptes und fordert neben vielen baulichen Herausforderungen auch deutlich mehr Können von den Planern, als die Entwicklung eines neuen Gebäudes auf der grünen Wiese!

2. Projektbeschreibung

Beim Projekt Katharina Str. 16 bis 20 in Bochum handelt es sich um ein 3-geschossiges Bestandsgebäude aus den 50er Jahren mit Unterkellerung und einem nicht ausgebauten / gedämmten Dachboden als Satteldach. Ebenfalls sind die Kellerdecke und die Decke über dem 2.OG nicht wärmegedämmt.



Bilder: Vonovia SE

Die Hausnummern 18 und 20 sind über eine Gebäudetrennwand (Gebäudefuge) baulich getrennt und die Hausnummer 16 ist versetzt angeordnet zu den Hausnummer 18 & 20 und zusätzlich leicht im Grundriss gedreht. Alle drei Gebäudeteile haben auskragende Balkone aus Stahlbeton auf der Straßenseite und/oder auf der Gartenseite. Das Gebäude 16 ist straßenseitig direkt auf der Grundstücksgrenze zum öffentlichen Bürgersteig gebaut worden, wodurch eine Änderung/Erhöhung der Außenwandstärke nur bedingt möglich war.

Im Laufe der Zeit wurden die original Fenster aus den 50er Jahren durch modernere Kunststofffenster getauscht und so ein etwas besserer Energiestandard erreicht. Allerdings ist im Bereich der Dach- bzw. Kellerdämmung nur bedingt eine sinnvolle Ertüchtigung der Wärmedämmung ausgeführt worden, womit der Energieverbrauch dieser Gebäude sehr hoch war.

Neben vielen bauphysikalischen und technischen Aufgabenstellungen aufgrund der Bausubstands, waren die unterschiedlichen Modernisierungen der Mietswohnungen, besonders aber der Bäder und Küchen mit den dazugehörigen Fliesenspiegeln und Einbaumöbeln, eines der größten Herausforderungen. Wenn man sich das Ziel dieses Projektes erneut vor Augen führt, dann ist eine geringe Belastung der Mieter in Ihren Wohnungen eine der wichtigsten Aufgabenstellungen. Dies wiederrum bedeutet, dass ein Abbruch von Fliesen (Laibungen) oder gar eine anteilige Wohnraumsanierung bzw. Außenwandsanierung keine Lösung für die Aufgabenstellung darstellte.

3. Vorbereitungen

In Anbetracht der Tatsache, dass es sich bei diesem Gebäude um ein Pilotprojekt nach dem Energiesprong-Konzept handelt, wo Fehleinschätzungen von allen beteiligten Seiten gemacht wurden, stand immer das Ziel der schnellen Umsetzung im Fokus der Arbeiten. Bekanntlich ist man im Nachhinein immer etwas schlauer und so ist es keine Überraschung, dass auch wir wieder einmal viel bei diesem Projekt gelernt haben.

Aufgrund von eigenen ausgeführten Sanierungsprojekten mit ähnlichen Anforderungen und der Aufgabenstellung bei diesem Projekt, dass die Außenhülle von außen vor die Bestandsfassade inkl. im Werk eingebauter Fenster gestellt werden soll, war klar, dass ein entsprechendes 3-D-Aufmass von innen und außen notwendig war. Bis zu diesem Punkt war für uns noch alles im grünen Bereich und aufgrund unserer Erfahrungen bei Sanierungen auch kein Problem. Das sollte sich aber mit dem 3-D-Aumaß über einen Scanner ganz schnell ändern und neben vielen kleineren, aber auch ein paar größeren technischen bzw.

baulichen Problemen, waren die «Prozessabläufe» das große Zauberwort. Was genau das bedeutet und um welche Prozesse es sich handelt, erläutere ich Ihnen teilweise im Verlauf dieses Vortrages.

***Tipp 1**: Prozessabläufe Schritt für Schritt über die eigenen Gewerke / Unternehmensstrukturen hinaus, bis hin zu den Mietern und von der Vorbereitung bis zur Umsetzung definieren.*

Sämtliche Wohnungen und Außenansichten wurden mit einem 3D-Scanner aufgenommen und in einem 3D-Volumenmodell zusammengeführt. Hier ist nun das erste größere technische Problem entstanden, denn die Datenmengen waren so groß, dass wir teilweise Tage benötigt haben, um die Daten über die Cloud von einem Computer auf einen weiteren Computer zu übertragen. Da das Aufmaß von unserem Architekten im Bauteam aufgenommen und zusammengeführt wurde, musste dieses nach der Bearbeitung zu uns in die AV übermittelt werden, damit wir die Daten hinsichtlich der Fassadenebenheit und der Fenstergrößen interpretieren konnten. Im Nachgang wollten wir dann das 3D-Modell in unser AV-Programm für den Holzbau übernehmen, aber leider war dies so nicht ohne weiteres möglich.

***Tipp 2**: Prüfen sie im Vorfeld, wie sie die Daten schon beim 3D-Aufmaßes deutlich reduzieren, indem sie z.B. das Aufmaß in schwarz/weiß machen und nicht in Farbe.*

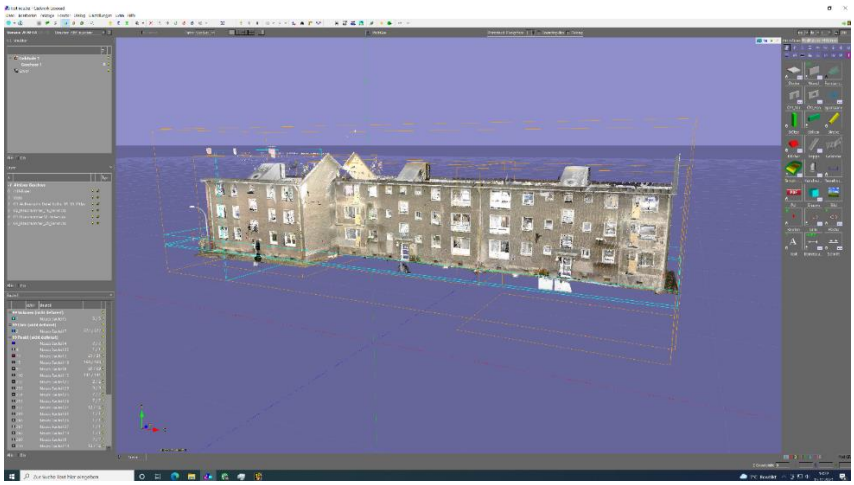


Bild: HU-Holzunion GmbH

Nachdem wir diese ersten Hürden bzgl. der EDV genommen hatten und auch tatsächlich mit der Bearbeitung der Daten beginnen konnten, war viel kostbare Zeit verloren und die nächste Herausforderung hat nicht lange auf sich warten lassen.



Im Zuge der Detailprüfung durch das beauftragte Statikbüro wurde die Frage an den Bauherren gestellt, ob man hier einen Prüfer hinzuziehen sollte, da es doch viele Unbekannte bzgl. der Anschlusssituationen und der Lastabtragung gab. Dem beauftragten Büro war das Risiko einfach zu groß, die Entscheidung bzgl. der Detailanschlüsse an die Bestandswände alleine zu tragen. Leider war diese Entscheidung suboptimal, da ein Prüfstatiker nur das prüfen kann, was in einer Norm verankert oder über eine Zulassung abgedeckt ist. Da es sich bei diesen Gebäuden oft um alte Baustoffe aus der Nachkriegszeit wie z.B. die Außenwände mit unbekannten Baustoffen handelt, die dann auch noch in nicht definierten Zusammensetzungen auftreten können, war die Zusammenarbeit eher kontraproduktiv. Dies soll in keiner Weise eine Kritik an dem Statikbüro noch dem Prüfstatiker sein, da beide ihre Arbeit gemacht haben, aber ein Prüfer kann eben nur das prüfen, was auch mit entsprechenden Kennwerten belegt und nachgewiesen werden kann.

Bild: HU-Holzunion GmbH

Nach gemeinsamer Anstrengung und einer sehr guten Zusammenarbeit zwischen Statikbüro, Prüfstatiker und dem Auftragnehmer (Kooperation aus der Fischbach Gruppe und der HU-Holzunion GmbH), haben wir am Ende eine machbare Lösung gefunden und sämtliche Vertikallasten aus den 3 Geschossen und zusätzlichen die Wind-/Sogbelastungen an den Eckpunkten über Winkelverbindungen in die Bestandsdecken eingeleitet.

4. Umsetzung/Ausführung

Die Jahreszeit und damit die Witterung war im Februar 2022 alles andere als optimal, um ein solches Vorhaben als Pilotprojekt umzusetzen. Dabei war die Montage der vorgefertigten Außenwände das kleinste Problem und auch bei einer schlechten Witterung in der Ausführung möglich. Allerdings müssen die Windverhältnisse so sein, dass Kranarbeiten möglich und vor allem zulässig sind, da die Elemente bei dieser Ausführung sehr leicht sind und dabei eine große Windangriffsfläche bieten.

Die Schwierigkeiten liegen eher bei den vorbereitenden Maßnahmen, wie z.B. dem Fensterausbau in den Bestandswohnungen und dem damit verbundenen Kälte- bzw. Witterungseinfluss bei den Mietern. Bitte berücksichtigen sie, dass es sich bei diesen Projekten um komplett bewohnte Wohnungen handelt, wo wenig bis keine großen Vorbereitungen bzgl. der Sanierung von außen gemacht wurden. Ziel war es die Fenster von außen im Bereich der Laibungen einzuschneiden, diese dann nach außen rauszunehmen und mit dem neuen Wandelemente inkl. Fenster noch am gleichen Tag wieder zu schließen. Die Arbeiten in der Wohnung sollten sich nach unserer Planung auf einen Tag beschränken und nochmals einen weiteren Tag für die Anschlussarbeiten der neuen Fenster an den Bestand inkl. der neuen Laibungsverkleidung benötigen.



Bild: HU-Holzunion GmbH

Die im Vorfeld ermittelten Daten der Fenstergrößen aus dem 3D-Aufmaß, welche im Zuge der Arbeitsvorbereitung interpretiert und zur Fensterbestellung verwendet wurden zeigten, dass jedes Fenster eine andere Größe haben musste. Aufgrund des Baujahres in dem das Gebäude entstanden ist, kann man davon ausgehen, dass der Rohbau erstellt wurde und die Fenster im Nachgang aufgemessen und entsprechend der Öffnung gefertigt wurden. Leider war es so nicht möglich, die Fenster mit entsprechenden Standardgrößen für alle Gebäudeteile zu bestellen und die neuen Innenlaibungen im Werk vorzufertigen, da nicht sicher war, wie das neue Fenster in der Holzaußenwand nach der Montage in der «alten» Laibungsöffnung vom Bestand sitzt.

Die Montage der vorgefertigten Außenwandelemente lief problemlos, trotz schlechter Witterung, in nur wenigen Tagen und auch die Fensteröffnungen der neuen Wandelemente passten sehr gut zum Bestand.

Deutlich mehr Probleme machte der geplante Anschluss der luftdichten Ebene (Folie am Fenster) an den Bestand, da der Untergrund des Bestandsmauerwerkes zum einen sehr unregelmäßig bzgl. der Materialeigenschaften war und das Einschneiden der Laibung im Vorfeld von außen oft verlaufen ist und somit teilweise nachgearbeitet werden musste. Die Entscheidung die Fenster im Vorfeld von außen einzuschneiden war richtig, das Herausbrechen der Bestandsfenster von innen, wurde aufgrund der sehr schlechten Witterung angepasst und ist unter Berücksichtigung der bewohnten Gebäude denkbar, aber die Nacharbeiten an den Laibungen haben zu einer hohen Belastung der Mieter geführt. Aufgrund der unebenen Laibungsflächen im Bestand mussten diese in Teilbereichen nachgearbeitet werden und die zusätzliche Bearbeitungs- / Trocknungszeit hat unseren Zeitplan komplett gesprengt.



Bild: HU-Holzunion GmbH

Das Ausflocken der Elemente und auch die späteren Putzarbeiten waren dann Rutine und mit Ausnahme der Witterung keine besondere Herausforderung.

5. Ergebnis

Im Ergebnis können wir dieses Bauvorhaben als Piloten sehr gut beschreiben und so war dieses Projekt auch geplant. Dies soll allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, dass es finanziell kein großer Erfolg gewesen ist und wir bzgl. einer Standardisierung von seriellen Fassadensanierungen noch ein gutes Stück weg sind. Allerdings beziehen sich die «Lernerfolge» weniger auf die handwerkliche Ausführung, als mehr auf die komplexen Prozessabläufe, die Daten Ver- & Bearbeitung und die gesamtheitliche Planungsphase in der engen Abstimmung und Kommunikation mit dem Bauherrn bzw. den Mietern.

Als Fazit kann ich jedem Interessierten nur empfehlen, dass ein festes Planungs- & Ausführungsteam die Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung solcher Projekte ist. Nicht umsonst wurden verschiedene «Bauteams» mit der Ausführung der Pilotprojekte und dem Energiesprong-Konzept beauftragt und selbst dann gibt es noch ausreichend Herausforderungen. Die Vergabe solcher komplexen Prozesse in einer Einzelvergabe von Gewerken, führt aus meiner persönlichen Sicht zu einer absoluten Katastrophe.

«Ende gut – alles gut» und so haben wir unter dem Einsatz aller Beteiligten zum Schluss ein weiteres Projekt erfolgreich umgesetzt. Die Gebäude sind nicht nur von außen deutlich attraktiver geworden, sondern die Bewohner haben eine enorme Verbesserung der Wohnqualität erhalten und der Gesamtenergieverbrauch des Gebäudes ist auf einen Net-Zero-Standard verbessert worden.





Bilder: Fischbach Holding GmbH

Block B2

Behaglichkeit und Wohngesundheit im Blickwinkel aktueller Zertifizierungssysteme

Behaglichkeit – Wechselwirkung oder Zusammenspiel bauphysikalischer Phänomene?

Schew-Ram Mehra
Institut für Akustik und Bauphysik
Universität Stuttgart
Stuttgart, Deutschland



Behaglichkeit – Wechselwirkung oder Zusammenspiel bauphysikalischer Phänomene?

1. Einleitung

Der Mensch verbringt fast 90 % seiner Lebenszeit in Räumen und steht mit ihnen ständig im wechselseitigen Spannungsfeld. "Zuerst prägt der Mensch den Raum, dann prägt der Raum den Menschen", sagte einst Winston Churchill [7]. Der Mensch formt und gestaltet den Raum, um seine Bedürfnisse zu erfüllen, seine Werte sowie Gewohnheiten zu realisieren und die gesellschaftlichen sowie soziokulturellen Vorgaben zu verwirklichen. Der Raum bietet den Menschen Aufenthalts- sowie Lebensbedingungen und nimmt auf ihn durch seine Auswirkungen Einfluss. Dieser Einfluss muss zudem aus dem Blickwinkel der Nutzung, Art und Dauer der Nutzung, Lebensphasen und Emissionen im Raum betrachtet werden.

Es wird immer deutlich, dass die zunehmenden «modernen» Bauweisen, der Einsatz neuer und zum Teil für das lokale Klima und die jeweilige Kultur ungeeigneter Werkstoffe und Konstruktionen, der hohe Ressourcenverbrauch, die steigende und unvermeidbare Technisierung der Räume und die damit verbundenen Emissionen erhebliche Negativfolgen für das menschliche Wohlbefinden, das Umfeld und die Umwelt mit sich gebracht haben. Die Behaglichkeit im Räumen wird wesentlich durch die Zusammen- bzw. Wechselwirkung bauphysikalischer Phänomene dort bestimmt.

2. Behaglichkeit

Die Behaglichkeit ist ein komplexer Begriff, hinter dem viele Zusammenhänge und Empfindungen verborgen sind. 1896 führte der Ernährungsphysiologe Max Rubner für die Wahrnehmung der thermischen Atmosphäre des Raumes erstmalig den Begriff «Behaglichkeitsempfindung» ein [23]. Nicht selten wird die Behaglichkeit mit Phänomenen, wie das Wohlbefinden, wie es aus der Hygiene bekannt ist, und der ästhetischen Wirkung des Raumes bzw. der Wahrnehmung von Sicherheitsmerkmalen im Raum verwechselt [15].

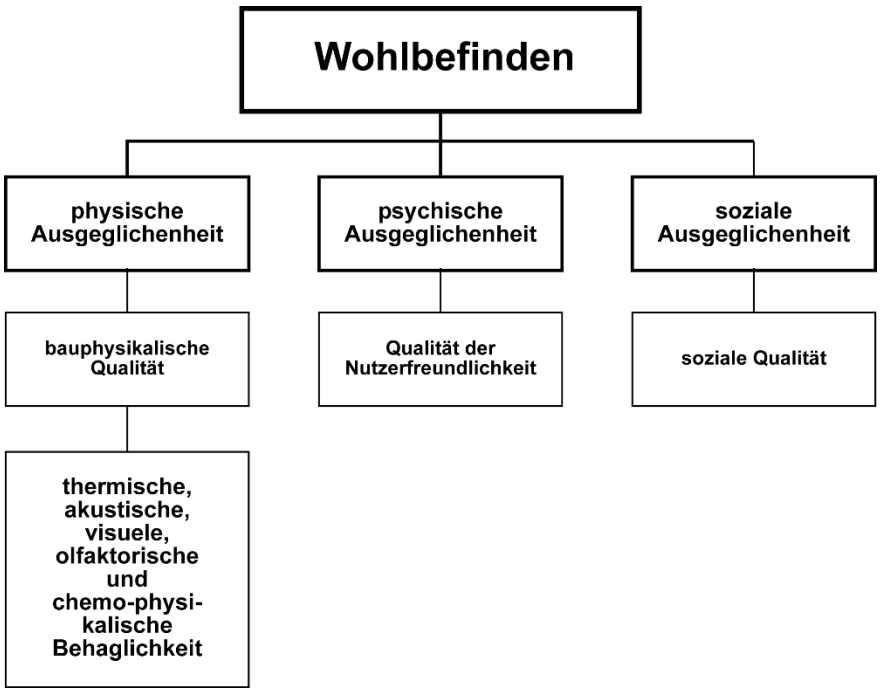


Bild 1: Komponenten des menschlichen Wohlbefindens im Raum mit Angabe der Behaglichkeit unter Einfluss bauphysikalischer Phänomene, nach [16].

Das Wohlbefinden bringt, wie in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt, die physische, psychische und soziale Ausgeglichenheit eines gesunden Menschen mit seinem Umfeld – und damit auch mit dem Raum zum Ausdruck. Die physische Ausgeglichenheit (Behaglichkeit) wird von der bauphysikalischen Qualität des Raumes bestimmt. Obwohl die physischen Auswirkungen häufig nicht direkt wahrgenommen werden, sind ihre gesundheitlichen Folgen dennoch gravierend, z. B. Herzkreislaufstörungen durch zu hohen Schallpegel oder Atemwegbeschwerden durch zu trockene Luft. Dagegen werden die psychischen Auswirkungen deutlich bemerkbar, z. B die Unzufriedenheit mit der Raumgröße, Raumbeleuchtung oder Farbe der Umschließungsflächen. Die sozialen Folgen beinhalten Aspekte wie das Isolations- und Abgeschiedenheitsgefühl aufgrund der Lage und Qualität des Raumes.

Gekennzeichnet wird die Behaglichkeit durch die Abwesenheit von Impulsen, die den unterschiedlichen Rezeptoren am menschlichen Körper zur Veränderung der Situation oder der Umgebungsbedingungen veranlassen. Folglich spiegelt die Behaglichkeit die subjektive Bewertung eines Zustandes, hier des Klimas im Raum, wieder. Mit Raumklima wird dabei das thermische, hygrische, akustische, visuelle und olfaktorische Verhalten des Raumes sowie die Raumluftqualität und elektromagnetische Belastung im Raum zusammengefasst. Entsprechend kann gemäß Bild 2 von der thermischen, hygrischen, akustischen, visuellen und olfaktorischen Behaglichkeit gesprochen werden.

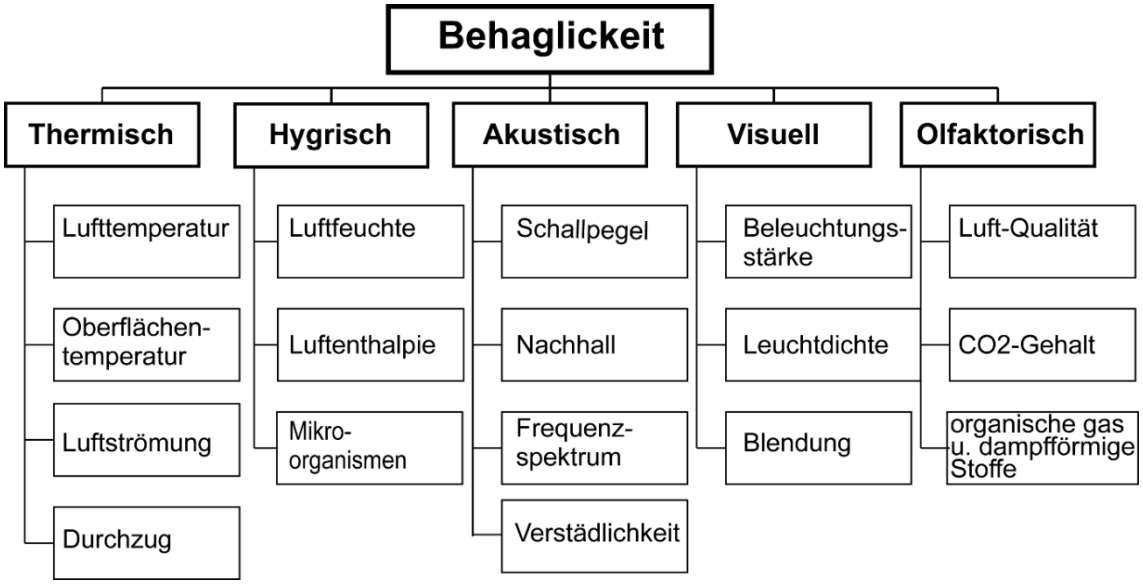


Bild 2: Übersicht über die Komponenten der Behaglichkeit im Raum mit Angabe von Einwirkungen, die sie beeinflussen.

Da die bauphysikalischen Phänomene, Wärme, Feuchte, Schall, Licht, Gerüche und andere Emissionen im Raum nicht getrennt, sondern alle oder zum Teil zusammen auftreten, bestimmen sie in ihrer Kombination das Raumklima und damit die Behaglichkeit im Raum, Bild 3. Es ist auffallend, dass in der Forschung kaum oder nur wenige Untersuchungen, z.B. [11], vorliegen, die sich ganzheitlich mit der Behaglichkeit befassen. Die notwendige ganzheitliche Erforschung der Behaglichkeit ist aufwendig und anspruchsvoll. Die meisten wissenschaftlichen Arbeiten beziehen sich auf die thermische Behaglichkeit. Nur Einzelarbeiten, z. B. [1, 3, 9, 11, 20], setzen sich mit der Auswirkung von ausgewählten Einflussparametern in Kombination auseinander. Beispielsweise haben die Arbeiten [3, 8, 11] das Wechsel- und Zusammenwirken von Wärme und Schall oder [1, 11] Schall und Licht bzw. [11] Wärme und Licht zum Inhalt. Bei den durchgeführten Untersuchungen sind häufig die zugrunde gelegten Randbedingungen sehr unterschiedlich, sodass die Ergebnisse nicht vergleichbar und nicht selten sogar widersprüchlich sind.

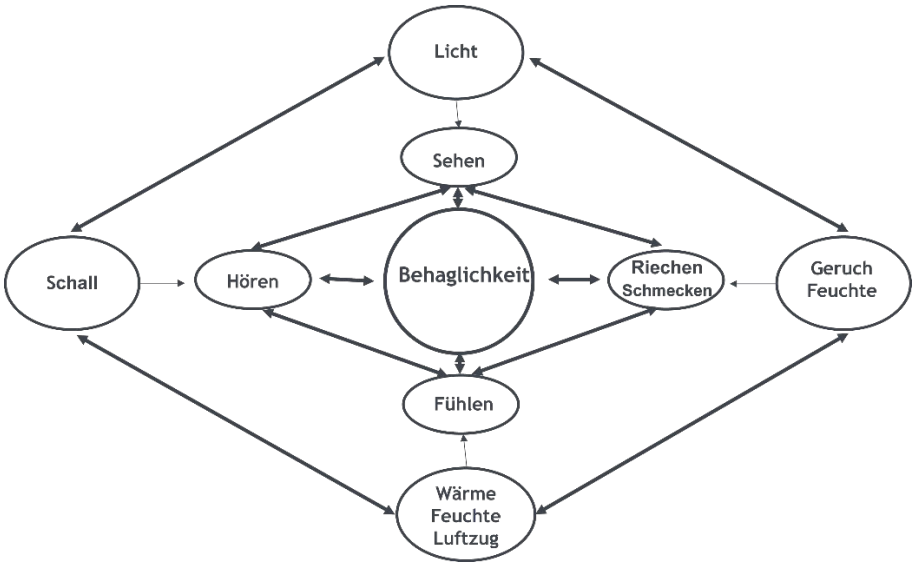


Bild 3: Schematische Darstellung der Wechselwirkung bauphysikalischer Phänomene und ihrer Einwirkung auf die Behaglichkeit.

2.1. Thermische Behaglichkeit

Die thermische Behaglichkeit beschreibt das Zusammenspiel der lokalen thermischen Bedingungen im Raum und der menschlichen Wahrnehmung [10]. Sie ist seit mehr als hundert Jahren Gegenstand der Forschung. Zum Beginn des 20-sten Jahrhunderts wurde die thermische Belastung von Bergarbeitern in Großbritannien untersucht [6]. Definitionsgemäß ist die thermische Behaglichkeit der Zustand, in dem die Zufriedenheit mit der thermischen Umgebung im Raum vorliegt. Physikalisch kennzeichnet sie gemäß [22] die Erfüllung der Gesamtwärmebilanz des menschlichen Körpers, bei geringsten thermoregulatorischen Anstrengungen des

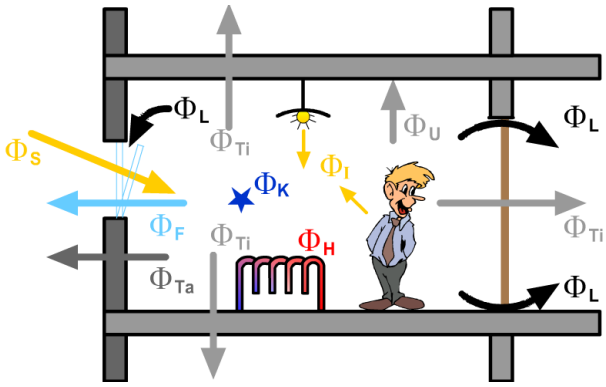


Bild 4: Schematische Darstellung der Wärmeströme, mit denen der Mensch im Raum in Wechselwirkung steht.

Organismus, Bild 4. Dazu müssen sich die Wärmeproduktion des Körpers und die Wärmeabgabe an die Umgebung ausgleichen. Der Wärmeaustausch mit der Umgebung wird zusätzlich von der Bekleidung beeinflusst. Sie wirkt wie eine Wärmedämmschicht, deren Wirkung vom Grad der Bedeckung der Körperfläche und der Dicke der Kleidung abhängig ist. Die interne Wärmeproduktion erfolgt dabei durch den Stoffwechsel und die äußere Arbeit, z.B. infolge erhöhter Aktivität, die mit metabolischer Rate gekennzeichnet wird. Welche physikalischen, intermediären und physiologischen Bedingungen die thermische Behaglichkeit beeinflussen, zeigt Bild 5.

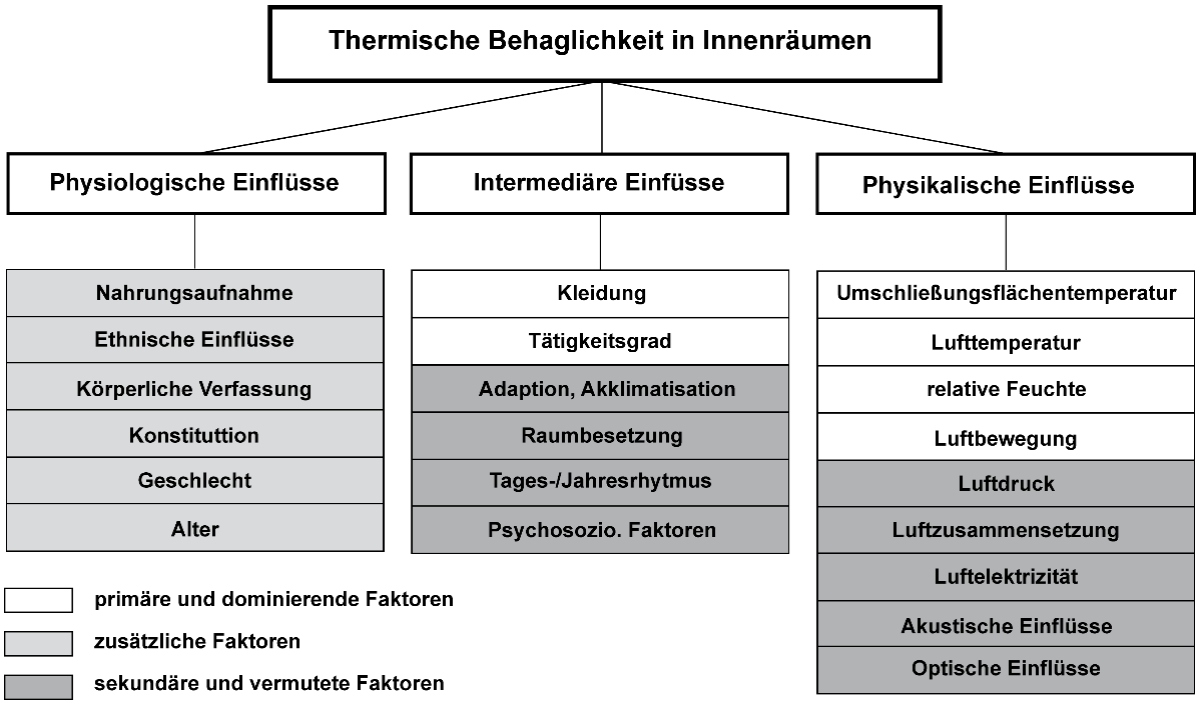


Bild 5: Zusammenstellung von Einflüssen auf die thermische Behaglichkeit in Innenräumen.

Bild 6 (rechts) zeigt schematisch die Richtung des Wärmeaustausches zwischen dem Menschen und seiner Umgebung unter Angabe der gemessenen und empfundenen Temperatur. Demnach wird ein Raum mit geringer Lufttemperatur (18 °C), aufgrund der Strahlungswärmezufuhr über warme Umschließungsflächen, thermisch identisch empfunden, wie ein Raum mit hoher Lufttemperatur (22 °C) und kalten Umschließungsflächen, die dem Körper Strahlungswärme entziehen. Links im Bild 6 ist die thermische Behaglichkeit in geschlossenen Räumen in Abhängigkeit von der Luft- und Umschließungstemperatur dargestellt. Es gibt Bereiche an, in welchen bei verschiedenen Umschließungs- und Raumlufttemperaturen das Raumklima als behaglich, noch behaglich oder nicht behaglich empfunden wird.

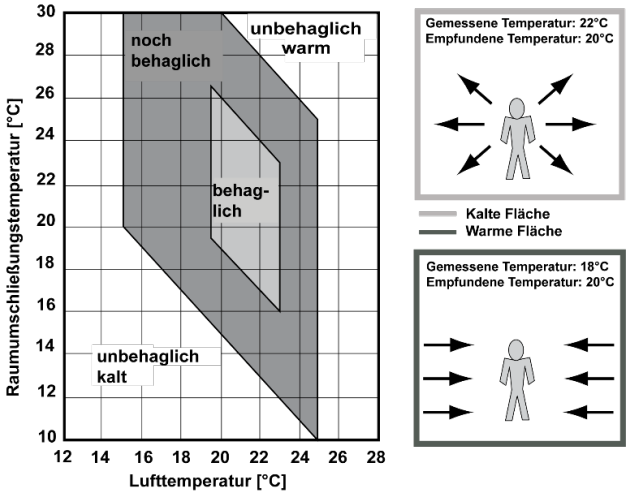


Bild 6: Thermische Behaglichkeit in geschlossenen Räumen in Abhängigkeit von Raumumschließungs- und Raumlufttemperatur (links). Rechts ist der Wärmeaustausch zwischen dem Menschen und seiner Umgebung unter Angabe der gemessenen und empfundenen Temperatur dargestellt, nach [26].

Thermische, hygrische, akustische, visuelle und olfaktorische Raumparameter haben einen interagierenden Einfluss auf die Bewertung der Gesamtbehaglichkeit, siehe Ziffer 2.2, 0, 2.4 und 2.5. Nach [5] stellt die thermische Komponente des Raumes den dominierenden Faktor für die Behaglichkeit dar. Der Einfluss von Akustik, Licht, olfaktorischen Güte, Luftqualität und Temperaturschwankungen auf die thermische Behaglichkeit wird in [11] untersucht. Nach [8] kann die subjektive Bewertung des thermischen Komforts durch die

akustische Umgebung beeinflusst werden, aber die subjektive Bewertung von Bürogeräuschen nicht von der thermischen Umgebung. Im Rahmen von [18] wird die kombinierte Wirkung von Temperatur und Lärm näher betrachtet und feststellt, dass der Raum als unbehaglich eingestuft wird, sobald eine Raumrandbedingung als unbehaglich empfunden wird. Der Einfluss des als negativ empfunden Faktors auf die Gesamtzufriedenheit ist immer größer als der einer positiv empfundenen Größe [12].

2.2. Hygrische Behaglichkeit

Der Mensch verfügt über keinen Feuchtesinn zur Wahrnehmung der Luftfeuchte. Sein Behaglichkeitsempfinden wird jedoch vom Feuchtegehalt der Luft beeinflusst, der von der Wärmeabgabe über die Verdunstung des Wassers auf der Haut (Schweiß) abhängt und durch Lüftung, Alltagsaktivitäten des Menschen sowie Pflanzen dem Raum zusätzlich zugefügt wird. Die menschliche Reaktion auf die Luftfeuchte erfolgt erst bei extremen Situationen, wie Schwüle oder Trockenheit der Schleimhäute und der Haut. Hohe relative Luftfeuchte wird als unbehaglich, feucht und stickig empfunden. Zu geringe Luftfeuchte trocknet die Schleimhäute aus und die Luft wirkt staubig.

Beeinflusst werden vom Feuchtegehalt der Luft sowohl die Temperaturempfindung als auch die Wahrnehmung der Luftqualität, siehe Ziffer 2.5. Bild 7 stellt die Behaglichkeit bei verschiedenen Kombinationen der relativen Luftfeuchte und der Lufttemperatur in geschlossenen Räumen dar. Es gibt, ähnlich wie im Bild 6, Bereiche an, in welchen bei verschiedenen Kombinationen von Lufttemperatur und relativer Luftfeuchte das Raumklima als behaglich, noch behaglich oder nicht behaglich empfunden wird.

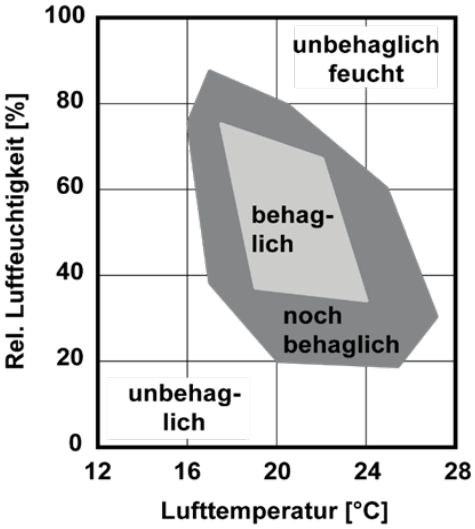


Bild 7: Hygrische Behaglichkeit in geschlossenen Räumen in Abhängigkeit von relativer Luftfeuchte und Lufttemperatur, nach [26].

Die Auswirkung der relativen Luftfeuchte auf die thermische Behaglichkeit ist bei den üblichen Verhältnissen im Raum (40% bis 60%), wie Bild 7 zeigt, nicht sehr groß.

2.3. Akustische Behaglichkeit

Der Mensch ist im Alltag zahlreichen Schallereignissen, z. B. Sprache, Geräuschen oder Klängen, ausgesetzt, Bild 8. Sie entstehen im Raum oder gelangen von benachbarten Räumen (innen und außen) dort hinein und bilden das akustische Raumklima. Die Zufriedenheit mit den akustischen Umgebungsbedingungen gewährleistet die akustische Behaglichkeit und hängt, wie Bild 9 zeigt, von physikalischen, physiologischen und sonstigen Einflüssen ab.

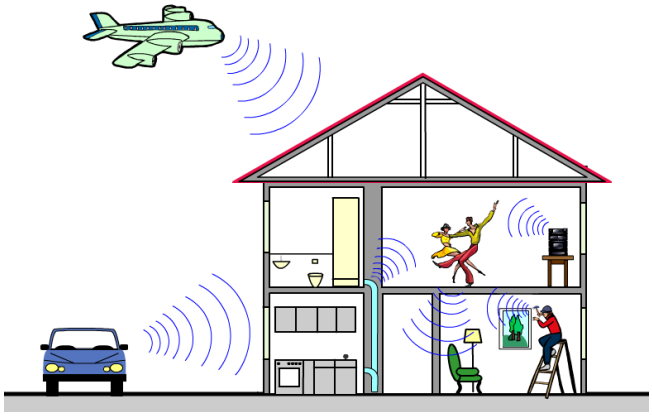


Bild 8: Schematische Darstellung der internen und externen akustischen Einwirkungen auf Gebäuden und in Räumen.

Zu den physikalischen Einflüssen gehören z. B. der Schallpegel und die Nachhallzeit im Raum oder die Schalldämmung der Umschließungsbauteile. Optische und thermische Einflüsse gehören zu den sonstigen physikalischen Parametern. Im Zusammenhang mit der akustischen Behaglichkeit in Räumen kommt auch der akustischen Privatheit eine besondere Bedeutung zu. Dies ist insbesondere für die Nutzer von Großraumbüros, in Arztpraxen und anderen Räumen, in denen vertrauliche Gespräche stattfinden, relevant [8].

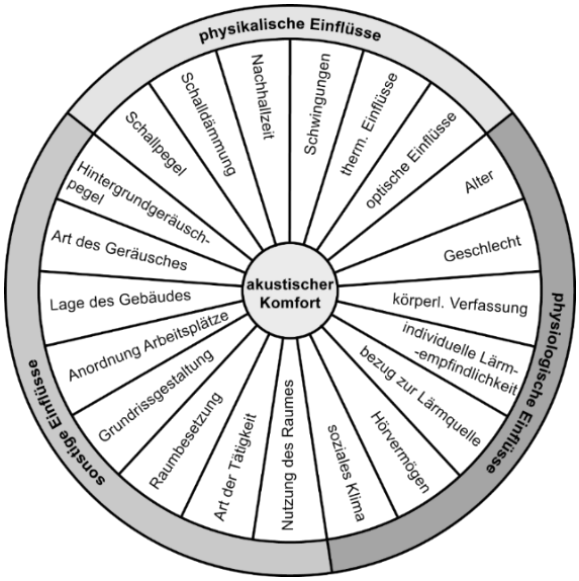


Bild 9: Physikalische, physiologische und sonstige Einflüsse, die die akustische Behaglichkeit in Räumen beeinflussen, nach [8].

Kein oder zu wenig Schall im Raum führt nicht nur zum Unbehagen, sondern kann auch erhebliche gesundheitliche und psychische wie auch soziale Folgen haben, z. B. das Gefühl, eingesperrt und isoliert zu sein. Auch Orientierungslosigkeit, Verwirrtheit und das psychische Ungleichgewicht können Folgen totaler Ruhe und Stille im Raum sein. Beim zu geringen Grundgeräuschpegel im Raum können beispielsweise unerwünschte Nachbarschaftsgeräusche dominieren und zur Lärmbelästigung der Rauminsassen führen.
Im Rahmen von [11] wird festgestellt, dass zwischen der thermischen Behaglichkeit (unbehaglich – behaglich) und den störenden Geräuschen (viele – wenige störende Geräusche) ein Zusammenhang besteht. Danach fühlen sich die Rauminsassen sehr warm oder unbehaglich warm, wenn eine niedrige akustische Güte im Raum vorliegt. Nach [17, 18] wird festgestellt, dass die akustische Behaglichkeit bei höheren Temperaturen von 27°C bis 39°C vornehmlich vom Schalldruckpegel und nachgeordnet von der Temperatur beeinflusst wird. Es wird dabei auch gezeigt, dass sie sehr stark auch von der Interaktion beider Parameter bestimmt wird. Mit zunehmender Operativtemperatur (Kombination aus der

Raumluft- und der Strahlungstemperatur der Raumumschließungsflächen) und abnehmendem Schallpegel nimmt die Behaglichkeit im Raum zu, wie es Bild 10 nach [8] zeigt. Dargestellt sind im Bild Kurven gleicher Behaglichkeit (links) bzw. Unbehaglichkeit (rechts), jeweils in Prozent, in Abhängigkeit von der Operativtemperatur und des Schalldruckpegels.

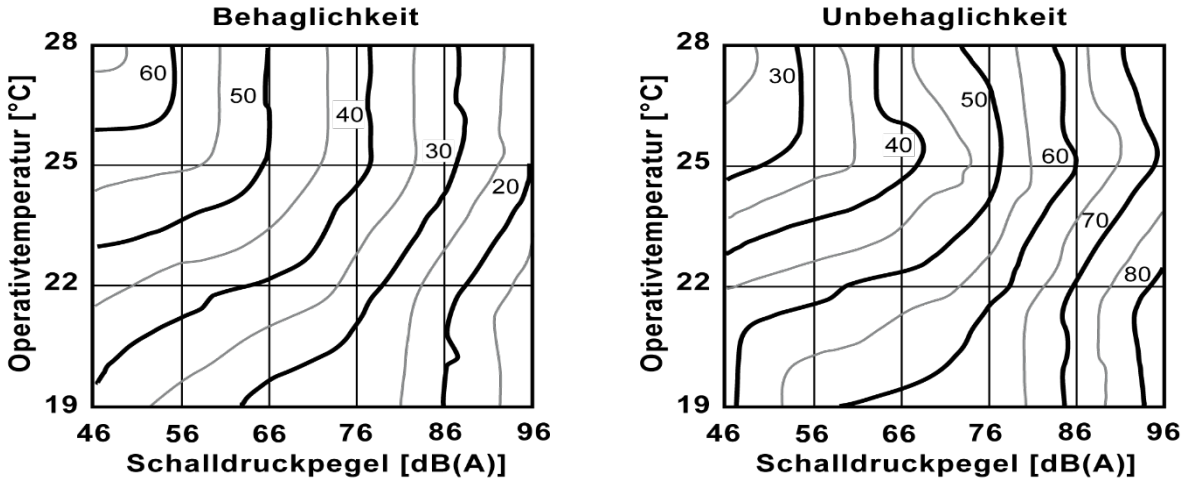


Bild 10: Linien gleicher Behaglichkeit (links) bzw. Unbehaglichkeit (rechts) in Abhängigkeit von der Operativtemperatur und dem Schalldruckpegel im Raum, aus [18].

Es ist die Tendenz festzustellen, dass mit zunehmendem Schalldruckpegel um 30 bis 50 dB die thermische Umgebung als unbehaglicher eingestuft wird [8]. Ein Temperaturanstieg von 26 °C auf 30 °C hat den gleichen Effekt auf die Gesamtbehaglichkeit, wie der Anstieg des Schalldruckpegels von 40 dB auf 70 dB [2]. In warmer und lärmreicher Umgebung wird ein Absinken der Gesamtakzeptanz festgestellt [8].

Aufgrund der zunehmenden Bedeutung der Behaglichkeit in Büroräumen befasst sich die Arbeit [8] mit der Zusammenwirkung von raumakustischen und thermischen Randbedingungen dort und entwickelt ein raumakustisch-thermisches Behaglichkeitsmodell (RTBM). Entwickelt wurde das Modell anhand von raumakustischen Messungen, Probandenbefragungen und einer Strukturgleichungsanalyse. Aufbauend darauf werden Prognosegleichungen (1) und (2) zur Bestimmung der Behaglichkeit in Büros entwickelt. Schematisch ist das entwickelte Modell in Bild 11 wiedergegeben.

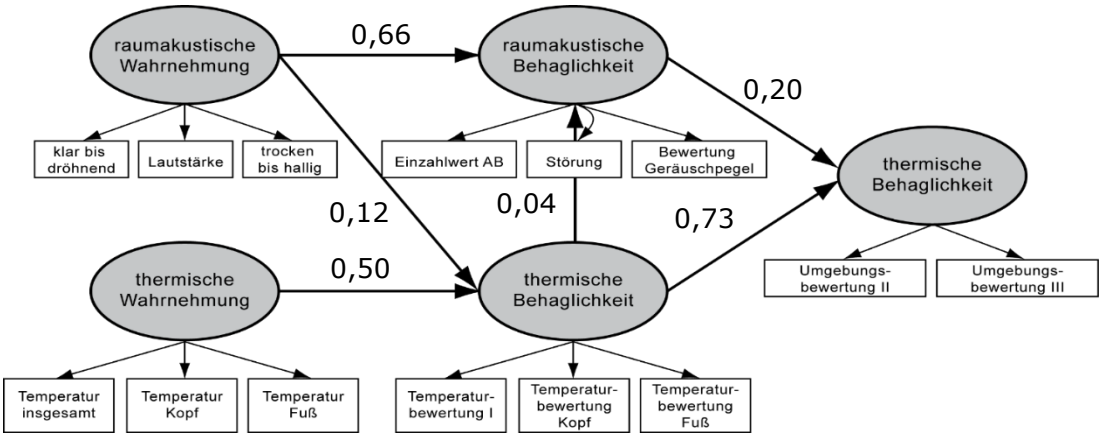


Bild 11: Schematische Darstellung des Strukturgleichungsmodells RTBM mit Angabe der Pfadkoeffizienten, nach [8].

$$B_{allg=-0{,}05*t_g+2{,}257-0{,}054*T-26{,}752} \quad [1]$$

$$B_g = -0{,}046 * t_g^2 + 2{,}257 * t_g - 0{,}054 * T + 0{,}072 * g - 26{,}931 \quad [2]$$

T Nachhallzeit
t_g Globetemperatur
g Emissionsart

Als Eingangsparameter gehen die Globetemperatur und die Nachhallzeit im Raum in die Gleichungen ein. Gleichung (2) berücksichtigt die Art des Geräusches, Sprache, Telefon, Tastatur und Drucker, als Einflussparameter. Damit ist ein Vergleich der sich einstellenden Behaglichkeit über ein breites Spektrum an raumakustischen und thermischen Randbedingungen möglich. Bei der Verwendung anderer Randbedingungen, Probandenstruktur und einer größeren Anzahl von Probanden, als in [8] zu Grunde gelegt, sind Abweichungen möglich.

2.4. Visuelle Behaglichkeit

Das Licht ist für die Wahrnehmung des Raumes, die Orientierung und das Sicherheitsgefühl im Raum von besonderer Bedeutung. Das visuelle Raumklima umfasst all die Lichtanteile, die im Raum entstehen, von Raumumschließungsflächen reflektiert werden oder von außen dort hineingelangen, Bild 12.

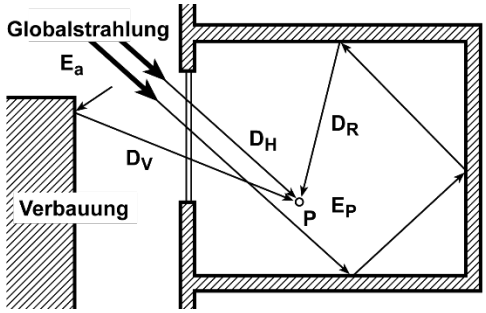


Bild 12: Schematische Darstellung eines Raumes mit Angabe von direkten und reflektierten kurzwelligen Strahlungsanteilen (Tageslicht).
DH: Himmelslichtanteil

D_R: Innenreflexionsanteil
D_V: Außenreflexionsanteil

Visuelle Behaglichkeit wird unabhängig von der Art der Beleuchtung (Tages- oder Kunstlicht) durch ausgeglichene Beleuchtung des Raumes (ohne störende Blendung), Raumnutzung und Tätigkeit der Rauminsassen sowie angepasstes Beleuchtungsniveau gewährleistet. Die Blendfreiheit und Angenehmheit sind zwei wesentliche Aspekte der Raumbeleuchtung bezüglich des visuellen Komforts [21]. Zusätzlich ist auch die Lichtverteilung im Raum dabei von Bedeutung, sie wirkt orientierend und vermittelt das Sicherheitsgefühl. Während eine blendungsfreie Beleuchtung und dem Zweck angepasste Beleuchtungsstärke das menschliche Sehvermögen unterstützen, wirkt das blendende Licht desorientierend [4]. Über 90 % der Büroangestellten würde lieber bei Tageslicht arbeiteten als unter Kunstlicht [24]. Die Nutzung von Tageslicht wirkt anregend und gesundheits- sowie leistungsfördernd und führt zur Reduzierung des Energieverbrauchs.

Ein Zusammenhang zwischen der thermischen Behaglichkeit und Licht (blendendes – arbeitsgerechtes Licht) wird in [11] festgestellt. Danach wird unabhängig von der Art der Belüftung eine Umgebung als kalt oder unbehaglich kalt empfunden, wenn die Lichtverhältnisse dort schlecht sind und eine als schwankend empfundene Temperatur vorliegt. D. h. schlechte bis mittlere Lichtverhältnisse reduzieren eine Sehr-Warm-Empfindung im Raum. In mechanisch belüfteten Gebäuden fühlen sich die Menschen thermisch unbehaglich, bezeichnen den Luftzustand als verbraucht sowie trocken und fühlen sich durch Blendungseffekte unbehaglicher.

2.5. Olfaktorische Behaglichkeit

Olfaktorische Behaglichkeit betrifft die Wahrnehmung und Bewertung von Gerüchen im Raum. Wahrgenommen werden die Gerüche erst dann, wenn ihre Moleküle durch Luftfeuchte an die Raumluft abgegeben werden. Über die Atemluft gelangen sie an die Rezeptorzellen an der Nasenschleimhaut. Ihre Verarbeitung erfolgt im limbischen System, das als physiologisches Zentrum emotionaler Reizverarbeitung gilt [19]. Bei der Rückmeldung auf Geruchsstimuli scheint es, dass die meisten Reaktionen erlernt sind [13]. Raumgerüche sind in der Regel flüchtige Empfindung, die nur kurz wahrgenommen werden, aber entscheidend dazu beitragen, ob der Raum als angenehm oder unangenehm empfunden wird.

Insbesondere ist die Hygiene für die Qualität der Raumluft entscheidend. Auch der Schimmel, die Transpiration, die Speisen und die verwendeten Baumaterialien können Gerüche verursachen. Bei fenstergelüfteten Räumen spielt nach [11] die olfaktorische Güte bei der thermischen Behaglichkeit eine Rolle. Eine niedrige olfaktorische Güte erhöht das Sehr-Warm-Empfinden um das Doppelte.

Die Luftqualität im Raum wird neben den Gerüchen vornehmlich durch die Luftschadstoffe, die die natürliche Zusammensetzung der Luft verändern, beeinträchtigt. Verbrauchte und modrige Raumluft wirkt sich negativ auf die Behaglichkeit und damit auf die Gesundheit. Müdigkeit, Konzentrationsstörung, Reizhusten sowie Atemprobleme bzw. Atemwegserkrankungen können die Folge sein [24]. Bild 13 gibt den Anteil der Unzufriedenen im Raum in Abhängigkeit von der Luftqualität grafisch wieder. Nach [11] besteht auch ein Zusammenhang zwischen der thermischen Behaglichkeit (unbehaglich – behaglich) und der Luftqualität (verbrauchte – frische Luft). Es wird festgestellt, dass Menschen sich in mechanisch belüfteten Gebäuden thermisch unbehaglich fühlen und den Luftzustand als verbraucht und trocken bezeichnen.

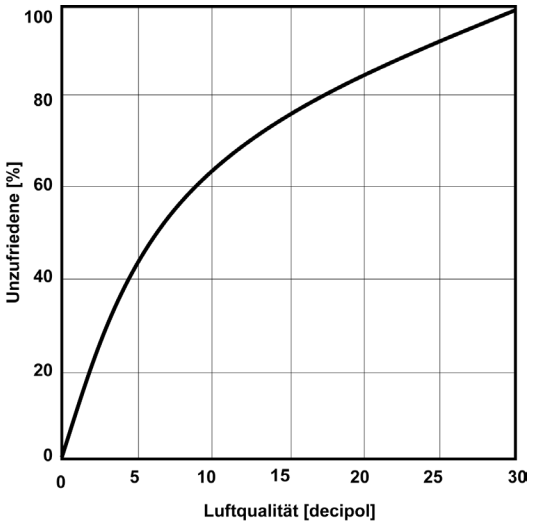


Bild 13: Anteil unzufriedener Personen im Raum in Abhängigkeit von der empfundenen Luftqualität, nach [14].

Die Qualität der Luft ist nicht nur für die Behaglichkeit im Raum maßgebend, sondern auch für die Gesundheit und die Leistungsfähigkeit der Raumnutzer. Gesundheitsschäden, die durch Luftschadstoffeinwirkungen verursacht werden können, umfassen ein breites Spektrum. Das Kohlendioxid ist die wesentliche Komponente der Luftverunreinigung in Räumen. Es ist fast geruchsneutral und ungiftig, hat erst ab einer bestimmten Konzentration direkte physiologische Wirkung auf den Körper [25]. Der Arzt Max von Pettenkofer (1818-1901) stellte 1858 fest, dass «jede Luft als schlecht und für einen beständigen Aufenthalt als ungeeignet zu erklären [ist], welche in Folge der Respiration und Perspiration der Menschen mehr als 1 pro mille Kohlensäure enthält.»[25].

3. Zusammenfassung

Die Behaglichkeit ist ein einfacher Begriff, der komplexe Zusammenhänge hinter sich verbirgt. Sie ist seit fast einem Jahrhundert Gegenstand der Forschung, aber dennoch nicht vollständig erforscht. In Räumen bringt die Behaglichkeit die Bewertung des wahrgenommenen Raumklimas zum Ausdruck. Dazu liegen zahlreiche Untersuchungen und Vorhersagemodelle vor, die sich aber hauptsächlich mit der thermischen Behaglichkeit befassen. Zur Wechselwirkung bzw. zum Zusammenspiel sämtlicher Parameter des Raumklimas, Wärme, Feuchte, Schall, Licht und Gerüche inklusive Raumluftqualität liegen kaum fundierte Ergebnisse vor. Einzeluntersuchungen, die im Rahmen des Beitrags präsentiert werden, befassen sich mit ausgewählten Phänomenen. Ihre Ergebnisse sind vor allem von nicht einheitlichen Versuchsrandbedingungen geprägt und sind teilweise widersprüchlich. Um Aussagen zur Behaglichkeit infolge der sämtlichen bauphysikalischen Einflüsse machen zu können, sind ganzheitliche Ansätze erforderlich, die ihre Wechsel- bzw. Zusammenwirkung differenzierter betrachten.

4. Literaturverzeichnis

[1] Abou-Elleal, E. R. E.: Raumakustik - Interaktion visueller und auditiver Wahrnehmungen. Dissertation, RWTH Aachen (2003).
[2] Alm, O., Witterseh, Thomas, et al.: The impact of human perception of simultaneous exposure to thermal load, low-frequency ventilation noise and indoor air pollution. Proc. of 8th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Edinburgh, United Kingdom (1999), S. 270–275.
[3] Balazova, I., Clausen, Geo, et al.: Open-plan Office Environments: A Laboratory Experiment to Examine the Effect of Office Noise and Temperature on Human Perception, Comfort and Office Work Performance. Indoor Air 2008, Copenhagen, Denmark. https://www.researchgate.net/publication/265991981_Open-plan_Office_Environments_A_Laboratory_Experiment_to_Examine_the_Effect_of_Office_Noise_and_Temperature_on_Human_Perception_Comfort_and_Office_Work_Performance
[4] Bierbaum, H., Donat, M., et al.: Österreichischer Leitfaden; Außenbeleuchtung, Licht, das mehr nützt als stört. Friedrich Druck & Medien GmbH (2018), 1. Auflage.
[5] Candas, V., Dufour, A.: Thermal comfort: multisensory interactions? Journal of physiological anthropology and applied human science 24 (2005), Nr. 1, S. 33–36.
[6] Cheng, V. and Ng, E.: Thermal Comfort in Urban Open Spaces for Hong Kong. Architectural Science Review 49 (2006), No. 3, S. 236–242.
[7] Demmelhuber, S.: Architektur und Psychologie: Wie Räume auf Menschen wirken. https://www.br.de/nachrichten/bayern/architektur-und-psychologie-wie-raeume-auf-menschen-wirken,SZf6pq5.
[8] Dworok, P.-M.: Raumakustisch-thermisches Behaglichkeitsmodell für Büroräume. Dissertation, Universität Stuttgart (2020).
[9] Dworok, P.-M., Mehra, S. R.: Behaglichkeit - Wechselwirkungen bauphysikalischer Einflüsse. Bauphysik 40 (2018), H. 1, S. 9–18.
[10] Goshayeshi, D., Shahidan, M. F., Khafi , F. et. al.: A review of researches about human thermal comfort in semi-outdoor spaces. European Online Journal of Natural and Social Sciences 2 (2013), No. 2, S. 516-523.
[11] Hellwig, R.: Thermische Behaglichkeit; Unterschiede zwischen frei und mechanisch belüfteten Bürogebäuden aus Nutzersicht. Diss. TU München (2005).
[12] Kim, J., Dear, R. de: Nonlinear relationships between individual IEQ factors and overall workspace satisfaction. Building and Environment 49 (2012), S. 33–40.
[13] Majchrzak, D.: Die Rolle des limbischen systems in der Sinneswahrnehmung. Ernährung/Nurition 36 (2012), H. 4, S. 160-165.
[14] Mayer, E. und Schwab, R.: Gerzchsbewertung in Gebäuden nach unterschiedlichen Methoden. IBP-Mitteilung 22 (1995), Nr.276, Fraunhofer-Institut für Bauphysik Stuttgart.
[15] Mehra, S.R. und Gertis, K.: Wohlbefinden.; Abschlußbericht der DFG-Forschergruppe «Ingenieurbauten – Wege zu einer ganzheitlichen Betrachtung» FOGIB,an der Universität Stuttgart, Stuttgart (1997).
[16] Mehra, S.R. und Veres, E.: Menschliches Wohlbefinden und Brückenbauwerke. Ges.-Ing. 121 (2000), H. 5, S. 241-251.
[17] Nagano, K., Horikoshi, T.: New index of combined effect of temperature and noise on human comfort: summer experiments on hot ambient temperature and traffic noise. Archives of Complex Environmental Studies, 3-4 (2001).
[18] Nagano, K., Horikoshi, T.: New comfort index during combined conditions of moderate low ambient temperature and traffic noise. Energy and Buildings 37 (2005), Nr. 3, S. 287–294.
[19] Hübl, J.: Emotionale Reizverarbeitung in den Basalganglien. Diss.; Universitätsmedizin Berlin (2010).
[20] Püttmann, H.: Bioklimatische Bewertung von Bebauungsstrukturen - am Beispiel zweier Wohngebiete in Halle / S. Diss., Martin-Luther-Universtiät Halle-Wittenber (2002).
[21] Raynham, P. J.: Public Lighting in Cities. The Bartlett School of Graduate Studies, University College London. https://mpe.arkitektur.lth.se/fileadmin/miljopsykologi/images/pdf_filer/light_and_colour._litteratur_Raynham.pdf
[22] Richter, W.: Handbuch der thermischen Behaglichkeit, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Dortmund (2007).
[23] Rubner, M.: Zur Bilanz unserer Wärmeökonomie. Arch. Hyg 27 (1896), S. 69.
[24] Schakib-Ekbatan, K.: Bürogebäude auf dem Prüfstand: Zur Zufriedenheit mit Raumklima und Raum am Arbeitsplatz unter Einbindung der NutzerInnenperspektive in die Nachhaltigkeitsbewertung. Diss., Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (2015).
[25] Sedlbauer K., Holm, A. und Hellwig, R.: Raumklima und Schülerleistung. Fraunhofer Institut für Bauphysik (IBP), Holzkirchen (2009).
[26] Sedlbauer, K., Holm, A., Künzel, H.M. et. al.: Raumklima und Innovation; Eine Aufgabe der Bauphysik. WKSB 51 (2006), H. 57, S. 9–16.

Innenraumhygiene – Zielwerte für Raumklima- und Raumluft

Karl-Heinz Weinisch
Geschäftsführer, Bausachverständiger
IQUH GmbH
Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene
Weikersheim, Deutschland



Innenraumhygiene – Zielwerte für Raumklima- und Raumluft

Der Bund fördert im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) seit 1. Juli 2021 Nachhaltigkeitsaspekte durch eine eigene «NH-Klasse». Der erforderliche Nachweis für die Förderung erfolgt über die Vergabe des gebäudebezogenen QNG (Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude). Seit 20.04.2022 gelten die QNG-Anforderungen für den Neubau und die Komplettmodernisierung von Nichtwohngebäuden auch für den Bereich «geprüfte Raumluftqualität». Das Qualitätssiegel wird in den Anforderungsniveaus «PLUS» oder «PREMIUM» vergeben, wobei auch die Innenraumluftqualität in die Bewertung einfließt.



Sorgfältig geplante und gebaute Gebäude mit geprüften Baustoffen sind ein Garant für gute Raumluftqualität und unsere Gesundheit. Personen, die in geschlossenen Räumen arbeiten, verbringen im Winter möglicherweise zwischen 8 und 20 Stunden täglich in einer «künstlichen» Gebäudeatmosphäre. Schlechte Raumluftqualität oder unangenehme und unbehagliche Raumklimabedingungen beeinflussen nicht nur das Wohlbefinden, sondern sie können auch dazu führen, dass die Personen anfälliger für Atemwegserkrankungen werden, oder dass bestehende Atemwegserkrankungen und Allergien sich verschlimmern. Gut erforscht sind zudem die negativen Auswirkungen auf die Arbeitsleistung in solchen Innenräumen.

In neu gebauten oder renovierten Gebäuden können extreme, nicht normgerechte Raumklimabedingungen die Schadstoffwerte verfälschen. Wenn deshalb vertraglich vereinbarte Ziel- bzw. Grenzwerte nicht eingehalten werden können, folgen unverschuldete Abnahme- oder Rechtsprobleme. Sowohl chemisch produzierte Baustoffe als auch solche aus nachwachsenden Rohstoffen wie Holz, Holzwerkstoffe, Hanf, Flachs, Zellulose oder Stroh geben natürlicherweise Gerüche, d.h. Ausdünstungen ab, für die es hygienebezogene behördliche Leit- und Richtwerte gibt. Bei Raumluftanalysen, die mit normgerechten Messraumvorbereitungen und unter sensorüberwachten Raumklimabedingungen durchgeführt werden, sind erfahrungsgemäß keine Zielwertüberschreitungen zu erwarten. Anders sieht es aus, wenn Raumluftmessungen bei fehlender Beschattung oder während oder kurz nach der Durchführung von emissionsträchtigen Restarbeiten stattfinden.

Deshalb ist vor jeder Raumluftmessung die Prüfung von messwertverfälschenden Klimafaktoren, Gasen und Partikeln im Gebäude mithilfe von Sensor Handgeräten anzuraten.

1. Raumluftqualität

Die VOC[1] Raumluftqualität in Gebäuden wird durch folgende Material- und Klimafaktoren beeinflusst durch:

- Baustoffe und deren VOC und Baufeinstäube
- Staub
- Sporen
- Rauch, Säuren, Salze
- Schwerflüchtige Organische Verbindungen und Gerüche
- Ansammlung von Peroxiden, Gas und/oder Gasemissionen
- Außenluftqualität
- Luftfeuchtigkeit und Temperatur
- Unzureichende Luftwechsel

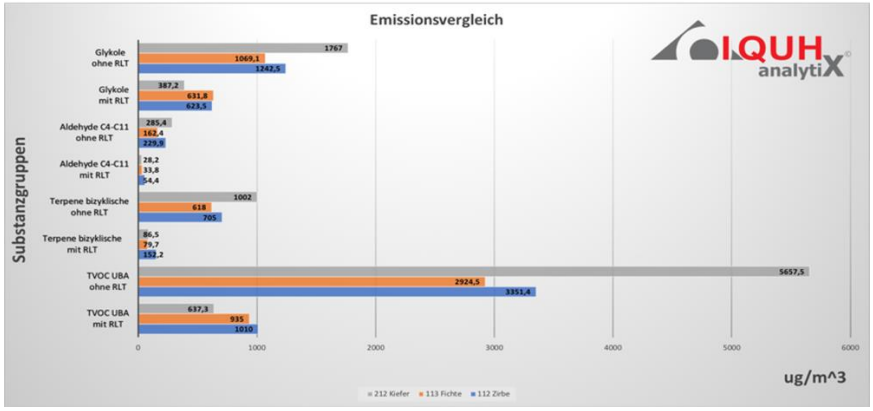


Abbildung 1: Binderholz-Praxisstudie/TUM/IQUH in 3 Räumen – erstellt mit unterschiedlichen Holzarten – Fichte, Kiefer, Zirbe. Ergebnisse ohne und mit laufender RLT-Anlage.

1.1. Baustoff-Grundlagen

Emissionsquellen in Gebäuden können Dämm-, Innenausbau- und Ausstattungsmaterialien, Wand- und Deckenbekleidungen, Fußbodenbeläge, Lacke, Farben, Dichtstoffe oder externe bzw. arbeiter- und nutzerbezogene Quellen wie Zigarettenrauchen, Verkehrs- oder Maschinenabgase von außen oder Reinigungsmittel sein.

Emissionen, die nicht aus Baustoffen, sondern von außen kommen (Immissionen) können Messergebnisse verfälschen und sind deshalb auszuschließen. Verarbeitungsfehler müssen unbedingt vermieden werden, da sie zu Emissionsproblemen führen können.

Es wird empfohlen, emissionsgeprüfte Baustoffe auszuwählen:

- Baustoffe mit Prüfzertifikaten Blauer Engel, natureplus, ec1plus, e1plus, Kammerprüfung gem. EN 16516 ausschreiben.
- Die im Werkvertrag konkret verbotenen Baustoffe oder Baustoffemissionen dürfen nicht eingesetzt werden, oder sie müssen vom AG explizit zugelassen werden.
- Wo möglich emissionsarme, emissionsfreie bzw. emissionsbindende mineralische Baustoffe einsetzen.
- Anfangsemissionen/Gerüche durch organische Beschichtungs-, Kleb- oder Dichtstoffe gut ablüften.
- Technische Merkblätter, Sicherheitsdatenblätter, EPD[2] zu Produkten archivieren und Verarbeitungsvorgaben genau einhalten.
-

[1] VOC = Volatile Organic Compound (Flüchtige Organische Substanzen)
[2] EPD – EnvironmentalProductDeclaration beinhaltet Hinweise zu Emissionsprüfzertifikaten, Inhaltsstoffen und möglichen Emissionsquellen im Produkt.

1.2. Raumluft/Raumklima-Sensormessungen

Mit PID[3] oder anderen elektro-chemischen Sensor-Analysegeräten (Analog/Kabel oder Bluetooth/Kabellos) kann orientierend das Niveau der Luftqualität abgeschätzt werden.

Die Überwachung folgender gesundheitsrelevanter Parameter hat rechtliche, gesundheitliche, aber auch behaglichkeitsbezogene Vorteile:
- Partikel (PM 0,3/1/2,5/10) und Radon.
- Flüchtige organische Verbindungen (VOC), Formaldehyd (CH_2O).
- Anorganische Gase wie Kohlendioxid (CO_2), Kohlenmonoxid (CO), Schwefelverbindungen (HS etc.), Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffdioxid (NO_2), Ozon (O_3) etc..
- Temperatur, Relative/absolute Luftfeuchtigkeit, Luftzirkulation/Turbulenzgrad und Luftzug.

Qualitative Sensormessungen sind Schätzverfahren bei den organischen Luftanteilen (VOC)[4] mit geringerer Messgenauigkeit, bei den anorganischen Verbindungen wie CO_2 mit höherer Messgenauigkeit.

2. Raumklima Sensormessungen

Das Raumklima setzt sich aus verschiedenen Parametern zusammen. Bei orientierenden Klimamessungen kommen Handmessgeräte mit einzelnen Sensoren oder Standmessgeräte (Bluetooth, WLAN unterstützt) mit mehreren unterschiedlichen Sensoren zum Einsatz.[5]



Abbildung 2: Klima Kontrollmessung Luftfeuchte und Temperatur vor einer VOC Raumluftmessung



Abbildung 3: Lüftungsnachweis über CO_2/VOC Sensorwert vor VOC Luftmessungen

[3] PID - PhotoIonisationsDektektoren
[4] Der VOC Sensormesswert mit Handgeräten ist ein orientierender Schätzwert. Er ist ungenau und hat eine hohe Querempfindlichkeit und ist mit den «normgerecht ermittelten» VOC Werten bei Luftprobenahmen und Laborauswertung nicht vergleichbar.
[5] Klima- und Behaglichkeit Messsensoren: www.testo.com, www.air-q.com, www.airthings.com, www.decentlab.com.

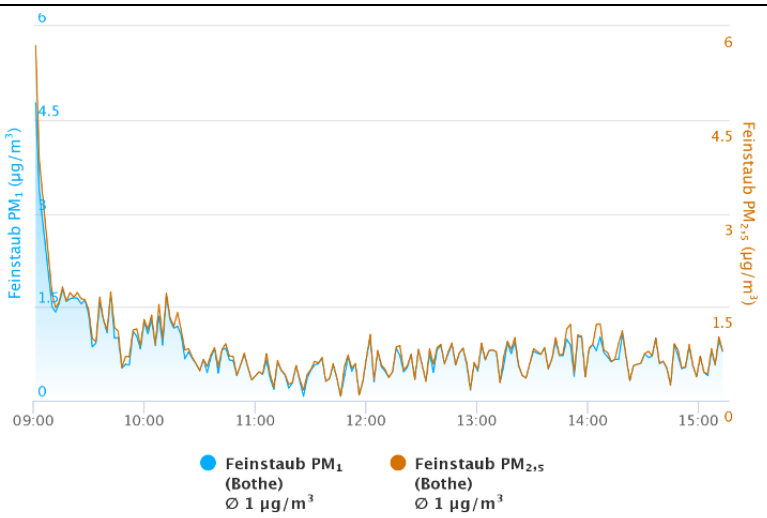


Abbildung 4: Sensor Partikelmessung vor und nach der Feinreinigung bzgl. Vorbereitungsmaßnahmen für eine VOC Raumluftmessung

Eine normen- und rechtssichere VOC Raumluftmessung sollte zusammen mit einer Raumklima Sensormessung erfolgen. Die Überprüfung der Dichtigkeit einer Gebäudehülle durch Unterdruckverfahren (BlowerDoor) oder CO_2 Tracergasmessung ist sinnvoll, nicht nur um undichte Stellen zu finden, sondern auch um die unkontrollierte Frischluftzufuhr und den Energieverlust bestimmen zu können.

Falls extreme Klimawerte während Raumluftmessungen herrschen, steigen VOC Werte an. Diese Richtwertüberschreitungen führen dann zu teuren und zeitaufwändigen Nachmessungen. Daher ist die Durchführung einer Raumluftmessung nur dann ratsam, wenn die Klima- und Messnormbedingungen schon Tage vor der Messung innerhalb der Norm liegen, da sonst die VOC Messergebnisse folgendermaßen verfälscht oder nicht anerkannt werden:

Klimabedingungen	**Norm-Klima Wertebereich**	**Extrem-Klima Wertebereich**
CO2 Wert/Lüftungskontrolle	geringer ppm Wert	hoher ppm Wert
Luftwechselzahl	hoch	niedrig
Partikelzahl	Geringe Partikelzahl	Hohe Partikelzahl
Luftfeuchte	ca. 30-60 %	> 60 %
Materialfeuchte	trocken	feucht
Beschattung bei Sonnenschein	vorhanden	nicht vorhanden
Temperatur außen	niedrig	hoch
Temperatur innen	niedrig	hoch
VOC Wert	**normal und niedrig**	**hoch**

Kohlendioxid (CO_2)

Der CO_2 Wert ist ein Indiz für eine ausreichende Frischluftzufuhr. Der Anteil des Kohlendioxids beträgt heutzutage ca. 415 ppm in der Außenluft. Das Umweltbundesamt empfiehlt bei der Überschreitung eines Wertes von 1.000 ppm CO_2, frische Luft von draußen in den Raum hineinzulüften. Die Maximale Arbeitsplatz-Konzentration (MAK-Wert) wird mit 5.000 ppm angegeben. CO_2 Konzentrationen von über 1.000 ppm führen erwiesenermaßen zu nachlassender Konzentration. Über 2.000 ppm zeigen sich deutliche Konzentrationsschwächen und Müdigkeit. Ab 5.000 ppm kommt es zu einem deutlichen Nachlassen der Leistungsfähigkeit und starken Kopfschmerzen.

Die Messung dient zur Prüfung eines ausreichenden und nutzerangepassten Luftwechsels vor Raumluftmessungen.

Sauerstoff (O_2)
Sauerstoff (O_2) ist ein farb- und geruchloses Gas und ist in der Außenluft und in gut gelüfteten Innenräumen zu ca. 21 %, in der ausgeatmeten Luft des Menschen noch zu ca. 16 % enthalten.
Für Sauerstoff gibt es keine gesetzlichen Grenzwerte in Deutschland. Sauerstoff wird mit einem auf optischer Fluoreszenz basierendem Sensor gemessen.

Flüchtige Organische Verbindungen (VOC)
Die Abkürzung VOC (Volatile Organic Compounds, Flüchtige Organische Verbindungen) bezeichnet Kohlenstoff-haltige Stoffe, die schon bei niedrigen Temperaturen beginnen zu verdampfen oder bereits im gasförmigen Zustand auftreten.

Es gibt zwei weitere Untergruppen:

VVOCs (Very Volatile Organic Compounds) beschreiben sehr flüchtige und oft geruchsintensive Stoffe.
SVOCs (Semivolatile Organic Compounds) bezeichnen mittel- bis schwerflüchtige organische Verbindungen.

Die Gesamtheit dieser Stoffe wird als TVOCs (Total Volatile Organic Compounds) bezeichnet und kommt in einem Siedebereich zwischen 50 °C und 250 °C vor. Bekannte VOCs sind z.B. Formaldehyd, Benzol, Toluol, Styrol. Bei der Entstehung von VOCs wird zwischen natürlichen (mikrobielle Stoffwechselprodukte, Fäulnis, biologische Zerfallsprozesse, Reaktionen natürlicher Materialien,) und synthetischen Quellen (Baumaterialien, Lacke, Farben, Teppiche, Dämmstoffe, Lösemittel- und Reinigungsprodukte, Kosmetik, Tabakrauch) unterschieden.
In Deutschland gibt es Grenzwerte für beispielsweise Benzol bisher nur für produktionstechnisch besonders belastete Arbeitsplätze.
Das Umweltbundesamt hat mittlerweile Empfehlungen für das Vorkommen von VOCs ausgesprochen. Die TVOC Leitwerte sind in Stufen gegliedert:

hygienisch unbedenklich	< 0,3 mg/m³
hygienisch (noch) unbedenklich	0,3 - 1 mg/m³
hygienisch auffällig	1 - 3 mg/m³
hygienisch inakzeptabel	> 3 mg/m³

Zusätzlich existieren Richtwerte für einzelne VOC-Stoffe (siehe aktuelle Richtwerttabellen unter www.uba.de).
VOCs werden mittels eines resistiven Sensors gemessen. Moleküle verursachen eine Änderung des elektrischen Widerstandes im Sensor. Da eine Querempfindlichkeit zu anderen Stoffen besteht, sind die VOC Sensormessergebnisse schwer interpretierbar.

Stickstoffdioxid
Stickstoffdioxid entsteht bei der Verbrennung fossiler Energieträger. In Innenräumen wird es beispielsweise durch Kerzen, offene Feuerstellen und Tabakrauch freigesetzt.
In Innenräumen gilt der Einstunden-Richtwert von 80 µg/m³ (Vorsorgewert). Der Ausschuss für Innenraumrichtwerte empfiehlt allerdings, den Wert auf 40 µg/m³ herunterzusetzen. Der kurzfristige Gefahrenwert liegt bei 250 µg/m³. Als Arbeitsplatzgrenzwert wurden 950 µg/m³ festgelegt. Für Stickstoffdioxid ist in der EU eine Alarmschwelle von 400 µg/m³ festgelegt. 2021 hat die WHO ihre Luftgüte-Richtlinie nach unten hin angepasst. Die neue Empfehlung bei Stickstoffdioxid liegt bei 25 µg/m³ im 24-Stunden-Mittel. Stickstoffdioxid wird mit einem elektrochemischen Sensor gemessen.

Kohlenmonoxid (CO)
Kohlenmonoxid ist ein farb-, geruchs- und geschmacksneutrales Gas. Das starke Atemgift ist leichter als Luft. Es entsteht durch die unvollständige Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Stoffen z.B. im Straßenverkehr, und im Haus durch mangelhafte Ablüftung von Kaminöfen oder durch Öl- und Gasheizungen.

Die normale Konzentration in der Luft beträgt ca. 0,6 bis 6 mg/m³. Der 8-Stunden-Mittelwert von 10 mg/m³ (8 ppm) sollte laut Umweltbundesamt nicht überschritten werden. Die maximale Arbeitsplatz-Konzentration (MAK-Wert) beträgt 35 g/m³ (28 ppm).
CO wird mit einem elektrochemischen Sensor gemessen. Folgen von zu hoher Konzentration sind Schwindel, Ermüdung, Übelkeit bis hin zum Tod.

Formaldehyd
Formaldehyd ist ein farbloser, stechend riechender, gut wasserlöslicher und bei Raumtemperatur gasförmiger Stoff. Es kommt natürlicherweise in geringen Mengen auch im menschlichen Körper, in Früchten und in Holz vor. Es entsteht außerdem bei Verbrennungen und anderen Oxidationsprozessen sowie beim Rauchen. In der Industrie wird Formaldehyd als Ausgangsstoff für viele chemische Verbindungen, wie z.B. Klebstoffe und Kunststoffe verwendet und kam früher bei vielen Holzprodukten zum Einsatz.
Der Ausschuss für Innenraumrichtwerte legte 2016 einen Richtwert für die Innenraumluft von 0,1 mg/m³ fest. 2015 wurde die Maximale Arbeitsplatz-Konzentration auf 0,37 mg/m3 festgelegt.
Rechtsverbindlich ist Formaldehyd seit dem 1. April 2015 im Anhang VI der Verordnung 2008/1272/EG in der Kategorie 1B eingestuft: «wahrscheinlich karzinogen beim Menschen».
Formaldehyd wird mit einem elektrochemischen Sensor gemessen. Sensorwerte sind gegenüber Labormessungen ungenau und können lediglich als Indiz und mit Hilfe eines Umrechnungsfaktors bewertet werden. Die Sensoren helfen bei der Quellensuche.

Ozon
Es ist ein farbloses bis leicht blaues Gas, das stechend-scharf bis chlorähnlich riecht. Ozon ist sehr reaktionsfreudig, brandfördernd, schwerer als Luft und wirkt auf den Menschen giftig. In Innenräumen kann Ozon durch elektrische Geräte wie z.B. Drucker unter Einwirkung von UV-Strahlung entstehen. Der bisherige MAK-Wert von 100ppb (200 µg/m³) wurde bislang noch nicht durch einen verbindlichen Arbeitsplatzgrenzwert ersetzt. Ozon wird mit einem elektrochemischen Sensor gemessen. Zu hohe Peroxid- und Ozonkonzentrationen können die VOC Raumluftmesswerte verfälschen.

Radon
Radon ist ein farb-, geruch- und geschmackloses radioaktives Gas. Es entsteht im Gestein und im Erdreich durch den Zerfall von Uran und Thorium, steigt von dort zur Erdoberfläche auf und entweicht in die Atmosphäre, in das Grundwasser, in Höhlen und Bergwerke und auch in Keller und Rohrleitungsschächte. Die Radonbelastung schwankt regional stark. Es gibt im deutschen Strahlenschutzgesetz verbindlich festgelegte Referenzwerte. Danach müssen in Arbeits- und Aufenthaltsräumen bei einer Radonkonzentration ab 300 Bq/m³ (300 Zerfälle pro Sekunde pro m³ Luft) Maßnahmen zur Reduzierung getroffen werden.
- Eingreifrichtwert: 400 Bq/m³ gilt für Gebäude, die vor 1996 gebaut wurden.
- Planungsrichtwert: 200 Bq/m³ gilt für Gebäude, die nach 1996 gebaut wurden.

Die deutsche Strahlenschutzkommission und die WHO empfehlen, den Wert dauerhaft unter 100 Bq/m³ zu halten, unter Umständen durch Lüftungsanlagen. Langzeitmessungen sind genauer als Kurzeitmessungen. Radon erhöht das Risiko, an Lungenkrebs zu erkranken. Rechtssichere Langzeitmessungen werden mit passiven Exposimetern durchgeführt, die im Labor ausgewertet werden. Orientierende Messungen werden mit Sensorgeräten durchgeführt.

Schwefeldioxid
Schwefeldioxid ist ein farbloses, stechend riechendes und sauer schmeckendes Reizgas. Schwefeldioxid entsteht bei der Verbrennung schwefelhaltiger fossiler Brennstoffe und wird von Vulkanen und beim Abbrand in Gebäudeheizanlagen freigesetzt. Außerdem wird es durch verschiedene Verkehrsmittel, industrielle Energie- und Wärmegewinnungsanlagen, bei der Produktion von Zement und Zellstoff sowie bei der Verarbeitung von Erzen und Erdöl freigesetzt. Der Arbeitsplatzgrenzwert liegt laut deutscher Gefahrstoffverordnung bei 2,5 mg/m³ (1ppm), der Wert für die Maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK-

Wert) beträgt 2,7 mg/m³. Schwefeldioxid ist ein starkes Atemgift und kann schon in geringen Konzentrationen zu Hustenreiz, Atemnot sowie Reizungen von Augen und Schleimhäuten führen.
Schwefeldioxid wird mit einem elektrochemischen Sensor gemessen und kann durch die Lüftungsanlage ins Gebäudeinnere gelangen.

Schwefelwasserstoff
Schwefelwasserstoff ist ein farbloses, giftiges Gas. Man nimmt es bereits in geringen Mengen an dem typischen Geruch nach faulen Eiern wahr. Schwefelwasserstoff entsteht durch die Zersetzung von Proteinen durch Fäulnis- und Schwefelbakterien. Es ist schwerer als Luft und sammelt sich daher am Boden. Schwefelwasserstoff kommt in vielen Rohstoffen vor wie z.B. in Erdöl und Erdgas und entsteht bei jeglicher Form des Biomasseabbaus (z.B. in Klärwerken, Landwirtschaft/Gülle, Kanalisation etc.)
Der Arbeitsplatzgrenzwert liegt bei 5 ppm und die maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK-Wert) bei 10 ppm. Dieser Wert darf zu keiner Zeit auch nur kurzzeitig überschritten werden. Die Geruchsschwelle liegt schon bei 0,13 ppm.
Schwefelwasserstoff wird mit einem elektrochemischen Sensor gemessen. Die Verbindung kann durch Fensterlüftung oder Lüftungsanlagen in Innenräume gelangen.

Feinstaub (PM_1 – PM_{10})
Feinstaub ist ein Teil des Schwebstaubs «Particulate Matter-PM». Er besteht aus festen und flüssigen Teilchen, die nicht gleich zu Boden sinken, sondern eine gewisse Zeit in der Raumluft verweilen.
Als häufige Feinstaub-Quellen gelten Emissionen aus der Natur, Industrie, Kraftwerken Kleinfeueranlagen, Straßenverkehr, Landwirtschaftliche Tierhaltung, Tabakrauch, Kerzen, Haushalts- und Bürogeräten (z.B. Drucker, Kopierer), Kaminöfen, Kochen und Braten sowie biogene Partikel (z.B. Viren, Sporen von Pilzen und Bakterien, Pollenflug, Ausscheidungen von Hausstaub-Milben). Hinzu kommen Abriebstäube und chemische Ausdünstungen durch Teppiche, Möbel, Fußböden und Wandoberflächen. Feinstaub verfügt über ein hohes Adsorptionspotenzial für gasförmige Verbindungen und wird dadurch mit mittel- bis schwerflüchtigen Schadstoffen (z.B. Pestizide, Flammschutzmittel, Weichmacher) angereichert.
Mit Partikelmessgeräten werden vor der VOC Raumluftmessung die Partikelgrößen (PM_1, $PM_{2,5}$, PM_{10}) gemessen, um die Qualität einer Feinreinigung nachzuweisen.
Für Feinstaub PM_{10} (Partikel < 10 µm) setzt das Umweltbundesamt für die Außenluft einen Tagesgrenzwert von 50 µg/m³ und einen Jahresmittelwert von 40 µg/m³. Der Tagesgrenzwert darf lediglich an 35 Tagen im Jahr überschritten werden. Für Feinstaub $PM_{2,5}$ (Partikel < 2,5 µm) gilt seit 2015 der als Beurteilungswert von der WHO festgelegte Jahresgrenzwert von 25 µg/m³ in der Außenluft und in Wohnräumen.
Feinstaub wird mittels optischer Streuung gemessen. Eine Infrarot-LED und ein Detektor sind räumlich durch eine Wand getrennt und «sehen» sich nie direkt. Erst wenn Feinstaubpartikel im Licht der LED auftauchen, sieht der Detektor ein Aufblitzen, zählt diese Blitze und je nachdem wie hell diese sind, kann die Partikelgröße bestimmt werden. Große Partikel (PM_{10} hell), je kleiner die Partikel ($PM_{2,5}$, PM_1) um so dunkler.
Die Partikel reizen die Schleimhäute von Augen, Nase und Rachenraum und die Atemwege und können zu entzündlichen Veränderungen führen. Zu hohe Partikelwerte wegen unzureichender Feinreinigung verfälschen und erhöhen je nach Partikelzusammensetzung die VOC Raumluftmesswerte.

Lufttemperatur
Die subjektiv wahrgenommene Raumtemperatur kann von der gemessenen Lufttemperatur abweichen, da sie durch weitere Faktoren beeinflusst wird. Dazu gehören neben der tatsächlichen Lufttemperatur die Strahlungstemperatur der Raumoberflächen, die Körpertemperatur der im Raum anwesenden Menschen sowie individuelle Eigenschaften der Haut, Verdunstung über die Haut, Luftfeuchtigkeit und Sonneneinstrahlung.
Das Umweltbundesamt empfiehlt für Wohnbereiche 21 bis 23°C, für Kinder- und Badezimmer 23°C, für Küchen 18 – 19°C, für Schlafzimmer 16 – 18 °C und für Büroräume 21 – 22 °C.

Temperatur und Luftfeuchtigkeit beeinflussen maßgeblich das individuelle Wohlbefinden in Innenräumen. Bei zu niedrigen Temperaturen versucht der Körper durch Zittern die Körpertemperatur zu erhöhen, bei zu hohen Temperaturen durch Schwitzen und Erweiterung der Blutgefäße diese zu senken.
Die Temperatur kann mit einem Sensor mit sehr hoher Genauigkeit gemessen werden. Nicht normgerechte Raumtemperaturen verfälschen die VOC Raumluftmesswerte.

Relative Luftfeuchtigkeit
Relative Luftfeuchtigkeit beschreibt das Verhältnis zwischen der absoluten und der maximalen Luftfeuchtigkeit und wird in Prozent angegeben. In Innenräumen entsteht Luftfeuchte durch Baustofftrocknung oder wegen Kochen, Duschen, Baden und Wäschetrocknung. Durch die Austrocknung der Schleimhäute steigt das Infektionsrisiko.
Während Raumluftmessungen wird eine relative Luftfeuchtigkeit von 40 bis 60 % empfohlen. Zu hohe Luftfeuchtigkeit kann die Leistungsfähigkeit beeinträchtigen und den Kreislauf belasten. Bei Luftfeuchtigkeit von über 60 % kommt es zu einer verstärkten Vermehrung von Pilzen, Bakterien, Hausstaubmilben.
Die relative Luftfeuchtigkeit kann mit einem Sensor mit sehr hoher Genauigkeit gemessen werden. Zu hohe Werte verfälschen und erhöhen die VOC Raumluftmesswerte.

Absolute Luftfeuchtigkeit
Die absolute Luftfeuchtigkeit gibt die Wasserdampfdichte an, d.h. jene Masse an Wasserdampf, die in einem festgelegten Luftvolumen enthalten ist. Sie wird in g/m³ angegeben. Sie bewegt sich zwischen 0 und dem maximalen Wasserdampfgehalt, den die Luft mit einem festgelegten Volumen bei einer bestimmten Temperatur erreichen kann. Wie viel Wasserdampf die Luft aufnehmen kann, ist stark von der Lufttemperatur abhängig.
Als allgemeine Empfehlung für Innenräume gilt ein Mindestwert von ca. 6,9 g/m³ und ein Höchstwert von ca. 10,4 g/m³. Wenn im Winter kalte Luft, die nur wenig Wasserdampf aufnehmen kann, hineingelüftet wird, erwärmt sich diese im Innenraum, was dazu führt, dass die relative Luftfeuchte bei gleichbleibender absoluter Luftfeuchte abnimmt. Dadurch entsteht das Problem von zu trockener Luft im Winter. Die größte Gefahr einer länger andauernden zu hohen relativen Luftfeuchtigkeit liegt in der Schimmelbildung, die wiederum durch die Temperaturunterschiede an kalten Außenwänden durch die Unterschreitung des Taupunktes noch begünstigt wird.
Aus dem gemessenen Wert der relativen Luftfeuchtigkeit wird der Wert der absoluten Luftfeuchtigkeit abgeleitet. Zu hohe Werte verfälschen die VOC Raumluftmesswerte.

Luftdruck (p)
Als Luftdruck wird die Kompression, also die Verdichtung der Luft bezeichnet. Sie entsteht durch die kontinuierliche Bewegung der Luftmassen in der Atmosphäre. Diese Bewegungen werden durch die Erdanziehung, Sonneneinstrahlung und Hoch- und Tiefdruckgebiete beeinflusst. Der Luftdruck nimmt mit zunehmender Höhe über dem Meeresspiegel deutlich ab. Auf Höhe des Meeresspiegels wird der mittlere Luftdruck mit einem Wert von 101.325 Pa (Pascal) oder dem Normwert 1 bar angegeben. Die Messung des Luftdrucks ist für die Umrechnung im Labor bzgl. VOC Raumluftmessungen relevant.
Die Druckkammersensoren messen die Deformation einer Membran. Luftdruckwerte bei QNG geforderten Raumluftmessungen benötigt das VOC-Prüflabor zur Funktionskontrolle eines regelgerechten Messablaufs.

3. Messtechnik durch Luftprobenahmen

Konstruktion und Ausstattung der Gebäude (Private, Schulen, Büros) haben sich in den letzten Jahren verändert und sie sind aufgrund des Wärmeschutzes auch luftdichter geworden. Deshalb wird schon bei der Planung moderner Lüftungskonzepte der Einsatz von Raumklima-Sensorsystemen (Kohlendioxid, Luftfeuchte, Temperatur) während der Nutzungsphase empfohlen. Zudem sind hohe Luftzugerscheinungen bei gleichzeitig möglichst hohem Luftwechsel zu vermeiden.
Nach Abschluss der Bauarbeiten ist gemäß QNG Förderrichtlinien eine Messung von flüchtigen organischen Stoffen durchzuführen.

3.1. Anforderungen an die VOC Raumluftprobenahme

Die VOC Raumluftmessung stellt eine Kurzzeitprobenahme dar. Klimakontrollmessungen und Messraumvorbereitungen sollten unbedingt im dazugehörigen Messprotokoll folgendermaßen beschrieben werden:

- Alle Klima- u. Raumparameter werden messtechnisch erfasst und schriftlich dokumentiert.
- Das Mess- und Analyseverfahren führt zu nachvollziehbaren bzw. zu nachträglich kontrollierbaren Ergebnissen.
- Alle vorgegebenen und zum Messzeitpunkt herrschenden klimatischen Einflussparameter wie Außentemperatur, Innenraumtemperatur, Außen- und Innenraumluftfeuchte und Lüftungsverhältnisse, der VOC/Sensorwert, der Formaldehyd/Sensorwert, der Partikel/Sensorwert, der CO2/Sensorwert aber auch auffällige Gerüche werden erfasst und protokolliert.
- Die Vorgehensweise wird fototechnisch festgehalten.
- Die Bewertung der Messergebnisse erfolgt im Abgleich mit den aktuellen behördlichen Grenz-, Richt-, Leitwerten und den Vorgaben im Werkvertrag.

Luftprobenahmen sind auf Formaldehyd und VOC ausgerichtet und finden zum Zeitpunkt der Bauabnahme statt, d.h. im schlüsselfertigen (bezugsfertigen) aber unmöblierten Zustand. Innentüren müssen gebrauchsfertig eingebaut sein. Für schon bezogene und möblierte Gebäude muss eine Sonderreglung getroffen werden.

3.2. Klimafaktoren und Baustoffemissionen

Generell sollten mindestens 2 Wochen vor Messtermin die vorgegebenen Raumklimaparameter eingestellt werden. Neben einem hohen Luftwechsel muss auf die Temperatur und die Material- und Baufeuchte geachtet werden, da sie einen direkten Einfluss auf das Abklingverhalten von Baustoffemissionen haben.
Das Raumklima hängt von Faktoren wie dem jahreszeitlichen Außenklima, dem Standort, der Heizungsart und dem Materialfeuchteverhalten ab. Winddruck oder Unwetter können die VOC Emissionswerte unerwartet erhöhen.

3.3. Lüftungsplanung vor VOC Raumluftmessungen

Gebäude ohne technische Lüftungsanlagen müssen rechtzeitig über Fensterlüftung quergelüftet werden. Die normativ vorgegebenen Verschlusszeiten (8h) müssen eingehalten werden. Zu empfehlen ist eine zusätzliche Kontrollmessung unter Nutzungsbedingungen, was einem regelgerechten hygienisch geforderten Lüftungsvorgang je Zeitintervall entsprechen würde.
Gebäude mit RLT-Anlagen (dezentral und zentral mit Wärme- und/oder Feuchterückgewinnung) dürfen während der Messung unter nutzungsbezogenen Voreinstellungen angeschaltet bleiben.



Abbildung 5: Test mit 3 unterschiedlich großen dezentralen Lüftungsanlagen im gleichen Klassenraum. Von links – Sensormessgeräte für Partikel, CO2, Feuchte/Temperatur, VOC Raumluftanalyse/Pumpenausrüstung.

Zu untersuchende Gebäude müssen normgerechte und möglichst nutzerangepasste Raumklimawerte aufweisen.

Es wird bei den Klimaanforderungen unterschieden zwischen Gebäuden
- ohne RLT Anlagen (Frischluftzufuhr über Undichtigkeiten oftmals ca. 0,1-0,3 Luftwechsel/h – Nachweis durch BlowerDoor Prüfverfahren 10-50 Pascal Unterdruck).
- ohne RLT Anlagen aber mit undefinierten und selbstregulierenden Lüftungselementen an Fenstern und Türen – Funktionsnachweis über CO2 Messgerät.
- mit RLT Anlagen (Zentrale Lüftungsgeräte oder Einzellüfter mit Feuchte- und/oder Wärmerückgewinnung) – Funktionsnachweis über CO2 Messgerät. Ein 4 stufiges Gerät funktioniert 1. nach dem Prinzip Minimalstufe zum Feuchteschutz und 2. Mindestanforderung mit reduzierter Lüftung und 3. Nennlüftung/def. Nutzerbezogen und 4. Intensivlüftung/max. nutzungsbezogen.

3.4. Messvorbereitung

Für eine reibungslose Messplanung ist es erforderlich, dass sich der Messingenieur schon Wochen vor der Messung im ständigen Austausch mit der Bauleitung oder der Bauherrschaft befindet. Da solche Raumluftmessungen kurz vor Übergabe des Gebäudes stattfinden, ist zudem mit erhöhten Emissionen durch abtrocknende und aushärtende Baumaterialien zu rechnen, die rechtzeitig und weitreichend abgelüftet werden sollten. Um diesbezügliche Messwertverfälschungen zu minimieren sind folgende Maßnahmen einzuhalten:

- Messvorbereitung 1: Das zu untersuchende Gebäude sollte schon mindestens 14 Tage vor Beginn der Messungen unter Beobachtung stehen. Emissionsträchtige Arbeiten wie Lackierarbeiten vor Ort (z.B. Treppengeländer) mit lösemittelhaltigen Inhaltsstoffen sollte in den letzten 2 Wochen vermieden werden.
- Messvorbereitung 2 (Beginn 1 Woche vor Messtermin): Ständiges Lüften mit LWZ>2, wobei hier das aktuelle Außenklima zu beachten ist. Wenn RLT- Anlagen vorhanden sind, sollten diese nun durchgängig auf höchster Stufe laufen.
- Messvorbereitung 3 (Beginn 24h vor Messtermin): Raumklimazielwerte 21°C und ca. 50% rLF sind einzustellen. Feinreinigung der Messräume. Je nach verbauter RLT-Anlage sollten die Zuluftleitungen auf Verschmutzungen untersucht und ggf. gereinigt werden (ohne chem. Reinigungsmittel!). Die Filter der RLT Anlagen sind zu erneuern. Gelüftet wird im Überdruckverfahren durch Einblasen (Gebläse mit HEPA Filter – min. H13) von Frischluft über die Fenster bei geschlossenen Türensolange bis der CO_2 Wert des Innenraums in etwa dem der Außenluft entspricht.
- Können die Raumklimaparameter wie Raumlufttemperatur 19-25 °C, Raumluftfeuchte < 65 % rel. LF, CO_2 < 1000 ppm und Beschattung nicht eingehalten werden, ist eine Verschiebung des Messtermins empfohlen.
- Die Messbereiche sind für andere Personen vor und während der Messung verschlossen zu halten. Der ausführende Messtechniker sowie alle anderen Personen, die den Messraum betreten, müssen frei von Duftstoffen (Parfüm, Haarpflegemittel, Rasierwasser) und Rauchgeruch sein.
- Motorisierte Außenarbeiten um das Gebäude sind während Messungen zu unterlassen.
- Mehrere Messräume möglichst zeitlich parallel messen.
- Der Prüfingenieur muss während der Messung normative Vorgaben exakt einhalten und protokollieren.
- Die Anzahl zu prüfender Messräume richtet sich nach den Vorgaben im Werkvertrag.

3.5. VOC Messvorgang

Falls eine RLT Anlage vorhanden ist, wird diese gemäß Lüftungsplanung unter Nutzungsbedingungen vor und während der VOC Messung zugeschaltet und die Funktion auf das Raumklima kontrolliert und protokolliert.
Die Messbereiche sind für andere Personen vor und während der Messung verschlossen zu halten. Der ausführende Messtechniker selbst sowie dessen Gerätschaften müssen beim Messvorgang frei von VOC Emittenten wie Markierstifte, Kabelgeruch, Parfüm oder Zigarettengeruch sein. Der Messtechniker wird den Messraumzustand und die Klima-Sensormesswerte abnehmen, fotografieren und protokollieren.

Für Luftprobenahmen gelten die Vorgaben von EN ISO 16000-1 Innenraumluftverunreinigungen – Teil 1: Allgemeine Aspekte der Probenahmestrategie. Für die VOC Raumluftüberwachung sind die in der Norm vorgeschrieben Prüfröhrchen zu verwenden und die in der Norm vorgesehene Probenahmetechnik anzuwenden. Die Laborvorgaben bei der Probenahme sind zu beachten. Sensorparameter wie VOC/Geruch, CO_2, NO_2, CO, HS, O3 und Innen- und Außenklimaparameter wie Luftdruck, Feuchte, Temperatur und Luftzug sollten protokolliert werden.

So sollen bei der Auswahl des Raumes die Nutzungsdauer und die Nutzungsart, die Lage im Gebäude, die Art der Lüftung und mögliche Emissionsquellen (grobe Baustoffauswahl) im Raum beschrieben werden. Als geeignete Stelle im Raum wird im Allgemeinen die Mitte des Raumes angesehen, der Wandabstand muss mindestens 1 m betragen. Nach ISO 16000-1 ist die Probenahme 1,5 m über dem Fußboden durchzuführen und im Protokoll zu vermerken.

3.6. QNG Anforderungen an die VOC Messwerte

Allgemeine Richtwertauslegungen:

- Die Einzelstoff-Richtwerte II (ERW II) der beim Vertragsabschluss aktuelle AIR/UBA Richtwerttabelle sind mindestens einzuhalten.
- Der TVOC-Wert in Höhe von 1.500 µg/m³ ist mindestens einzuhalten.
- Der Richtwert für Formaldehyd in Höhe von 100 µg/m³ ist mindestens einzuhalten.
- Andere Zielwerte können vom Auftraggeber festgelegt werden, daher sind Werkverträge auf strengere Richtwerte hin zu überprüfen.
- Werden die ERW II oder der vorgegebene TVOC-Wert unterschritten, wird die Nutzung freigegeben.
- Werden die ERW II eingehalten und liegt der TVOC-Wert über 1.500 µg/m³, dann muss der Auftragnehmer (AN) eine weitere Kontrollmessung nach Absprache mit dem Auftraggeber durchführen, um die Abklingraten der Emissionen zu dokumentieren.
- Werden die ERW II und der TVOC-Wert von 1.500 µg/m³ überschritten, muss der AN emissionsreduzierende Maßnahmen sowie kurzfristig eine Nachmessung nach Absprache mit dem Auftraggeber durchführen.

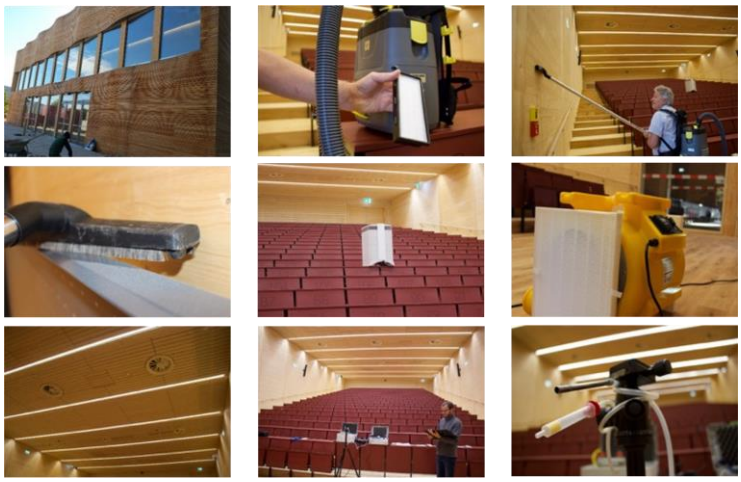


Abbildung 6: Hörsaal, innen komplett aus Holz und Lüftungsanlage. Bilder von Feinreinigung und VOC Messung.

Leitwert (mg/m³)	Hörsaal II Garching	Hygienische Bewertung
<=0,3	0,0847	Hygienisch unbedenklich
>0,3 – 1		Hygienisch noch unbedenklich, sofern keine Richtwertüberschreitungen für Einzelstoffe bzw. Stoffgruppen vorliegen
>1 - 3		Hygienisch auffällig
>3 - 10		Hygienisch bedenklich
>10	10	Hygienisch inakzeptabel

Leitwerte für TVOC in der Innenraumluft. Quelle: Umweltbundesamt.

Abbildung 7: Vorbildlich gute VOC Werte im Holzgebäude nach korrekter Klimaeinstellung und Messraumvorbereitung (IQUH Archiv).

3.7. QNG Richtwerte

Die Raumluftzielwerte und die dazugehörige Punktebewertung gemäß QNG Förderrichtlinien sind in folgender Tabelle dargestellt. Für die QNG Premiumzertifizierung muss eine möglichst hohe Punktezahl erzielt werden.

Tabelle 1: Anforderung an die TVOC- und Einzelkonzentrationen
Quelle: Anforderungen nach BNB_BN_3.1.3 Innenraumlufthygiene

Qualitäts-niveau (QN)	Raumluftkonzentration aller untersuchter Räume			Bewertung
	VOC			
	TVOC [mg/m³]	Zulässige Messwerte TVOC [mg/m³]	Einzelkonzentrationen	
2	≤ 0,3	≤ 0,304	≤ RW I	50
1	≤ 1,0	0,305 bis 1,04	≤ RW I	25
0	≤ 3,0	1,05 bis 3,04	≤ RW II	0
	> 3,0	≥ 3,05	> RW II	**keine Zertifizierung möglich!**

4. Zusammenfassung und Aussichten

Gemäß unseren letztjährigen Messerfahrungen bestehen aktuell keine Probleme mit zu hohen Formaldehyd- oder VOC Emissionswerten, wenn Lüftungsanlagen für nutzungsgerechte Luftwechsel sorgen und die vormals beschriebenen Messraumvorbereitungen eingehalten werden.
Wurden im Werkvertrag VOC Zielwerte für die Raumluftqualität vereinbart ist es ratsam möglichst VOC geprüfte Produkte gemäß Prüfnorm DIN EN 16516 einzusetzen. Empfehlenswert sind ausreichend große zugluftvermeidende raumlufttechnische Anlagen mit Sensorsteuerung hinsichtlich Raumlufttemperatur, Raumluftfeuchte und Kohlendioxid (CO_2).
Hohe Temperatur- oder Feuchtewerte und Gerüche durch Trocknungsprozesse im Prüfraum sowie (Außen) Klimaextreme können zu VOC Ergebnisverfälschungen führen.
Neueste toxikologische bzw. tier- und zellenbasierte Studien zeigen, dass vor allem die durch Holz und Holzwerkstoffe verursachten Terpenkonzentrationen keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit haben.[6] Weitere Studien weisen sogar darauf hin, dass Terpene gesundheitsfördernd sein können.[7] Diese für den Holzbau positiven wissenschaftliche Studienergebnisse zu natürlichen VOC Emissionen (Terpene, Aldehyde, Carbonsäuren z.B. durch natürliches Holz) sollten in den VOC Bewertungsrichtlinien dazu führen, dass diese VOC Richtwerte wesentlich erhöht werden.
Folgende aktuelle DBU geförderte Studie in Waldmünchen/Bayern unter Leitung der TU München/Lehrstuhl Stefan Winter soll Erkenntnisse zu Emissionen, zum bauphysikalischen und raumklimatischen Verhalten und zur Ökobilanzierung/Nachhaltigkeit in unterschiedlich

[6] Infos/Quellen unter https://baustoffe.fnr.de/projekte/emissionen/
[7] Infos/Quellen unter http://www.holz-und-raumluft.de/forschung

gebauten Holzgebäuden generieren. Die Beteiligten erhoffen sich neue positive Argumente für nachhaltige Bauweisen zur Förderung von Umwelt- und Klimaschutz, aber auch für ein gesundheitsförderliches Raumklima.



Abbildung 9: Seniorenwohnanlage Waldmünchen – Geplante Messstudie 2022 (Raumklima und VOC) in 11 Holzgebäuden mit unterschiedlicher Bauweise. Bauphysikalische Sensormessungen – TU München Lehrstuhl Winter. Raumklimatische und raumluftanalytische Messungen – IQUH.

5. Anlagen

5.1. Grundlagen zur VOC Ergebnisbewertung

1. Kommission Innenraumlufthygiene + Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden, VOC Richtwerte für die Innenraumluft. Herausgeber: Umweltbundesamt, Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes.
2. Holzbau Deutschland/Informationsdienst Holz, Berlin: www.holz-und-raumluft.de

5.2. Literatur, Normen

DIN 1946	DIN 1946-1-6 befasst sich mit dem Anwendungsbereich und jenen Neuerungen der Norm, die ventilatorgestützte Systeme betreffen. DIN 1946-6 «Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/ Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung».
DIN EN 16798 Teil 1	Lüftungs- und Behaglichkeitsnorm (Früher: DIN EN 15251, EN 13779)
EN 16516	Bauprodukteprüfung
EN ISO 7730	Thermische Behaglichkeit
VOB/C ATV DIN 18379-3	Grundlage für die Planung und Auslegung von Lüftungs- und Klimaanlagen in Nichtwohngebäuden, die für den Aufenthalt von Menschen bestimmt sind.
DIN EN ISO 16000-1 (2006)	Innenraumluftverunreinigungen – Teil 1: Allgemeine Aspekte der Probenahmestrategie
DIN EN ISO 16000-2 (2006)	Innenraumluftverunreinigungen – Teil 2: Probenahmestrategie für Formaldehyd
DIN ISO 16000-3 (2013)	Innenraumluftverunreinigungen – Teil 3: Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen – Probenahme mit einer Pumpe - Allgemeine Aspekte der Probenahmestrategie
DIN EN ISO 16000-5 (2007)	Innenraumluftverunreinigungen – Teil 5: Probenahmestrategie für flüchtige Verbindungen (VOC)
DIN ISO 16000-6 (2012)	Innenraumluftverunreinigungen – Teil 6: Bestimmung von VOC in der Innenraumluft und in Prüfkammern, Probenahme auf Tenax TA, thermische Desorption und Gaschromatographie mit MS oder MS-FID
DIN ISO 16000-8 (2008):	Innenraumluftverunreinigungen - Teil 8: Bestimmung des lokalen Alters der Luft in Gebäuden zur Charakterisierung der Lüftungsbedingungen

Qualitätsziele Nachhaltiges Gebäude – nur so gibt es Geld

Svend Ulmer
Green Building Services & KATALYSE Institut e.V.
Köln, Deutschland



Qualitätsziele Nachhaltiges Gebäude – nur so gibt es Geld

1. QNG? – «*Neu ist das Rollout, nicht die Inhalte*»

Das Thema Nachhaltigkeit bzw. nachhaltiges Bauen ist seit 2022 zur ausdrücklichen Förderbedingung für die BEG-Neubauförderung in Deutschland. Nach dem Mauerblümchendasein des «ökologischen» oder «ganzheitlichen Bauens» in den Achtziger und Neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts, dem Aufschwung seit etwa dem Jahr 2000 (u.a. entwickelten sich in Deutschland die Hafencity-, BNB-/DGNB-, NaWoh-Kriterien – nachdem im Ausland allerdings bereits seit längerem mit BREEAM LEED und Minergie Kriterien für nachhaltige Gebäude etabliert wurden) wird damit endlich der Anspruch nachhaltigen Bauens auch in der Förderung als Grundanforderung ausgerollt.
Seit dem 21.4. 2022 werden über die Bundesförderung Effiziente Gebäude (BEG) nur noch Neubauten gefördert, die bestimmte Voraussetzungen erfüllen:

a. sie müssen dem Effizienzhaus-Standard EH40 entsprechen (EH55, EH40 Plus und EH40 (ohne NH) werden nicht mehr gefördert)
b. sie müssen eine «Nachhaltigkeitsklasse» («NH», bspw.EH40 NH).

Nachhaltigkeit und welche Voraussetzungen für diese zu erfüllen sind, regelt das neu geschaffene Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG). Für die staatliche Förderung von Maßnahmen ist dieses Zeichen nun (für Neubauten) verpflichtend (mit den Anforderungsniveaus «PLUS» oder «PREMIUM».

2. QNG? – Was ist zu erfüllen?

Um das staatliche Qualitätssiegel zu erhalten, müssen einige allgemeine und besondere Anforderungen an die ökologische, soziokulturelle und ökonomische Qualität der Neubauten erfüllt werden.
Das QNG-System baut auf im Markt existierende Bewertungssysteme für nachhaltiges Bauen auf, mit anderen Worten ist QNG zurzeit verbunden mit einer BNB-, DGNB-, NaWoh- oder BNK-Zertifizierung.

2.1. Anforderungen an den Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung

Die Schutzziele des Nachhaltigen Bauens sind[1]:

ökologische Dimension:
- Schutz des Ökosystems
- Schutz der natürlichen Ressourcen

ökonomische Dimension:
- Reduzierung der Lebenszykluskosten
- Verbesserung der Wirtschaftlichkeit
- Erhalt von Kapital

soziokulturelle Dimension:
- Bewahrung von Gesundheit, Sicherheit und Behaglichkeit
- Teilhabe in allen Lebensbereichen
- Gewährleistung von Funktionalität
- Sicherung der gestalterischen und städtebaulichen Qualität

[1] aus QNG-Handbuchv1-01 (2022)

Innerhalb der Zertifizierungssysteme müssen zudem **Mindestwerte an Nachhaltigkeit** eingehalten werden:
«Die ökologische, ökonomische und soziokulturelle Dimension muss mit einem Bewertungsanteil von insgesamt mindestens 60,0% in das Gesamtergebnis eingehen (Mindestbewertungsanteil). Der Mindestbewertungsanteil muss gleichmäßig auf die ökologische, ökonomische und soziokulturelle Dimension verteilt sein.»[2]

2.2. Wichtige Ziele des QNG

Konkret werden die Ziele in den Anlagen des QNG quantifiziert – hier einige Beispiele:
Naturgefahren am Standort
Bewertung verschiedener Gefahren (Sturm, Starkregen usw.) mit Immorisk

Ökologische Anforderungen

1.1. Treibhausgas und Primärenergie

QNG-PLUS

Anforderungen für: ***KN21*** ***WN 21***

Dem Gebäude darf nur QNG-PLUS zuerkannt werden, wenn die gemäß der Methodik der Anlage „*LCA-Bilanzierungsregeln des QNG für Wohngebäude*“ ermittelten

1 • Treibhausgasemissionen im Gebäudelebenszyklus maximal **28** kg CO_2 Äqu./m² a betragen und

2 • der ermittelte Primärenergiebedarf nicht erneuerbar im Gebäudelebenszyklus maximal **96** kWh/m² a beträgt.

QNG-PREMIUM

Anforderungen für: ***KN21*** ***WN 21***

Dem Gebäude darf nur QNG-PREMIUM zuerkannt werden, wenn die gemäß der Methodik der Anlage „*LCA-Bilanzierungsregeln des QNG für Wohngebäude*“ ermittelten

1 • Treibhausgasemissionen im Gebäudelebenszyklus maximal **20** kg CO_2 Äqu./m² a betragen und

2 • der ermittelte Primärenergiebedarf nicht erneuerbar im Gebäudelebenszyklus maximal **64** kWh/m² a beträgt.

Abbildung 1:Ökobilanzanforderungen am Beispiel Wohngebäude[3]

1.2. Nachhaltige Materialgewinnung

QNG-PLUS

Anforderungen für: ***KN21*** ***WN 21***

Dem Gebäude darf nur QNG-PLUS zuerkannt werden, wenn

1 • mindestens **50%** der verbauten Hölzer, Holzprodukte und / oder Holzwerkstoffe nachweislich aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammen.

QNG-PREMIUM

Anforderungen für: ***KN21*** ***WN 21***

Dem Gebäude darf nur QNG-PREMIUM zuerkannt werden, wenn

1 • mindestens **80%** der verbauten Hölzer, Holzprodukte und / oder Holzwerkstoffe nachweislich aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammen.

Abbildung 2: Nachhaltige Materialien - am Beispiel Wohngebäude4

[2] ebenda
[3] aus Anlage QNG_Handbuch_Anlage-3_besondere_Anforderungen_v1-1 (2022)
[4] aus Anlage QNG_Handbuch_Anlage-3_besondere_Anforderungen_v1-1 (2022)

Sozial-kulturelle Anforderungen

1.3. Schadstoffvermeidung in Baumaterialien

Anforderungsniveau PLUS	
Anforderungen für:	***KN21*** ***WN 21***
Dem Gebäude darf nur QNG-PLUS zuerkannt werden, wenn	
1	• der Bauherr alle bauausführenden Firmen vertraglich zur Einhaltung der QNG-Qualitätsanforderungen an die Schadstoffvermeidung verpflichtet hat und die Firmen nach Fertigstellung ihrer Leistungen deren Erfüllung erklären.
Anforderungsniveau PREMIUM	
Anforderungen für:	***KN21*** ***WN 21***
Dem Gebäude darf nur QNG-PREMIUM zuerkannt werden, wenn	
2	• die Erfüllung der QNG-Qualitätsanforderungen an die Schadstoffvermeidung für alle verbauten Materialien und Produkte nachgewiesen wurde.

Abbildung 3: Gesundheitsvorsorgende Materialien - am Beispiel Wohngebäude[5]

1.4. Barrierefreiheit

Anforderungsniveau PLUS		
Anforderungen für:		***WN 21***
Dem Gebäude darf nur QNG-PLUS zuerkannt werden, wenn		
	•	für **mindestens 80% der Wohneinheiten** und der Gemeinschaftsflächen des Gebäudes die Erfüllung von 7 der nachfolgenden 8 Anforderungen des Standards **„ready besuchsgeeignet“** nachgewiesen wird:
		Anforderungen aus ready-Leitkriterium A1 „Absatzfreie Zugänge“
1	*A1.1*	Der Aufzugseinbau zur Erschließung aller nutzbaren Geschosse muss nachweislich vorbereitet sein, insbesondere bezüglich Raum- und Flächenbedarf, Statik und Gründung.
2	*A1.2*	Die Erschließung bis zu den Wohnungseingangstüren muss stufen- und schwellenlos sein.
		Anforderungen aus ready-Leitkriterium A2 „Ausreichende Größen“
3	*A2.2*	Wege, Flure – nutzbare Breite
4	*A2.4*	Haus-, Wohnungseingangs-, Fahrschachttüren
5	*A2.5*	Türen – nutzbare Durchgangsbreite
6	*A2.6*	Wendeflächen außerhalb der Wohnung
7	*A2.7*	Bewegungsflächen innerhalb der Wohnung
		Anforderungen aus ready-Leitkriterium A4 „Attraktivität und Sicherheit“
8	*A4.4*	Treppensteigung (max. Stufenhöhe/min. Stufenauftritt)

Abbildung 4: Soziale Anforderungen Barrierefreiheit – am Beispiel Wohngebäude[6]

3. Was wird gefördert?

a. Nachhaltigkeitszertifizierung und die damit in Zusammenhang stehenden Beratungs- und Planungsleistungen (d.h. Energieplaner/-berater + Nachhaltigkeits-Experte (DGNB, BNB, NaWoh, BNK haben für «ihre Experten unterschiedliche Bezeichnungen)
b. die dazugehörige geförderte Baumaßnahme, sofern diese von einer akkreditierten Zertifizierungsstelle ausgestellt worden sind.
c. Zertifikat (BNB, DGNB, NaWoh, BNK) bestätigt die Übereinstimmung der Maßnahme mit den Anforderungen des Qualitätssiegels «Nachhaltiges Gebäude»)

[5] aus Anlage QNG_Handbuch_Anlage-3_besondere_Anforderungen_v1-1 (2022)
[6] aus Anlage QNG_Handbuch_Anlage-3_besondere_Anforderungen_v1-1 (2022)

HOLZBAUPREIS NRW und Gastreferat

The European Green Deal and the New European Bauhaus: opportunities for timber construction

Paul Brannen
CEI-Bois & EOS
Brussels



The European Green Deal and the New European Bauhaus: opportunities for timber construction

Paul Brannen, Director Public Affairs, CEI-Bois & EOS (European woodworking & sawmill industries). Former MEP 2014-19.

After a slow start the European Union is united in its intention to become carbon neutral by 2050. By this point any carbon emissions would need to be negated by carbon storage. The framework that has been created to achieve this goal is The European Green Deal.



The Green Deal has identified several key areas to tackle including the need to 'build and renovate in an energy and resource efficient way' and this is the opportunity for timber construction.

With 40% of global carbon emissions resulting from how we build and heat/cool our buildings there can be no solution to climate breakdown that does not involve a revolution in how we build and renovate our built environment.

To date the EU's focus has been on renovation rather than new build. This is because 75% of the EU's built environment, 195 million buildings, has been deemed to be energy inefficient and in need of urgent renovation with the focus on better and higher levels of insulation.

Underpinning this approach is a slow realisation that demolishing existing buildings and replacing them with new buildings should be a decision of last resort. This is because the most carbon efficient building is the one that already exists and all but the most detailed and careful deconstructions will result in a new wave of carbon emissions from a combination of the demolition and the replacement new build. Hence increasing attention is being focused on major renovations which work with the existing structure but will produce a completely transformed building which looks and feels like new.
One approach to renovation that is becoming increasingly common is referred to as 'build on top', where the existing structure can have a new extension built on top. Variations would include a new extension to one of more aspects of the building, often the front. This approach lends itself to the use of wood because of its relative lightness in weight compared to concrete or steel. Hence a six-storey on top extension can be added with wood whereas if concrete were used then maybe only one or two more additional storeys can be added.

As our populations become more urban and our cities continue to grow, construction opportunities that enable denser accommodation to be built will be increasingly favoured hence timber's suitability for the build on top approach will be an expanding opportunity.
Turning to the primary activity at the heart of the Renovation Wave an alarm bell needs to be sounded. Insulation has rightly been identified as a key ingredient in reducing energy use by making homes warmer in the winter and potentially cooler in the summer. It is an approach that will help the poorest in society the most. However as identified by the Joint Research Council of the European Commission 99% of existing insulation materials are manufactured in such a way that large amounts of fossil fuel need to be burnt to provide the necessary processing heat and/or the manufacturing process itself releases carbon into the atmosphere. For instance: melting rock at 1,500 degrees Celsius, then spinning the liquid before cooling it to produce sheets of stone wool insulation.

This creates a situation in which from a climate change perspective we are robbing Peter to pay Paul. Admittedly over the lifetime of a building such materials will reduce energy use (the majority of which comes from burning fossil fuels) but for the initial ten to twenty years there is no climate gain, only an overall emission of carbon. Calculations suggest the high level of fossil fuel use in manufacturing insulation materials negates one third of the subsequent carbon emission savings.

Here then is the opportunity for nature-based alternatives including hemp, flax, cellulose and sheep's wool. However, it's wood fibre that is the stand-out 'green' alternative as the carbon emitted during its manufacture is relatively low and it continues to store safely the carbon the tree sequestered.

Cost seems to be the main stumbling block preventing a greater use of wood fibre in insulation. If the existing insulation products with their high degree of embodied carbon had by law to state their carbon footprint on their packaging this would enable customers to make better informed choices. Likewise incentives for storing safely carbon in the built environment could tip the balance in favour of wood fibre.

Back in September 2020 when Ursula von der Leyen the President of the European Commission gave her first state of the union address to the European Parliament we were pleasantly surprised when she said:

"We know that the construction sector can be turned from a carbon source into a sink if organic building materials like wood and smart technologies like AI are applied."

In turn we wondered where had her thinking on this subject come from? The answer was Professor John Schellnhuber of the Potsdam Institute of Climate Impact Research (PIK). He and his colleagues at PIK have produced peer reviewed academic research that has been influential on decision makers such as von der Leyen, in particular 'Buildings as a global carbon sink' published in Nature Sustainability in January 2020 and more recently 'Land use and carbon emissions of a transformation to timber cities' published in Nature Communications in September 2022.

The increasing body of scholarly evidence from PIK and others arguing for a central role for timber in decarbonising the built environment in turn underpins an initiative launched by the President of the Commission herself, the New European Bauhaus Initiative. This Initiative follows on from the original Bauhaus Movement of the 1930s the development of which was halted by the outbreak of the Second World War.

The New European Bauhaus Initiative has three central and overlapping objectives: beauty, sustainability and accessibility (affordability). From the perspective of the woodworking and sawmill industries (CEI-Bois & EOS) we believe we can help deliver all three of these aspirations. Wood is beautiful, sustainable and potentially affordable, especially if the true cost of steel, concrete, brick and block to the environment were to be recognised and monetarised.

To maximise our opportunities to engage with the New European Bauhaus we, CEI-Bois & EOS, have come together with others from across the wider wood sector, notably the European Panel Federation, Innovawood and the European Federation of Building and Woodworkers to form the Wood4Bauhaus Alliance.

The affordability of timber in construction is an issue that we have not yet entirely cracked. We know that for many construction firms, clients and architects, that climate and environmental issues are second always to price.

It may be that the emergence of more and larger off-site modular construction facilities will help drive down the cost of house construction. Often, though not always, modular opts for timber frames due to their light weight feeding through to lower delivery costs of the final product to site. This weight advantage does not extend to insulation where most modular home manufactures are opting for the 'cheaper' fossil fuel derived materials which totally dominate the market, as referred to earlier.

Over the summer news emerged of Swiss firm Nokera building a huge off-site homes construction facility in the German state of Saxon-Anhalt. This factory will build 20,000 housing units per year. At the same time in the UK TopHat, backed by Goldman Sachs, revealed plans for an equally large modular homes factory at Corby. The size of eleven football pitches it will create 1,000 skilled green jobs and build 4,000 homes per year. TopHat will supply Boklok who in turn are owned by IKEA & Skanska.

Nokera and TopHat will both use wooden frames. Our challenge is to get them to opt for wood fibre insulation.

How might we win this challenge?

In the last European Parliament I was one of the MEPs who worked on the Land Use, Land Use Change and Forestry legislation. When passed it requested the Commission to develop a range of activities including consideration of ways in which we might further incentivise the use of nature-based materials such as wood in construction. The Commission have undertaken a range of activities in response the most recent of which has been to signal that in November 2022 they will bring forth from DG CLIMA a draft legislative proposal on the 'certification of carbon removals'.

The focus of this legislative proposal will be agriculture and forestry but the built environment will also be addressed. The proposal will include the establishment of a methodology that would enable the measurement of carbon stored in the built environment with a view to this, the methodology, enabling the sale of carbon credits issued against carbon stored in wood products in the built environment. Such a development is clearly of great interest to timber sector.

The sale of such carbon credits is already being undertaken by Finnish company Puro. Earth. For instance CEI-Bois member Hasslacher are generating carbon credits (Puro.Earth call them CORCS) via their Cross Laminated Timber.

In the USA Aureus Earth are preparing to launch the sale of carbon credits allocated against the sale of all the carbon stored in a completed large timber building i.e. a collection of wooden products.

Over the coming months the wood sector will need to form a collective view on such carbon credits and the linked methodology, but it is already clear that the sums of money the sale of such credits will generate could be used directly or indirectly to lower the price of wood products destined for the built environment. Hence could the sale of carbon credits generated by wood fibre insulation enable the price of the insulation to be reduced to enable it to compete with glass wool, stone wool and extruded polystyrene?

The Green Deal is also about new build, not only renovation. In the world of new build timber continues to excite and surprise. Every second month there is the announcement of a planned 'even taller than the last' wooden building somewhere in the world. Norway holds the current record at 85m, but Switzerland is coming with 100m and Perth with 183m. What next?

While the ever-taller catches the headlines when it comes to tackling carbon emissions, central to the Green Deal, it is maybe in the world of hybrid that we should look to for the largest collective step forward. Buildings where the foundations and the first third of the building are concrete with the top two-thirds being engineered timber. In the battle against climate change let's not make the excellent the enemy of the good.

To conclude, as each year passes and we get closer and closer to the 2050 net-zero target of the EU's European Green Deal the clearer it will become that timber is the primary material that can help decarbonise the built environment. Timber's ability to sequester and safely store carbon and its ability to substitute for carbon intensive alternatives will make it the structural building material par excellence. The question, 'Can we produce this timber sustainably?' will rightly be asked and to which we can positively reply 'Yes'. Timber is also an ideal material for use in a circular economy as it can be recycled and reused.

The European Green Deal and the New European Bauhaus Initiative have both opened the door for timber at the highest level in the European Union. Are we ready to meet the challenge?

Donnerstag, 20. Oktober 2022

Block C1

Zirkulär Bauen – Wie Konstruieren für die Zukunft

Zirkularität im Holzbau

Dr. Patrick Bergmann
Madaster Germany
Berlin, Deutschland



Zirkularität im Holzbau

1. Neue Häuser braucht das Land

Bereits seit längerem zeigt sich in Deutschland ein Trend zur Binnenmigration oder auch Re-Urbanisierung. Vor allem Personen zwischen 30 und 43 Jahren zieht es in die Städte. Einer der entscheidenden Faktoren für den Umzug aus dem ländlichen Raum in eine der großen Städte des Landes ist dabei der Arbeitsmarkt, Jobangebot und Lohnhöhe [1] in den Metropolen deutlich größer bzw. höher sind. Die Folge ist Wohnungsknappheit im urbanen Raum. Laut einer Studie des Instituts der deutschen Wirtschaft (IW)müssten jedes Jahr allein 308.000 neue Wohnungen gebaut werden, um den aktuellen Bedarf abzudecken [2].

Eine Mammutaufgabe, deren Umsetzung auf den ersten Blick leichter scheint als sie tatsächlich ist. Steigende Rohstoffpreise und Materialknappheit sind nur zwei von vielen Herausforderungen, mit denen sich Bauherren und Projektenwickler konfrontiert sehen. Hinzu kommt die wachsende Bedeutung von Nachhaltigkeitsaspekten. Im Jahr 2019 war die Bau- und Immobilienbranche für rund 56 Prozent des bundesweiten Abfallaufkommens verantwortlich, von den verursachten CO_2-Emission ganz zu schweigen [3]. Um künftig nicht weiter einer der großen Treiber des Klimawandels zu sein und verantwortungsvoll mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen umzugehen, braucht es die Etablierung einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft und ein Umdenken in der Art wie wir bauen.

2. Nachhaltiges Bauen mit Holz

Eine effektive Möglichkeit nachhaltige Gebäude zu bauen ist die bewusste Entscheidung für den Einsatz von Holz als primären Baustoff. So erfreut sich der industrielle Wohnungsbau mit Holz bereits seit ein paar Jahren wachsender Beliebtheit. Angefeuert wird dies durch eine stärkere politische Gewichtung des Klimaschutzes und den vorrangigen Einsatz nachwachsender Rohstoffe. Und besonders unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit punktet Holz wie kaum ein anderer Baustoff.

2.1. Ökologischer Aspekt

Viele der Neubauten der vergangenen Jahre bestehen zu einem Großteil aus Beton. Der Vorteil bezüglich der Stabilität wird dabei jedoch von der Klimaschädlichkeit und dem immensen CO_2-Austausch beim Bau überschattet. Holz stellt hier eine klimafreundliche Alternative dar. Im Gegensatz zu herkömmlichen Baustoffen speichert Holz Kohlenstoffdioxid und gibt es selbst beim Bau nicht an seine Umgebung ab. Hinzu kommt, dass im Gegensatz zu Beton, dessen Bestandteile nicht unendlich verfügbar sind und der im Falle eines Rückbaus als Sondermüll entsorgt werden muss, Holz ein nachwachsender Rohstoffs ist. Allein in Deutschland wachsen pro Jahr rund 122 Million Kubikmeter Holz. Heruntergerechnet sind das etwa vier Kubikmeter pro Sekunde – eine Menge, die wir aktuell nicht ansatzweise verbrauchen, sodass unsere Wälder stetig weiterwachsen [4].

2.2. Vorteile als Baustoff

Doch nicht nur der ökologische Aspekt macht Holz zu einem geeigneten und zukunftsfähigen Baustoff. Durch seine Natürlichkeit wirkt es sich positiv auf die Wohngesundheit der Immobilien aus und sorgt für ein ausgeglichenes Raumklima. Zudem können keine schädlichen Zusätze ausdampfen und der gute Geruch steigert das Wohlbefinden und kann sogar Stress reduzieren [4].
Gerade wenn es darum geht, möglichst schnell möglichst viele Wohnungen zu errichten, bietet sich Holz an. Aufgrund seiner Materialeigenschaften eignet es sich hervorragend für serielles Bauen und lässt eine präzisere Vorfertigung als bei der Verwendung von Beton und Stein zu. Zudem ermöglicht Holz absolute Flexibilität in der Architektur. Ob kleine verschachtelte Hütte oder Gebäude bis zu einer Länge von 18 Metern – der Vorstellung sind hierbei keine Grenzen gesetzt.

Und selbst für den Fall, dass Holz allein einmal nicht die optimale Wahl für ein Gebäude sein sollte, bieten sich verschiedene Varianten des Holzhybridbaus an, welche von Stahlbetonskelett plus Holzrahmenfassade bis hin zu massiven Brettsperrholzkonstruktionen reichen. Dank Jahrhunderte erprobter und effektiver Fügetechniken ist Holz ein Baustoff, der bei richtiger Handhabung den Einsatz von Klebern unnötig macht [4] [5].

2.3. Nachhaltige Holzhochhäuser für Wolfsburg

Ein Musterbeispiel für nachhaltiges Bauen mit Holz entsteht aktuell in Wolfsburg. Unter dem Titel «Woodscraper» haben *Partner und Partner Architekten* Deutschlands erste Holzhochhäuser geplant. Der Entwurf setzt dabei auf vorgefertigte Massivholzelemente, welche auf der Baustelle schnell und unkompliziert miteinander verbunden werden können. So ergibt sich bereits durch die Vorelementierung eine Verkürzung der Bauzeit um rund 50 Prozent. Im Interesse der Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit wird beim Bau zudem auf sortenreine Fügetechnik gesetzt. Diese in Kombination mit der schlanken Holzbauweise sorgen bei Fertigstellung für rund 15 Prozent mehr Wohnraum als bei herkömmlicher Bauweise mit Beton. Der Einsatz atmungsaktiver Baustoffe sorgen zudem für ein angenehmes und gesundes Raumklima [6].



Abbildung 1: Woodscarper Wolfsburg [6].

2.4. Chancen und Risiken beim Holzrecycling

Das Potenzial von Holz als nachhaltiger, gesunder und zukunftsfähiger Baustoff ist sehr hoch. Damit jedoch der CO_2-Speichereffekt möglichst lange besteht, spielt Recycling eine große Rolle. Hierfür sind im Wesentlichen zwei Faktoren entscheidend.

Erstens darf das Holz nur speziell behandelt werden, um seine Kreislauffähigkeit zu gewährleisten. Hierzu gehört unter anderem die Verwendung ausschließlich solcher Lacke, Lasuren und Farben, die Cradle-to-cradle-Kriterien erfüllen. Und auch die Verbindung der Holzelemente innerhalb eines Gebäudes spielen eine Rolle. So können Kleber bei einem Rückbau meist nur schwer oder gar nicht entfernt werden. Schraub- und Steckverbindungen sowie traditionelle Fügetechniken hingegen ermöglichen ein einfaches Lösen und Bilden die Grundlage für eine erfolgreiche Weiterverwendung.

Des Weiteren spielt die Dokumentation eine große Rolle. Gerade im Modulbau wird durch die Vorfertigung von Elementen eine hohe Datentiefe erreicht. Im Falle eines Rückbaus kann auf Basis dieser Informationen genau bestimmt werden, welche Art von Holz in welcher Menge frei wird und dem Materialkreislauf erneut zugeführt werden kann.

Trotz hoher Rezyklierbarkeit gibt es jedoch häufig ein Problem bei der Wiederverwendung. So kann es beim Holzrecycling schnell zu einem kaskadischen Downcycling kommen. Aus einem ehemals großen Balken wird durch Oberflächenabtrag ein kleinerer, welcher in den nächsten Schritten zu Schichtholz und Spanplatten verarbeitet wird. Am Ende folgt dann nur noch die Verbrennung, wodurch das über Jahrzehnte gespeicherte CO_2 wieder freigesetzt wird [7].

3. Madaster – Das Materialkataster für Deutschland

Eines ist klar: Ein Umdenken in der Bau- und Immobilienbranche kann nicht nur einen Wechsel von Beton zu Holz als Baustoff bedeuten. Es muss darum gehen Immobilien nachhaltiger zu gestalten und zeitgleich Lösungen für aktuelle Herausforderungen wie der Ressourcenknappheit oder steigenden Materialpreisen zu finden. Wie das aussehen kann, zeigt Madaster.

3.1. Eine Welt ohne Abfall

Im Jahr 2017 in den Niederlanden vom Architekten Thomas Rau als gemeinnützige Stiftung gegründet, hat Madaster sich eine Mission auf die Fahne geschrieben: Die Etablierung einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft. Dieses Konzept folgt der Idee, dass alle Rohstoffe in unendlichen Kreisläufen zirkulieren. Ein Blick auf die aktuelle Praxis im Umgang mit Rezyklaten zeigt, dass nur ein geringer Anteil an verwendeten Baustoffen aus Recycling stammt. Die Wiederverwendung ganzer Bauteile wird noch seltener praktiziert. Somit kann aktuell vielmehr die Rede von cradle-to-grave statt von cradle-to-cradle sein.

Um eine echte Kreislaufwirtschaft zu fördern, müssen demnach zu Beginn die Probleme identifiziert werden, die ein flächendeckendes Recycling nur schwer umsetzbar machen. Dabei wurden drei Störfaktoren ermittelt: Strenge Regulatorik bezüglich Rezyklaten, mangelndes Wissen über die Zusammensetzung von Materialien und Produkten sowie fehlende Information zu den tatsächlich verbauten Stoffen. Kurz gesagt: Nur wenn bekannt ist, welche Materialien in welcher Menge und an welcher Stelle in einem Objekt verbaut sind, können diese am Ende des Lebenszyklus gefunden, separiert und erneut dem Produktkreislauf zugeführt werden.



Abbildung 2: Identifikation von Materialien [8].

3.2. Transparenz durch Identität

Damit Recycling künftig nicht nur einfacher, sondern Immobilien auch transparenter werden, hat Madaster ein digitales Materialkataster entwickelt. Projektentwickler:innen, Planer:innen und Bauherr:innen können hier auf Knopfdruck alle gebäude- und materialspezifischen Daten hochladen. Für den Upload bietet die Plattform zwei Varianten an – als klassisches Excel-Dokument oder als BIM.

Madaster analysiert daraufhin alle verfügbaren Informationen und bereitet sie übersichtlich und nach Materialgruppen sortiert in einem individuellen Objektdossier auf. Nutzende haben damit den kompletten Überblick über alle beim Bau verwendeten Stoffe, deren Gewicht und Verortung im Gebäude. Mittels einer großen Datenbank an Hersteller- und Produktinformationen werden Angaben zur Recyclingfähigkeit, dem CO_2-Fußabdruck sowie der Toxizität ergänzt. Die Verknüpfung der Plattform mit internationalen Rohstoff-Börsen erlaubt den Immobilieneigentümer:innen zudem stets einen tagesaktuellen Einblick in den Materialwert ihres Objekts.

Auf Wunsch kann im Anschluss für jede registrierte Immobilie ein individueller Gebäuderessourcenpass ausgegeben werden. Mit Hilfe des integrierten Carbon Calculators kann außerdem der genaue CO_2-Fußabdruck unter Einbezug der Produktherstellung sowie der Bauaktivitäten ebenso wie die CO_2-Emissionen, die durch die Instandhaltung und den Rückbau entstehen, berechnet werden. Zu guter Letzt gibt der Zirkularitätsindex genaue Auskunft über den verbauten Anteil an Recyclingmaterial im Gebäude sowie die Gesamtsumme der bei einem Rückbau potenziell recycelbaren Stoffe.



Abbildung 3: Überblick über Madaster und seine Funktionen [8].

Die zentrale Speicherung der Gebäude- und Materialdaten in einem digitalen Kataster ist damit ein Grundpfeiler für mehr Zirkularität in der Immobilienwirtschaft. In der Vergangenheit war es zuweilen so, dass ein Großteil dieser Informationen im Laufe des Lebenszyklus einer Immobilie verloren gegangen sind. Zwar lagen während des Baus meist noch alle Unterlagen vor, so wurde in der Regel schon nur noch ein Teil dieser bei der Schlüsselübergabe mitgeliefert. Spätestens jedoch nach dem ersten oder zweiten Eigentümerwechsel hatten viele nur noch eine grobe Ahnung, was in den Objekten steckt. Kam es dann zu einem Rückbau, führte die mangelnde Transparenz dazu, dass der gesamte Bauschutt als Sondermüll zu horrenden Kosten entsorgt werden musste. Dank der intelligenten Verknüpfung zu Materialbörsen und Rückbauunternehmen ermöglicht die Plattform von Madaster nun den Verkauf von rückgebauten Rohstoffen, sodass sich selbst ein notwendiger Abriss noch finanziell lohnen kann.

3.3. Stolperstein Digitalisierung

Das digitale Materialkataster zeigt somit, wie groß die Bedeutung der Gebäudedaten für die Kreislaufwirtschaft ist. Bei genauerer Betrachtung des aktuellen Datenmanagements in der Immobilienwirtschaft zeigen sich jedoch bereits erste Probleme.

Zum einen gibt es ganz erhebliche Lücken in der Dokumentation. Über Jahre hinweg wurden Materialdaten nur stiefmütterlich gepflegt beziehungsweise aufgehoben, da sie für den Verkauf und Betrieb der Objekte in der Regel nicht von Relevanz waren. Kurz: Es war sowohl Eigentümer:innen als auch Mieter:innen nicht wichtig, welche Stoffe verbaut wurden und ob eine Immobilie recycelbar – schlicht nachhaltig – ist. Heute hingegen geht der Trend immer mehr in Richtung nachhaltiges, klimafreundliches Wohnen [9].

Doch nicht nur fehlende und verloren gegangene Informationen sind ein Problem. Die branchenweit zögerliche Einführung und Umsetzung von Digitalisierungsmaßnahmen stellt die Kreislaufwirtschaft vor eine echte Herausforderung. Noch immer gibt unzählige Immobilien deren spezifische Materialdaten ausgedruckt, abgeheftet und in staubigen Kellern vergessen liegen. Ein häufiges Argument lautet in diesem Fall, dass eine Digitalisierung dieser Dokumente mit einem immensen personellen und zeitlichen Aufwand verbunden wäre, was wiederum den Vorgang nicht wirtschaftlich mache. Was auf den ersten Eindruck nach einem validen Punkt klingt, erweist sich bei näherer Betrachtung jedoch als Milchmädchenrechnung.

Inzwischen bieten diverse Dienstleister automatisierte und auf künstlicher Intelligenz basierende Lösungen für solche Aufgaben an. Der Mehrwert digital vorhandener Daten ist dabei signifikant. Nicht nur, dass sie auf Knopfdruck einen Überblick bieten, sie sind entscheidend, um künftig erfolgreich und regelkonform arbeiten zu können. So werden Materialinformationen nicht nur in den von der Regierung angedachten digitalen Gebäuderessourcenpässen zum Einsatz kommen, sondern auch das Fundament für die Erstellung von Nachhaltigkeitsreportings im Rahmen von ESG und EU-Taxonomie bilden.

3.4. Kennedy-Netzwerk/Innovationpartner

Es wird somit deutlich, dass nur die Branche gemeinsam in der Lage ist das Mammutprojekt Circular Economy umzusetzen. Madaster hat das bereits früh erkannt und im Rahmen der Markterschließung 2020 in Deutschland ein breitgefächertes Netzwerk aus 33 Mitstreiter:innen aufgebaut, die die Vision einer Welt ohne Abfall teilen. Dieses Kennendy-Netzwerk trägt seinen Namen in Erinnerung an den amerikansichen Präsidenten John F. Kennedy, einem der größten Visionäre seiner Zeit. In seiner berühmten Mondansprache sagte er, er wisse zwar nicht genau, wann die Amerikaner zum Mond fliegen würden, aber dass sie es werden, sei gewiss. Genau so hält es Madaster mit seinen Kennedys. Gemeinsam stehen sie für die Etablierung einer echten Kreislaufwirtschaft – in Deutschland und international. Wann es jedoch wirklich soweit ist, bleibt noch offen.



Abbildung 4: Kennedy-Netzwerk von Madaster [8].

4. Literaturverzeichnis

[1] Leibnitz-Institut für Wirtschaftsforschung (2019): Junge ziehen in die Städte, Alte aufs Land – Binnenmigration verschärft demografische Probleme (https://www.rwi-essen.de/presse/wissenschaftskommunikation/pressemitteilungen/detail/junge-ziehen-in-die-staedte-alte-aufs-land-binnenmigration-verschaerft-demografische-probleme)

[2] Henger, R.; Voigtländer, M. (2021): Wohnungsbedarf: Enge Städte, leeres Land (https://www.iwkoeln.de/presse/pressemitteilungen/ralph-henger-michael-voigtlaender-enge-staedte-leeres-land.html#:~:text=Deutschlandweit%20m%C3%BCssen%20j%C3%A4hrlich%20308.000%20neue,der%20deutschen%20Wirtschaft%20(IW))

[3] Umwelt Bundesamt (2021): Abfallaufkommen (https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/abfallaufkommen#bau-abbruch-gewerbe-und-bergbauabfalle)

[4] Jöst, U. (2021): Holzbau: Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Ökologie (https://www.architekturzeitung.com/architekturmagazin/91-fachartikel/4157-holzbau-nachhaltigkeit-klimaschutz-und-oekologie)

[5] Blumenröder, S. (o. J.): Wie nachhaltig ist Bauen mit Holz wirklich? (https://www.bundesbaublatt.de/artikel/bbb_Wie_nachhaltig_ist_Bauen_mit_Holz_wirklich__3691961.html)

[6] Partner und Partner Architekten (o.J.): Woodscraper – Kreisläufe schließen (https://www.woodscraper.de/)

[7] Umwelt Bundesamt (2019): Altholz (https://www.umweltbundesamt.de/altholz#hinweise-zum-recycling)

[8] Madaster: Eigene Grafiken

[9] UmweltDialog (2019): Nachhaltiges Bauen liegt im Trend (https://www.umweltdialog.de/de/verbraucher/leben-und-wohnen/2018/Forsa-Umfrage-Nachhaltiges-Bauen-liegt-im-Trend.php)

Wiederverwendung tragender Bauteile

Patrick Teuffel
CIRCULAR STRUCTURAL DESIGN
Berlin, Deutschland



Co-Autor: Marlene Schulz

Wiederverwendung tragender Bauteile

1. Einleitung

Die konventionelle Art zu wirtschaften, zu produzieren, zu bauen funktioniert nach einem linearen Ansatz und folgt dem Prinzip «take – make – waste». Das Ergebnis sind die in den letzten Jahren im gesellschaftlichen Diskurs immer präsentere Themen der Klimaerwärmung, aber auch der Umweltschädigung und Ressourcenausbeutung und -verschwendung. Die Bauwirtschaft ist dabei für einen erheblicher Anteil des weltweiten Rohmaterialverbrauchs, des Emissionsaufkommens, des Energieverbrauchs und der Abfallproduktion verantwortlich
Erste Lösungsansätze, versprechen hier oft einen geschlossenen Stoffkreislauf, in dem eine Abfallreduktion und Ressourcenschonung durch ein Recycling auf Materialebene verfolgt wird. Bei der erneuten Produktherstellung aus Recycling-Rohstoffen wird jedoch wieder Energie für die Herstellung gefordert. Bauteile direkt (zweckgleich) wiederzuverwenden oder (für einen anderen Zweck) weiterzuverwenden birgt deshalb ein erhebliches Potential hin zu einer nachhaltigeren Wirtschaft und ist besonders im Hinblick auf das immer präsentere Thema der Materialverknappung ein zukunftsträchtiger Ansatz.
CIRCULAR STRUCTURAL DESIGN strebt es an Tragwerke immer mit dem Ziel der Nachhaltigkeit zu entwickeln und befasst sich in diesem Zusammenhang besonders mit der Wiederverwendung von tragenden Bauteilen.

2. Strategie zu den nachhaltigen, ressourcenschonenden Bauten

Um für das jeweilige Projekt eine mögliches nachhaltige Tragwerkslösung zu entwickeln, wird eine Strategie in Anlehnung an die R-Liste «circularity strategies within the production chain, in order of priority» nach [1] entwickelt.

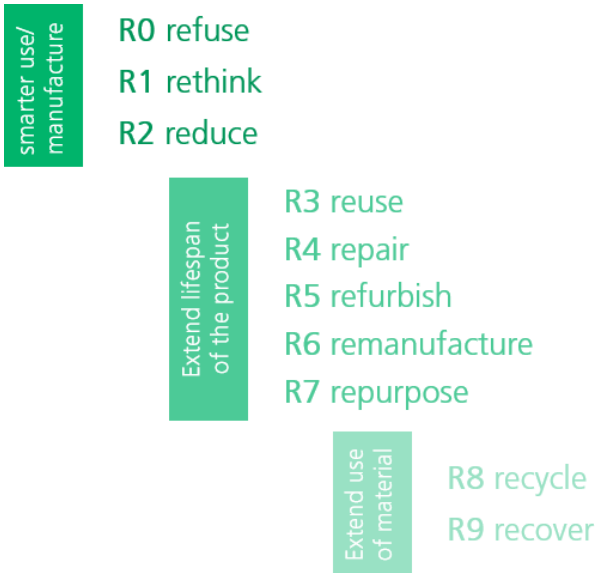


Abbildung 1: 10Rs, circularity strategies
Eigene Abb. in Anlehnung an [1]

R0: refuse
Das Motto ist: «build less». Die erste Überlegung am Projektstart sollte immer sein: kann ein Bestandsgebäude als Ganzes wiederverwendet werden, ist es wirklich erforderlich etwas (neues) zu bauen. Die nachhaltigste Materialverwendung ist es immer festzustellen, dass kein Material verwendet werden muss.

R1: rethink
Die gängige Praxis in der Baubranche ist aktuell noch eine lineare Wirtschaft, bei der für jedes Projekt neue Bauteile eingekauft werden und für den Bestand bestenfalls ein Recycling auf der Materialebene stattfindet. Das gilt es zu überdenken. Neue Wege einzuschlagen, wie etwa die Wiederverwendung von Bestandsbauteilen hat ein großes Potential endliche Ressourcen zu schonen und gleichzeitig Emissionen zu reduzieren. Besonders, wenn der Neubau direkt auf einen Abbriss/ Rückbau an gleicher Stelle folgt, sollte die Wiederverwendung von möglichst vielen Bauteilen das Ziel sein, um so ein downcycling der verbauten Ressourcen zu vermeiden.

R2: reduce
Ziel ist das Errichten eines ressourcenschonenden und emissionsarmen Gebäudes. Im gesamten Designprozess sollte deshalb die Umweltwirkung des Projektes betrachtet werden und die Nachhaltigkeit als wichtige Entscheidungshilfe bei der Entwurfsfindung herangezogen werden. Hierbei gilt es:
- im neuen Entwurf einen klaren Lastpfad festzulegen, damit das Tragwerk durch möglichst wenige erforderliche Unterfangungen schlank gehalten werden kann
- Materialoptionen vergleichend zu berücksichtigen
- Einsparmöglichkeiten beim Materialverbrauch früh auszuloten

R3 - R7: re-use, repair, refurbish, remanufacture, repurpose
Im Sinne einer Kaskadenwirtschaft sollte die Weiter- und Wiederverwendung dem materiellen Recycling, wenn möglich vorgezogen werden, um eine möglichst effiziente Ressourcennutzung zu gewährleisten.
Eine Wiederverwendung wird durch reversible Verbindungen ermöglicht/vereinfacht. Für tragenden Bauteile ist hierbei die Minimierung des Gesamtmaterialverbrauchs durch die maximale Auslastung der einzelnen Querschnitte und die Verwendung einfacher, standardisierter, reversibler Verbindungen, die eine leichte Wiederverwendung ermöglichen, gegeneinander abzuwägen.

R8: recyle
Die Recyclingfähigkeit von Elementen auf Materialebene hängt stark von den folgenden drei Kriterien ab. Je weniger verschiedene Materialien Verwendung finden, desto weniger unterschiedliche Entsorgungswege müssen bedacht und umgesetzt werden. Die Homogenität vereinfach das materielle Recycling deshalb erheblich. Um ein Materialrecycling zu ermöglichen, müssen die einzelnen Baustoffe voneinander getrennt werden können, um ohne wertmindernde Verunreinigungen als Recycling-Rohstoffe verwendet werden zu können. Die Möglichkeit der sortenreinen Trennung durch die planerisch von Anfang an vorgesehene Trennbarkeit ist hier entscheidend (ggf. ist hier auf Projektbasis der geringerer Gesamtmaterialverbrauch bei Verwendung von Verbundstoffen vs. Möglichkeit des einfacheren Materialrecyclings gegeneinander abzuwägen). Es ist zusätzlich zu beachten, dass stets Materialen ohne bedenkliche Inhaltsstoffe zu verwenden sind, um zu gewährleisten, dass zukünftig eine Wieder-/Weiterverwendung oder auch ein Materialrecycling zulässig ist.

R9: recover
Auch die Verfügbarkeit regenerativer Ressourcen wie Holz ist begrenzt. Um einen effizienten Umgang mit diesen Ressourcen zu gewährleisten sollte deshalb z.B. die energetische Verwertung von Holz durch Verbrennung nur als letzten Schritt in einer langen Wertschöpfungskette umgesetzt werden.

Als internes Fazit wurde aus diesen Überlegungen gezogen, dass die insgesamt nachhaltigste Lösung nicht erst beim Neubau ansetzt, sondern bereits den vorhandenen Gebäudebestand mit einbezieht. Es ist zu erwägen, ob statt eines Neubaus der Bestand ertüchtigt werden kann. Ist das keine Option, so kann ein statt eines Abrisses ein zerstörungsfreier Rückbau mit anschließender Bauteilwiederverwendung vorzusehen werden. In Neubauvorhaben ist zu prüfen, ob nicht Bestandsbauteile, die integriert werden können, zur Verfügung stehen. Hierbei ist immer zu beachten, dass auch Transportemissionen Beachtung finden sollten und deshalb gezielt nach lokal verfügbaren Bestandsbauteilen und auch Baustoffen gesucht werden sollte.

3. Wiederverwendung von Bestandsbauteile durch Circular Structural Design

Ein werterhaltendes Tragwerk ist ein Tragwerk, dass sowohl genug Anpassungsmöglichkeit bietet, damit das Gebäude als ganzes so flexibel gestaltet ist, dass eine lange Nutzung ermöglicht, wird, als auch statt eines Abbruchs am Lebensende des Gebäudes einen zerstörungsfreien Rückbau der Einzelbauteile ermöglicht.
Im Neubau kann die zukünftige Wiederverwendung von tragenden Bauteilen vereinfacht werden, indem in der Planung der Rückbau und die Wiederverwendung von Anfang an mitgedacht wird. Die Dokumentation dieser Planungsunterlagen in einem «Gebäuderessourcenpass» vereinfacht die spätere Wiederverwendung der Bauteile.

3.1. Gebäuderessourcenpass

Im, im November 2021 veröffentlichten, Koalitionsvertrag der Bundesregierung wurde die Einführung eines Gebäuderessourcenpasses angekündigt. Damit wird das Ziel verfolgt, so «die Grundlagen (zu) schaffen, (um) den Einsatz grauer Energie sowie die Lebenszykluskosten verstärkt betrachten zu können» und so eine gezielte Reduzierung und im Weiteren auch im Gebäudebereich eine Kreislaufwirtschaft zu ermöglichen. Die DGNB hat dieses Vorhaben begrüßt und unter Leitung von Dr. Anna Braune in Abstimmung mit dem DGNB-Ausschuss für Lebenszyklus und zirkuläres Bauen, in dem auch CSD vertreten ist, einen ersten Vorschlag verabschiedet, der Transparenz hinsichtlich der Umweltwirkung eines Gebäudes über den genauen Lebenszyklus liefern. Im Rahmen dieses Vorschlages wurden auch Detailanforderungen an die Informationen, die im Gebäuderessourcenpass ausgewiesen werden, herausgearbeitet, um den Bezug zur EU-Taxonomie zu ermöglichen. (s. hierzu auch: https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-e v/de/themen/gebaeuderessourcenpass/DGNB_GRP_Detailanforderungen.pdf). Im Rahmen dieses Gebäuderessourcenpasses sollte auch die elementspezifischen Materialkennwerte, Zustände, Tragfähigkeit und Einsetzbarkeit von tragenden Bauteilen dokumentiert werden, um einen späteren Rückbau und Wiedereinbau zu vereinfachen.

Im jetzt vorhandenen Gebäudebestand liegen diese Informationen im Allgemein jedoch nicht (vollständig) vor. Es ist deswegen ein weiteres Aufgabenfeld für Tragwerkselemente, die ursprünglich nicht für eine Weiterverwendung vorgesehen waren, nachträglich Möglichkeiten auszuloten, um diese wiederzuverwenden. CSD hat sich damit u.a. im Rahmen des Projektes facettenwerk auseinandergesetzt, das im Folgenden vorgestellt wird.

3.2. Wiederverwendung des Bestandes: Praxisbeispiel facettenwerk

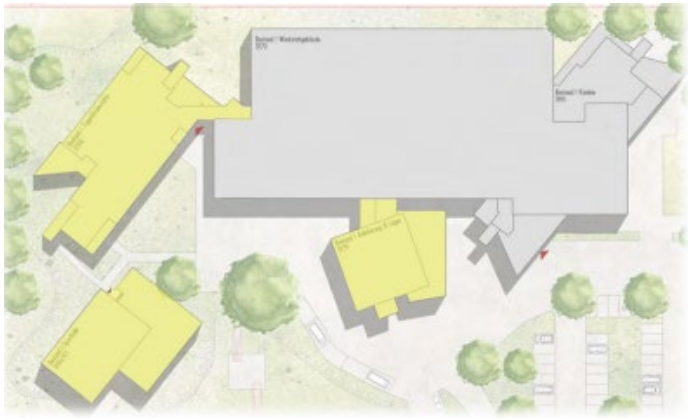


Abbildung 2: facettenwerk, Standort Hagenauer Straße

Das facettenwerk – Gemeinnütziger Verein für Behindertenhilfe Wiesbaden und Rheingau-Taunus-Kreis e.V. – ist ein Ort an dem sich nicht behinderte und behinderte Menschen begegnen. Im Rahmen des geplanten Abrisses von 3 Bestandsgebäuden (links gelb hervorgehoben) und dem vorgesehen Neubaus einer Tagesförderstätte wurde CSD mit der Standortentwicklung im Sinne einer Circular Economy beauftragt.
Das Thema Nachhaltigkeit wurde also schon vor dem ersten Neubau-Planungsschritt klar etabliert. Wir sind dadurch in der glücklichen Lage einen zerstörungsfreien Rückbau des Bestands zu empfehlen und für das Thema der Wiederverwendung von Bestandsbauteilen im neuen Entwurf zu sensibilisieren und so bereits vor dem Abriss des Bestands das Ziel zu verfolgen, möglichst CO2 neutral zu agieren. Liegt doch sonst der Fokus CO2 neutral zu bauen meist erst beim Neubau.

WELCHE VORTEILE ERGEBEN SICH HIERAUS?

1. Wiederverwendung reduziert Ressourcenverbraucht
2. Keine Entsorgung von Bestandsbauteilen und damit verbundenen Emissionen und anfallenden Abfallmengen
3. Kurze Wege, da eine Wiederverwendung im Neubau am gleichen Standort angestrebt wird, sodass die Transportemissionen minimiert werden

WIE GEHEN WIR VOR?

Unser Team hat bereits im Vorfeld die Arbeitsschritte erarbeitet, die in einer ersten Studie thematisiert werden sollten, um eine Wiederverwendung der Tragenden Bauteile zu ermöglichen. Diese beinhalten: 1) Inventur, 2) Rückbaukonzept, 3) Maßnahmen zur Qualitätssicherung, 4) Bewertung des Wiederverwendungspotentials der einzelnen Bauteile 5) Ökobilanz, 6) Prüfung der Wirtschaftlichkeit, 7) Akzeptanz bei allen Projektakteuren sowie 8) Aufzeigen von Fördermöglichkeiten.
Laut Bestandsunterlagen sind die Tagesförderstätte, die Sporthalle und das Lager in den späten 80ern bzw. Mitte der 90er errichtet worden. Diese sollen aufgrund eines veränderten Raumbedarfs nun entfallen. Bedingt durch die derzeitigen Erfordernisse an inklusive Arbeitsstätten ist die Ausstattung nur für einen begrenzten Zeitrahmen erfass- und planbar. Diesen Standdort im Sinne einer Circular Economy zu entwickeln, ist hier von besonderem Interesse. Dies gilt sowohl für den Umgang mit dem aktuellen Gebäudebestand als auch für zukünftige Neubauten.

INVENTUR

Anhand der Bestandsunterlagen (Bestandsstatik und wenn vorhanden Ausführungspläne) und eines Vor-Ort-Termins, werden die einzelnen tragenden Bestandsbauteile inklusive deren Material, Geometrie und den Verweis auf den jeweiligen Abschnitt der Bestandsstatik erfasst.

RÜCKBAUKONZEPT

Es werden grundlegende Überlegungen zur selektiven Rückbaubarkeit für die einzelnen Bauteile dargelegt und der Stand der Technik bei vergleichbaren Projekten vorgestellt. Für Bauteile deren Wiederverwendungspotenzial als hoch eingeschätzt wird, wird ein erster Prinzpansatz eines Rückbaukonzeptes entwickelt. Hier werden insbesondere die Zugänglichkeit der Gebäude, die vorhanden Verbindungen der Bestandsbauteile und die Gesamtstabilität während des Rückbaus berücksichtigt.

QUALITÄTSSICHERUNG

Bei der Wiederverwendung von Bestandsbauteilen im Rahmen eines neuen Bauvorhabens ist zu beachten, dass diese oft entsprechend der Anforderungen von alten Normen errichtet wurden und somit nicht dem aktuellen Stand der Technik entsprechen. Um klarzustellen, an welcher Stelle die einzelnen Bauteile in einem neuen Gebäude eingesetzt werden können, ist das heutige Äquivalent der angegebenen Tragfähigkeit zu bestimmen. Hierzu ist in einem ersten Schritt zu bestimmen anhand welcher Normen die einzelnen Bauteile bemessen wurden. Liegen keine Bestandsunterlagen vor, so sind z.T. aufwendigere Materialtestungen erforderlich, um die jeweilige Tragfähigkeit zu bestimmen. Zur Sicherung der Qualität der einzelnen Bestandsbauteile wird zusätzlich ein Prozessschema für den Qualitätssicherung über den Rück- und Wiedereinbauprozess hinweg skizziert.

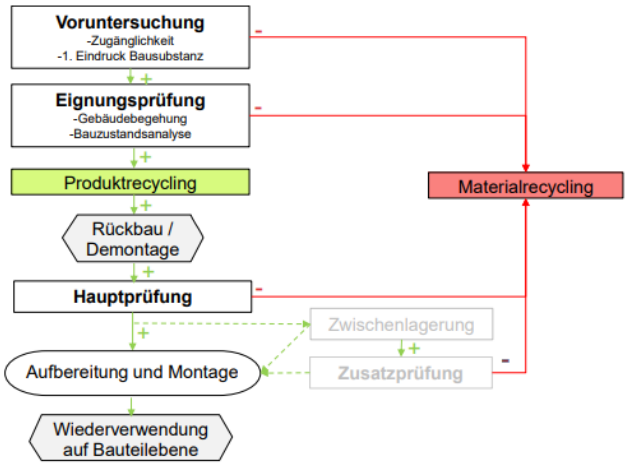


Abbildung 3: Mehrstufiger Prüfprozess für die Wiederverwendung von BT, eigene Abb. in Anlehnung an [2]

BEWERTUNG DES WIEDERVERWENDUNGSPOTENTIALS

Bei der Bewertung der Wieder- und Weiterverwertung von Bestandsbauteilen sind verschiedene Aspekte zu beachten. Im frühen Projektstadium werden dabei berücksichtig:

-Aspekte, die die Demontierbarkeit von Bauteilen beeinflussen
1) Zugänglichkeit des Standorts/ mgl. der Aufstellung für Geräte für den Rückbau
2) materialabhängige Überlegungen für die Rückbaubarkeit (z.B. sind Anschlusspunkte zum Herausheben wie bei StBFertigteilen vorh.)
3) geometrische Rahmenbebedingungen für die Rückbaubarkeit (Größe/ Format der einzelnen Bauteile)
4) Demontierbarkeit der vorhandenen Anschlüsse (z.B. Schraubanschlüsse vs. Ortbetonverbindungen)

-Qualität der vorhandenen Bauteile
1) Sind deutliche Gebrauchsspuren an den Bestandsbauteilen zu sehen
2) Wie aufwendig sind die vermutlich anfallenden Instandsetzungsmaßnahmen (mgl. Maßnahmen variieren je nach Material)

-Aspekte, die die Remontierbarkeit von Bauteilen beeinflussen
1) materialabhängige Überlegungen für die Wiedereinbaubarkeit
2) Schadensfreie Zwischenlagerung und Transport
3) Anschlussausbildung, die den Wiedereinbau ermöglicht

Ziel dieses Schrittes ist anhand eines Ortstermins und der Bestandsunterlagen festzustellen, ob für das Gebäude insgesamt eine Wiederverwendung auf Bauteilebene in Frage kommt. Weiterhin wird aufgezeigt, für welche Bauteile das Wiederverwendungspotential besonders hoch eingeschätzt wird.

ÖKOBILANZ

Die Wiederverwendung von tragenden Bestandsbauteilen erfolgt neben den Ansatz des ressourcenschonenden Handelns auch gezielt mit dem Ziel Emissionen zu reduzieren.
Bei energieeffizienten Neubauten fallen etwa 50% der Gesamtemissionen allein in der Herstellungsphase an (vgl. [3]). Im Rahmen dieser Vorstudie wird deshalb für die tragenden Bauteile des Gebäudebestandes deren GWP (= Global Warming Potential) als Beitrag zur Erderwärmung in kgCO2eq in den Herstellungsphase A1-A3 und das ADPE (= Abiotic Depletion Potential for Elements) als Potential für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen in MJ ermittelt. Bei der Wiederverwendung der Bestandsbauteilen fallen diese Emissionen nicht erneut an; es kann so durch die Wiederverwendung von Bestandsbauteilen ein erheblicher Beitrag zu Ressourcenschonung und Milderung des Klimawandels erreicht werden.

Auch die Emissionen durch den Transport zur Baustelle sind für keinen unerheblichen Anteil der Gesamtemissionen von Neubauten verantwortlich. Auf dem Grundstück Hagenauer Straße ist der Neubau einer Tagesförderstätte vorgesehen. Das Thema der Transportemissionen wird in diesem Stadium dadurch adressiert, dass zur internen Wiederverwendung der Bestandsbauteile im Entwurf für diese Tagesförderstätte geraten wird. So kann das Konzept einer Zirkulären Wirtschaft optimal umgesetzt werden, die Prozesse optimiert und Lieferketten kurzgehalten werden.

EINE STUDIE WIRD WIRKLICHKEIT

Die Phase 0 Studie, die als Grundlage für die zukünftige Wiederverwendung der Bestandsbauteile bildet, ist inzwischen abgeschlossen und zeitgleich wurde durch den Auftraggeber auch das Architektenteam für den Neubau beauftragt. Als nächster Schritt ist nun ein Workshop geplant, bei dem neben CSD auch die Architekten und ein Rückbauunternehmen anwesend sein wird. Gemeinsamt soll hier ausgelotet werden welche Bestandsbauteile wie im Neubau untergebracht werden können. Hier gilt es den Designprozess neu zu denken. Was gebaut werden kann muss nicht nur dem gewünschten Zweck dienen («form follows function»), vielmehr gilt es den Neubau gezielt so zu entwerfen, dass vorhanden Bauteile darin unterkommen können («form follows availability»).

4. Fazit

Abschließend lässt sich sagen, dass es für Neubauvorhaben vergleichsweise einfacher ist eine zukünftige Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung mitzudenken und auch für tragende Bauteile die zukünftige Wiederverwendung zu ermöglichen.
Aber schon jetzt sind Materialien knapp und gleichzeitig fallen Unmengen an Bauschutt an. Unser Ziel ist es deshalb nicht nur (aber natürlich auch) eine zukünftige Wiederverwendung von Tragenden Bauteilen durch konsequentes Mitberücksichtigen in der Planung zu vereinfachen, sondern auch die Mühe nicht zu scheuen und für Bestandsbauteile individuelle Lösungen finden, wie diese in Neubauten integriert werden können.

5. Literaturverzeichnis

[1] Potting, J. et al. (2017); Circular Economy: Measuring Innovation in the product chain; entnommen von: https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2016-circular-economy-measuring-innovation-in-product-chains-2544.pdf (am: 12.09.2022)s

[2] Schlussbericht zum Forschungsvorhaben «Rückbau industrieller Bausubstanz – Großformatige Betonelemente im ökologischen Kreislauf»; Hayn, Mettke, Thomas (31.01.2008)

[3] LETI (2020), Embodied Carbon Primer

Two projects in wood: circular but still for eternity

Erik Roerdink
De Zwarte Hond
Groningen, The Netherlands



Two projects in wood: circular but still for eternity

1. SuperHub Meerstad

Meerstad is the greenest part of Groningen, known for its space, greenery and the lake – the Woldmeer – that was recently created there. It's a place that inspires an energetic lifestyle, where sustainability is the most natural thing in the world. In the coming decades, about 5,000 homes will gradually be built in this area. SuperHub Meerstad will take on the function of the neighbourhood's centre – a function that will grow with the development of the district. SuperHub is about creating the supermarket of the future. The building is more than a supermarket. It's also a meeting place, in the way that the market used to be a place for meetings.



Picture 1: Distant view SuperHub

1.1. Building in wood

SuperHub Meerstad is built from wood. We consider timber construction important from the point of view of sustainability and climate. The advantage of building in wood is that the construction site becomes an assembly site. Everything is made in the factory and assembled on site. That means a short construction time, a clean construction site and less chance of mistakes. Wood is light, natural, easily adaptable, has a good insulation value and it captures CO2 instead of emitting CO2 like concrete. A wooden building has the pleasant property of providing a healthier indoor climate compared to a traditional building. Wood smells pleasant and provides a natural and warm appearance; it ensures tranquility and a pleasant quality of stay.



Picture 2: Side view SuperHub



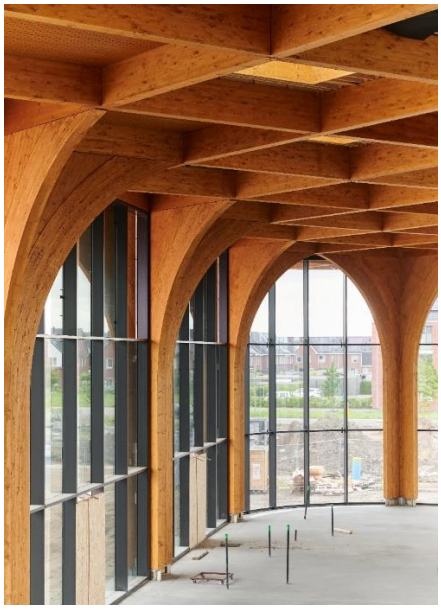
Picture 3: Side view wooden construction and transparent facade

Flexibility and adaptability
The building was deliberately designed with a height and column grid, making it suitable for other functions in the future, such as a community centre or even housing. The floor of the building is designed for a large load and the whole building is one large fire compartment. We have increased the flexibility of the building by not concealing the technical installations in the building, but opting for open installations. The interior and technology are therefore easy to adapt or replace over time.



Picture 4: In the future, it will be possible to accommodate other functions

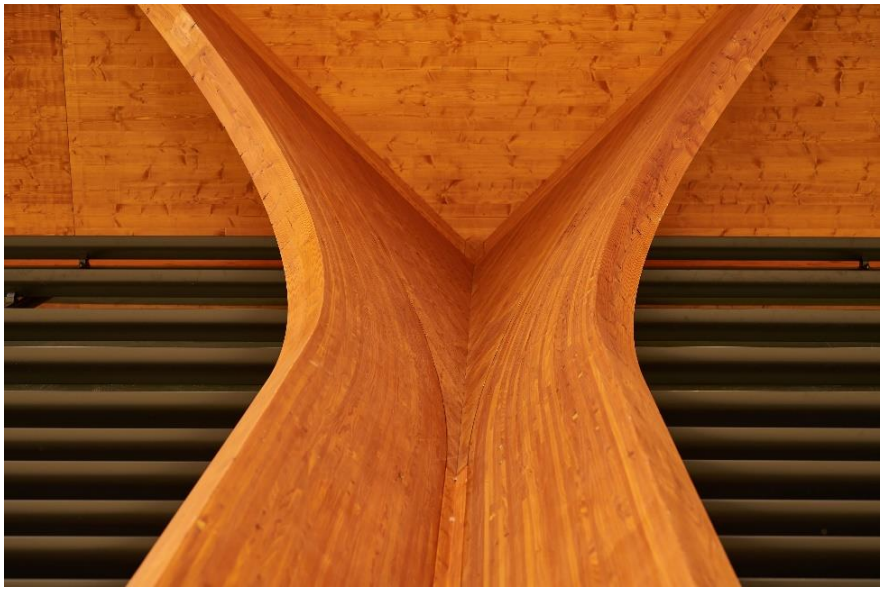
Curved frames and grid
The building consists of a diagonal grid of cross-shaped curved trusses. The shape of the truss changes from a column to a girder thanks to its elegant curvature, which creates a spectacular image. The cross shape of the wooden trusses guarantees the rigidity of the construction and results in a high degree of internal flexibility. With a round or square column the building would fall over, but with this column shape it will remain standing. This means that no large-scale wind bracing is required, ensuring maximum transparency in the façade which has a very slim, steel, storey-high curtain wall with curved corners and with no auxiliary construction. The 10-metre-high building has a large wooden roof with an overhang of five metres. The canopy embraces the environment in an inviting way and shields the transparent building from the sun. The shape of the columns and beams, combined with the diagonal grid, is what creates the cathedral-like experience of the building.



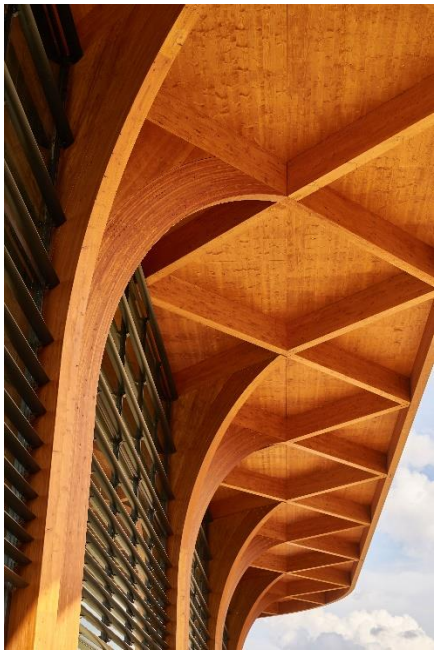
Picture 5: Diagonal grid of cross-shaped curved trusses

Earthquake proof and sustainable roof
Due to its location in this part of Groningen, the building has been made earthquake resistant. The nice thing about wood is that it is light and that it can absorb the vibrations of an earthquake well. If a crack occurs in the wood, further cracking is prevented by the specific use of screws. The roof is also optimally used by installing solar panels and roof plants for bees and other insects. Technology – in the form of an air treatment system and

heat/cold storage from the ground – is integrated in the building to ensure an optimal, energy-efficient indoor climate. In the building grid there are several skylights that bring extra daylight into the heart of the building.



Picture 6



Picture 7



Picture 8

Facilities and experience

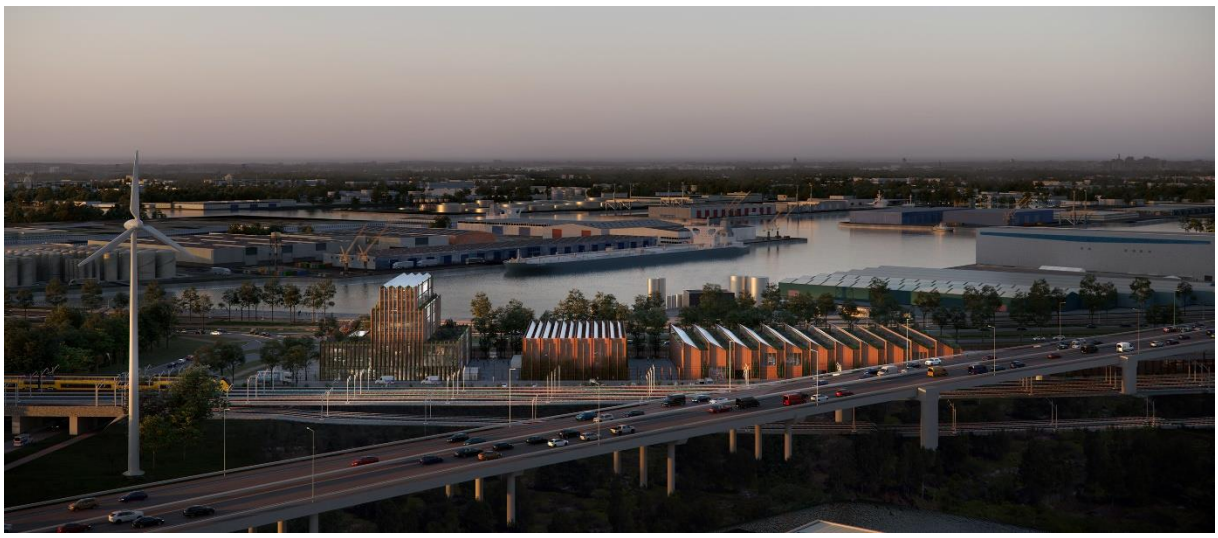
The idea behind the design of the building is that it will grow with the developing neighbourhood and continue to offer opportunities for all kinds of functions. Initially a supermarket, later it can also be used as a place to live, or a school, museum or community centre. A pioneering building that grows with the neighbourhood, in addition to providing basic necessities it also provides spaces for meeting, activity and entertainment. In filling public functions, it acquires a social role. This means that the building will have to be extra attractive to ensure that people enjoy spending time there. The design for SuperHub is currently a spectacular supermarket that offers you views of the surrounding nature while shopping. Shopping here is a special experience. In addition to the supermarket, there is also a café with a terrace in the park and a parcel service point.



Picture 9 & 10: SuperHub Meerstad provides spaces for meeting, activity and entertainment

2. Liander Westpoort

De Zwarte Hond was commissioned by network company Alliander to design a working building that offers space for offices, training facilities, workshops, storage and test rooms for network operator Liander. De Zwarte Hond translated the functional requirements and aspirations into an extremely sustainable energy-neutral building (ENG), which takes into account Liander's future changing needs and has an energy performance certificate (EPC) of -0.007 (see attached DGMR document).
The design consists of a rhythmic alternation of buildings and spaces in between and is striking because of the equal attention given to all parts of the programme. The work buildings and storage areas have been designed with the same care as the office building. At its peak, the office forms a height accent which is visible from the A5. The building is cost-efficient, thanks to its compact construction, limited façade surface and focus on the reuse of materials.
The sustainability goals were formulated together with Copper8 and include a high degree of flexibility, scalability and modularity. Thanks to sustainable energy generation, including solar panels and thermal storage (TES), the buildings are energy neutral, while the enormous PV roof in the workshop allows them to generate most of the electricity needed for charging forklifts and other equipment.


Picture 21: Liander Westpoort, as the location will be called, will offer space for offices, training facilities, workshops, storage and test areas

Circularity, future-proofing and designing for multiple lifecycles

Liander Westpoort is the most extensive timber construction project in the Netherlands. Using a generic wooden construction makes the design future-proof. The materials of this circular building are easy to reuse thanks to the stacked (wooden) columns, beams and floor sections with their detachable connections. In addition, the installations are designed not to be inbuilt in between, which guarantees the future flexibility of the building. Furthermore, the Corten steel façade is also demountable and reusable.
An outbuilding occupies the site of the current location where the environment and projects square is located. This will be taken apart and elements will be reused in the new work hall of the office. In addition, the lighting fixtures from the current office will also be reused in the new office.



Picture 32: At the top, the office forms a height accent and is therefore visible from the A5 motorway

Wooden construction

The use of a wooden construction has a positive effect on CO2 emissions, but this regional office design does even more for Alliander. For example, the façade is more than 30% green, which contributes to water retention. This encompasses brown roofs as well as green roofs, and containers beneath the road surface that collect water. The roofs not only retain water, but also provide nesting opportunities for birds. The design of the new regional office acts as a connecting element in the ecological wildlife route.
Stairs and a lift have been placed in the core of the building. Connecting all the office floors with 'wandering stairs' encourages the building's users to mainly take the stairs. Sustainable, construction- and energy-neutral design solutions are a core value in the new office. This is reflected in the appearance of the design.



Picture 43



Picture 54



Picture 15



Picture 16

Increasing biodiversity
The landscape plan for the outdoor space – on and around the buildings – is inviting for people and wildlife. The surface area of the site, the size of the building and the location in the port area require landscape planting that is robust and therefore able to withstand the scale of the building. The site is part of an ecological zone within the port area and the planting is in line with the locally occurring species. The different layers of vegetation enhance the landscape, increase biodiversity, purify the air, reduce heat stress and absorb flooding in extreme weather. Refining the planting on a smaller scale ensures that the seasons are experienced. In the vicinity of visitors and employees, colours and scents stimulate the senses and contribute to psychological health. With this design, Liander Westpoort contributes to a climate-adaptive and nature-inclusive environment.



Picture 17: The landscape plan for the space on and around the buildings is inviting for humans and animals



Picture 18: The rich vegetation provides a habitat for insects, birds, amphibians and small mammals

De Zwarte Hond is a design agency for architecture, urban design and strategy with offices in Groningen, Rotterdam and Cologne. Through a combination of social commitment and craftsmanship, we create high quality projects that are sensitive to their context, the needs of users and the vision of our customer.

Credits Photography
SuperHub Meerstad: Ronald Zijlstra
Liander Westpoort: Scagliola Brakkee, Proloog (Renderings)

Bauteile wiederverwenden

3 Projekt: ELYS, K118 & Unit Sprint

Oliver Seidel
baubüro in situ ag/
Zirkular GmbH
Basel, Schweiz



Bauteile wiederverwenden

1. insitu+Netzwerk und warum wir machen was wir machen

1.1. Das baubüro in situ & sein Netzwerk

Baubüro in situ arbeitet bereits seit über 20 Jahren nahezu ausschließlich im Bestand, mit dem Ziel, bestehendes zu nutzen, Abfall zu vermeiden, Ressourcen zu schonen und den Charme des Bestehenden zu bewahren.

baubüro in situ ag

DENKSTATT sàrl

ZIRKULAR

[UNTER DESSEN]
Wir organisieren Zwischennutzungen.

Das baubüro in situ arbeitet eng in einem Netzwerk mit gleichgesinnten Firmen zusammen und ergänzt sich mit diesen:

Denkstatt sàrl ist eine Art Projektentwickler und befasst sich auf verschiedenen Ebenen mit gegenwärtigen städtebaulichen Transformationsprozessen im urbanen und ruralen Kontext in der Schweiz und auch im Ausland. https://www.denkstatt-sarl.ch

Unterdessen organisiert Zwischennutzungen in Projekten, die in der Planung sind, aber schon leerstehen. Eine Win-Win-Situation für Zwischennutzer, Eigentümer und kulturelle Vielfalt. https://www.unterdessen.ch/

Zirkular GmbH steht als Fachplaner für zirkuläres bauen und Wiederverwendung den Architekten, Bauherren und Kommunen zur Seite. https://zirkular.net/

1.2. Warum machen wir das?

Das 21. Jahrhundert ist das Jahrhundert der Städte und Metropolen.
(Dirk Messner heute Präsident Umweltbundesamt).

Bis 2050 wird sich die Bevölkerungszahl in den Städten weltweit verdoppeln.

Und dementsprechend auch die urbanen Strukturen.

Bis 2050 werden ca. 7 Milliarden in Städten leben. So viel Menschen wie heute auf der ganzen Welt!

Um die gesteckten Klimaziele zu erreichen können wir in der Form wie heute – mit Beton, Stahl und Aluminium – nicht weiterbauen.

(Beispiel MegaCity: Tokio (inkl. Yokohma u. Kawasaki), mit rd. 38 Mio. Einwohnern die grösste Metropole der Welt!)

Basel als Stadtkanton, umschlossen von Frankreich, Deutschland und dem Nachbarkanton Baselland, ist größtenteils gebaut und wir sind uns, heute einmal mehr, sicher, dass man Gebäude nicht einfach abreißen kann um sie anschließend wieder neu zu bauen.

Die Altbausubstanz stellt in der Schweiz die größte Bauressource dar.
Gleichzeitig generiert die Bautätigkeit mit 84% den mit Abstand größten Teil des Abfallaufkommens in der Schweiz. Neben den grossen Mengen an Aushub- und Ausbruchmaterial (57 Mio. t bzw. 65% des gesamten Abfallaufkommens) generiert sie jährlich rund **17 Mio. t** (bzw. 19%) Rückbaumaterial.

Die Mengen an Rückbaumaterialien, die noch heute auf Deponien abgelagert oder in KVA verbrannt werden, sind mit über 5 Mio. t nach wir vor beachtlich. Der Material-Fußabdruck (Raw Material Consumption, RMC) zeigt die Gesamtmenge der Rohstoffe, die in der Schweiz oder im Ausland benötigt werden, um die schweizerische Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen zu decken.
Zwischen 2000 und 2019 stellten die nichtmetallischen Mineralien mit durchschnittlich 43% die am meisten verbrauchte Materialkategorie dar. Sie werden hauptsächlich in der Baubranche eingesetzt (Sand, Kies usw.).

Quelle:
https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-rohstoffkonsum#die-wichtigsten-fakten

1.3. Was heisst «Bauen im Kreislauf»?

Wie am Beispiel Basel-Stadt schon genannt, leben wir in einer gebauten Umwelt. Wir beginnen nicht von vorn. An erster Stelle steht daher für uns die Verlängerung der Lebensdauer von Gebäuden, Bauteilen und Materialien durch Ihre Weiter- und Wiederverwendung. In Kombination mit der Verwendung von Materialien mit einer möglichst geringen Umweltbelastung. Und so zusammengefügt, dass sie zukünftig möglichst zerstörungsfrei rückbau- und wiederverwendbar sind.

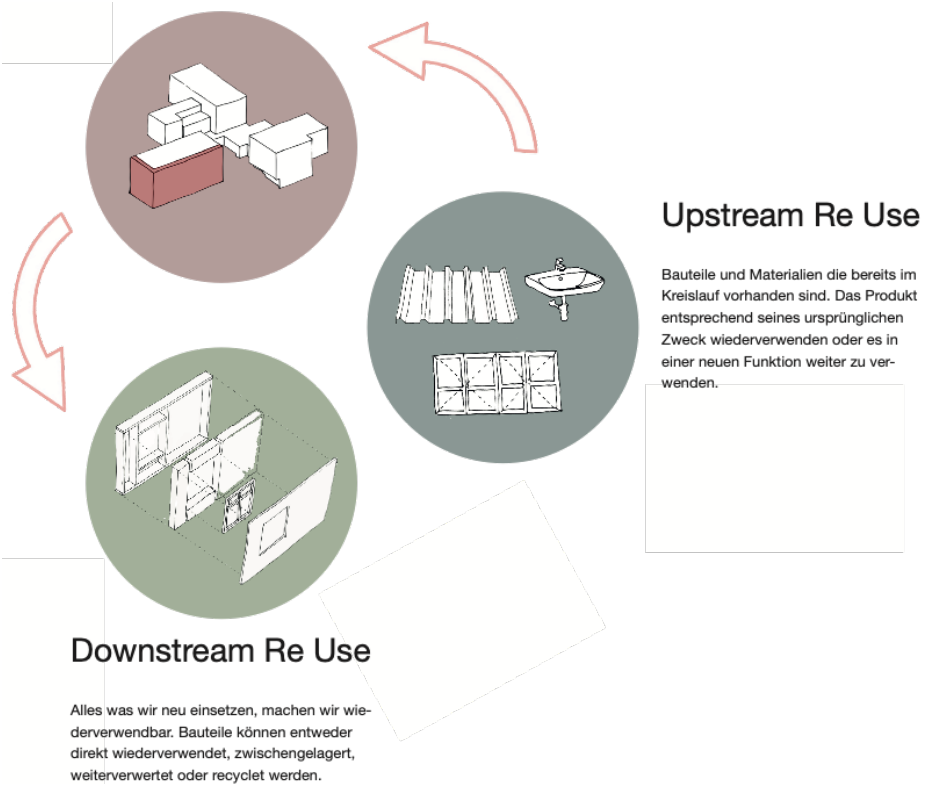


Abbildung 1: Was heisst zirkuläres Bauen – Zirkular GmbH

1.4. Warum Kreislaufwirtschaft?

Das Konzept der ökologische Belastungsgrenzen wurde am Stockholm Resilience Centre entwickelt. Die Überschreitung der Grenzen gefährdet die Stabilität unseres Ökosystems und die Lebensgrundlagen der Menschheit. Die Kreislaufwirtschaft ist hier eingebettet zu betrachten und soll Teil der Lösungsfindung sein. Kreislaufwirtschaft hat einen Einfluss auf diverse Bereiche und soll nicht seiner selbst Willen, sondern in dem Zusammenhang betrachtet werden.

Klima:
40% CO2 Ausstoss durch das Bauwesen > hin zu Verwendung von Material, das CO2 speichert statt emittiert!

Biodiversität:
Landnutzungsfragen bei Deponie und Ressourcengewinnung (z.B. Kiesabbau).
Und Biodiversitäts-Fussabdruck des CH-Bauwesens im Ausland (siehe Studie BAFU).



Abbildung 2: Ökologische Belastungsgrenzen – Felix Jörg Müller – Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=83268977

1.5. CO2 balancing of reuse

In Deutschland und der Schweiz sind wir Recycling-Weltmeister. Dadurch werden zwar Ressourcen geschont, aber kaum Energie gespart und dementsprechend auch kaum CO2 vermieden. Das Erhalten und Weiternutzen von Gebäuden verursacht am wenigsten Abfall und CO2, braucht am wenigsten Energie und schont am meisten Ressourcen. Reparaturen und Instandhaltung fallen dabei kaum ins Gewicht.

1.6. Abhängigkeiten

Seit Corona und aktuell mit dem Ukraine-Krieg wissen wir, wie abhängig wir von der Weltwirtschaft sind und wie schnell diese aus den Fugen gerät. 20/21 sind die Holzpreise in Europa dramatisch gestiegen (über 400%). Grund dafür: Waldbrände, Käferbefall in den kanadischen Wäldern und Corona-Einschränkungen. Kanada ist wichtigster Holzlieferant der USA. USA und der asiatische Markt haben kurzerhand auf den europäischen Markt zugegriffen, was zu Knappheit und drastischen Preiserhöhung geführt hat.

Die aktuelle Situation mit dem Ukraine-Krieg zeigt nicht nur, dass wir uns mit der Politik der letzten Jahre in grössere, fossile Abhängigkeit begeben haben, sondern damit auch den Ausbau regenerativer Energieerzeugung fahrlässig vernachlässigt haben und Aufgrund von Lieferengpässen das so schnell garnichtaufholen und verbessern können. Der Kampf um die Energie ist längst im Gang!

1.7. Wieviel ist 1 Tonne CO2?

Für viele ist es immer noch sehr abstrakt, wenn man von Tonnen CO2 spricht.
Was ist viel? Was ist wenig?

- 1 Tonne CO2 entspricht einem 8m x 8m x 8m-Volumen gefüllt mit reinem CO2!
- Eine Buche muss 80 Jahre wachsen um 1 Tonne CO2 aufzunehmen;
- Ein Mittelklassewagen stößt auf 4‘900km 1 Tonne CO2;
- Ein Flug von Frankfurt nach Lissabon verursacht 1 Tonne CO2 – pro Person!
- Aber: Man kann mit einer 1t CO2 80‘000 km mit dem Zug fahren!

In Deutschland wurden 2016 pro Kopf und Jahr 8,9 t CO2 verursacht. In der Schweiz sind es sogar 11 t! Um nur das +2C-Klimaziel zu erreichen sollte der Pro-Kopf-Jahresverbrauch zukünftig nicht mehr als 2,3 t CO2 betragen.

2. 3 Projekt mit ReUse und Holzbau

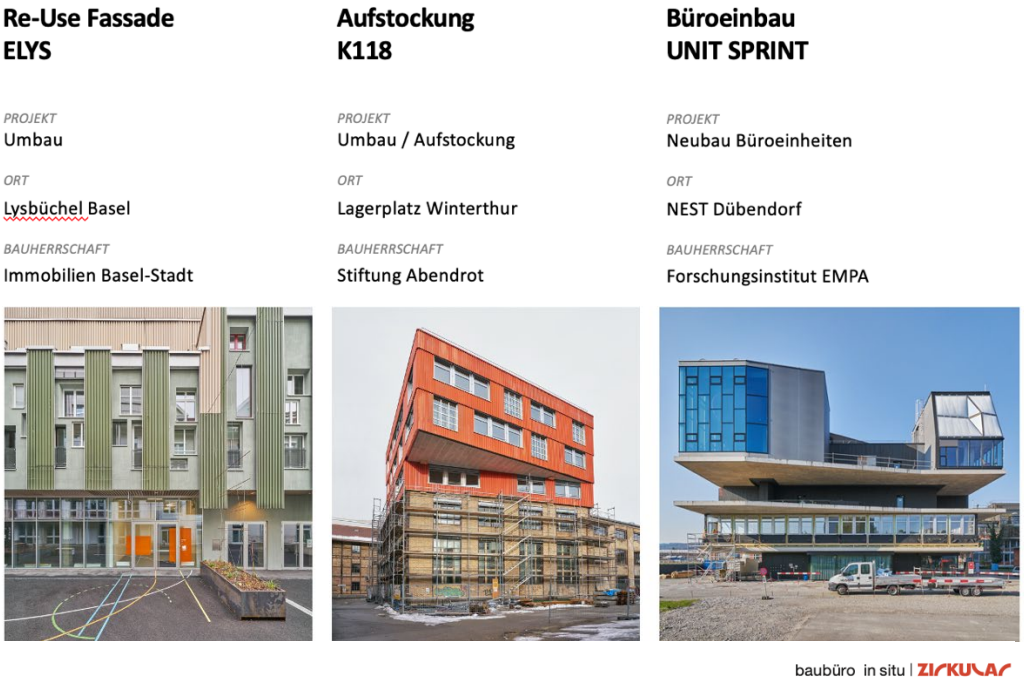


Abbildung 3: 3 ReUse-Projekt – baubüro in situ ag_Zirkular GmbH

2.1. Re-Use Fassade ELYS, Basel



Abbildung 4: ReUse-Projek ELYS, Basel – baubüro in situ ag

Das Projekt «ELYS» liegt nördlich in Basel, im Lysbüchelareal an der Elsässerstrasse zur Grenze nach Frankreich, Das Lysbüchel ist eines der großen Transformationsareale im Stadtkanton Basel-Stadt. Bis Mitte 2016 hatte hier noch die Supermarktkette COOP ihr Verteilzentrum mit Grossbäckerei für die gesamte Nordwestschweiz.

Neu teilen sich 3 Eigentümer das Areal:

Immobilien Basel-Stadt (IBS)
Die IBS lässt mit unserem Projekt ca. die Hälfte des Gebäudebestand bestehen. Die anderen Gebäude werden aufgrund schlechter Umnutzbarkeit abgerissen und machen Platz für neue Wohnüberbauungen.

Stiftung Habitat
Auf dem Teil der Basler Stiftung Habitat wird in erster Linie gemeinnütziges Wohnen (Genossenschaften) unterstützt. Hier wird auch das ehem. COOP-Getränkelager für Wohnzwecke umgebaut.

SBB
Auf der Parzelle der Schweizer Bundes Bahn (SBB) sollen Wohn- und Gewerbeflächen entstehen, stadtauswärts Richtung Industriezone mit steigendem Gewerbeanteil. Bei diesem Projekt haben wir erstmals versucht das bestehende Gebäude max. mit gebrauchten Bauteilen und Materialien wieder zu ergänzen: Rd. 1’200m^2 Fassade komplett aus gebrauchtem Material zu bauen.



Abbildung 5: «Urbane Mine Lysbüchel» Unmengen an KS-Steinen

Das Gesamtprojekt begann erstmal mit umfangreichen Abbruchmassnahmen. Aufgrund der Massen an Bauteilen und Material, die auf dem gesamten Areal abgebrochen wurden, war für uns klar, dass wir unser Projekt mit gebrauchtem Material ergänzen wollen, welches wir direkt aus der Urban Mine vor Ort gewinnen. Beim Rückbau des jüngsten Gebäudes (2003) konnten wir, für unser ReUse-Projekt H118 in Winterthur, einen grossen Teil der Stahlkonstruktion für die Gebäudeaufstockung gewinnen.

Am Beispiel eines einzelnen Bauteils, sieht man bereits, wieviel CO2 durch einen neuen Stahlträger freigesetzt wird und wieviel sich durch die Wiederverwendung einsparen lassen. Dabei fällt z.B. der Transport nur minimal ins Gewicht. Und auch das sanieren bzw. auffrischen eines Stahlprofils liegt im Vergleich zu neu unter 30%.

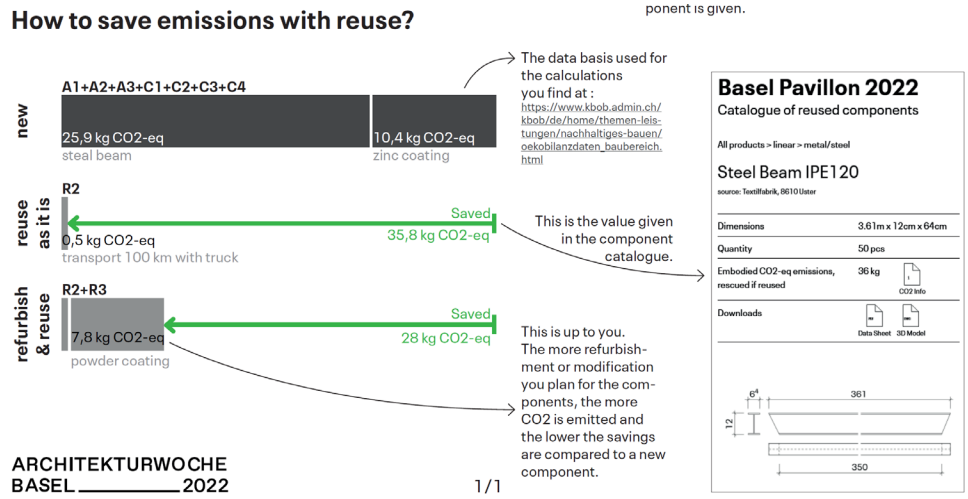


Abbildung 6: CO2-Einsparung durch Wiederverwendung am Beispiel Stahlträger – «Neu vs. ReUse»

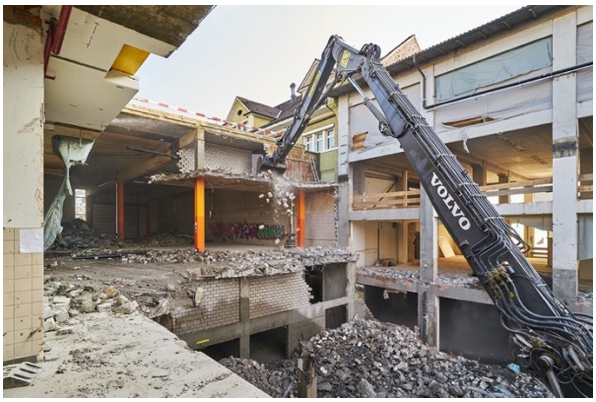



Abbildung 7: ELYS Teilrückbau des Gebäudes 215b zur Freilegung der gegenüberliegenden Fassade > neue Primarschule

Um die Fassade der neue Primarschule freizulegen, war zuerst ein Teilrückbau unseres Gebäudes 215b über 2 Stützenfelder notwendig. Ursprünglich war hier eine Zufahrtsstrasse geplant. Um einerseits einen verkehrsfreien Bereich zwischen den Gebäuden zu schaffen und gleichzeitig Abbruch zu vermeiden wurde die Decke über dem 1.UG in diesem Zwischenbereich belassen. Auf unserer Seite (rechts) entstand ein offenes Gebäude!

Die Bauherrschaft erhoffte sich durch die Verwendung gebrauchten Materials Kosteneinsparungen, was wir nicht bestätigen konnten. Mit der Aussage, dass die Kosten gleich wie bei einem Neubau liegen werden, wurden wir zuerst mit einem «MockUp» beauftragt, um die Machbarkeit abzuklären. An diesem 1:1-Modell konnten wir nicht nur die Einhaltung aller Vorschrift und Gesetze klären, sondern auch gleich die Verfügbarkeit benötigter Materialien und Bauteile prüfen. Die erfolgreiche Präsentation des fertigen MockUps war dann der Startschuss dieses ReUse-Projekts und gleichzeitig der Beginn der Bauteilsuche unter Termindruck für 1200m^2 Fassade. Ein Holzrahmenbauweise aus ReUse entpuppte sich als geeignetste Lösung. Holz war in Form von Pfetten, Sparren und Leimbindern um Basel herum aus verschiedensten Aufstockungen und Sanierungsprojekten verfügbar.

Der Bedarf an rd. 200 Fenster konnte von 10 verschiedenen Fensterbauern gedeckt werden. Neuwertige Fenster mit aktuellen U-Werten, die aus unterschiedlichsten Gründen im Lager geblieben waren und nach einer gewissen Zeit entsorgt worden wären.

Für den Wärmeschutz wollten wir gebrauchte Dämmung direkt vom eigenen Areal einsetzen, um Transport und das recyclieren zu sparen. Die Gebäude der 60er und 70er Jahren waren jedoch kaum gedämmt. Schlussendlich wurden 150m^3 Steinwoll-Dämmreste verbaut, die bei den Baustoffhändlern gesammelt werden und zum recyclen zum Hersteller gehen. Dort wurde in 2 Wochen 4 Containern gefüllt. Wir konnten zwar nicht den Transport, aber so das energieaufwendige recyclieren sparen.

Die neue Fassade sollte sich lt. Stadtbildkommission den Bestehenden angleichen. Wir hatten Trapezbleche in allen Farben zur Verfügung, nur nicht in grün! Durch die Dachsanierung mussten aber die grüne Trapezbleche der Dachaufbauten demontiert werden. Diese wurden dann durch beige Bleche eines Rückbaus ersetzt, so dass die grünen für unsere Aussenfassade zur Verfügung standen.

Nicht zuletzt konnten wir die unterschiedlich grossen Bodengitterroste der Backstrassenheizung für unsere verschiedenen Fenster verwenden.

2.2. Aufstockung K118, Winterthur

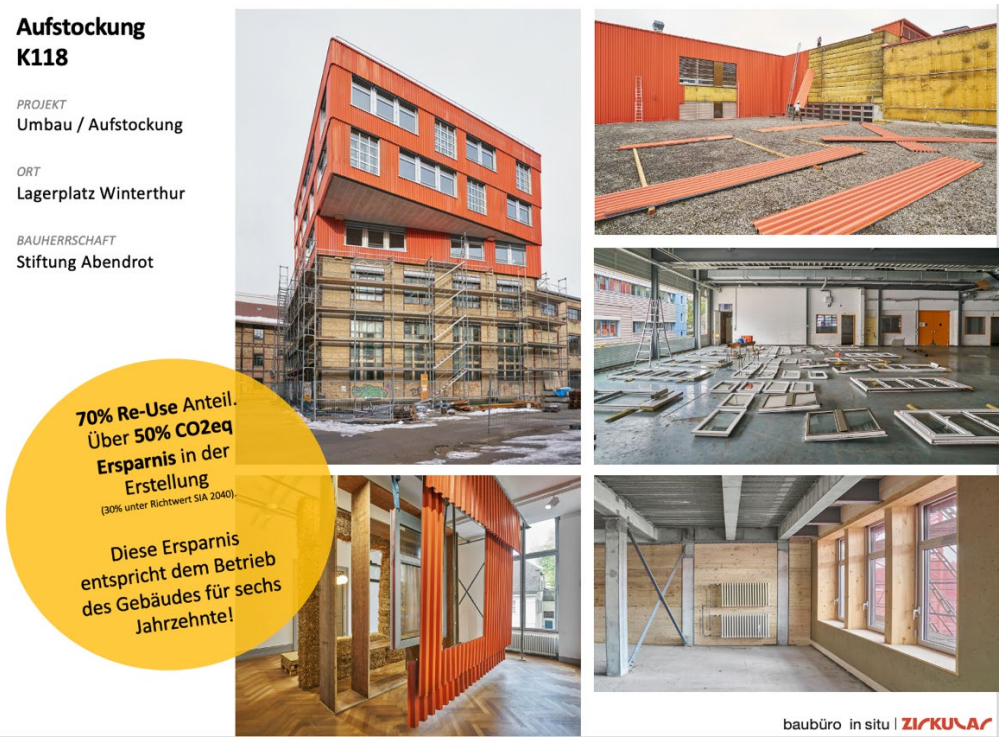


Abbildung 8: ReUse-Projekt K118, Winterthur – baubüro in situ ag

Auch dem «Lagerplatz» in Winterthur, der Stiftung Abendrot (Pensionskasse) und Teilgrundstück des ehem. Burckhardt+Sulzer-Areals, sollte das Gebäude K118 aufgestockt werden. Während auf dem benachbarten Teilgrundstück grösstenteils abgerissen wurde und Ersatzneubauten entstanden, wurde hier mit ETH und ZHAW ein Projekt geplant, mit dem Ziel diese Aufstockung mit einem Maximum an gebrauchten Bauteilen, Materialien und möglichst ökologischen, neuen Materialen umzusetzen.

Wie erwähnt, konnte für die Aufstockung die Stahlkonstruktion des rückgebauten Gebäudes 207 vom Lysbüchel Basel verwendet werden. Der Statiker hatte für die gebrauchte Konstruktion mehr Reserve eingerechnet, um auf der sicheren Seite zu sein. Um später die Stahlprofile besser einer Wiederverwendung zuführen zu können, wurden diese nicht gekürzt. Daraus resultierend entstand auf der Ostseite eine Überstand, woraus nicht zuletzt der unverwechselbare Charme das Gebäudes entstand. Ein gutes Beispiel, wie ReUse den Gestaltungsprozess beeinflusst. Die Decken wurden mit gebrauchten Stahl-Trapezblechen hergestellt.

Die Aussenstahltreppe wurde vom Rückbau des Orionhochhauses in Zürich gewonnen. Diese hat die Geschosshöhen der Aufstockung bestimmt. Über einen massiven Treppensockel erfolgt die Anpassung an das Terrain. Die Fenster wurden sowohl vom Oriongebäude als auch von den Rückbauten des Nachbargrundstücks gewonnen werden. Die Fenster mit den nicht mehr zeitgemässen U-Werten konnten zum Teil im Systemnachweis kompensiert werden. Die gebrauchten Industriefenster waren allerdings energetisch zu schlecht und wurden darum doppelt, als Kastenfenster eingebaut.

Auch der Rückbau der Ziegler-Druckerei in Winterthur stellte sich als dankbare «Urbane Mine» dar. Hier konnten in der Nähe zusätzliche Fenster, die orange Fassadenverkleidung der Aufstockung und der gesamte Dachaufbau gewonnen werden. Auch hier wurden für die Aussenhülle Holzrahmenelemente aus gebrauchtem Holz vorgefertigt, die mit Stroh gedämmt und innenseitig nur noch mit Lehm verputzt werden mussten. Auch für Innenwände, Türen, Böden teilweise Haustechnik inkl. Sanitärkeramik etc. wurde weitestgehend auch gebrauchte Bauteile und Material verwendet, wodurch ein ReUse-Anteil von 70% erreicht, 50% CO2eq im Vergleich zu Neubau eingespart und schlussendlich die Richtwerte der SIA 2040 um 30% unterschritten wurden.

Aus diesem Projekt resultieren, neben dem ELYS, viele Erfahrungen und Berechnungen u.a. aus der Zusammenarbeit mit der ETH, die als Grundlage für unsere weiteren Projekte dienen und sich nach und nach entwickeln.

2.3. Büroeinbau Unit Sprint im NEST, Empa, Dübendorf



Abbildung 9: Unit Sprint ReUse & Design for dissambly, NEST Empa, Dübendorf
Zirkular GmbH baubüro in situ ag

Bei der EMPA gab es in der Corona Zeit dringenden Bedarf an zusätzlichen Einzelarbeitsplätzen, die schnellst möglich erstellt werden mussten. Diese Aufgabenstellung wurde noch mit dem maximieren von ReUse und Design for Disassembly ergänzt. Die Herausforderung bestand nun darin, 200m^2 Bürofläche in extrem kurzer Bauzeit zu erstellen, dazu schnellst möglich gebrauchte Materialien und Bauteile zu finden und so zu fügen, dass diese am Ende der Nutzungsdauer wieder demontier- und wiederverwendbar sind. Unser Vorteil war, dass wir in unseren bisherigen Projekten nicht nur einige Erfahrungen gesammelt hatten, sondern auch noch passende Bauteile zur Verfügung stand.

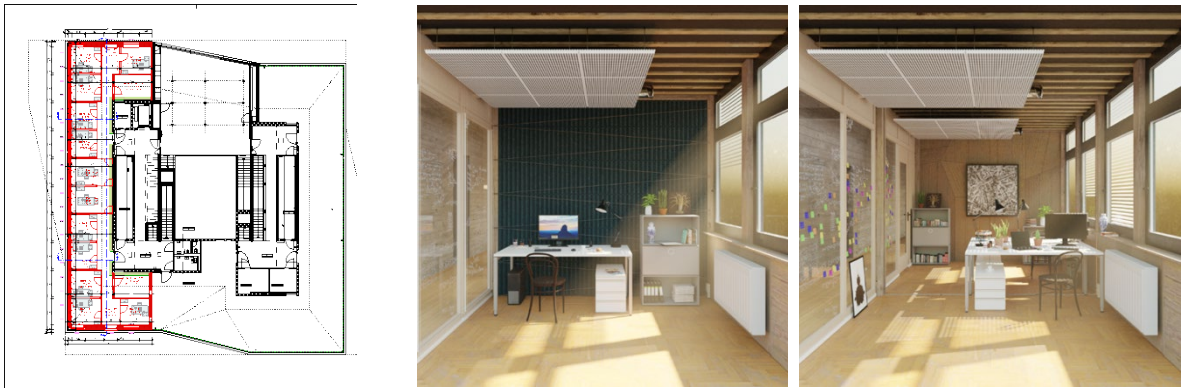


Abbildung 10: Grundriss Unit Sprint (links), Visualisierungen Einzelbüro «Covid» (mitte), Doppelbüro «Post-Covid» (rechts)

Fenster
Vom Projekt K118 waren noch 23 Stück 3-fach verglaste Aluminiumfenster mit thermisch getrennt Rahmen vorhanden, die sich für die Bürostruktur bestens eigneten. Diese waren auch vorher in einem Bürogebäude verbaut, welches abgerissen wurde.
Zusätzlich wurde wieder 2 Lagerfenster von einem Fensterbauer eingebaut. Diese wurden lediglich mit einer kleinen Rahmenverbreiterung an die bestehenden Fensteröffnungen angepasst. Hiermit sollte versucht werden mit wiederverwendeten Fenstern oder bestehenden Lagerfenstern auf bestehende Öffnungen oder durch ein Gestaltungskonzept gleiche Öffnungen einer Lochfassade eingehen zu können.
Drei Werkfenster mit schlechtem U-Wert wurden auf zwei unterschiedliche Weisen verbaut: Zum einen 2 Fenster hintereinander nach Vorbild des Kastenfensters. Hier war Tauwasserausfall im Zwischenbereich ein Thema und wurde schlussendlich durch unterschiedliche Dichtigkeit der 2 Elemente gelöst.
Bei einem weiteren Fenster wurden mit dem Glashersteller GlasSolutions aus Kreuzlingen, Partner beim NEST, unterschiedlich Verglasungsaufbauten ausprobiert, die im Betrieb gemessen werden. Hierbei war es wichtig, dass die bestehenden Gläser der 2-fach Verglasung mit Blick auf die CO2-Bilanz weiterverwendet wurden.

Holz
Auch ein Lagergebäude wurde zeitlich passend rückgebaut. Die Holzkonstruktion des Daches aus Leimbindern war nicht nur bestens für unser Projekt geeignet, sondern konnte auch den gesamten Holzbedarf decken. Dank der Großen Dimensionierung der Leimbinder konnten diese längs aufgesägt werden, so dass daraus je 4 neue, für uns passende Holzprofile für eine Modulbauweise entstand.
Aufgrund der Modulbauweise konnte das Projekt größtenteils in der Halle des Holzbauers vorgefertigt werden und vor Ort einfach mit einem Gabelstapler zwischen die bestehenden decken eingeschoben werden.

Dämmung
Gebrauchte Dämmung hatten wir selbst noch vorrätig und auch bei der EMPA waren große Menge verschiedener Dämmmaterialen von Versuchen vorhanden.
Es wurden 3 verschiedene Wandaufbauten mit Stroh-, Steinwoll- und Aerogel-Dämmung erstellt. Stroh als ökologisches, kompostierbares Material, Steinwolle als wiederverwendbares und recyclierfähiges Material. Aerogel ebenfalls wiederverwendet und mit einer fast 4x besseren Dämmleistung als mineralische Dämmung. Entsprechend konnte hier eine Aussenwand mit nur 10cm Dämmstärke gebaut werden.

Fassade
Die Fassade hätte mit den Granitplatten eines ehem. Bankgebäudes in Dübendorf verkleidet werden sollen. Und auch die Haustechnik hätte vollumfänglich dort gewonnen werden können. Leider wurde hier nach einiger Zeit klar, dass der Rückbau der Bank mit unserem engen Terminplan nicht übereinstimmte und wir uns von diesem Idealrückbauprojekt verabschieden mussten.
Die Fassadenlösung wurde schlussendlich aber einfacher und besser:
Die Holzverschalung, die bisher den Kern des Gebäudes verkleidet hatte, musste im 1.OG für unseren Einbau demontiert werden. Dadurch wurde diese frei und deckt unseren m^2-Bedarf genau ab. Es war statisch die bessere Lösung und gestalterisch bereits Teil des Gebäudes.

Innenwände
Aus einem ehem. Pharmagebäude in Basel konnten wir Glastrennwände mit Türen ebenfalls sehr gut zurückbauen, da die Elemente sorgfältig miteinander verschraubt waren. Die Anzahl der Elemente passte exakt auf die Unit Sprint. Diese Elemente dienen als Wand zwischen den Büros und den Gängen. Nicht zuletzt eine Wand aus Ausschuss-Dachziegeln direkt vom Hersteller, mit Lehm gemauert und somit wieder rückbaubar, wirkt schalldämmend und teilt die Unit Sprint in 2 Hälften.

Böden
Nachdem für den Bodenaufbau auch Fassadengranitplatten bzw. auch ein Lehmboden geplant war, kam man nicht zuletzt aufgrund der Holzbauweise auch hier auf Parkettboden. Bei einem weiteren Rückbauprojekt in Dübendorf konnte direkt eine große Menge Parkett gewonnen werden. Es stellt sich heraus, dass es miteinander verleimte Fertigparkettbretter waren, die nicht einzeln zu entnehmen waren. Ca. 3 Bretter bleiben immer zusammen. Diese wurden dann auch so ausgebaut und dann in 3 verschiedenen Varianten in der Unit Sprint eingesetzt:
Im Gangbereich wurde das Parkett unverändert wieder eingebaut – als einfachste und günstigste Variante. Bei der zweiten Variante wurden die drei miteinander verleimten Parkettbretter in die gleiche Breite zu Kassettenparkett geschnitten, seitlich genutet, geschliffen und geölt und abwechselnd quer und längs verlegt. Und als dritte Variante die Bretter mit 45° gekürzt und als «französisches Fischgratparkett» verlegt.

Temporäre Bürotrennwände
Die Module wurden als Doppelbüros gebaut, was sie auch langfristig sein sollen. Für die Corona Zeit müssen diese jedoch zu Einzelbüros temporär getrennt werden.
Diese temporären Trennwände wurde aus den klassischen 50x50cm Teppichfliesen erstellt, die unzähligen Mengen in Großraumbüros eingesetzt werden. Die Fliesen haften nur auf dem Untergrund und sind so extrem leicht rückbaubar.
Gebogen, senkrecht aneinandergereiht und zwischen 2 Wänden eingespannt, dazwischen zur Stabilisierung mit liegenden Schichten, ergibt dass nicht nur eine erstaunlich stabile und gleichzeitig leichte Wandkonstruktion. In Kombination mit einer aufgerollten Teppichfliese, in die gebogene eingesteckt, erreicht man einen erstaunlich guten db-Wert, der sich für temporäre Bürotrennwände eignet.

Zusätzlich haben wir Wände aus Büchern erstellt, die ursprünglich mit großen Mengen gleichformatiger Fehldruck-Bücher ausgeführt werden sollten. Es stellt sich raus, dass die EMPA-Bibliothek aufgeräumt und massenhaft alte Bücher und Zeitschrift aussortiert hatte. So wurden natürlich die Wände mit den eigenenen Büchern gebaut, was aufgrund der unterschiedlichen Formate eine Herausforderung war.

Bei der einen Variante greifen die Buchdeckel abwechselnd von vorn und hinten, horizontal versetzt, wie bei einem «wilden Verband» ineinander. Dadurch entsteht eine in sich sehr stabile Wand. Allerdings ist eine Luftdurchlässigkeit, und damit auch die Schalldurchlässigkeit nicht zu vermeiden. Mit einer ordentlichen Reihung von gleichhohen Büchern, die ebenfalls ineinandergreifen und horizontal mit Teppichfliesen «abgedichtet» sind, sieht es dagegen deutlich besser aus. Durch die unterschiedlichen dicken der Bücher lassen sich die definierten Rahmen sogar exakt und dicht ausfüllen.

Haustechnik
Bei der Haustechnik mussten wir einen Rückschlag hinnehmen. Nachdem es kurzzeitig so aussah, dass wir die Haustechnik komplett mit rückgebauten Elementen abdecken können, hat sich das dann leider doch zerschlagen. Glücklicherweise befand sich dann aber doch noch ein Monoblock in unserem Lagerbestand gebrauchter Bauteile. Und zusätzlich konnten dann auch noch Akustikdeckenelemente gebraucht bezogen und mit Heiz-/Kühlelementen aufgewertet werden.

Zum Schluss darf ich zum Themas Wiederverwendung noch auf das folgenden neue Buch hinweisen:
Hier sind die Erkenntnisse und Erfahrungen zum Thema Wiederverwendung, mit Beispielen und Beiträgen von baubüro in situ und Zirkular, für Interessierte und Nachahmer festgehalten.



BAUTEILE WIEDERVERWENDEN
Ein Kompendium zum zirkulären Bauen
–
Vom konkreten Fallbeispiel zur Standortbestimmung: das umfassende Handbuch zum Thema Wiederverwendung von ganzen Bauteilen

AUGUST 2021 CA. CHF 65.00 | EUR 58.00 BUCH WEITEREMPFEHLEN →

TITELINFORMATION ↓

Herausgegeben vom Institut Konstruktives Entwerfen; ZHAW Departement Architektur, Gestaltung und Bauingenieurwesen; Eva Stricker, Guido Brandi, Andreas Sonderegger; Baubüro in situ AG; Zirkular GmbH; Marc Angst, Barbara Buser, Michel Massmünster

1. Auflage, 2021
Gebunden
ca. 408 Seiten, ca. 350 farbige und sw Abbildungen
21.5 x 28.5 cm
ISBN 978-3-03860-259-0

INHALT ↓
AUTOREN & HERAUSGEBER ↓

Abbildung 11: Neues Buch «Bauteile wiederverwenden»

Block C2

Bauen für den Klimawandel – Auf den Weg zu Netto-Null

Graue Energie & CO_2
Vorteile nachwachsender Rohstoffe

Urs Christian Luginbühl
CO_2-Institut c/o VGQ
Biel/Bienne, Schweiz



Graue Energie & CO_2 Vorteile nachwachsender Rohstoffe

1. Ausgangslage

Der Schweizerische Verband für geprüfte Qualitätshäuser VGQ (siehe www.vgq.ch) befasst sich seit über zwanzig Jahren intensiv mit der Weiterentwicklung von nachhaltigen Bauweisen. Neben einem umfassenden QS-System, setzt dieser Verband auch Forschungs- und Entwicklungsprojekte um.

Während in früheren Jahren insbesondere die Steigerung der Energieeffizienz in der Betriebsphase im Zentrum stand, wird heute der Fokus vermehrt auf den ganzen Lebenszyklus eines Gebäudes gelegt. Das Themen Graue Energie, Triebhausgase sowie Kohlenstoffspeicher gewinnen im Lichte des Klimawandels an Bedeutung.

Um diesen Themen mehr Aufmerksamkeit zu geben, betreibt der VGQ auch seit über zehn Jahren die Internetseite CO_2-Institut (siehe www.co2-institut.ch). Diese Internetseite wurde ursprünglich vom Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen NRW aufgebaut, welcher die analoge Interseite der 'CO_2-Bank Deutschland' betreibt.

Auf diesen Internetseiten sind Web-Datenbanken, in welchen die Reduzierung des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO_2) durch Objekte und Leistungen der Forst- und Holzwirtschaft dokumentiert werden.

Im Rahmen dieses Referats werden Vorteile der Bauprodukte, welche aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden, thematisiert und ein Bezug zu den Klimazielen des Übereinkommens von Paris hergestellt.

2. Bedeutung der Grauen Energie und des CO_2

Der Bau und Betrieb von Gebäude beansprucht einen bedeutenden Teil des globalen Energiebedarfs und führt zu beträchtlichen Emissionen an Treibhausgasen THG. Beispielsweise die Herstellung von Zement verursacht rund 8% der weltweiten Treibhausgasemissionen[1]. Kein anderes Einzelprodukt verursacht mehr.

Verschiedene Länder führen mehr oder weniger detaillierte Statistiken zu ihren Treibhausgasemissionen. Beispielsweise für die Schweiz lassen sich nur Zahlen zu den Emissionen nach Sektoren finden. Laut dem Treibhausgasinventar des Bundesamts für Umwelt BAFU, verursachte der Sektor 'Gebäude' im Jahr 2018 rund ein Viertel der landesweiten Treibhausgasemissionen. Was nach viel tönt, ist aber schon eine wesentliche Verbesserung zum Jahr 1990, in welchem der gleiche Sektor noch deutlich höhere Emissionen verursachte.

Dies hat mehrere Gründe. Einer davon ist die Energieeffizienz von Gebäuden. In diesem Bereich wurde in den letzten drei Jahrzehnten grosse Fortschritte gemacht. Mit den heutigen Technologien im Baubereich, wäre es problemlos möglich, Gebäude zu bauen, welche keine Betriebsenergie benötigen oder sogar Energie abgeben können.

Dies hat jedoch zur Folge, dass immer komplexere Bauweisen und Anlagen nötig werden, bei welchen durch die Herstellung des Materials, sowie im Bauprozess wiederum mehr Graue Energie und Treibhausgasemissionen entstehen. Dadurch hat sich das Verhältnis zwischen dem Energieaufwand in der Nutzungsphase (Betriebsenergie) und dem Energiebedarf für die Herstellung und Entsorgung von Bauprodukten und Gebäuden (Graue Energie) in den vergangenen Jahrzehnten stark verändert. In vielen Fällen wird heute bereits mehr Energie für den Bau eines Gebäudes als für dessen Betriebsphase verwendet.

[1] Beyond Zero Emission (2017): Zero Carbon Industry Plan – Rethinking Cement

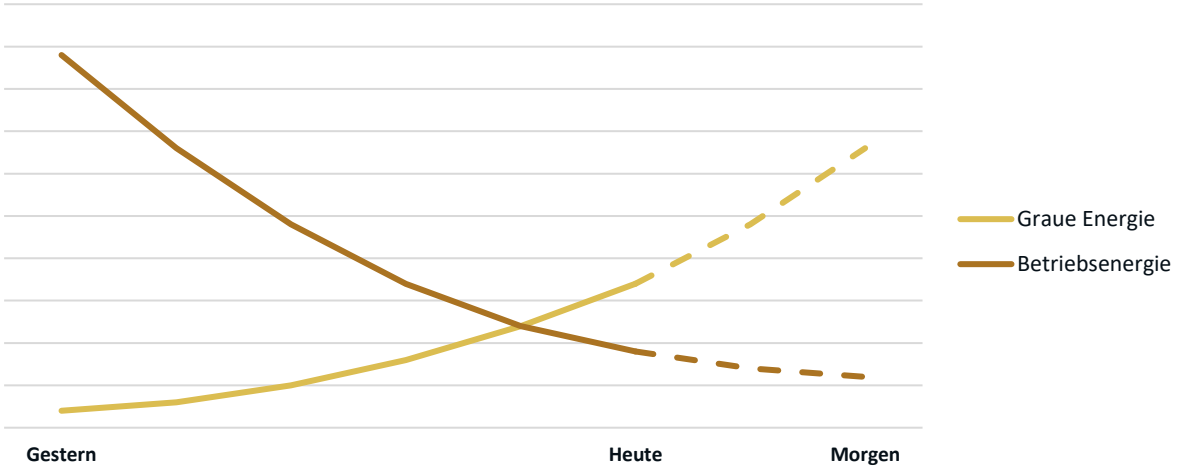


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Entwicklung des Energiebedarfs für den Bau und den Betrieb von Wohngebäuden

Es ist fraglich, ob es sinnvoll ist, den Verbrauch der Betriebsenergie weiter zu optimieren und auf der anderen Seite die Graue Energie und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen nur wenig zu berücksichtigt. Den Energieverbrauch der Betriebsphase noch deutlich unter die gesetzlichen Vorgaben oder gar auf null zu senken, ist zwar möglich aber sehr aufwendig und teilweise kostenintensiv, während im Bereich der Grauen Energie mit dem architektonischen Entwurf, der gezielten Wahl von Bauweisen und Bauprodukten grosse Einsparpotenziale bestehen würden, die kaum ausgeschöpft werden.

3. Datengrundlage für Baustoffe

Wie bereits erwähnt, ist es wichtig beim Entwurf, der Planung und der Ausführung von Gebäuden die Graue Energie und die Treibhausgasemissionen über den ganzen Lebenszyklus des Gebäudes zu beachten.

Für Baustoffe und Bauprodukte gibt es dazu viele generische oder produktspezifische Informationen. Dazu gehören beispielsweise die Umweltproduktdeklarationen EPD (Environmental Product Declaration) oder auch internationale Datenbanken wie Ecoinvent (siehe www.ecoinvent.org). Solche Quellen sind ohne Hintergrundwissen oft nicht einfach nutzbar, da nicht in allen Grundlagen die gleichen Prozessschritte oder Systemgrenzen berücksichtigt werden. Um diese Grundlagen zu vereinheitlichen, gibt es auch Länderspezifische Listen, die deutlich anwenderfreundlicher sind und Vergleiche überhaupt erst zulassen. In der Schweiz wird oft mit einer staatlichen Liste gearbeitet, welche als Grundlage für verschiedene Anwendersoftware dient. Die 'Ökobilanzdaten im Baubereich' werden vom Bundesamt für Bauten und Logistik BBL kostenlos zur Verfügung gestellt.

Die verschiedenen Datengrundlagen liefern eine Vielzahl von Kennwerten. Diese werden bezogen auf das Gewicht oder auf das Volumen eines Baustoffes angegeben. Im Kontext der Klimadeabtte liegt der Fokus insbesondere auf der Grauen Energie (kWh oder MJ), den Treibhausgasemissionen sowie auf dem Kohlenstoffspeicher. Damit die Baustoffe bezüglich ihrer Wirkung auf das Klima vergleichbar sind, werden die diversen Treibhausgasemissionen meist als 'CO_2 Äquivalent' (auch CO_2eq) definiert. Dabei werden die Mengen anderer Gase in die äquivalente Menge von CO_2 umgerechnet.

Auf der Basis von Baustoffkennwerten sind oft keine sinnvollen Vergleiche möglich. So bringt etwa der Vergleich eines Kilogramms Stahl mit einem Kilogramm Beton keine nutzbare Information. Sinnvolle Vergleiche beziehen sich immer auf Produkte, Bauteile, oder auch ganze Gebäude, welche vergleichbare Funktionen erfüllen können.

4. Vergleiche von Bauteilen und Gebäuden

Die ökologische Bewertung von Bauprodukten, Bauteilen oder ganzen Gebäuden gewinnt zunehmend an Bedeutung und wurde auch bei verschiedenen Labels und Baustandards als Kriterium aufgenommen.

Um optimale Resultate erreichen zu können, müssen die ökologischen Kriterien (u.a. wenig Graue Energie, wenig THG-Emissionen, grosse Kohlenstoffspeicher) bereits in den ersten Projektphasen berücksichtigt werden. Bei den ersten Entwürfen wird entschieden, ob die Ausführung anschliessend effizient und klimaschonend umgesetzt werden kann und später auch die Betriebsenergie minimal sein wird. Daher lohnt es sich in frühen Planungsphasen die Variantenstudien, neben den üblichen Kriterien (Ästhetik, Kosten, Nutzen etc.), auch bezüglich der Ökologie zu bewerten.

Wie zuvor erwähnt, ist es bei Vergleichen wichtig, dass Bauteile mit vergleichbaren Funktionen berücksichtigt werden. Werden also beispielsweise Geschossdecken im Wohnungsbau verglichen, müssen die relevanten Eingeschaften wie Tragfähigkeit, Schallschutz oder Brandschutz von allen Varianten erfüllt werden.

In frühen Projektphasen werden Vergleiche oft mit Bauteilkatalogen umgesetzt. Auch da gibt es viele verschiedene Anbieter. Dabei wird beispielsweise die gesamte Aussenwandfläche mit ökologischen Kennwerten (z.B. Graue Energie) multipliziert. Diese Methoden sind stark vereinfacht. In einigen Fällen sind in den Bauteilwerten auch nur die Einzelwerte der verwendeten Bauprodukte aufsummiert, so dass die ganzen Bauprozesse (Transporte zur Baustelle, Montageprozesse etc.) gar nicht berücksichtigt sind. Trotz diesen Vereinfachungen ist schnell ersichtlich, wo in einem Gebäude das grösste Einsparpotential besteht.

In späteren Projektphasen, wo bereits digitale Modelle bestehen, können dann auch genauere Berechnungen umgesetzt werden. Dabei greift die Software auf die zuvor erwähnten Materialkataloge zurück. So können mittels Änderungen der Attribute in den CAD-Programmen auch Vergleiche innerhalb der Bauweisen oder Optimierungen vorgenommen werden.

Im Verlauf der letzten Jahre wurden durch das CO_2-Institut des VGQ viele Vergleiche durchgeführt. Dabei hat sich gezeigt, dass die Bauprodukte, welche auf nachwachsenden Rohstoffen basieren, bezüglich Grauer Energie und Treibhausgasemissionen in der Regel besser abschneiden als alternative Produkte. Das Gleiche gilt für Baustoffe, welche ohne grosse Verarbeitungsschritte eingesetzt werden können.

Die Unterschiede sind bedeutend: Vergleicht man beispielsweise Fassadenverkleidungen (inkl. den Unterkonstruktionen) verursacht die ungünstigste Variante bis zu neunmal mehr Grauer Energie als die beste Variante (in diesem Vergleich Schnittholz). Auch bei Bauteilen sind markante Unterschiede zu erkennen. So verursacht beispielsweise eine Aussenwand in Rahmenbauweise halb so viele Treibhausgase wie ein Mauerwerk mit Kompaktfassade. Bei Vergleichen von ganzen Gebäuden werden die Unterschiede kleiner, weil viele Bauprodukte oder Bauteile (z.B. die Fenster) bei den verschiedenen Varianten identisch sein können. Bei Vergleichen von ganzen Gebäuden sind trotzdem regelmässig Differenzen von rund 20% bei der grauen Energie und ca. 30% bei den Treibhausgas-Emissionen zu erkennen.

Bauprodukte aus nachwachsenden Rohstoffen sowie Bauteile oder ganze Gebäude aus Holz schneiden bei Vergleichen oft besser ab, als alternative Varianten. Die Gründe dafür sind vielfältig. Diese Naturprodukte haben hervorragende Eigenschaft und können oft mit einfachen Methoden zu Bauprodukten umgewandelt werden. So ist der Energiebedarf bei der Herstellung nicht sehr hoch und als Energiequellen werden meist Elektrizität und Biomasse verwendet. Die nachwachsenden Baustoffe sind zudem oft leichter, was zu Vorteilen bei Transporten oder bei der Montage führt. Infolge dieser Materialeigenschaften können Gebäudeteile vorfabriziert und einfach transportiert werden, womit die Graue Energie und die Treibhausgasemissionen tiefgehalten werden. Diese Bauweise reduziert zudem während der Bauzeit in den Impact auf die Umwelt (Staub, Lärm etc.)

des Bauplatzes. Bei grossen Gebäuden bringen die leichteren Baustoffe auch etliche Einsparungen bei den Fundamenten, welche bekanntlich besonders viel Graue Energie und Treibhausgase verursachen.

Gebäude in Holzbauweise haben zudem den Vorteil, dass sie als Kohlenstoffspeicher wirken. Dabei wird der Kohlenstoff C, den der Baum während der Photosynthese, dem CO_2 aus der Atmosphäre entzogen hat, über Jahrzehnte gebunden.

Die Klimawirkung der C-Speicher im Holz kann aber nicht ohne weiteres objektspezifisch bewertet werden, da der Kohlenstoff am Ende des Lebenszyklus auch wieder in die Atmosphäre gelangen kann (keine Permanenz). Zudem müssen auch die Veränderungen der Waldspeicher berücksichtigt werden. Nur wenn insgesamt mehr Kohlenstoff in das Speichersystem 'Wald und Holz' fliesst als herauskommt, können Kohlenstoffsenken erzielt werden. Dies ist aber mit einer intelligenten Bewirtschaftung dieser Speicher erreichbar. So kann mit einer nachhaltigen Holznutzung der Gebäude Speicher kontinuierlich vergrössert werden, ohne dass der Waldspeicher kleiner wird.

5. Bezug zu den Klimazielen des Paris Agreement

Wie zuvor erwähnt, bieten nachwachsende Rohstoffe in verschiedener Hinsicht grosse Vorteile. Die Wahl der Bauweise ist somit relevant und hat bedeutende Einflüsse auf die Graue Energie, die Treibhausgasemissionen und den C-Speicher der Gebäude.

Der ganze Bausektor ist einer der wichtigsten Bereiche, in welchem Massnahmen zum Erreichen der Klimaziele des Paris Agreements umgesetzt werden müssen. Die Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden oder die Wahl der Bauweise sind sicher erste wichtige Schritte. Um aber bis 2050 auf 'netto null' zu kommen, braucht es enorme Anstrengungen aller Beteiligten.

So ist beispielsweise der Energieverbrauch bei der Herstellung von Bauprodukten stark zu senken und auf erneuerbare Energien umzustellen. Bei Holzprodukten kann dies wohl erreicht werden, bei der Zementproduktion wird dies aber sehr schwierig. Neben dem grossen Energieverbrauch in der Produktion, welcher meist mit fossilen Energien gedeckt wird, gibt es zusätzliche CO_2-Emissionen aus den chemischen Prozessen. Diese können ja nicht einfach gestoppt werden, womit Lösungen im Bereich CCS (Carbon Capture and Storage) gefunden werden müssten.

Neben den Anstrengungen im Bereich der Herstellung von Bauprodukten müssen auch die Emissionen der Transporte und Bauprozesse stark reduziert und auf erneuerbare Energieträger umgestellt werden. Dabei kommen auch regionalverfügbare Baustoffe und ortsansässige Unternehmungen vermehrt in den Fokus, was durchaus neue Chancen bringen kann.

Am Ende des Lebenszyklus eines Gebäudes sind sinnvolle Lösungen für die Weiterverwendung der Baustoffe zu finden (das Thema Kreislaufwirtschaft wurde im Bock C1 behandelt). Auch der Umgang mit Hilfsstoffen, Klebstoffen, Lösungsmitteln, Chemikalien, Abfällen oder Verpackungsmaterialien muss analysiert und überdacht werden, da auch diese zu Treibhausgasemissionen führen.

In allen Bereichen kann der Bausektor viele Verbesserungsmassnahmen umsetzen, jedoch werden die Klimaziele wohl nicht ohne Suffizient zu erreichen sein. Alles was nicht gebaut wird, verursacht auch keine Treibhausgasemissionen. Die Suffizienz hat nicht nur die grössten Effekte, sondern ist auch die billigste Massnahme. Es ist aber nicht die Meinung, dass man einfach nicht mehr bauen soll. Es geht vielmehr darum, mit möglichst wenigen Ressourcen (Material, Energieaufwand, Platzbedarf etc.) die Bedürfnisse der NutzerInnen von Gebäuden zu befriedigen. Hier sind insbesondere die Bauherrschaft, die Architekten und die Fachspezialisten gefragt, welche sicher interessante neue Baulösungen und Nutzungsformen entwickeln können.

Die nachwachsenden Rohstoffe und Holz im speziellen können einen wesentlichen Beitrag zur Minderung des Klimawandels beitragen. Dabei stehen die Substitutionseffekte (Reduktion der Grauen Energie und der Treibhausgase) momentan sicher im Zentrum.
Kurzfristig können auch 'Senken-Strategien' gute Resultate liefern, langfristig ziel-führend ist jedoch immer noch eine nachhaltige Holznutzung in Kaskaden resp. mit mehrmaliger Verwendung der Bauprodukte (Kreislaufwirtschaft).

Die optimalen Effekte können jedoch nur durch die integrale Betrachtung von Waldsenken, C-Speichern in Holzprodukten, stofflicher Substitution und energetischer Substitution sowie unter Berücksichtigung von klaren geographischen und zeitlichen Vorgaben erreicht werden.

Mit dem Slogan 'Fit for 55' hat am 14. Juli 2021 die Europäische Kommission ein Paket mit dreizehn Energie- und Klimagesetzen vorgelegt, mit welchen die Klimaziele für 2030 (-55 % Treibhausgasemissionen bezogen auf 1990) und 2050 (netto null Emissionen) erreicht werden sollen. Darin enthalten ist auch 'die EU-Forststrategie' mit detaillierten Regelungen in Bezug auf die Waldbewirtschaftung. Diese Strategie und die Pläne der EU wurden von verschiedenen europäischen Verbänden der Wald- und Holzwirtschaft scharf kritisiert, weil befürchtet wird, dass mit Nutzungseinschränkungen vermehrt lebende Waldbestände als Kohlenstoffsenken eingerichtet werden sollen. Diese Kritik ist verständlich, weil dadurch die stofflichen und energetischen Substitutionseffekte verloren gehen und weiter die Gefahr besteht, dass Waldbestände später zu Quellen werden.

Auf den Punkt brachte es Emma Berglund von der schwedischen Branchenorganisation Swedish Forest Industries (SFI) gemäss einem Artikel Neuen Zürcher Zeitung NZZ: *Man begrüsse durchaus, dass die EU-Kommission eine Rolle des Waldes bei nachhaltigem Wirtschaften und der Bekämpfung der Klimaerwärmung sehe. Doch man sei der Ansicht, dass die Forstwirtschaft im Zentrum einer zirkulären Bioökonomie stehen solle, statt als Kohlenstoffsenke an deren Rand gedrängt zu werden und anderen Industrien eine Rechtfertigung dafür zu liefern, weiterhin Treibhausgase zu emittieren.*

HORTUS – Ein Leuchtturmprojekt der Nachhaltigkeit

Tobias Huber
ZPF Ingenieure
Basel, Schweiz



HORTUS – ein Leuchtturmprojekt der Nachhaltigkeit

1. Projektübersicht

1.1. Aufgabe

Auf dem BaseLink Areal in Allschwil bei Basel entwickeln SENN, Herzog & de Meuron und ZPF Ingenieure gemeinsam ein Bürogebäude von ca. 10'000 m² Nutzfläche für umweltbewusste (Tech-)Firmen. Das Bauwerk setzt einen neuen Standard für Nachhaltigkeit: Es zahlt die graue Bauenergie innerhalb einer Generation zurück und ist bereits nach rund 30 Jahren energiepositiv. Ein neuartiger Mix aus Naturmaterialien reduziert darüber hinaus den Ausstoß der grauen Emissionen gegenüber einem in konventioneller Massivbauweise erstellten Bürobau um mehr als 50%. Der geplante Bau trägt den Namen HORTUS – House of Research, Technology, Utopia and Sustainability.

1.2. Areal

Das HORTUS wird Teil des BaseLink Areals in Allschwil bei Basel. Dort beziehen in den nächsten Jahren unter anderem der Switzerland Innovation Park Basel Area, das Schweizerische Tropen- und Public-Health-Institut, das Pharmaunternehmen Basilea Pharmaceutica Ltd., sowie das Department of Biomedical Engineering und das Innovation Office der Universität Basel ihre Büros und Labors.
Basel ist nach Zürich und Genf die drittgrösste Stadt der Schweiz. Sie liegt im äussersten Nordwesten des Landes im Dreiländereck Schweiz, Frankreich und Deutschland am Rheinknie. In der trinationalen Metropolitanregion Basel-Mulhouse-Freiburg leben zurzeit etwa eine Million Menschen. Basel ist eines der weltweit wichtigsten Zentren der pharmazeutischen Industrie, mit der Novartis AG, F. Hoffmann-La Roche, Syngenta AG und der Lonza Group. In Basel und seiner Agglomeration gibt es verschiedene Life Science Cluster. Der Neueste entsteht auf dem ehemaligen Familiengartenareal am Bachgraben in Allschwil, das jetzt BaseLink heisst und von verschiedenen Investoren entwickelt wird.
Das grösste Gebäude des Areals, der Switzerland Innovation Park Main Campus, wurde im August 2022 seinen Nutzern übergeben. Der hochoptimierte, flexibel nutzbare Betonbau entsteht ebenfalls in einer Zusammenarbeit von Herzog & de Meuron mit ZPF Ingenieure im Auftrag von SENN.

1.3. Auftrag

Nach der Planung des SIP Main Campus auf dem BaseLink-Areal bekommen ZPF Ingenieure von der Bauherrschaft die Anfrage, für dasselbe Areal mit Herzog & de Meuron einen Büroneubau zu entwickeln, der neue Maßstäbe im Bereich der Nachhaltigkeit setzt. Das Gebäude soll sich in einer Generation (30 Jahre) energetisch amortisieren und zirkuläres Bauen erlauben. Zudem sollen die Zielvorgaben des SIA-Merkblatts 2040 «Effizienzpfad Energie» bezüglich der durch die Erstellung bedingten Treibhausgase eingehalten und die der Grauen Energie noch übertroffen werden.
Das HORTUS wird seine Erstellungsenergie innerhalb einer Generation, also unter 30 Jahren, «zurückzahlen». Dies wird einerseits dadurch erreicht, dass die gesamte verbaute Energie dank Einsatz von Materialien wie Holz, Lehm und Altpapier geringgehalten wird. Andererseits wird die Energieernte über Photovoltaik maximiert. Und wenn HORTUS nach vielen Jahren der Nutzung nicht mehr gebraucht wird, werden seine Teile kompostiert, wiederverwendet oder zumindest thermisch verwertet.

2. Analyse Nachhaltigkeitsziele

2.1. Die 3 Säulen der Nachhaltigkeit

Für HORTUS soll die Vereinbarkeit von ökologischer und ökonomischer Nachhaltigkeit sichergestellt und in der Breite angewendet werden. Es soll kein Luxus-Ökobau entstehen.

2.2. Betrachtung von CO_2 und Energiebedarf

Der Bausektor ist für etwa 50% des weltweiten CO_2-Ausstosses verantwortlich [1] (die Zementindustrie allein für 8%). Die Hälfte davon entfällt auf Betrieb und Nutzung («operational carbon»), die andere Hälfte ist mit der Erstellung und der Fabrikation der Bauten und Baustoffe verbunden («embodied carbon») [2].
Seit der ersten Ölpreiskrise in den 1970er Jahren liegt der Fokus beim Bauen auf der Reduktion des «operational carbon». In Zukunft werden wir uns auf die Reduktion des «embodied carbon» konzentrieren.

2.3. Verteilung der Umweltbelastungen im Gebäude

Als ersten Schritt untersuchen wir anhand gängiger Schweizer Normen (SIA 2032-2010) [3], welche Bauteile welchen Anteil am Gebäude und an seinem CO_2-Fussabdruck haben. Dabei betrachten wir Gebäude nicht nach Gewerken, sondern nach Bauteilen und finden heraus, dass die großen Bauteile Wände, Decken, Fassaden, Fundation und Dach zusammengenommen über 80% der CO_2-Emissionen der Gebäudeerstellung ausmachen. Im Umkehrschluss bedeutet das, dass wir nur 5 Bauteile optimieren müssen, um 80% des CO_2-Ausstosses zu verbessern — denn die Betriebsenergie soll das Gebäude selbst erzeugen.

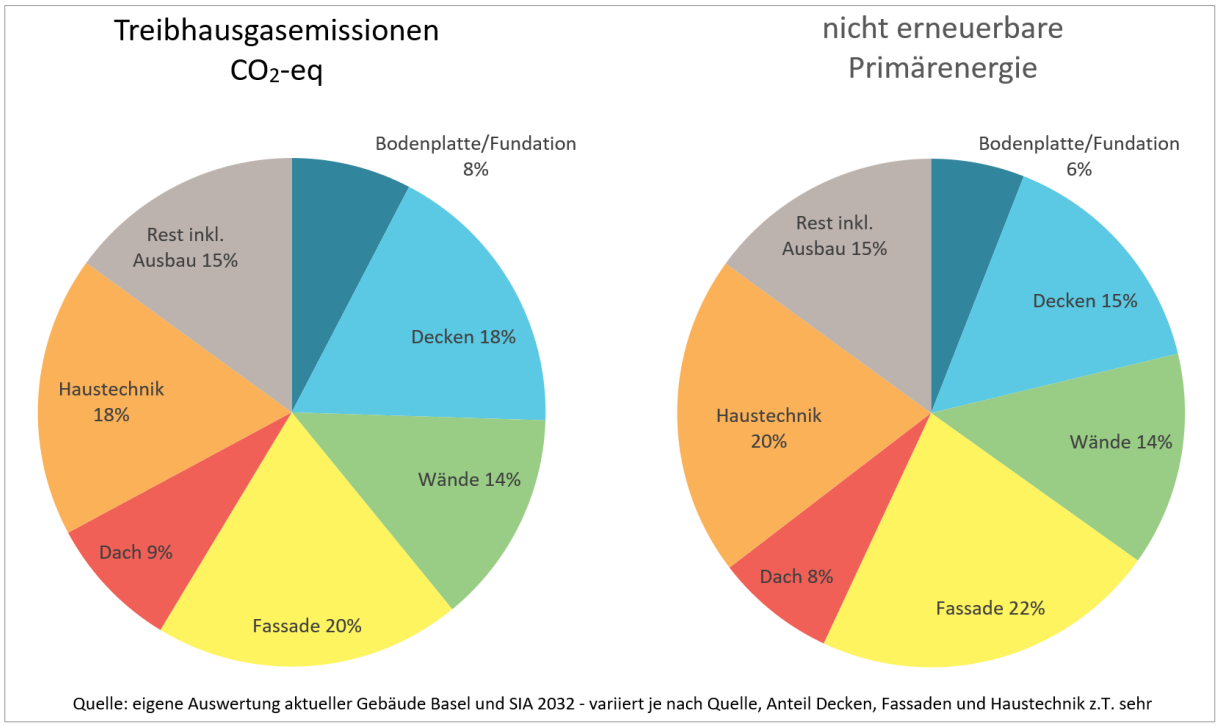


Abbildung 1: Analyse der Verteilung der Umweltbelastungen; Quelle vgl. Grafik

Von diesen fünf Bauteilen identifizieren wir Decken, Fassade und Wände als wesentlich, untersuchen und optimieren sie weiter. Dazu vergleichen wir zunächst unterschiedliche Standard-Decken- und Tragsysteme sowie Stützenraster nach Gesichtspunkten wie ökologischer und ökonomischer Nachhaltigkeit sowie Nutzungstauglichkeit. [4] Der Vergleich zeigt, dass neben dem Material vor allem auch die daraus abgeleitete Konstruktion über die Nachhaltigkeit entscheidet. Kurz: Je weniger Material in der Konstruktion, desto nachhaltiger.

[1] Vgl. Langen, K. 2019; Bauwirtschaft und Klimaschutz: Stahl, Beton und Zement verschlingen Energie; Deutschlandfunk Kultur
[2] Vgl. Prof. Dr. Habert, Guillaume; Eine Diät für fossil erzeugte Gebäude; TEC21 Nr. 11-2022 vom 08.04.2022, Seite 24 ff; Espazium Der Verlag für Baukultur;
[3] Vgl. SIA-Merkblatt 2032:2010: Graue Energie – Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden; © SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein 2010;
[4] Vgl. ZPF Ingenieure (2021): Deckensysteme im Vergleich, in Themenfokus «Hortus», Hochparterre; https://www.hochparterre.ch/nachrichten/themenfokus/blog/post/detail/irb-6700-und-der-dreck/1627550418-2/

2.4. Umkehr der Herangehensweise

Für diese ungewöhnliche Aufgabe scheinen uns die gängigen Wege nur bedingt zielführend. Also hinterfragen wir zunächst den Planungsprozess an sich: Was passiert, wenn wir nicht das Tragwerk auf Grundlage des Architekturentwurfs, sondern die Architektur basierend auf dem optimalen Tragwerk entwickeln? Wenn das Gebäude also in einem inversen Prozess vom Material über die Konstruktion zur Architektur entsteht?

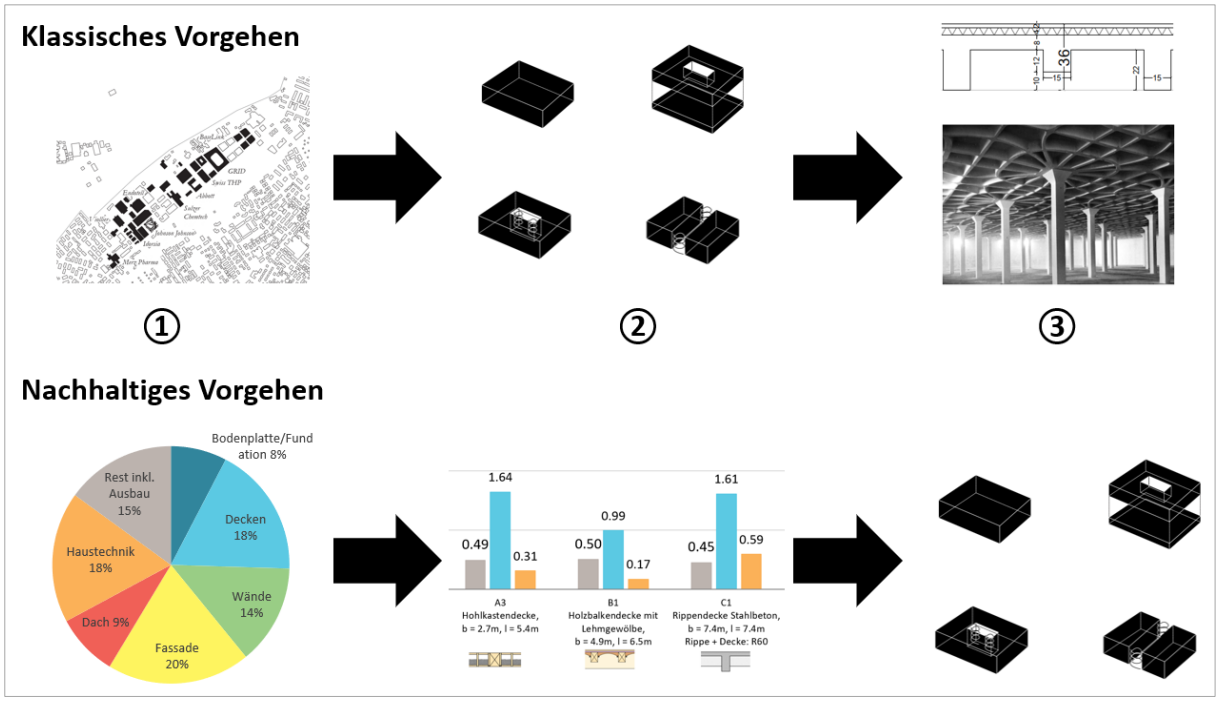


Abbildung 2: Umkehr der Herangehensweise; Quelle: Herzog & de Meuron

2.5. Übersicht HORTUS

Das Gebäude ist über einen breiten Durchgang in das Atrium, das grüne Herz, zugänglich. Zu einem Laubengang hin öffnen sich im Erdgeschoss öffentlich nutzbare Räume. Von hier werden die ringförmig angelegten ca. 10’000m^2 Büronutzflächen in den Obergeschossen erschlossen. Regenwasser wird für das Biotop im Atrium verwendet. So entsteht eine grüne Oase mit Mikroklima, die Lebensraum für Pflanzen und Tiere schafft. Dank seiner hohen Aufenthaltsqualität dient das Atrium zusätzlich als Erholungsort für Mitarbeitende. Ein Wintergarten lädt im hinteren Bereich zum Arbeiten ein. Das Erdgeschoss ist ein belebter, für alle zugänglicher Ort. Die vertikal berankten Innenhoffassaden filtern CO_2 und andere Schadstoffe und sorgen so für ein angenehmes Raumklima und Wohlbefinden.
Die offenen Grundrisse ermöglichen die ein grosses Mass an Flexibilität und unterschiedliche Nutzungen. Jedes Stockwerk verfügt über gemeinschaftlich nutzbare Aufenthaltsräume für Mitarbeitende. Das Erdgeschoss wird mit gastronomischem Angebot öffentlich genutzt und nach Süden öffnet sich das Gebäude mit einer Terrasse zu einem vorgelagerten Park. Das Team untersucht verschiedene Gebäudekonstellationen immer auch hinsichtlich ihrer Umweltbelastung. Dabei stellt sich für die Grundstücksgrösse und -form der Gebäudekörper mit Innenhof und ohne Unterkellerung als optimal heraus.
Das Atrium erhöht den Tageslichteinfall und verringert die Raumtiefe. Dadurch kann auf eine mechanische Lüftung verzichtet werden, die Fenster können für eine natürliche Querlüftung geöffnet werden, was auch zur Nachtauskühlung dient. Die kompakte Gebäudeform reduziert Energieverluste und den Ausstoss grauer Emissionen. Auf ein Kellergeschoss aus Beton wird verzichtet, wodurch der Aushub und die Anteile an energieintensiver Konstruktion unter Terrain minimal bleibt und der Bau geradezu über der Landschaft schwebt. Die Luft unter dem Gebäude ist im Sommer kühl und im Winter warm. Dieser energetische Vorteil wird gemeinsam mit Geothermie, die das Haus mit Energie zum Heizen und Kühlen versorgt, zur Temperaturregulierung im Gebäude genutzt. Eine Photovoltaik-Fläche von

ca. 5’000m^2 auf dem Dach und entlang der externen Brüstungen sorgt für eine unabhängige Versorgung mit erneuerbarer und ressourcenschonender Solarenergie und schafft gleichzeitig so viel Überschuss, dass die graue Energie für den Bau des Gebäudes innerhalb von 30 Jahren wieder abgebaut wird. Nach einer Generation ist HORTUS somit ein energiepositives Gebäude.



Abbildung 3: Visualisierung HORTUS; © Herzog & de Meuron

Der Entwurfsprozess unterliegt einer ausgeprägt analytisch-akademischen Materialanalyse, bei der Baumaterialien auf ihre ökologischen und physikalischen Eigenschaften geprüft und verglichen werden. Ein Hauptkriterium dabei ist, dass der Ursprung möglichst natürlich und aus nachwachsenden Rohstoffen sein soll. Ganz im Sinne des Cradle-To-Cradle-Prinzips werden alle verwendeten Bauteile katalogisiert, um im ökologischen Kreislaufsystem für eine Wiederverwertung zur Verfügung zu stehen.
Eine reduzierte Palette aus erneuerbaren Materialien wie Holz, Lehm und Zellulose, so wie Glas für Fenster und Solarpaneele unterstreichen den ökologischen Grundgedanken des mehrgeschossigen Holzbaus.
HORTUS zeigt, dass Nachhaltige Gebäude zugleich ästhetisch, gesund und nützlich für Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft und lokale Energie- und Rohstoffquellen sein können.

3. Die Holz-Lehm-Decke

Aus unseren Untersuchungen und Vergleichen verschiedener Fassaden- und Wandsysteme hinsichtlich ökologischer Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit, kristallisiert sich als ideal für das HORTUS ein System heraus, bei dem wir Holz und Lehm miteinander kombinieren – und zwar in einer Art und Weise, in der die jeweiligen Materialien ihre Stärken hinsichtlich Tragfunktion, Bauphysik und Ästhetik vollumfänglich zur Geltung bringen können.

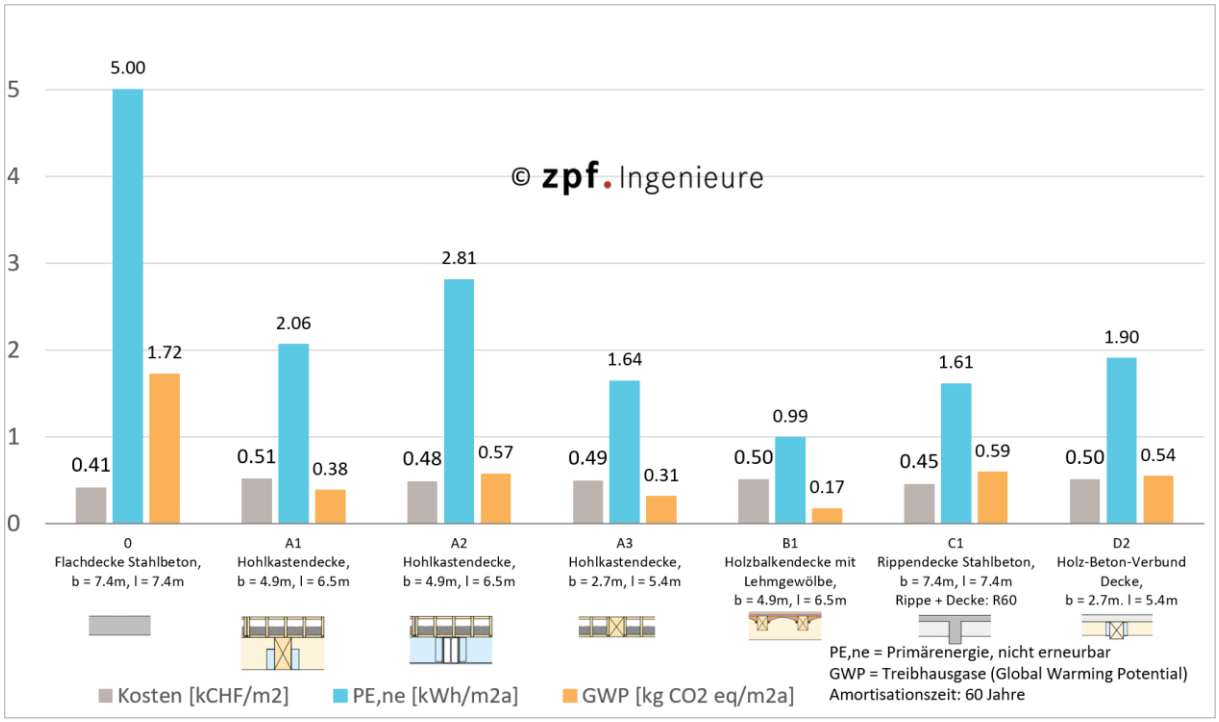


Abbildung 4: Ökobilanz von Deckensystemen; © ZPF Ingenieure

3.1. Material

Die primäre Tragstruktur besteht aus Vollholz Fichte/Tanne und – wo grosse Kräfte auftreten – aus Stabschichtholz Buche. Um möglichst unverleimtes Vollholz einsetzen zu können, berücksichtigen wir marktübliche Querschnitte. Und für Formstabilität und Querkrafttragfähigkeit beschränken wir uns auf markfreie Querschnitte wo immer möglich. Anstelle des Buchen-Stabschichtholzes sind zunächst verzahnte Buchenbalken vorgesehen, was aber wegen des Materialverhaltens nicht realisierbar und zudem teuer ist. Die Beplankung der Deckenoberseite ist aus Dreischichtplatten, nachdem wir diagonalverlegte Holzbretter verwerfen mussten. Den Lehm stampfen wir materialgerecht, also ausschließlich druckbeansprucht als Gewölbe zwischen den Holzträgern ein. Er wirkt brandschützend für die Holzteile und durch seine Masse werden die schallschutztechnischen Eigenschaften der Decke deutlich verbessert.

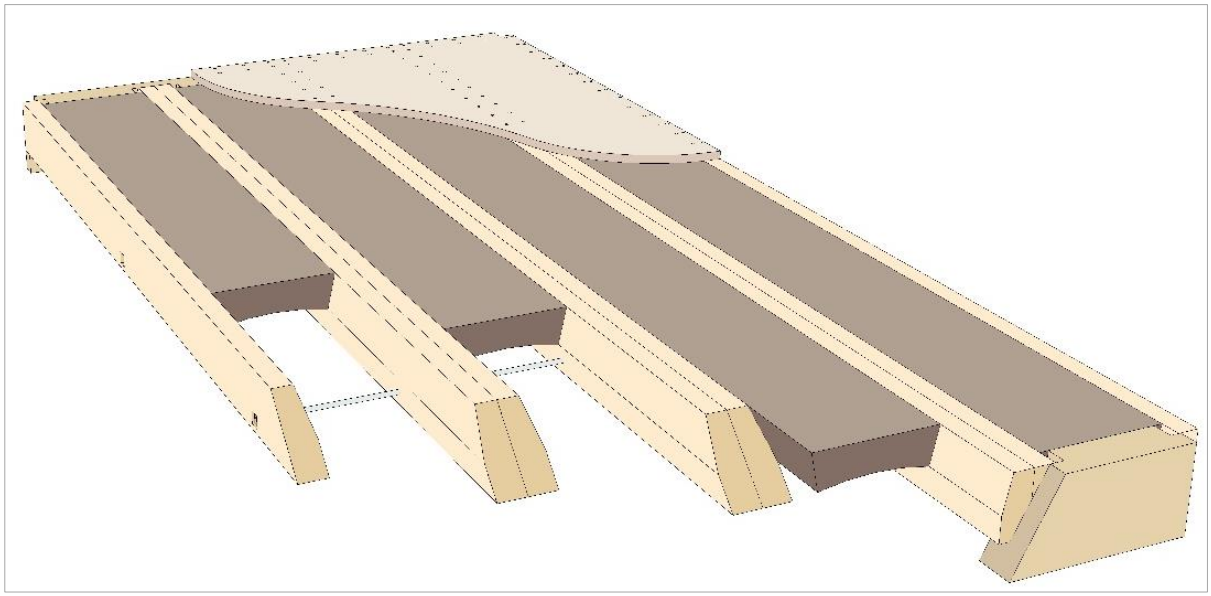


Abbildung 5: Konstruktion Holz-Lehm-Deckenelement; © ZPF Ingenieure

Lehm reguliert Feuchte, neutralisiert Gerüche und wirkt antiseptisch. An der Deckenunterseite bietet er eine einfach aktivierbare thermische Masse zur Wärmespeicherung – perfekt für ein angenehmes Raumklima. Lehmvorkommen gibt es vielerorten, sodass es ein lokaler Baustoff ist und der optimalen Stampflehmmischung i.d.R. lediglich noch diverse Zusätze beizumengen sind.

3.2. Konstruktion

Wir entwickeln die Holz-Lehm-Decke mit wiederlösbaren Steck- oder Schraubverbindungen im Full Circle Design. Der naturbelassene Lehm und die unbehandelten Vollholzbalken können am Ende ihres Lebenszyklus einfach und nahezu vollständig in den natürlichen Kreislauf zurückgeführt oder recycelt werden. Die metallischen Verbindungsmittel werden vollständig recycelt, die restlichen Holzelemente werden um-/weitergenutzt, zu Holzwerkstoffen verarbeitet oder – im ungünstigsten Fall – thermisch verwertet.
Nachdem der Feuerwiderstand REI60 für das Deckensystem auf Grundlage eines Brandversuchs bestätigt wurde, müssen wir im nächsten Schritt herausfinden, wie wir eine solche Holz-Lehm-Decke ökonomisch herstellen können, damit sie mit Betondecken konkurrieren kann. Das Rohmaterial Lehm ist mit ca. 40€/m^3 deutlich günstiger als Beton. Aber die bisher übliche Verarbeitung von Stampflehm benötigt in erster Linie Manpower und Zeit, also hohe Personalkosten, sodass letztlich eine Lehmdecke bei rund 600€/m^2 und eine Betondecke bei 200€/m^2 liegt. Ziel muss sein, mit den Kosten für den Quadratmeter Lehmdecke unter 200€ zu kommen. Hierzu laufen Versuche für die automatisierte Herstellung unter Einsatz von Robotern. Und parallel entwickeln wir mit Unternehmen Produktionsweisen, da es bislang keine standardisierte automatisierte Verarbeitung von Lehm gibt. Von der Baustellenfabrikation haben wir uns mittlerweile verabschiedet — sie fordert erhebliche Maßnahmen in der Baustelleneinrichtung, die letztendlich die CO_2-Bilanz im Vergleich zum Materialeinbau im Werk und Anlieferung auf die Baustelle verschlechtern und zudem die Kosten erhöhen.

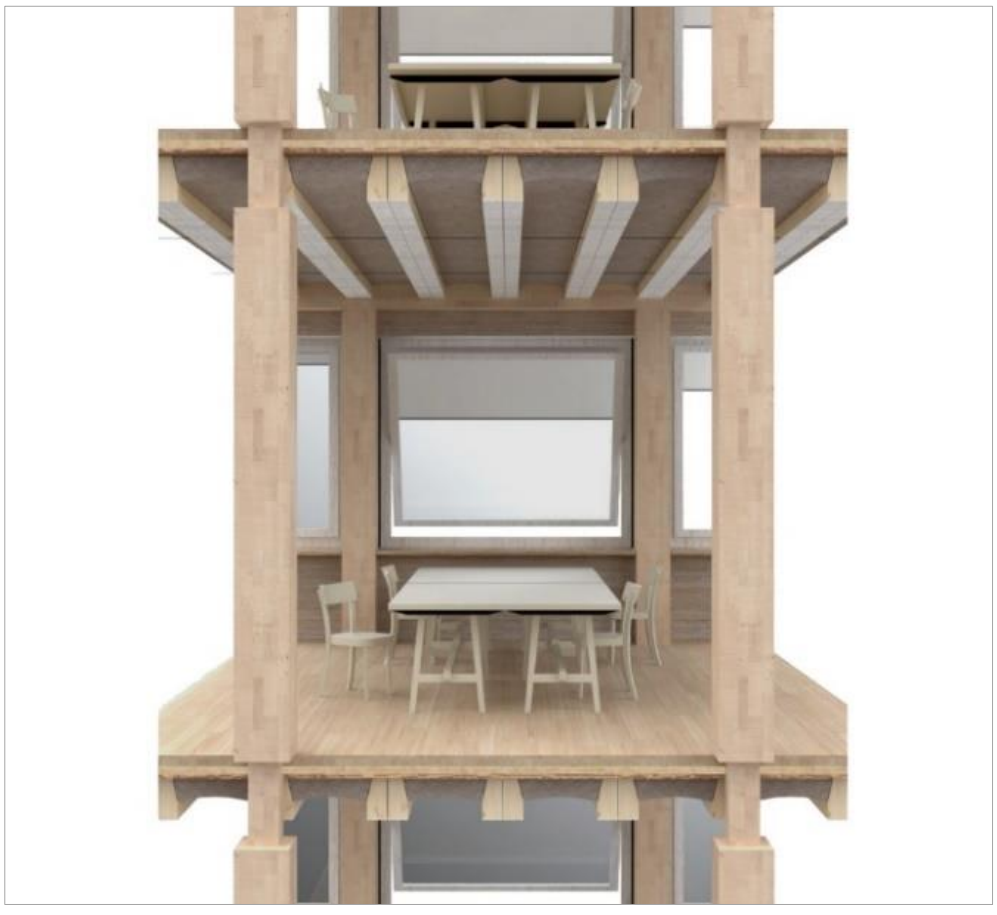


Abbildung 6: Visualisierung Konstruktion HORTUS; © Herzog & de Meuron

Das Tragsystem von HORTUS ist ein flexibler, effizienter Skelettbau mit innenliegenden Fachwerken zur Aussteifung. Der Gebäudeentwurf von Herzog & de Meuron basiert auf dem Trag- und dem Deckensystem sowie dem auf die ökologische Nachhaltigkeit hin optimierten Stützenraster von 2.8 m x 5.6 m. Planerteam und Investor untersuchen gemeinsam verschiedene bauliche Optionen, um im Spannungsfeld von Kosten- und Nutzungsoptimierung und weiteren Aspekten Lösungen zu finden, durch die HORTUS einen neuen Standard für Nachhaltigkeit setzt.

3.3. Startup rematter.earth

In Frühjahr 2022 gründen wir mit Forschungspartnern ein eigenes Startup: «rematter.earth». Mit Rematter wollen wir die Forschung, Entwicklung, Herstellung und Verbreitung eines vollwertigen Ersatzes für Betondecken durch hochinnovative, skalierbare und nachhaltige Holz-Lehm-Elemente vorantreiben [5]. Durch den Ersatz von Betondecken durch Lehm kann der CO_2-Ausstoss signifikant reduziert werden. Die ersten Patente sind bereits angemeldet.

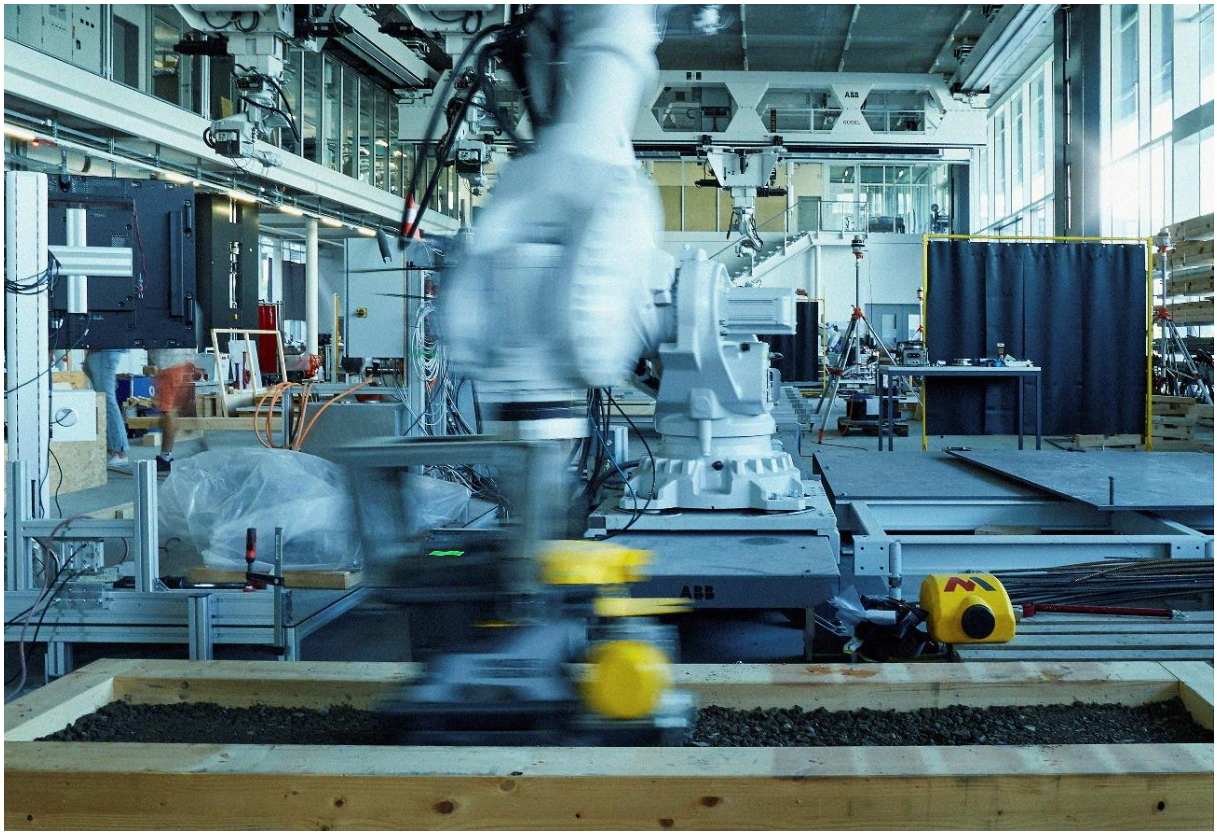


Abbildung 7: Versuch für die automatisierte Herstellung eines Holz-Lehm-Deckenelements; Foto © Ephraim Bieri

3.4. EcoTool

Unsere Vergleiche verschiedener Wand, Decken und Fassadenaufbauten hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit entwickeln seit ihrer Erstanwendung für HORTUS eine Eigendynamik. In der Folge beauftragt uns der Kanton Basel-Stadt, ein Excel-Tool für den Einsatz bei Architekturwettbewerben zu erarbeiten, denn die ökologische Nachhaltigkeit soll in Basel ein wichtiges Kriterium zur quantitativen Beurteilung eingereichter Beiträge sein. Mit dem Tool können zunächst Wände und Decken, später ganze Neubauten, zukünftig auch Umbauten,

[5] Vgl. www.rematter.earth

Sanierungen und Mischformen, basierend auf aufgearbeiteten und vereinfachten Werten der «Ökobilanzdaten im Baubereich» der KBOB, Stand 2022 [6] bezüglich ihrer ökologischen Nachhaltigkeit abgeschätzt werden. Dieses Excel-Tool entwickeln wir weiter, zur Web-App, die EcoTool [7] heißt und in diesen Tagen online geht – für alle und kostenlos.



Abbildung 8; Gebäudeanalyse mit EcoTool von ZPF Ingenieure

[6] Vgl. Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren KBOB; Ökobilanzdaten im Baubereich 2009/1:2022; www.kbob.admin.ch/kbob/de/home/themen-leistungen/nachhaltiges-bauen/oekobilanzdaten_baubereich.html
[7] Vgl. www.ecotool.org

Block D1

NRW und Benelux: Bauen mit Holz – aktuelle Marktentwicklungen und Best Practice-Beispiele

Bauen mit Holz in NRW: aktuelle Marktzahlen und Potentiale

Martin Langen
B+L Marktdaten GmbH
Bonn, Deutschland



Bauen mit Holz in NRW: aktuelle Marktzahlen und Potentiale

1. Vortragsinhalte

Im Vortrag wird die Bauentwicklung in Deutschland nach Gebäudetypen dargestellt und prognostiziert. Vertiefende wird auf den Holzbau in Nordrhein-Westfalen eingegangen. Hierbei werden Ergebnisse einer laufenden Studie im Auftrage von «Wald und Forst NRW» vorgestellt, die das Ziel hat den Stand des Holzbaus im bevölkerungsreichsten Bundesland zu untersuchen. Neben den Holzbauquoten soll auch die Wertschöpfungskette des Holzes in NRW dargestellt werden.

2. Holzbauquote Wohnbau

Die Entwicklung des Holzbauanteils in NRW ist in den vergangenen Jahren beinahe durchgängig positiv verlaufen und folgt damit der gesamtdeutschen Entwicklung. Dennoch liegt das Niveau noch niedriger als im gesamtdeutschen Schnitt. Lag der Anteil der fertiggestellten Gebäude mit überwiegend verwendetem Baustoff Holz in 2021 in Deutschland bei 22,2%, waren es in NRW lediglich 14,7%. NRW liegt damit im Vergleich zu den anderen Bundesländern sogar sehr weit hinten auf Platz 12, gerade noch vor den strukturell wenig holzbauaffinen Stadtstaaten Berlin, Hamburg und Bremen, aber immerhin noch vor Niedersachsen.

2.1. Einfamilienhausbau

Doch die Entwicklung zeigt, dass gerade im Einfamilienhaus Boden gut gemacht wird. Kumuliert man die Jahre zwischen 2013 und 2021 in 3-Jahres-Gruppen so zeigt sich, dass insbesondere in der Phase 2019-2021 gegenüber der Vorperiode ein stärkeres Wachstum im Holzbau erzielt wurde als im gesamtdeutschen Schnitt. Die Differenz in der Marktdurchdringung des Holzbaus zwischen NRW und Deutschland gesamt verringert sich also.

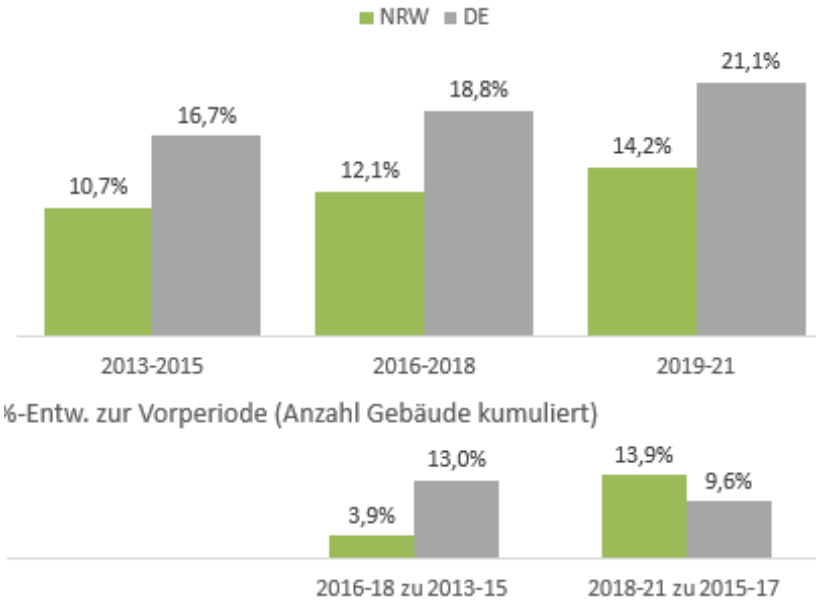


Abbildung 1: Holzbauquote EFH

2.2. Mehrfamilienhausbau

Anders im Hinblick auf die Entwicklung stellt sich die Situation im Bau von Mehrfamilienhäusern dar. Der Anteil der fertiggestellten Gebäude mit dem überwiegend verwendetem Baustoff Holz lag bundesweit in 2021 bei 3,9%. In NRW erzielte der Holzbau einen Anteil von nur 1,6%, und lag damit weniger als bei der Hälfte. In absoluten Zahlen betrachtet wird deutlich, dass es sich tatsächlich nur um Einzelprojekte handelte: So konnten in NRW 2021 nur 42 Projekte mit dem überwiegend verwendetem Baustoff Holz gezählt werden. Bundesweit waren es immerhin knapp 600.
Entgegen der vielversprechenden Entwicklung im EFH ist die Entwicklung im MFH in NRW sehr projektbezogen und damit sprunghaft. Der eindeutige Trend in der gesamtdeutschen Betrachtung lässt sich in NRW bei weitem nicht erkennen.

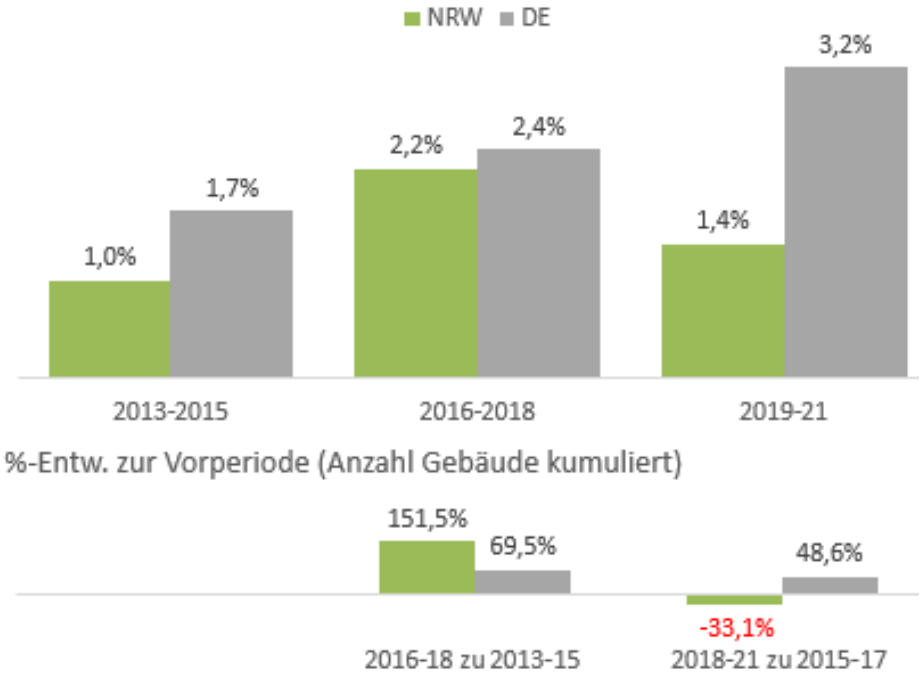


Abbildung 2: Holzbauquote MFH

Es besteht also Nachholbedarf in NRW. Die Chancen des Holzbaus sind so günstig wie nie, und es ist wichtig, nicht den Anschluss zu verlieren. Holzbau wird als ökologische Bauweise wahrgenommen und hat im Allgemeinen ein positives Image. Hinzu kommt, dass die serielle Fertigung Realisierungszeiten verkürzt und dem zukünftig immer schwerer wiegenden Personalmangel im Bau entgegenwirken kann. Auch in technischer Hinsicht entwickeln sich neue Möglichkeiten, besonders im Bereich des mehrgeschossigen Holzbaus, so dass die Standardisierung des Holzbaus auch in diesem Segment immer mehr Gestalt annimmt. Die Industrie steht in den Startlöchern, und so wird regelmäßig über die Ausweitung von Produktionskapazitäten bei Sägewerken und Produzenten berichtet.

Bleibt die Frage, welche Voraussetzungen geschaffen werden müssen, um den Holzbau in NRW mehr zu verankern und die Rahmenbedingungen für Wachstum zu verbessern. Das Potenzial ist in NRW weit höher als in anderen Bundesländern, doch es müssen Strukturen vor Ort geschaffen werden, im Hinblick auf Rohstoffversorgung sowie in der Ansiedlung von Holz be- und verarbeitenden Betrieben.

Wo ein Wille, da ein Holzweg

Tatiana Fabeck
Fabeckarchitectes s.à.r.l.
Koerich, Luxemburg



Wo ein Wille, da ein Holzweg

1. Die neue Bauweise – Holzbau

Der Holzbau ist keine neue Herausforderung für die Architekten.
Schon die Urhütte nach Vitruv war ein Holzbau.



Abbildung 1: Urhütte Vitruv Wikipedia (© gemeinfrei)

Nichtsdestotrotz muss festgehalten werden, dass der Architekt von Mitte bis zum Ende des 20. Jahrhunderts bei einem Neubau, egal welcher Bauaufgabe, an einen Massivbau dachte. Die Bauaufgabe selbst gibt normalerweise auch nicht die Konstruktionsart, Massiv, Stahl oder Holz vor; es sind Überlegungen, die darüber hinaus gehen.

Somit ist es normal, dass nicht alle Architekten in gleicher Weise oder gleichen Umfang diese Richtung einschlagen. Bei dem Einen ist es die innere Überzeugung, bei dem Anderen der Bauherr, der einen Zimmermann als Freund hat und bei noch Anderen ist es der öffentliche Bauherr, der einem politischen Willen/Ziel folgt.
Unabhängig von der Motivation ist das Ergebnis doch ähnlich, wenn nicht gleich; man schafft ein Gebäude, dass mehr ist als die reine Zweckerfüllung und Verbrauch von Ressourcen.

Wir zeigen auf, wie sich die Bauaufgabe eines Architekten im Fokus des Holzbaus geändert hat und dies im speziellen in Luxemburg an einem Beispiel einer Schwesternschule.

2. Wo kommen wir her?

Luxemburg ist in der Grösse ca. 142 mal kleiner als Deutschland, 32 mal kleiner als Österreich und immer noch ca. 16 mal kleiner als die Schweiz.
Während Luxemburg, die Schweiz und Deutschland jeweils ca. 33% Waldfläche aufweist, sind rund 47% von Österreich bewaldet.

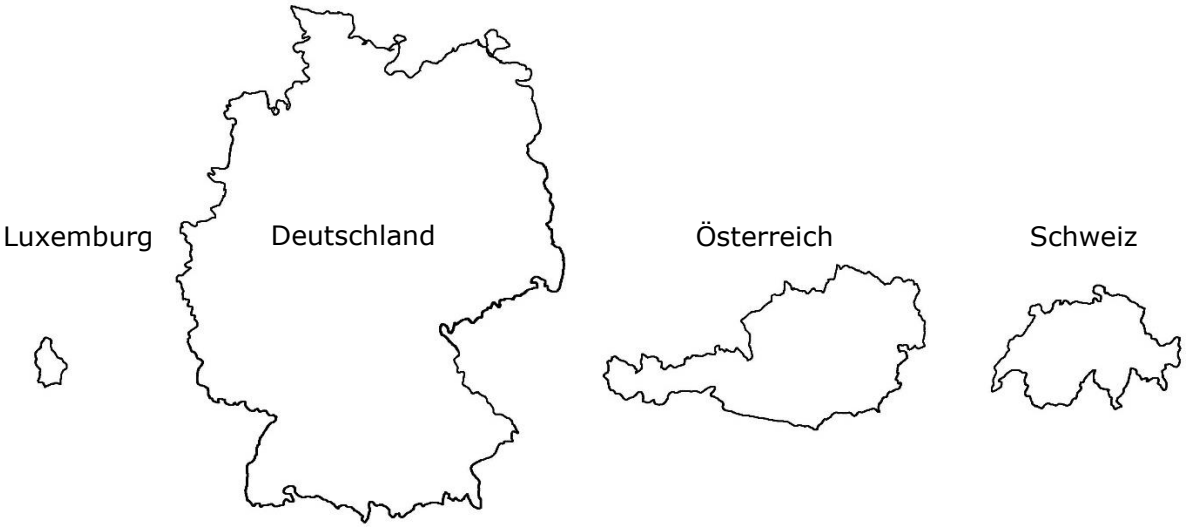


Abbildung 2: Flächenvergleich Länder

Der typische Luxemburger Bau ist ein Steingebäude, welches sich an die Baustruktur der Eifel, den Elsass und Richtung Flandern orientiert. Die Baustruktur aus dem Mittelalter als Fachwerkgebäude existiert im Grunde nicht. Insofern ist der jetzige Wandel der Baustruktur zur Nutzung von Holz als Baumaterial als Anpassung der gesamten Industrie zu sehen. Dabei sei auch darauf hingewiesen, dass Arcelor Mittal mit den Hochöfen in Esch ansässig war und somit im 20. Jahrhundert sich in der Baubranche eher Richtung Stahlbau orientiert wurde, als in Richtung Holzbau.



Abbildung 3:
Hochöfen in Esch sur Alzette
(©FabeckArchitectes Sarl)



Abbildung 4:
Wohnhaus in Luxemburg
(©FabeckArchitectes Sarl)

3. Wie ist die rezente Entwicklung in Luxembourg?

Die Entwicklung des Holzbaus ist in den schon oben genannten Ländern auf Grund von unterschiedlichen Grundlagen gewachsen. So kann man sagen, dass in Österreich und der Schweiz als Beispiel eine durchgehende Tradition des Holzbaus existiert und diese eine Kontinuität darstellt. In Luxembourg ist das nicht der Fall. Die Entwicklung des Holzbaus ist eher ein Wille, der sich aus den ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Forderungen entwickelt.

Es muss hier nicht auf die ökologischen oder ökonomischen Vorteile des Holzbaus eingegangen werden, das sollte spätestens 2022 als Tatsache und Allgemeinwissen in dieser Diskussion gelten.

Das Wissen um die Vorteile des Holzbaus hat den Luxemburger Gesetzgeber dazu bewegt, einen der grössten CO2 Emittenten, den Bausektor, durch Vorgaben in Form von Gesetzen, Richtlinien und wirtschaftlichen Förderungen dazu zu bewegen, die Baustruktur in Richtung ökologischen Holzbau zu bewegen.

Nachdem Anfangs Vorreiter im privaten Sektor in kleineren Projekten den Holzbau «probiert» haben, ist der öffentliche Bauherr, z.B. Administration des Batiments publics, mit dem Willen an den Markt getreten, öffentliche Gebäude mit einem möglichst kleinen Carbon footprint zu errichten. Gleiches bei Umbauten und Erweiterungen, sodass sich der Baubestand in öffentlicher Hand nach und nach decarbonatisiert. Das angesammelte Wissen aus diesen Projekten strahlt nun auf private Bereiche aus, was damit nicht nur Einfamilienhäuser verändert, sondern auch Bürogebäude und Mehrfamilienhäuser weiterentwickelt.

Dazu kommen zwei Multiplikatoren: die Industrie und das Handwerk, welche mit neuen Produkten die Innovation anfeuern.
Und zum anderen die Globalisierung, die jegliche neue Idee und Entwicklung nicht nur europaweit, sondern auch weltweit verfügbar macht.



Abbildung 5: Fassadenausschnitt Schwesternschule Ettelbrück (©LCGDP)

4. Welche Rolle spielt dabei die Schwesternschule in Luxembourg?

Das Projekt der Schwesternschule ist in diesem Zusammenhang zu sehen und stellt eines der Pilotprojekte aus dem Jahr 2009 des öffentlichen Bauherrn dar, das die Richtung im Land vorgeben sollte und ausgelotet hat, was möglich ist und was nicht.
Der Vorteil bei einer solchen Aufgabe und Vorgabe des Bauherrn ist die integrale Herangehensweise, die letztlich jede Richtung offenlässt und nur das Ziel vorgibt. Der Weg ist zum Planungsbeginn noch nicht vorgegeben.

4.1. Projektziel

Kurz umrissen war das Ziel: Das Gebäude soll nach 50 Jahren mehr Energie produziert haben, als es für die Herstellung und den Betrieb in der Zeit gebraucht hat.
Spoileralam: wir sind voraussichtlich schon nach 42 Jahren an diesem Punkt

Was sich so kurz in einem Satz zusammenfasst, hat natürlich Einfluss auf jedes Bauteil, auf die Planungsphase, den Planungsablauf, die Ausschreibung, die Bauleitung und letztlich jeden Schritt der Planung, den ein Architekt und Ingenieur normalerweise zur Planung und Errichtung eines Gebäudes durchläuft.

4.2. Zertifizierung

Da dies auch die übliche Herangehensweise des Bauherrn «in Frage stellt», hat der Bauherr entschieden eine Zertifizierung aus der Schweiz als Guideline und Leitplanke für das Projekt zu avisieren. Minergie P-Eco, welches von Ernst Basler+Partner supervisiert wurde. Dies von Beginn des Projekts bis zur Inbetriebnahme und Übergabe des Gebäudes. Damit konnten Priorisierungen festgelegt werden und das Ziel wurde «materialisiert».
Aus Erfahrung können wir sagen, dass eine Zertifizierung nicht für sich gesehen «gute» oder «schlechtere» Gebäude zu Tage bringt. Wir sehen es eher als eine Schnur, an der sich der Bauherr und die Planer entlanghangeln können, um ein Planungsziel gegen das andere abzuwägen. Des Öfteren sind zwei oder mehrere Einzelziele gleichzeitig nicht zu erreichen, sodass die Zertifizierung durch ein Punktesystem oder eine Zielmatrix die Entscheidung erleichtert.

4.3. Planerteam

In Verbindung mit dem Statiker und Haustechniker als «Kernteam» hat sich dieses Planerteam wie folgt aufgebaut:

Der Architekt war, wie es normal ist, der zentrale Anlaufpunkt aller Informationen. Die Fachplaner «Brandschutz», «Schallschutz», «Akustik», «Energieberater» haben am Diskurs teilgenommen und den Input zu jedem Fachgebiet gegeben. Die Fachplaner waren zum Teil nicht aus Luxemburg und haben immer die letzten Informationen aus einem fremden Markt nach Luxemburg exportiert. Der Brandschutzgutachter, RVP ist aus Deutschland, Beat Kämpfen für den Bereich Energieberatung aus der Schweiz.

Im Einzelnen sind die Projektbeteiligte auf Planungsseite:

Architekt: FabeckArchitectes s.à.r.l

Statik: Daedalus Engineering s.à.r.l.

Haustechnikingenieur: Betic S.A.

Energieberatung zur Zertifizierung: EBP Schweiz AG in Zusammenarbeit mit Beat Kämpfen

Brandschutzexperte: Dehne, Kruse Brandschutzingenieure GmbH & Co.KG

Zertifizierungsberater: e3consult s.à.r.l.

Thermodynamische Simulation: Equa Solutions AG

Raumakustisches Konzept und Schallschutzgutachten: vRP Bauphysik

Kontrollbüro: Secolux S.A.

Sicherheits- und Gesundheitsberater: D3 Coordination S.A.

Luftdichtheitsprüfingenieur: 1energie S.A.

Raumluftqualitätsprüfung: eco-Luftqualität + Raumklima GmbH

Technische Beratung Facility Management: Global Facilities S.A.

Kunst am Bau: Stina Fisch

4.4. Beispiel Graue Energie

Wie vorgegeben, soll das Gebäude nach 50 Jahren mehr Energie produziert haben, als es für den Bau und Betrieb benötigt hat. Um das Ziel zu erreichen, mussten zwei Punkte zusammentreffen: Erstens wenig Energie verbrauchen und zweitens viel Energie produzieren.

Der Erste Punkt betrifft nicht nur den Verbrauch im Betrieb, welcher durch LED-Technologie, eine gute Dämmung usw. in den Griff zu bekommen ist. Hier sind die Detaillösungen mittlerweile im Holzbau marktüblich und auch handwerklich bekannt. Aber eben die graue Energie spielt eine grosse Rolle. Da ist wieder der Weg die Frage:
Dämmen ja, aber wie?
Die Tragstruktur errichten, aber womit?

Dazu wurde schon bei der ersten Skizze Analysen durch den Statiker in Kooperation mit EBP gemacht, um herauszufinden, welche Tragstruktur verbraucht wie viel graue Energie für das geforderte Bauvolumen. Da aber auch Punkte, wie der Schallschutz zwischen den Geschossen je nach Baustruktur einen anderen Aufbau bedingen, waren hier auch die Fachplaner für Schallschutz und Brandschutz gefordert. Eine Matrix der unterschiedlichen Varianten wurde erstellt und dann eine Holzstruktur mit «Hohlelementdecken» zurückbehalten.

Zum Beispiel kann bei der Holzdecke die Untersicht sichtbar bleiben und die Akustik integriert werden. Damit spart man an einzelnen Schichten und damit an Elementen und direkt an grauer Energie. Nach dem Motto: «Was ich nicht einbauen muss, ist ein 100%iger Gewinn an grauer Energie»
Die gleichen Herangehensweisen wurden dann auch für die Dämmung die Fassade usw. betrachtet.

4.5. Beispiel Photovoltaik

Die Anforderung Photovoltaikpaneele vorzusehen, wurde nicht als zusätzliches Element vorgesehen, sondern integral betrachtet. Das bedeutet nicht nur, dass das Dach in seiner gesamten Fläche als Solardach ausgebildet wurde, sondern, dass die Dachneigung für die Optimierung des Ertrags das Konzept der Gebäudeform wurde. Das Gebäude liegt an der Grenze zwischen dem städtischen und ländlichen Raum und wurde in Anlehnung an die landwirtschaftlichen Nutzbauten entworfen und ist damit nicht als technisch, abstraktes Gebäude mit seinem doch grossen Bauvolumen ein Fremdkörper im Kontext zu sehen.

Durch die Form des Gebäudes hat sich dann ein Dachgeschoss entwickelt, dass nicht nur den Ertrag der Photovoltaikelemente verbessert hat, sondern auch noch ein Lagerfläche schafft und somit den Keller entfallen lässt. Ein immenser Gewinn an grauer Energie, der dazu noch die Möglichkeit schafft, die Fundamente zu optimieren. Der Ingenieur hat statt normaler Punkt oder Streifenfundamente sogenannte «Rüttelstopfsäulen» als Lastabtragung vorgesehen. Das sind letztlich Bohrungen, in denen Schotter eingebracht wird, der nur verdichtet wird. Ohne Bindemittel erreichen diese über die Reibung an den Wänden die Lasten in Boden zu übertragen. Damit ist bei einem Abriss nicht mal ein tiefes Fundament zu entfernen.

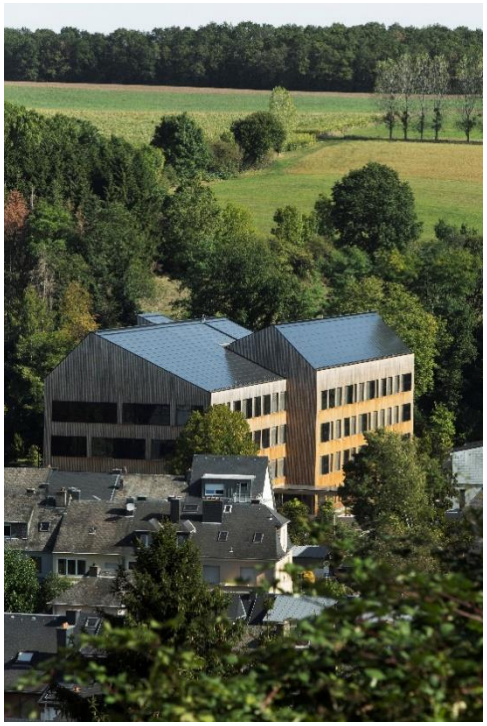


Abbildung 6: Ansicht Gebäude
(©Christian-Aschman)

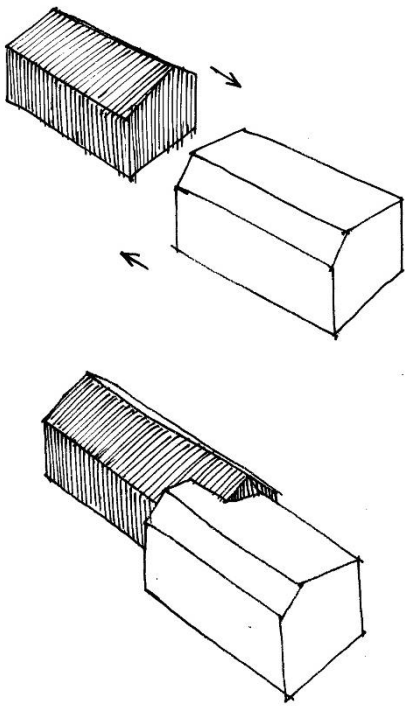


Abbildung 7: Konzeptskizze
(©FabeckArchitectes Sarl)

5. Wer sind wir?

Die vorher genannten Punkte sind aus unserer Sicht die Aufgaben der Architektur: Wir müssen die technischen, ökologischen und ökonomischen Forderungen aus allen Bereichen in ein Gebäude kanalisieren, dass seinem gesellschaftlichen Kontext gerecht wird. Wir bauen nicht nur für den Bauherrn von heute, sondern für die Gesellschaft in den nächsten 50 bis zu 100 Jahren. Wir sind der Meinung, dass dieses Gebäude eben das zeigt. Es ist möglich die vielen Anforderungen zu erfüllen und gleichzeitig eine Architektur zu schaffen, die mehr ist als eine Zweckerfüllung von Quadratmeter und Kilowattstunden.

Dabei ist der Holzbau kein «Hindernis», oder «zu überwindendes Übel», sondern der Ausgangspunkt für eine Integrale Planung.

In der integralen Planung ergibt das Eine das Andere und fügt sich in ein Gesamtkonzept zusammen. Im Grunde wie bei einem Orchester. In Luxemburg sagt man der Architekt ist «le chef d'orchestre». Und so sollte es auch sein. Wir stellen mit vielen unterschiedlichen Instrumenten, mit ganz vielen Klangfarben und Lautstärken ein Stück zusammen, dass wohlklingend ist. Wenn nur ein Instrument ausfällt, ist die Harmonie verdorben.

In der Planungs- und Bauphase hat der Bauherr, der Intendant, es geschafft das Team durch Kontrolle und Freiraum so formieren, dass es harmonisch zusammengearbeitet hat. Die Bauphase war am Ende kürzer als geplant und die Fertigstellung konnte ohne Rechtsstreite mit einem zufriedenen Bauherrn und Nutzer gefeiert werden.

Wir wünschen uns mehr solcher Projekte, wo jeder Planer seine Verantwortung wahrnehmen kann und alle an einem Strang ziehen, um ein gesetztes Ziel vom Bauherrn zu erreichen.

6. Was haben wir erreicht?

Das Projekt hat nicht nur national vielen Bauherrn und Planern als Ausgangspunkt für neue Projekte gedient, sondern auch international Interesse erregt.
Dabei sei gesagt, dass das Projekt keinesfalls «kopiert» wird. Dieses Projekt ist ein Ideengeber, wie ein Projekt gestartet werden kann und welche Systemlösungen es gibt. Dabei ist klar, dass immer das Gesamtkonzept den Ausschlag über den Erfolg gibt. Die reine Kombination von Einzelelementen muss nicht zwingend zu einem Plusenergie-Gebäude führen.

Die Herangehensweise an das Projekt und natürlich letztlich auch das Ergebnis und die Zielerreichung hat dem Projekt nunmehr mehrere Preise eingebracht, welche ausdrücklich dem Team und dem Initiator, dem Bauherrn, zu verdanken sind.

Nationale Preise:

Green Solutions Awards 2019 von Construction21.org national (pôle d'innovation technologique pour la construction durable Neobuild et l'Ordre des architectes et des ingénieurs-conseils)

Prix solaire Luxembourgeois 2019 ausgelobt von euro solar Lëtzebuerg a.s.b.l.

Internationale Preise:

Nominierung für dne European Union Prize for Contemporary Architecture –
Mies van der Rohe Award 2019

European Solar Prize 2019 ausgelobt von Eurosolar;
European Association for Renewable Energy

Special Mention von Sustainable Construction Grand Prize 2019, powered by Construction21.org international. (192 Kandidaten aus 37 Ländern der gesamten Welt)

Holzbaupreis Eifel 2020 ausgelobt vom Holzkompetenzzentrum Rheinland

Architekturpreis Gebäudeintegrierte Solartechnik 2020 ausgelobt vom Solarenergieförderverein Bayern e.V. (159 Kandidaten aus 26 Ländern der gesamten Welt).

Holzbau in Belgien: Marktüberblick, Entwicklungen und Best Practice

Valérie Jakoby
WFG Ostbelgien VoG
St. Vith, Belgien



Holzbau in Belgien: Marktüberblick, Entwicklungen und Best Practice

Belgien, das Land der Comics, Fritten, Schokolade und Biere, aber auch ein Land des Holzbaus?! Sprichwörtlich wird jeder Belgier mit einem «Backstein im Bauch» (franz.: «Une brique dans le ventre.») geboren, was jedoch weniger auf das Bausystem zurückzuführen ist, als auf den großen Hang der Belgier zum Einfamilienhaus. Die Zahlen sprechen hier für sich, denn ungefähr 72% aller Belgier leben im eigenen Einfamilienhaus. Doch wie steht es in diesem Zusammenhang um den Holzbau in Belgien? Was gibt es für Entwicklungen, die diesen Bereich fördern? Und was hat sich in den letzten Jahren an interessanten Projekten entwickelt? Anbei ein kurzer Überblick über den «Holzbau in Belgien».

1. Allgemeine Fakten zu Belgien

1.1. Belgien

Im Herzen Europas gelegen grenzt Belgien an Deutschland, Frankreich, die Niederlande und Luxemburg sowie an die Nordsee. Mit einer Fläche von gerade mal 30.688 km² und 11.584.008 Einwohnern[1] gilt Belgien als eines der kleinsten, aber auch der dichtbesiedelten Länder in Europa. Belgien umfasst vier Sprachgebiete: das französische, das niederländische, das deutschsprachige und das zweisprachige Gebiet Brüssel-Hauptstadt. Zusätzlich gibt es in Belgien drei Regionen: die wallonische Region, die flämische Region und die Region Brüssel-Hauptstadt. Die Gesetzgebung und somit die Vergabe der Baugenehmigungen fällt in die Zuständigkeit der Regionen – mit Ausnahme der Deutschsprachigen Gemeinschaft, die seit dem 1. Januar 2021 diese Kompetenz selbst verwaltet.

1.2. Wald in Belgien

23% der Fläche Belgiens sind bewaldet (705.489 ha): 2.210 ha liegen in der Region Brüssel-Hauptstadt (14% der Fläche), 140.279 ha in Flandern (10% der Fläche) und 563.000 ha in der Wallonie, wovon 41.300 ha Teil des Gebiets der Deutschsprachigen Gemeinschaft (48,3 % der Fläche) sind. Etwa 58% sind Laubwälder (vorwiegend Eiche und in kleinerem Maße Buche) und 42% Nadelwälder (hauptsächliche Fichte). Etwas mehr als die Hälfte der Wälder sind Privatwälder (53%), die restlichen sind im Besitz der öffentlichen Hand, sprich der Gemeinden, Kirchenfabriken, Sozialhilfezentren und Regionen.[2]

2. Marktüberblick

Die statistische Erfassung der Holzbauaktivität in Belgien erfolgt seit dem Jahr 2011 im Zwei-Jahres-Rhythmus durch «HoutInfoBois», ein Zentrum für technische Information und Werbung für Holz und seine Verwendungsmöglichkeiten. In diesem Rahmen werden sämtliche bekannte Holzbaubetriebe per Telefon oder E-Mail kontaktiert und zu den verschiedensten Aspekten befragt. Die Antwortquote liegt je nach Jahr zwischen 50 und 60%, wobei angemerkt werden muss, dass die größten «Player» auf dem Markt immer erfasst werden.

Seitens der Städtebaubehörden wird keine standardisierte Erfassung der genutzten Bausysteme gemacht.

[1] https://statbel.fgov.be/fr/themes/population (aufgerufen am 06.09.2022)
[2] https://www.oewb.be/sites/default/files/media-documents/OEWB-PanoraBois_2021_0.pdf (aufgerufen am 14.09.2022)

2.1. Holzbauunternehmen

2019-2020 wurden insgesamt 149 Holzbauunternehmen in Belgien gezählt, wovon 99 in der Wallonie und 50 in Flandern. Hieraus könnte man ableiten, dass der Holzbau im wallonischen Teil Belgiens stärker entwickelt ist als in Flandern, was jedoch nicht der Fall ist. Während in Flandern eher große Unternehmen den Markt bestimmen, die jeweils mehr als 50 Bauten pro Jahr realisieren, gibt es in der Wallonie viele Kleinstunternehmen oder solche, die den Holzbau nicht als einzige Aktivität verfolgen. Seit Beginn der statistischen Erfassung kann ein kontinuierlicher Anstieg an Holzbauunternehmen verzeichnet werden.

2.2. Holzbauquote

Die Holzbauquote schwankt bei den Neubauten und hat sich im Jahr 2020 auf ca. 8% eingependelt, während dieser Wert bei den Renovierungen, Erweiterungen und Aufstockungen lediglich bei 2,5% liegt.

2.3. Holzbausysteme

Mit ungefähr 80% stellt der Holzständer- bzw. Holzrahmenbau das bevorzugte System unter den Neubausystemen dar, wobei Cross Laminated Timber (CLT) immer mehr an Bedeutung gewinnt (ca. 16%). Diese Entwicklung lässt sich weniger bei den Renovierungen, Erweiterungen und Aufstockungen feststellen, wo der Anteil Holzständer- bzw. Holzrahmenbau bei mehr als 90% liegt.[3]

3. Entwicklungen

3.1. Aufbau einer wallonischen Laubholzverarbeitungskette

Da die Wallonie immer mehr Holz exportiert, wodurch ein hiesiger Rohstoff verloren geht und somit ein Großteil des Mehrwerts verloren geht, will die Regierung im Rahmen ihres Konjunkturprogramms die gesamte lokale Laubholzverarbeitungskette dynamisieren, modernisieren und diversifizieren, indem sie die Probleme der Versorgung und Vermarktung einbezieht.

Zwei Projektaufrufe mit einem Gesamtinvestitionsvolumen von 8 Millionen Euro sind hierfür vorgesehen.[4]

3.2. TOTEM

Bei TOTEM (Tool to Optimise the Total Environmental Impact of Materials) handelt es sich um ein belgisches Instrument zur Bewertung der Umweltauswirkungen von Gebäuden und Bauelementen.

Hierbei werden vier Kernaspekte von der Produktion der verwendeten Materialien, der Vor-Ort-Implementierungsphase, der Nutzungsphase sowie der End-of-life-Phase in die Berechnung einbezogen.[5]

[3] https://www.houtinfobois.be/wp-content/uploads/2021/09/Enquete_HIB_11-20-BR-version-21_09_2021.pdf (aufgerufen am 06.09.2022)
[4] https://www.oewb.be/innovation (aufgerufen am 06.09.2022)
[5] https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/toolkits-guidelines/totem-online-tool-architects-calculates-environmental-footprint-buildings (aufgerufen am 12.09.2022)

SAWA: Circular timber tall building under construction in Rotterdam

Robert Winkel
Mei architects and planners + Nice developers
Rotterdam, The Netherlands



Mark Compeer
Nice Developers
Rotterdam, The Netherlands



SAWA: Circular timber tall building under construction in Rotterdam

1. Introduction

The urgency of current design and development goals is to create a neighbourhoods and cities that meets the following aspects of society:
- Health
- Biodiversity
- Inclusivity
- Circularity
- Community

In light of this urgency, Nice developers – a start-up development company in Rotterdam run by Robert Winkel and Mark Compeer – has developed the Nice building concept, which is set up to meet all these points.
Nice developers' goal is to realise an example that makes others reflect and drive them to do the same (or even better). This first example is SAWA, which is currently being built in Rotterdam.

SAWA sets a new standard in circular timber construction and adds value by contributing to CO_2 reduction, strengthening biodiversity and creating a circular building with affordable housing, where people care for each other and for the environment. SAWA, also known as the 'healthiest building in the Netherlands', is an example project for new generations, an important step in the sustainability objectives and tangible evidence that things can be done differently.



Image: Mark Compeer (l) and Robert Winkel (r) of Nice Developers at the SAWA site.

Nice Developers:
«We build the city with love for the neighbourhood and nature. Pioneering in a sustainable, nature-friendly and social way, we develop SAWA from and for the community. With SAWA, we are offering a gift to the city.»

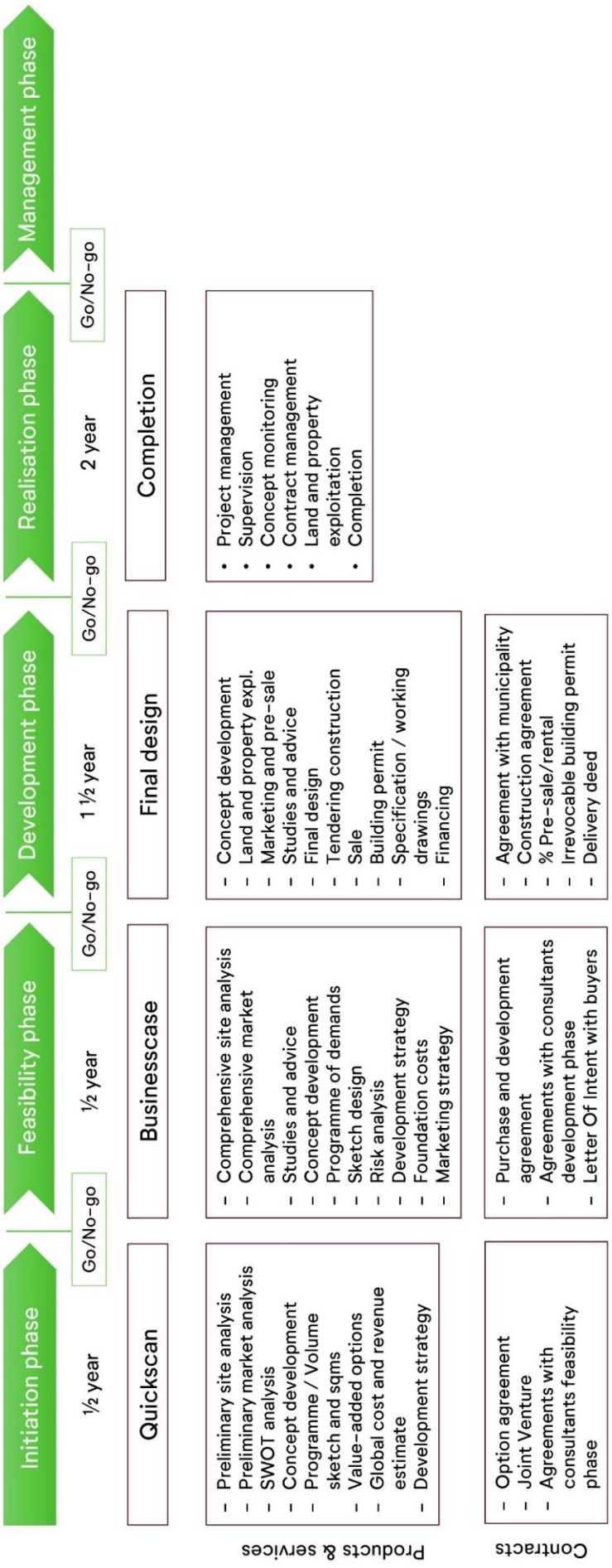
2. Nice building concept

The Nice building concept is based on the certified and feasible building system of SAWA. Several types of models and shapes are possible. All of these variants are characterised by the same basic principles: full timber structure for CO_2 storage, circular construction, lavish greenery for biodiversity and well-being, communal spaces and affordable housing. One of the advantages of the Nice building concept is that a quick scan can be made at an early stage to determine the development potential.



Images: Various models based on the Nice building concept

Roadmap to a circular timber building



3. Introduction to SAWA

SAWA sets a new standard in circular timber construction and adds value by contributing to CO_2 reduction, strengthening biodiversity and creating a circular building with affordable housing, where people care for each other and for the environment. SAWA, also known as the 'healthiest building in the Netherlands', is an example project for new generations, an important step in the sustainability objectives and proof that things can be done differently.

As the architect is also the initiator of this project, SAWA has led not only to a pioneering and award winning design, but also to a new way of project development based on 'shared values' rather than 'shareholder values'. SAWA proofs that an escalation of ambitions is possible: that it is feasible to realise a circular wooden community building, where people can live together healthily, that serves biodiversity and an accessible housing market. This new approach is imperative and will become, if it is to Nice and Mei, the mainstream needed for a sustainable future for mankind and planet.

SAWA is being built in the Lloydquarter in Rotterdam. In August 2022 construction started and expected completion is in 2024. The project is initiated by Nice Developers and developed together with ERA Contour. Mei architects and planners is responsible for the architectural design.



Image: SAWA Rotterdam ©Mei architects and planners

4. First fully tall wooden residential building in Rotterdam

SAWA's exceptional feature is that the building is constructed entirely of CLT (cross laminated timber), whereby the use of concrete is kept to a minimum. This makes SAWA the first fully tall wooden residential building in Rotterdam. The building is distinctive in its appearance due to the generous green terraces, which refer to the history of the location and at the same time reinforce the biodiversity in the neighbourhood.
The conviction and drive of both client and architect to not only design but also realise a revolutionary concept like SAWA is nourished by the ambition to contribute to reducing CO2 emissions and the achievement of (inter)national climate goals on the one hand, and to create affordable housing at the same time.

4.1. Shared values

SAWA is being developed in the heart of the Lloydquarter district. Because of this location, by creating places in the design for encounters and by connecting to existing local initiatives, SAWA will be of added value for the entire district. The plinth of the building will contain various facilities, and the deck will act as a green connector between the building and surrounding green spaces (such as the neighbourhood garden), adding value for both residents and neighbours.
The residential concept in SAWA is distinctive because of the various shared functions – such as shared mobility, collective repair room and a vegetable garden – which actively create a community.



Image: SAWA Rotterdam ©Mei architects and planners

4.2. Core values

SAWA's design is based on four key core values: CO_2 reduction, enhancing biodiversity, and creating a circular building with affordable housing for an inclusive community:

4.2.1. CO_2 reduction

In the context of the Paris and Glasgow Climate Accords, the European Green Deal, the UN Sustainable Development Goals and the Rotterdam City Council's targets for reducing CO_2 emissions, the client and architect share the ambition to construct the building, including the main supporting structure, almost entirely in CLT. There are several advantages to building in CLT. First of all, wood stores CO_2, thus reducing emissions. In addition, it is an excellent building material because, compared to concrete, it is lighter, faster, safer, more durable and also reusable. And above all, it increases living comfort.



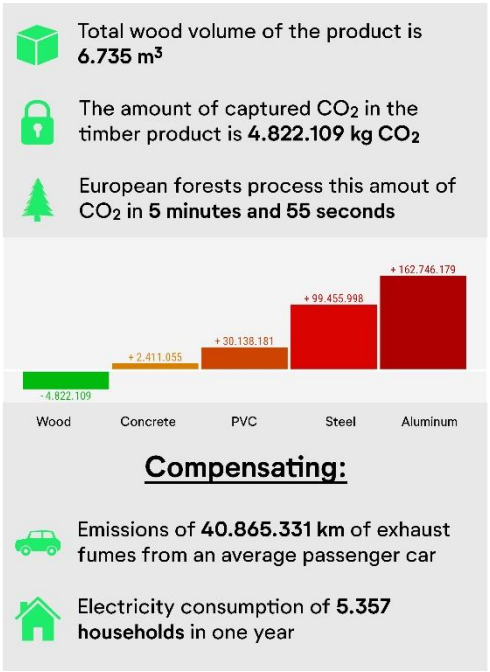


Image: SAWA Rotterdam – timber construction ©Mei architects and planners
Diagram: Carbon storage in wood calculated in SAWA, according to the calculation module of Centrum Hout

The wood is left in sight as much as possible in the houses and on the galleries and balconies. Only where the perception of the wood is minimal (storage, toilet, bathroom) will the wood be finished with plaster.

SAWA's innovation lies in bringing together all the elements that help to build a 50-metre-high residential building whose main load-bearing structure consists of more than 90% wood. Together with a team of international experts, existing solutions are combined and innovations are devised to optimise the use of wood; minimise the amount of concrete and steel in the design; and solve consequent fire, noise and vibration problems.

4.2.2. Circular

SAWA is built using a modular construction system of wood, using dry, separable solutions (no casting). SAWA sets new standards in circular construction with a floor constructed from CLT topped with dry ballast instead of concrete. This makes the components in the floor fully circular and the materials can be detached and reused in the future (urban mining).



Image: SAWA Rotterdam – construction and floor structure ©Mei architects and planners

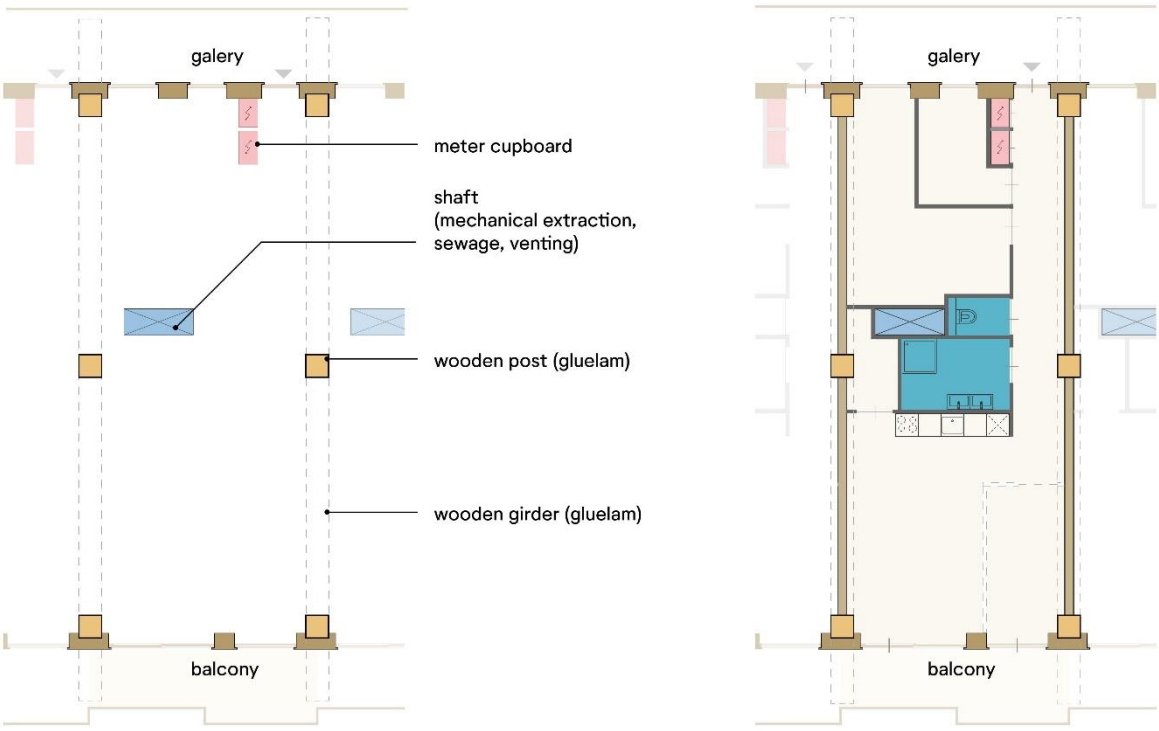


Image: SAWA Rotterdam – floorplans based on Open Building principle ©Mei architects and planners

SAWA's design is based on the Open Building principle: the main supporting structure consists of floors, beams and columns. This creates a high degree of flexibility and freedom of layout for both first-time buyers and future generations and contributes to the building's future-proofing.

The structure is made of Cross-laminated Timber (CLT). The trees used for SAWA come from sustainable production forests in West Germany. For every tree felled, four trees of a different type are planted back. The other materials used in SAWA are bio-based, whenever possible.

4.2.3. Biodiversity

The migration to the city continues. Dutch cities continue to grow and the quality of life is coming is increasingly under pressure. The consequences of this urbanisation on the human ecosystem – such as flooding, heat stress and increased CO_2 emissions – are becoming increasingly visible. At the same time, the habitat of birds, bees, butterflies and other insects is being severely curtailed by the increasingly crowded construction of cities and the petrification of the living environment. SAWA's design marks a turning point in this development and contributes to a healthy living environment.

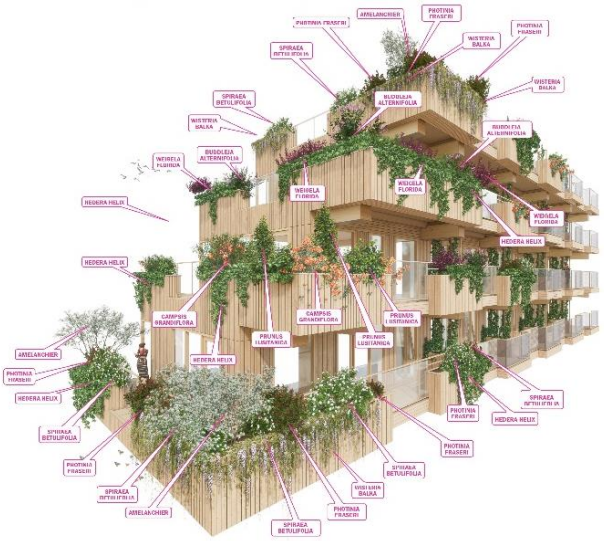


Image: SAWA Rotterdam – nature inclusive design ©Mei architects and planners

In cooperation with city ecologists and biologists, SAWA was designed to be nature-inclusive. For example, there are fixed flower and planters on the terraces and balconies. The planting is site-specific (depending on the orientation to the sun and the height in the building) and chosen in such a way that the plants provide food for the animal species. Nesting boxes will be placed on and around the building to provide a safe haven for birds and insects. In this way, SAWA connects to the existing ecological structures in the city and increases the biodiversity of the neighbourhood.



Image: SAWA Rotterdam – 140 integrated nesting boxes to enhance biodiversity ©Mei architects and planners

3.2.4. Inclusive

With a mix of owner-occupied and rental properties ranging from 50 to 165 m2, the future residents of SAWA will form a diverse community and a reflection of the city. Fifty apartments, about half of the number of dwellings in SAWA, are mid-rent apartments. This makes it accessible to all income groups to live in SAWA, including the group of middle-income people for whom it is increasingly difficult to find an affordable home in the city.

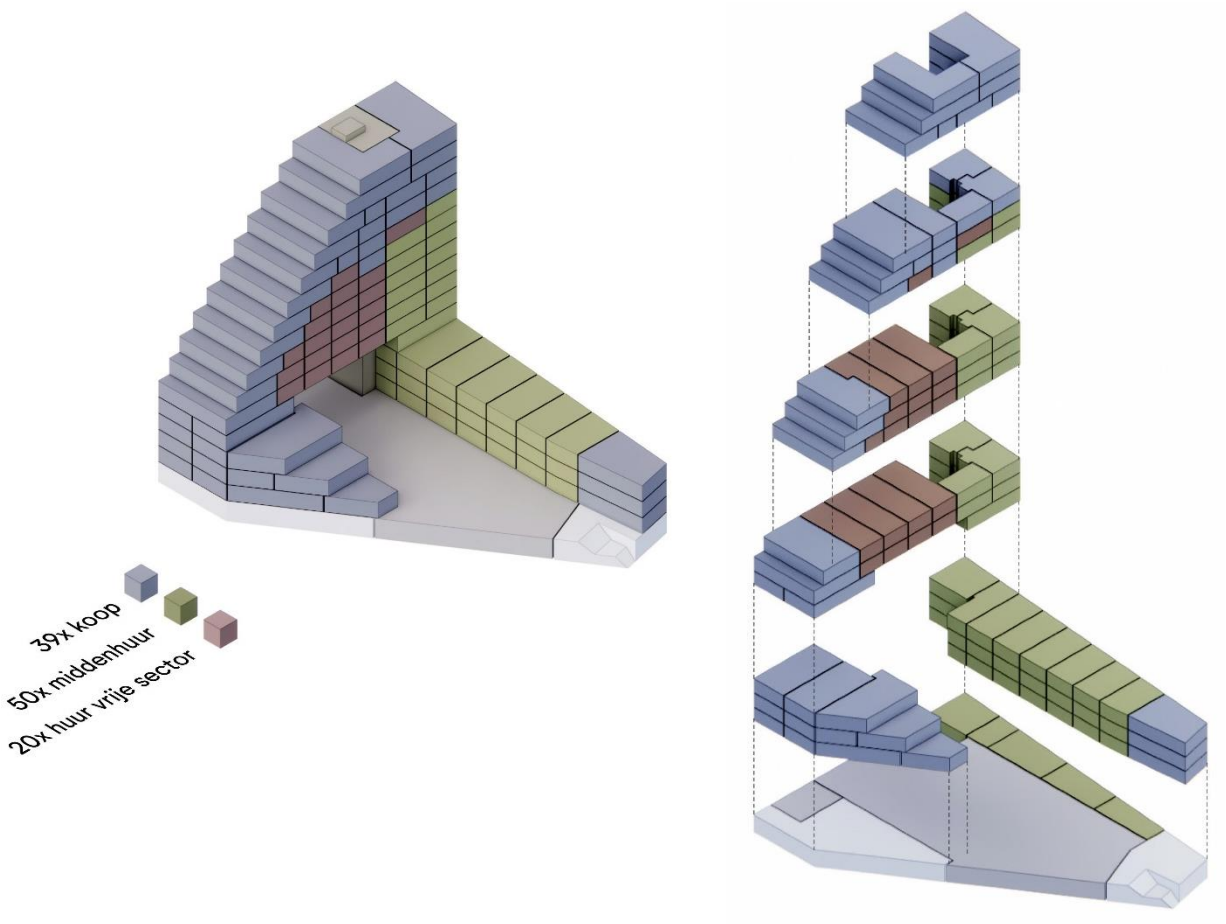


Image: SAWA Rotterdam contains 50 mid-rent apartments, 20 private sector rental, 39 owner-occupied apartments, restaurant and social facilities in plinth ©Mei architects and planners

4.3. Energy neutral

SAWA is a low-installation building, with a healthy indoor climate and possibilities for future adaptations. The houses are equipped with cross ventilation and temperature plus CO_2 controlled ventilation valves in the facade.

SAWA is not only the healthiest building in the Netherlands, but also energy-neutral. By using PV panels on the roofs in combination with «remote solar», sustainable district heating and other sustainable measures, SAWA has achieved an EPC of 0 (Energy Zero). This makes SAWA as a building energy-neutral, both after realisation and during the construction process.

After completion, SAWA itself generates the energy it needs for the communal facilities. The solar panels on the roof power the lift, the lighting in the galleries and the electric cars and bicycles.



Image: SAWA Rotterdam, situated in the Lloydquarter in Rotterdam
©Mei architects and planners + WAX



Image: SAWA Rotterdam – The New Green Standard ©Mei architects and planners

5. Team SAWA

SAWA is initiated by Nice Developers and developed together with ERA Contour. Mei architects and planners is responsible for the design. Focus Real Estate is the investor of all rental housing, mid-rent and free sector rent.

The development was established through collaboration with an integral team of experts. SAWA's innovation process – in this case the fire safety, and noise and vibration research of the timber structures – has been validated through 7 second opinions by an experts from across Europe, including ETH Zurich, ARUP and KIT Holzbau und Baukonstruktion.

6. Mei architects and planners in Germany

Mei architects and planners is founded by Robert Winkel and established in Rotterdam. Their work is founded on respect for the environment: for the history of the location, the current context and future living environment. Based on our expertise in the field of adaptive re-use of architectural heritage, new build projects and urban development strategies, they work on designs that put the user first. With creativity, expertise and courage, they introduce innovative technical applications and user concepts that contribute to social and ecological sustainability. With an ambitious, international team, they realise leading projects at home and abroad, including in Germany.





Image left: From coal to culture; redevelopment of a former mine complex in Hamm ©Mei architects and planners; Image right: Transformation of flag factory into comfortable living-working ensemble in Bonn ©Mei architects and planners

7. SAWA on tour

SAWA is a pioneering example project for many and provides an answer to a multitude of current social issues facing not only the real estate and architecture industry, but society as a whole.
SAWA's full timber scale model is a desirable object at many fairs and exhibitions and travels throughout Europe.
After the New Institute in Rotterdam and the International Architecture Biennale, the model was on display at Expo Real in Munich in October 2022.



Image: Full timber scale model of SAWA Rotterdam ©Frans Parthesius

Block D2
Privates Baurecht

Mediation – Besonderheiten im Holzbau

Martin Wittjen
Rechtsanwalt/FA Arbeitsrecht
Mediator/Geschäftsführer
Bund Deutscher Baumeister,
Architekten und Ingenieure e.V. (BDB)
Berlin, Deutschland



Mediation – Besonderheiten im Holzbau

1. Konfliktanfälligkeit des Planen und Bauens

Das Planen und Bauen bis hin zum Betreiben von Gebäuden und Bauwerken ist risikobehaftet und konfliktanfällig. Dies verdeutlichen nicht zuletzt die geschätzt rund 70.000 Gerichtsverfahren in Bau- und Architektensachen jährlich.

Die Gründe hierfür sind vielfältig:

Zum Einen ist das **Planen und Bauen ein komplexer Prozess**: Planungsprozesse brauchen in der Regel einen langen Vorlauf, sie sind häufig mit einem Eingriff in Natur und Umwelt sowie in Rechte von Anwohnern*, Nachbarn und sonstigen Stakeholdern verbunden. Die Komplexität resultiert zum Anderen auch aus dem Ineinandergreifen der verschiedenen Beteiligten am Bauprozess, angefangen von den Planern über die Fachplaner bis hin zu den Bauausführenden mit ihren jeweils spezifischen Gewerken.

Während in früheren Zeiten **Baumeister** die Planung, das Tragwerk und auch die Bauausführung allein verantworteten, werden Vorhaben heute immer arbeitsteiliger erstellt. Statt Zweier- oder Dreier-Vertragsbeziehungen (Bauherr – Architekt – Bauausführende), existieren Mehrparteienvertragsbeziehungen, die zudem vielfach auf einer digitalen Plattform im Rahmen von **Building Information Modelling (BIM)** zusammenarbeiten und gemeinsam Verantwortung tragen. Die Komplexität wird dadurch gesteigert, dass immer mehr Anforderungen an die Baustoffe, ihre Wiederverwendbarkeit, sowie an die technische Gebäudeausrüstung gestellt werden, die nicht nur dem Komfort der Nutzer, sondern auch der Einsparung von Treibhausgasemissionen und im aktuellen Diskurs insbesondere von Energie, dienen muss. Letztlich müssen Bauprojekte immer stärker die Themen Nachhaltigkeit und Lebenszyklusbetrachtung erfassen. Vor allem Projekte, die über einen langen Lebenszyklus hinsichtlich Energieverbrauch, die Wiederverwertbarkeit und Weiternutzung von eingesetzten Materialien etc. Berechnungen über viele Jahre oder Jahrzehnte erfordern, sind konfliktanfällig.

Zudem geht es in der Regel um große bis sehr große Vermögenswerte. Private Bauherren setzen vielfach ihr gesamtes Vermögen ein und verschulden sich über Jahre und Jahrzehnte für ihr angestrebtes Bauprojekt. Institutionelle Anleger sind davon abhängig, dass sich (Hoch-)Bauprojekte schnell rentieren oder mit Gewinn weiterverkaufen lassen. Der Baumarkt ist aktuell **volatil**: kannte er über viele Jahre nur eine (Aufwärts-)Richtung, macht sich mit steigenden Zinsen, Materialknappheit, höheren Gestehungskosten, eingetrübten Konjunkturaussichten und neuen Anforderungen an Energieeinsparung, Wiederverwendung und Nachhaltigkeit, Unsicherheit breit.

Die vorgenannten Unsicherheiten und Risiken treffen zudem nicht selten auf Vertragsparteien, deren Haltung und Verträge miteinander weniger partnerschaftlich, sondern eher auf **konfrontative Positionen** schließen lassen. Die Gründe hierfür sind unter anderem, weil nicht auf Augenhöhe oder unter Zeitdruck verhandelt wird oder Vertragsbedingungen einseitig durchgesetzt werden oder Risiken nicht transparent gemacht werden oder Kompetenzen nicht klar definiert sind oder mit dem Bau begonnen wird, bevor die Planung abgeschlossen ist.

*Die Verwendung des generischen Maskulinums dient lediglich der besseren Lesbarkeit und bezieht das weibliche Geschlecht und andere Geschlechteridentitäten stets mit ein.

Ein Auslöser für die Konfliktanfälligkeit des Planen und Bauens ist ferner, dass die **rechtlichen Rahmenbedingungen** unzureichend sind. Im öffentlichen Planungsrecht agiert zudem häufig eine (personell und technisch) unzureichend ausgestattete Bauverwaltung, die klassische baupolizeiliche Aufgaben hat und gleichzeitig übergreifende (sozial- und klima-)politische Aufgaben der Stadtentwicklung sowie der Baukultur wahrnimmt sowie das Partizipationsbedürfnis der Bevölkerung befriedigen muss. Im privaten Baurecht hat sich zwar durch die Einführung des Bauvertragsrechts und des Architekten-/Ingenieurvertragsrechts im Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) seit 2018 Wesentliches geändert. Nach wie vor finden jedoch in vielen Bauverträgen die Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Teil B **(VOB/B)** Anwendung. Sie bietet den Parteien schon seit 1926 eine sinnvolle Ergänzung für das als unzureichend empfundene gesetzliche Werkvertragsrecht.

Aus der Komplexität des Planen und Bauens resultieren besondere Anforderungen an das materielle Recht, der Rechtsdurchsetzung und der Konfliktlösung.

2. Konfliktlösung vs. Befriedung vs. Gestaltung

Ziel des Rechts ist nicht zuletzt der Ausgleich der verschiedenen Interessen auf der Basis allgemeiner Regeln und die Lösung von Konflikten. Wie dieser Ausgleich optimal praktisch vollzogen wird, hängt von den Umständen des Einzelfalls ab. Letztlich wird das **gerichtliche Verfahren** mit einer unabhängigen und neutralen Justiz von den Parteien zur Lösung von Baukonflikten häufig als ungeeignet empfunden. Hierzu tragen nicht nur die lange Verfahrensdauer, sondern auch die hohen Kosten sowie die selbst von Anwälten nicht immer nachvollziehbare Entscheidungsfindung bei. Dies liegt zu einem Teil auch daran, dass es vielerorts immer noch an wirklich spezialisierten Spruchkammern und Senaten fehlt.

Die durchschnittliche Dauer der Verfahren bei den Amtsgerichten in Bau- und Architektensachen, die mit einem streitigen Urteil enden, liegt bei 13 Monaten (vgl. Statistisches Bundesamt, Fachserie 10, Reihe 2.1, 2020, 09.08.2021, www.destatis.de). Dabei machen die Verfahren vor den Amtsgerichten nur einen kleineren Teil der Prozesse in Bau- und Architektensachen aus. Denn in Zivilsachen ist das Amtsgericht lediglich für Streitwerte bis 5.000 € zuständig. Der größte Teil der Verfahren im Bau- und Architektenrecht landet daher bei den Landgerichten. Die Verfahrensdauer bei den Landgerichten in Zivilsachen im Allgemeinen liegt im Bundesdurchschnitt bei 8,7 Monaten (vgl. Bundesministerium der Justiz, Schutz vor überlangen Verfahren, 14.09.2015, www.bmj.de). Der durchschnittliche Bauprozess dauert in Deutschland hingegen bis zu 36 Monate (vgl. KIT, Haghsheno u.a., Möglichkeiten und Grenzen der Adjudikation als Verfahren der außergerichtlichen Konfliktlösung im Bauwesen, Untersuchung im Auftrag des HDB, August 2017).

Auch bildet das **Prozessrecht** zwar einen guten Rahmen für konfrontative Verfahren, nicht jedoch für kooperative, auf Befriedung und Gestaltung der Vertragsbeziehungen abzielende Entscheidungen und wirtschaftlich sinnvolle Lösungen. Auf schnelle planungs- und baubegleitende Entscheidungen ist die staatliche Gerichtsbarkeit, die primär Probleme der Vergangenheit betrachtet, nicht ausgerichtet.

Beteiligte von Konflikten im Rahmen der Abwicklung von Architekten- und Bauverträgen suchen daher nicht selten nach Alternativen zur Streitlösung:

- **Schiedsgerichtsverfahren** basieren auf vertraglicher Vereinbarung der Parteien und treffen eine verbindliche Entscheidung, durch von den Parteien selbst bestimmte oder im Rahmen der Schiedsvereinbarung von Dritten (z.B. IHK) bestellte (häufig 1-3) Schiedsrichter. Regelungen zum Schiedsgerichtsverfahren finden sich in §§ 1025 ff. der Zivilprozessordnung (ZPO).

- **Schiedsgutachten** treffen im Gegensatz zum Schiedsgericht keine Entscheidung zur Lösung des Konfliktes insgesamt, sondern nur zu einzelnen Sachfragen, die ein von den Parteien gemeinsam ausgewählter Sachverständiger zum Beispiel zu Fragen von Mängeln, Mehrkosten, Bauablaufstörungen usw. verbindlich feststellt. Grundlegend sind hierfür §§ 317, 319 Bürgerliches Gesetzbuch (BGB).
- Unter **Adjudikation** versteht man das auf vertraglicher Grundlage zwischen den Parteien basierende im angelsächsischen Rechtskreis verankerte Verfahren, bei dem ein oder mehrere Adjudikatoren berechtigt sind, den streitigen Sachverhalt selbstständig zu ermitteln, zu verhandeln und vorläufig bindend in kurzer Frist zu entscheiden.
- Das **Schlichtungsverfahren** ist ein freiwilliges auf Vereinbarung beruhendes Instrument zur Konfliktlösung, bei dem häufig projektbegleitend durch ein oder mehrere unabhängige, nicht entscheidungsbefugte Schlichter der streitige Sachverhalt mit den Parteien erörtert werden kann und eine selbstbestimmte Einigung vermittelt werden soll. Auf Wunsch der Parteien kann er einen unverbindlichen Lösungsvorschlag unterbreiten (Schlichterspruch).
- **Mediation** ist ein vertrauliches und strukturiertes Verfahren, bei dem Parteien mithilfe eines oder mehrerer Mediatoren freiwillig und eigenverantwortlich eine einvernehmliche Beilegung ihres Konflikts anstreben (§ 1 Mediationsgesetz). Der Mediator ist neutral (allparteilich) und hat keine Entscheidungsbefugnis. Grundsätze sind in dem 2012 in Kraft getretenen Mediationsgesetz geregelt.

Mediationen sind in aller Regel durch **fünf Phasen** charakterisiert:

1. **Auftragsklärung**
2. **Themensammlung**
3. **Interessen, Sichtweisen und Hintergründe**
4. **Sammeln / bewerten von Lösungsoptionen**
5. **Abschlussvereinbarung**

Dreh- und Angelpunkt der **Mediation** ist die dritte Phase, in der es darum geht bei dem jeweils zu behandelndem Thema die Informationen und Wahrnehmungen auszutauschen, die Sichtweisen, die unterschiedlichen und gemeinsamen Wünsche, Bedürfnisse und vor allem die **hinter einzelnen Positionen liegenden Interessen** der Parteien zur Sprache zu bringen. Denn in der ganzheitlichen Betrachtung des Konfliktes und den Interessen der Beteiligten liegt häufig der Schlüssel für die Sammlung und Bewertung der in der vierten Phase zu behandelnden Lösungsoptionen.

Die Mediation bietet eine große Breite an **Gestaltungsmöglichkeiten** des Verfahrens, nicht nur im Hinblick auf die Auswahl des Mediators bzw. der Mediatoren, sondern auch des Themas der Mediation, des Zeitpunktes, des Ortes sowie des Ablaufes. Die Parteien können diese Auswahl nicht nur treffen, sondern sie müssen sie auch treffen. Denn die Rahmenbedingungen des Verfahrens werden und müssen von den Parteien selbst bestimmt werden, ebenso wie sie aufgefordert sind, eine selbstbestimmte Lösung ihres Konflikts zu finden, zu der sie der Mediator in die Lage versetzen soll.

Über die vorgenannten Verfahren hinaus werden vielfach auch kombinierte **Hybridverfahren** sowie **Moderationen**, **Partnering**, **interessenorientiertes Verhandeln**, **Güterichterverfahren** sowie auch **Verfahren nach § 18 Abs. 2 VOB/B** als Verfahren der außergerichtlichen Streitbeilegung erwähnt.

Für die Auswahl des passenden außergerichtlichen Verfahrens ist die folgende Tabelle (entlehnt und ergänzt aus: Haghsheno/Wittjen in Konfliktmanagement in der Bau- und Immobilienwirtschaft, AHO-Heft Nr. 37, März 2018) instruktiv:

Kriterium	**Schieds-gericht**	**Schiedsgut-achten**	**Adjudika-tion**	**Schlichtung**	**Mediation**
Verbindliche Entscheidung	Ja	Ja	Ja (vorläufig)	Nein	Nein
Zukunftsorientie-rung (Gestaltung)	Nein	Nein	Ja/Nein	Ja	Ja
Eigenverantwort-lichkeit	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
Gesprächsbereit-schaft notwendig	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
Schnelle Entschei-dung möglich	Nein	Nein	Ja	Nein (Ja)	Nein (Ja)
Reine Tatsachen-entscheidung	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein

Die Tabelle zeigt die jeweiligen Vor- und Nachteile der verschiedenen dargestellten außergerichtlichen Konfliktlösungsmethoden. Deutlich wird, welche Methode der außergerichtlichen Konfliktlösung den Konflikt nicht nur entscheidet, sondern ihn tatsächlich befriedet und die Möglichkeit eröffnet, das (Vertrags-) Verhältnis der Parteien in der Zukunft zu gestalten.

Darüber hinaus entscheiden häufig die **Kosten** über die Auswahl des Verfahrens. Während die Kosten eines Prozesses vor staatlichen Gerichten aufgrund der Gebührenordnungen weitestgehend feststehen, hängen die Kosten für den außergerichtlichen «Streitlöser» letztlich von der mit ihm getroffenen Vereinbarung ab.

Nachfolgend ein grober **Kostenvergleich** für einen exemplarischen Fall eines Rechtsstreites, z.B. um Mängelgewährleistung. Dargestellt sind die Kosten bei einer Streitentscheidung durch das Landgericht (Oberlandesgericht) und die Kosten im Rahmen der Konfliktlösung durch Mediation. Ausgegangen wird davon, dass jede Partei auch erhebliche interne Kosten für die Bearbeitung und Aufbereitung des Prozessgegenstandes bzw. des Streitgegenstandes aufwenden muss.

Streitwert: 100.000 €	**Gerichtliches Verfahren 1. Instanz (+ 2. Instanz)**	**Mediation**
Gerichtsgebühren	3.387 € (+4.516 €)	7.500 € (50 Stunden à 150)
Gutachtenkosten	5.000 € (+5.000 €)	./.
Anwaltskosten, eigene	4.947 € (+5.538 €)	4.947 € (RA beratend)
Anwaltskosten, Gegner	4.947 € (+5.538 €)	4.947 € (RA beratend)
Interne Kosten	6.000 € (Personal-/Sachkosten, Prozessdauer 24 Monate, 5 Std/Mo.x24x50 €) (+6.000 €)	1.500 € (Personal-/Sachkosten, Dauer 2 Monate, 15 Std/Mo.x2x50€)
Gesamtkosten	**24.281 € (50.873 €)**	**18.894 €**

Ungeeignete Konfliktlösungsmethoden führen zu hohen Transaktionskosten und sind ein Nullsummenspiel, ohne Wertschöpfung für die Parteien.

3. Besonderheiten im Holzbau

Es gibt vielfältige Besonderheiten im Holzbau. Angefangen damit, dass es sich bei Holz um einen **nachhaltigen Baustoff** handelt, der nachwächst und zu seiner Entstehung Verantwortung für die Pflege des Bestandes erfordert. Er ist außerdem gut Wieder-/Weiterverwendbar, sorgt für ein gesundes Raumklima, kann gut vorgefertigt werden und hat CO2 gespeichert. Holzbau erscheint damit als eine **win-win-Situation für das Klima** und für die Menschen.

In diesem Sinne spricht vieles dafür, dass auch Konfliktlösungsmodelle beim Bauen mit Holz nachhaltig sein sollten, d. h. nicht nur Konflikte lösen, sondern sie umfangreich befrieden und gleichzeitig die künftige (Vertrags-)Beziehung erhalten und gestalten. In diesem Kontext heißt Nachhaltigkeit auch, nicht auf einen einmaligen Abschluss eines Geschäfts zu setzen, sondern langfristig zu denken.

Das adäquate Konfliktlösungsmodell im Holzbau übernimmt somit Verantwortung für die Lösungsfindung selbst, statt die Entscheidungsfindung an Dritte zu delegieren.

Über die richtige Art der Streitlösung entscheidet stets auch die **Haltung der Parteien**. Ist die Grundhaltung konfrontativ, dann führt eine konsensuale Streitlösungsmethode nicht zum Erfolg.

Im Holzbau gibt es regelmäßig eine hohe **Vorfertigung**. Die Vorfertigung erfordert Sorgfalt und Vorausschau bei der Planung. Das setzt Disziplin und gute Kommunikationsfähigkeit der Planungs- und Bauparteien voraus. Die vielfach übliche, konfliktträchtige baubegleitende Planung kann es nicht geben. Spätere Umplanungen sind ebenfalls deutlich erschwert.

Zur Erleichterung präziser Vorfertigungen, aber auch für den Zusammenbau auf der Baustelle eignen sich **digitale Planungsmethoden** wie BIM. Der Erfolg des Einsatzes solcher Methoden setzt ein großes Maß an kommunikativen Kompetenzen bei den Beteiligten voraus, denn sie müssen auf einer Plattform zusammenarbeiten. Aus diesem Grund hat auch der Studiengang des **Digitalen Baumeisters**, der an der Fachhochschule Augsburg im Wintersemester 2022/23 startet, Kommunikation und Mediation im Lehrplan integriert.

Diese Besonderheiten des Holzbaus sprechen schon aus wirtschaftlichen Gründen dafür, dass Planungs- und Baubeteiligte gleich zu Beginn ihrer Vertragsbeziehung eine **baubegleitende Mediation** in Betracht ziehen sollten, um (drohende) Konflikte frühzeitig zu erkennen und zu lösen, bevor sie den Bauprozess und die Beziehung der Parteien untereinander belasten.

Schließlich weiß jeder Planer, Bauausführende und Handwerker um die **Unvollkommenheit und Individualität** des Baustoffes Holz. Sie bringen damit das Bewusstsein mit, dass Konflikte entstehen können und diese möglichst konstruktiv gelöst werden sollten. Dies sind die Voraussetzungen, um Konflikte im Rahmen eines selbstbestimmten Verfahrens einvernehmlich und selbstbestimmt zu lösen.

> Der hohe Grad an Vorfertigung, der Einsatz von digitalen Planungsmethoden, die gelebte Nachhaltigkeit, die Verantwortung und die Haltung der Parteien im Holzbau sind Besonderheiten, die für eine baubegleitende und die Vertragsbeziehung erhaltende Konfliktlösungsmethode sprechen, wie es die Mediation ermöglicht.

Bauzeitlicher Nachweis von Verzögerungen aus Lieferengpässen – wie gelingt die richtige Abgrenzung?

Dr. Volker Schmitz
Ankura Consulting Germany GmbH
Frankfurt am Main, Deutschland



Bauzeitlicher Nachweis von Verzögerungen aus Lieferengpässen – wie gelingt die richtige Abgrenzung?

Der Auswirkungen des Ukraine Krieges und der Corona-Pandemie bestimmen nach wie vor die Nachrichtenlage: Energie-Embargos, hohe Erzeugerpreise, Lieferengpässe und Materialmangel beunruhigen die Gesamtwirtschaft, einschließlich des Bausektors. Die Folgen sind vielfältig und umfassen neben gestiegenen Materialpreisen (+31,5% für Holz im Juni 2022 im Vergleich zum Vorjahresmonat[1]) und vermehrten Auftragsstornierungen[2] insbesondere Störungen von Lieferketten. Konkret bedeutet dies, dass am Bau benötigte Materialien – einschließlich Holz – auf dem Weltmarkt nicht in den üblichen Zeiträumen beschafft und geliefert werden können. Das hat zur Folge, dass vormals vertraglich zugesicherte Fristen vermehrt nicht mehr eingehalten werden.

Inwieweit dem Auftragnehmer in diesem Fall ein Anspruch auf Verlängerung der vertraglichen Fristen zusteht, oder der Auftraggeber Ansprüche für etwaige verzögerungsbedingte Mehrkosten geltend machen kann, ist im konkreten Einzelfall auf Basis der vertraglichen Regelungen, z.B. der VOB/B (soweit vereinbart) und der geltenden Rechtsprechung zu prüfen. Da die Beschaffung und fristgerechte Lieferung von Materialen grundsätzlich in den Verantwortungsbereich der Auftragsnehmer fallen, berufen diese sich im Kontext der aktuellen Verwerfungen häufig auf «*höhere Gewalt oder andere für den Auftragnehmer unabwendbare Umstände*» (§ 6 Abs. 2 Nr. 1c VOB/B) und verlangen dementsprechend eine Anpassung der Vertragsfristen. Unter *höherer Gewalt* wird im rechtlichen Sinne ein außergewöhnliches Ereignis verstanden, welches insofern unvorhersehbar war, als dass es trotz höchster Sorgfalt und Einsatz wirtschaftlich erträglicher Mittel nicht verhindert oder auf ein erträgliches Maß unschädlich gemacht werden konnte. Dar die Darlegungslast beim Auftragnehmer liegt, ist dieser gut beraten, genau darzustellen, warum konkrete Auswirkungen bei Vertragsschluss nicht absehbar waren. Weiterhin muss der Auftragnehmer darlegen, dass dieser im Rahmen seiner vertraglichen Pflichten alles Zumutbare getan hat, um eine fristgerechte Lieferung bzw. Fertigstellung der Leistung sicherzustellen. Wenngleich die gegenwärtige Situation einen Fall *höherer Gewalt* vermuten lässt, empfiehlt es sich Ursache und Wirkung stets im Einzelfall zu überprüfen, da eine Fristversäumnis mittelbar auch durch andere Ursachen aus dem Risikobereich des Auftraggebers im Sinne des § 6 Abs. 2 Nr. 1a VOB/B bzw. § 286 Abs. 4 BGB (bspw. verspätete Bestellung; fehlende Annahmebereitschaft) oder des Auftragnehmers (bspw. fehlende Lieferbereitschaft; verspätete Werk- und Montageplanung, verspätete Bestellung) begründet sein kann. Je nach Anspruchsgrundlage und Substantiierung variieren dann auch die potenziellen Rechtsfolgen der Verzögerung in Form von verlängerten Ausführungsfristen, Vergütungsanpassungen, Entschädigungs- oder Schadensersatzansprüchen.

Vor dem Hintergrund der verschiedenen Anspruchsgrundlagen und formellen Voraussetzungen bieten sich demjenigen, der einen Verzug im Einzelfall nachweisen möchte, verschiedene Methoden der Verzugs-Analyse an. Die im internationalen Standard[3] gängigen Methodiken sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

[1] Statistisches Bundesamt (Link)
[2] Ifo Institut (Link)
[3] Um die Breite der gängigen Methoden darzustellen, richtet sich der Blick bewusst auf das internationale Umfeld und nicht ausschließlich auf den deutschsprachigen Raum einschließlich dessen Rechtsprechung zu methodischen Anforderungen an eine Verzugsanalyse.

Tabelle 1: Methoden der Verzugsanalyse[4]

#	Methodik	Vorgehensweise	Benötigte Informationen
1	Impacted As-Planned Analysis	(Gesammelte) Aufnahme von ausgewählten Verzögerungsevents in den ungestörten Vertragsterminplan (*Soll*) zur Darstellung der verzögerungsbedingten Wirkung.	- Vollvernetzer, logischer und ungestörter Vertrags-terminplan (*Soll*) - Ausgewählte Verzögerungsevents inkl. Start, Ende und Abhängigkeiten zu anderen Vorgängen
2	Time Impact Analysis	Sukzessive Aufnahme von ausgewählten Verzögerungsevents in den ungestörten Vertragsterminplan (*Soll*) zur Darstellung der einzelnen verzögerungsbedingten Wirkungen, unter sukzessiver Anpassung des Terminplanfortschritts sowie der Terminplanlogik, -Ressourcen und -Vorgänge auf Basis des dokumentierten Ist- Ablaufs.	- Vollvernetzer, logischer und ungestörter Vertrags-terminplan (*Soll*) - Fortgeschriebene, vollvernetzte Terminplanversionen auf Basis des unbestrittenen und dokumentierten Projektfortschritts (*Ist*) - Ausgewählte Verzögerungsevents inkl. Start, Ende und Abhängigkeiten zu anderen Vorgängen
3	Windows Analysis	Aufteilung des Gesamtterminplans in verschiedene Zeitfenster (Windows), üblicherweise mit einer Länge von jeweils einem Monat. Für jedes Zeitfenster werden die Vorgangsdauern innerhalb des fortgeschriebenen Ist-Terminplans mit den ursprünglich geplanten Vorgangsdauern aus dem Vertragsterminplan (*Soll*) verglichen. Anschließende Bestimmung der Verzögerungsursachen pro Zeitfenster entlang des kritischen Pfades anhand der vorhandenen Projektdokumentation.	- Vollvernetzer, logischer und ungestörter Vertrags-terminplan (*Soll*) - Fortgeschriebene, vollvernetzte Terminplanversionen auf Basis des unbestrittenen und dokumentierten Projektfortschritts (*Ist*), idealerweise zum Beginn jedes Zeitfensters
4	Retrospective Longest Path Analysis	Retrospektive Identifikation des kritischen Pfades im unstreitig dokumentierten Ist-Terminplan. Vergleich von Vertragsterminen und definierten Meilensteinen im dokumentierten *Ist* sowie dem ursprünglichen Vertragsterminplan (*Soll*). Anschließende Ableitung von Ursachen für etwaige Unterschiede zwischen *Soll* und *Ist* auf Basis der verfügbaren Projektdokumentation.	- Vollvernetzer, logischer und ungestörter Vertrags-terminplan (*Soll*) - Fortgeschriebene, vollvernetzte Terminplanversionen auf Basis des unbestrittenen und dokumentierten Projektfortschritts (*Ist*)
5	Collapsed As-Built Analysis	Extrahierung von Verzögerungsevents aus dem fortgeschriebenen und unstreitig dokumentierten Ist-Terminplan. Ableitung von Hypothesen, wie sich der Terminplan entwickelt hätte, wenn das verzögernde Event nicht eingetreten wäre (But-For-Analyse).	- Fortgeschriebene, vollvernetzte Terminplanversionen auf Basis des unbestrittenen und dokumentierten Projektfortschritts (*Ist*) - Ausgewählte Verzögerungsevents inkl. Start, Ende und Abhängigkeiten zu anderen Vorgängen

Für den parteibeauftragten oder (schieds-)gerichtlich bestellten Sachverständigen besteht die Herausforderung eingangs darin, eine für den konkreten Einzelfall geeignete Methodik auszuwählen. Hierbei sind zunächst etwaige vertragliche Vorgaben in Kombination mit dem anzuwendenden Recht zu prüfen. Sofern dort keine Regelungen zur Methodik vereinbart wurden, erfolgt die Auswahl in Abhängigkeit der individuellen Vor- und Nachteile der jeweiligen Methodiken sowie der verfügbaren Informationen/Daten und etwaiger Vorgaben der geltenden Rechtsprechung. In diesem Kontext ist es wichtig zu verstehen, dass die Verzugsanalyse – in Abhängigkeit der angewandten Methodik und Verfügbarkeit von Informationen/Daten – zu unterschiedlichen Ergebnissen führen kann, welche sich unter Umständen stark voneinander unterscheiden und damit auch unterschiedliche Fristverlängerungen, Vergütungsanpassungen, Entschädigungs- oder Schadensersatzansprüche nach sich ziehen.

Im zum Referat gehörenden Vortrag wird anhand von praktischen Beispielen erläutert, welchen Einfluss die Auswahl der Methodik auf die Ergebnisse der Verzugsanalyse haben kann und wie der sachgerechte bauablaufbezogene Nachweis unter Abgrenzung verschiedener Verzögerungsursachen und -wirkungen in der Praxis gelingt.

[4] In Anlehnung an das "Delay and Disruption Protocol" der Society of Construction Law (SCL)

Nicht auf den Holzweg geraten! Checkliste zum Thema Konfliktlösung im Bauvertrag

Amy Kläsener
Jones Day
Frankfurt, Deutschland



Nils Kupka
Jones Day
Frankfurt, Deutschland



Nicht auf den Holzweg geraten! Checkliste zum Thema Konfliktlösung im Bauvertrag

Bauprojekte vereinen verschiedenste Leistungen und Gewerke. Es ist das Zusammenspiel unterschiedlicher Spezialisten und am Ende steht ein einheitliches Ganzes, etwas Greifbares, in jedem Fall aber Sichtbares. Entsprechend groß ist bei allen Beteiligten regelmäßig die Vorfreude. Doch bevor die Unterschriften unter die jeweiligen Verträge gesetzten werden, sollten sich die Parteien auch dazu anhalten, über mögliche Auseinandersetzungen einmal nachzudenken. Denn würde man Murphys Law («Alles, was schiefgehen kann, wird auch schiefgehen») auf das Bauprojekt übertragen, dann ist nicht von der Hand zu weisen, dass das mögliche Konfliktpotential alles andere als gering ist.

Streitbeilegungsmechanismen gibt es mittlerweile in zahlreichen Formen. Es bestehen verschiedenste Formen der Schlichtung bzw. Mediation und es gibt nach wie vor die klassische gerichtliche Streitbeilegung. Letztere unterteilt sich grob in Verfahren vor den nationalen Gerichten auf der einen Seite und Verfahren vor Schiedsgerichten auf der anderen Seite. Bei der Wahl zwischen der staatlichen Gerichtsbarkeit und der Schiedsgerichtsbarkeit kann es helfen, wenn sich die Parteien einige grundlegenden Fragen stellen. Auf einige der wichtigsten soll im folgenden Beitrag eingegangen werden.

1. Wie international ist das Projekt?

Bauprojekte können einen ausschließlich nationalen Bezug aufweisen. Es kann sich aber auch um ein grenzüberschreitendes Projekt innerhalb der Europäischen Union oder gar über die Grenzen der Europäischen Union hinaus handeln. Innerhalb der Europäischen Union sind Urteile von Gerichten der Mitgliedstaaten einfach durchzusetzen. Geht es aber über die Grenzen der Europäischen Union hinaus, etwa weil ein Vertragspartner außerhalb der Europäischen Union seinen Firmensitz hat, kann die Vollstreckung eines Urteils und damit auch die Durchsetzung etwaiger Zahlungstitel erhebliche Probleme verursachen. In letzterem Fall spricht Vieles dafür, eine Streitbeilegung durch ein Schiedsgericht zu favorisieren. Denn Schiedsurteile sind aufgrund der enormen Abdeckung durch das sogenannte New Yorker Übereinkommen über die Anerkennung und Vollstreckung ausländischer Schiedssprüche (derzeit 168 Vertragsstaaten) viel einfacher im nicht-europäischen Ausland zu vollstrecken als nationale Gerichtsurteile. Das sollte unbedingt bedacht werden. Denn es gibt nichts Schlimmeres als einen unter Kostenaufwand erstrittenen Titel, mit dem man dann aber nichts anfangen kann.

2. Wer soll entscheiden?

Baustreitigkeiten erfordern regelmäßig nicht nur Rechtskenntnisse, sondern vor allem besondere Fachkenntnis. Seit einigen Jahren gibt es bei den staatlichen Gerichten spezielle Baukammern, in denen fachlich hervorragend qualifizierte Richterinnen und Richter sitzen. Wirkliche Großprojekte gehören hier aber nach wie vor nicht zum Verfahrensalltag. Zu beachten ist grundsätzlich auch, dass die Zuständigkeit der Kammern für Handelssachen an den Landgerichten unberührt bleibt. Wenn eine Handelssache vorliegt – was in Bauprojekten meist der Fall ist – können sowohl der Kläger als auch der Beklagte weiterhin beantragen, dass der Rechtsstreit an die Kammer für Handelssachen verwiesen wird. Dann aber entscheiden in der Regel ein Berufsrichter und zwei ehrenamtliche Beisitzer, die allesamt keine Sonderzuständigkeit für Bausachen haben. Zu beachten ist auch, dass es vor staatlichen Gerichten durchaus zu einem Richterwechsel und einer damit verbundenen erheblichen zeitlichen Verzögerung des Verfahrens kommen kann. Angesichts dieser Umstände kann ein Kernvorteil der Schiedsgerichtsbarkeit darin liegen, dass sich die Parteien die Schiedsrichter aussuchen können. Üblich ist ein Dreierschiedsgericht mit zwei parteibenannten Schiedsrichtern und einem Vorsitzenden, der durch die parteibenannten Schiedsrichter bestimmt wird. Es gibt zahlreiche Schiedsrichter, die auf Bauverfahren spezialisiert

sind und dementsprechend bestens mit dem Vertragswerk, den Bauphasen und Fragen der Schadensquantifizierung vertraut sind. Demgegenüber sind deutsche Richter beispielsweise nur äußerst selten – wenn überhaupt – mit FIDIC-Verträgen befasst, die immerhin standardmäßig eine Schiedsklausel vorsehen.

3. Wird es sehr technisch?

In Verfahren vor den staatlichen Gerichten werden Sachverständige generell vom Gericht bestellt. Etwaige durch die Parteien eingeholte Privatgutachten gelten nur als Parteivortrag, nicht als Beweis. Im Fall des Obsiegens ist auch unsicher, ob die Kosten für ein Privatgutachten als notwendige Kosten der Rechtsführung als erstattungsfähig angesehen werden. Bei der Wahl des gerichtlich zu bestellenden Sachverständigen können sich die Parteien entweder auf einen Sachverständigen einigen – was so gut wie nie der Fall ist – oder das Gericht bestimmt – regelmäßig auf Empfehlung der örtlichen Industrie- und Handelskammer – selbst einen Sachverständigen. Landläufig gilt folgender Erfahrungssatz: «*Wer das Gutachten gewinnt, gewinnt den Prozess*.» Im Verfahren vor einem Schiedsgericht stellt sich die Situation anders dar. In der Praxis sind schiedsgerichtlich bestellte Sachverständige seltener anzutreffen. Stattdessen hat sich etabliert, dass die Parteien den gesamten Streitstoff durch eigene Sachverständige umfassend aufbereiten. Das ist insbesondere von Vorteil, je technischer eine spezielle Streitfrage ist, insbesondere bei neuen Technologien. Tatsächlich entscheidet das Schiedsgericht in der Regel auch allein auf Basis der von den Parteien vorgelegten Parteigutachten – und zwar nach Anhörung, Kreuzverhör und gegebenenfalls Gegenüberstellung der jeweiligen Sachverständigen. Dementsprechend umfangreicher ist insgesamt die Möglichkeit der jeweiligen Partei, auf die eigene technische Beweisführung Einfluss zu nehmen. Gleichzeitig sind die Kosten dafür im Fall des Obsiegens im Schiedsverfahren auch regelmäßig erstattungsfähig.

4. Was ist die Projektsprache?

Gerade in grenzüberschreitenden Projekten ist die Projektsprache Englisch. Das hat dann zur Folge, dass das Vertragswerk und sämtliche andere Dokumentation, einschließlich technischer Bauzeichnungen und Beschreibungen, auf Englisch verfasst sind. Vor den nationalen Gerichten ist die Gerichtssprache Deutsch. Schriftsätze sind in deutscher Sprache einzureichen und Anlagen sind in der Regel zu übersetzen. Im Bereich des Schiedsverfahrens sind die Parteien demgegenüber frei, die Verfahrenssprache zu wählen. Üblicherweise werden Schiedsverfahren in englischer Sprache geführt. Mittlerweile gibt es auch vor einigen deutschen Landgerichten Spezialkammern, vor denen auf Englisch verhandelt werden kann. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass diese Möglichkeit in einem etwaigen Berufungsverfahren wieder wegfällt. Außerdem sind diese Kammern wiederum nicht auf Bausachen spezialisiert.

5. Wird jeder auf seine Kosten kommen?

Je komplexer und umfangreicher ein Streitkomplex ist, desto höher fallen regelmäßig die Kosten der Verfahrensführung aus. Vor den staatlichen Gerichten sind für die eigenen Anwaltskosten nur die Gebühren nach dem Rechtsanwaltsgebührengesetz («RVG») erstattungsfähig. Gerade in umfangreichen Verfahren können die tatsächlichen Kosten die nach dem RVG erstattungsfähigen Kosten jedoch bei Weitem übersteigen. In Schiedsverfahren ist die Kostenerstattung grundsätzlich großzügiger gestaltet. Das Schiedsgericht orientiert sich an vernünftiger Weise aufgewandten Anwaltskosten und hat dabei einen weiten Ermessensspielraum. In der Regel besteht daher in Schiedsverfahren eine größere Chance zur Erstattung von Anwalts- und auch Sachverständigenkosten (siehe zu Letzterem auch bereits Ziffer 3).

6. Wird man eine Einigung finden?

Eine gütliche Einigung ist wirtschaftlich häufig die beste. Dazu bedarf es keines formellen Rahmens, aber häufig hilft eine professionelle Begleitung. Es gibt mittlerweile zahlreiche, auf Bausachen spezialisierte Mediatoren. Viele Streitbeilegungsklausen (vgl. FIDIC, SO-Bau) sehen auch standardmäßig eine Mediationsphase vor Klageeinreichung vor. In der Praxis zeigt sich jedoch oftmals, dass die Parteien am Anfang eines Streits oft noch nicht im Stande sind, sich auf eine Einigung einzulassen. Erst im streitigen Verfahren kristallisieren sich schrittweise die Stärken und Schwächen der jeweiligen Rechtspositionen heraus. Deutsche Gerichte sind gesetzlich dazu verpflichtet, in jeder Lage des Verfahrens auf eine gütliche Beilegung des Rechtsstreits oder einzelner Streitpunkte hinzuwirken (§278 ZPO). Dieses Prinzip wurde in den Regeln der DIS aufgenommen. In internationalen Schiedsverfahren nach anderen Regeln ist diese Praxis aber weit weniger verbreitet – geschweige denn vorgegeben. Grundsätzlich ist aber anzumerken, dass Vergleiche der Parteien in einem Schiedsverfahren regelmäßig in Form eines Schiedsspruchs ergehen, der wie jeder andere Schiedsspruch nach dem New York Übereinkommen vollstreckbar ist.

7. Geht es auch schnell?

Gibt es ein Problem auf der Baustelle, muss es manchmal schnell gehen. Ein Gutachten erstellen, eine vorläufige Entscheidung treffen, Zahlungen bekommen. Einstweiliger Rechtschutz ist vor deutschen staatlichen Gerichten normalerweise innerhalb weniger Wochen zu erreichen. Aber auch in Schiedsverfahren. Vor Konstituierung eines Schiedsgerichts ist der Weg zu den staatlichen Gerichten auch weiterhin offen. Trotz Vereinbarung einer Schiedsklausel (nicht aber Schiedsgutachtervereinbarung) besteht auch die Möglichkeit weiter, ein selbstständiges Beweisverfahren vor den nationalen Gerichten durchzuführen. Ein solches dient allein der Beweissicherung, nicht der verbindlichen Streitentscheidung. Was die Dauer des Hauptverfahrens anbelangt, lässt sich das sowohl für die staatliche Gerichtsbarkeit als auch für die Schiedsgerichtsbarkeit nur schwer absehen. Die Schiedsgerichtsbarkeit profitiert grundsätzlich davon, dass es nur eine Instanz gibt, wohingegen den Parteien eines staatlichen Gerichtsverfahrens mindestens eine zweite Tatsacheninstanz zur Verfügung steht. Immer wieder kommt es bei zeitintensiven Verfahren vor den staatlichen Gerichten auch zu Richterwechseln, was aufgrund der Einarbeitungszeit nicht selten zu weiteren Verzögerungen führt.

8. Wie viele sollen am Tisch sitzen?

Wie eingangs erwähnt, sind Bauprojekte oftmals das Werk von vielen. Auch wenn der Bauherr nicht selbst sämtliche Werkunternehmer beauftragt, sondern nur mit einem Generalunternehmer den Vertrag schließt, wird die Anzahl der Beteiligten dadurch nicht geringer, sondern es entsteht lediglich eine Leistungskette zwischen Bauherr, Generalunternehmer und Subunternehmern. Gerade in einem Streit zwischen Bauherr und Generalunternehmer wird daher eine effiziente Streitbeilegung aus Sicht des Generalunternehmers erfordern, dass in den jeweiligen Teilen der Leistungskette wesentliche Rechts- und Tatsachenfragen nicht unterschiedlich entschieden werden sollen. Im staatlichen Gerichtsverfahren besteht die Möglichkeit, potentiellen Regressgegnern gegenüber eine sogenannte «Streitverkündung» auszusprechen. Der Zweck ist die Bindung des potentiellen Regressgegners an die Entscheidung des Erstprozesses bei einem etwaigen Folgeprozess gegen den Regressgegner selbst. Im Schiedsverfahren ist eine solche Streitverkündung ohne Zustimmung des Dritten nicht ohne Weiteres möglich. Ausgehend von einem grundsätzlichen Bedürfnis einer weitgehend einheitlichen Streitbeilegung sehen viele Schiedsordnungen mittlerweile aber die Möglichkeit vor, dass verschiedene Schiedsverfahren miteinander verbunden werden können. Grundvoraussetzung dafür ist jedoch eine möglichst identisch ausgestaltete Schiedsklausel. Daran sollte beim Entwerfen der Verträge unbedingt – soweit das möglich ist – geachtet werden.

9. Wer weiß was?

Nicht selten hängt der Erfolg einer Klage von Informationen ab, die im Besitz der gegnerischen Partei sind. Insbesondere für Bauherren bei schlüsselfertiger Übergabe fehlt es oftmals am Zugang zu wichtigen Informationen über Baufortschritte, Materialien, usw. In nationalen Gerichtsverfahren wird man von der Gegenseite in der Regel keine Dokumente und Informationen herausverlangen können (unabhängig einer grundsätzlichen Möglichkeit nach § 142 Abs. 1 ZPO). Dies ist auf den Beibringungsgrundsatz zurückzuführen, nach dem es jeder Partei obliegt, die für ihre Klage oder Verteidigung erforderlichen Beweismittel selbst vorzulegen. Es lässt sich daher oftmals nur hoffen, dass rechtlich eine Beweislastumkehr greift. In einem Schiedsverfahren mit internationaler Beteiligung ist die Möglichkeit, Dokumente herauszuverlangen, grundsätzlich einfacher. Das Verfahren wird überwiegend durch die *IBA Rules on the Taking of Evidence in International Commercial Arbitration* geregelt, die seit ihrer ersten Veröffentlichung im Jahr 1999 eine breite Akzeptanz in der Schiedsgerichtsbarkeit gefunden haben. Auch ohne ausdrückliche Vereinbarung kommt den IBA-Rules eine Leitfunktion bei Fragen im Zusammenhang mit der Dokumentenherausgabe zu. Auch in nationalen Schiedsverfahren kann es zu begrenzten Dokumentenherausgaben kommen. Wer sicher sein will, vereinbart explizit die Anwendung der IBA-Regeln.

10. Wie vertraulich soll es sein?

Will man Streitpunkte aus Gründen des Geheimnisschutzes oder einfach aus Gründen der eigenen Wahrnehmung in der Öffentlichkeit vor der Öffentlichkeit geheim halten, bietet dafür ein Verfahren vor staatlichen Gerichten nur beschränkt Gewähr. Denn grundsätzlich gilt nach der deutschen Zivilprozessordnung der Öffentlichkeitsgrundsatz. Nicht ohne Grund werden Urteile auch «*im Namen des Volkes*» gesprochen. Schiedsverfahren sind hingegen per se vertraulich. Von ihrem Ablauf und Inhalt bekommen Öffentlichkeit und Medien nichts mit. Nur für den Fall, dass die unterlegene Partei eines Schiedsverfahrens die Aufhebung eines Schiedsspruchs begehrt – was sie vor nationalen Gerichten anstreben muss – kann bzw. wird die Existenz des Schiedsverfahrens publik. Da ein Aufhebungsverfahren aber keine weitere Tatsacheninstanz ist, ist die Reichweite möglicher öffentlich bekanntwerdender Inhalt beschränkt.

Ergebnis:

Es lohnt sich, sich im Voraus Gedanken zu machen.

Rechtsstreitigkeiten können sich oft als wenig erfreuliches letztes Kapitel eines zunächst erfolgversprechenden Projekts erweisen. Insbesondere die zu investierende Zeit und die Kosten können erheblich sein und enorme Ressourcen binden.

Die Beantwortung der Frage nach einer effizienten Streitbeilegung wird maßgeblich durch die Verfahrensregeln, die Entscheidungsträger, die Sachverständigen und den zur Verfügung stehenden Beweismitteln beeinflusst. Das bedeutet gleichzeitig, dass die Beantwortung dieser Frage auch durch die Wahl zwischen staatlicher Gerichtsbarkeit und Schiedsgerichtsbarkeit beeinflusst wird.

Jedes Projekt ist unterschiedlich – es gibt unterschiedliche Parteien, unterschiedliche Vorhaben, unterschiedliche Strukturen, unterschiedliche Technologien und damit möglicherweise auch unterschiedliche Konfliktpotentiale. In jedem Fall sollten die Parteien, die ihnen offenstehenden Wahlmöglichkeiten aktiv treffen und sich die oben stehenden 10 Fragen daher vor jeden Projekt beantworten.

Gelebter Klimaschutz:
Einfaches und/oder Zirkuläres Bauen

Holz follows Beton

Dirk Höhlich
Architekten Höhlich & Schmotz
Burgdorf (Hannover), Deutschland



Aleksandra Seifert, Weronika Sojka,
Sarah Stewart, Pia Weber
Architekten Höhlich & Schmotz
Burgdorf (Hannover), Deutschland

Holz follows Beton



Abbildung 1: Perspektive Außen

1. Einleitung

Die Konrad-Adenauer-Straße in Ingelheim wird ab Herbst 2023 durch ein architektonisches Leuchtturmprojekt geziert:
Die neue Kreisverwaltung Mainz – Bingen
Das innovative Büro- und Verwaltungsgebäude wird in Holzbauweise errichtet. Es hebt sich dabei besonders durch das nachhaltige Gesamtkonzept von herkömmlichen Gebäuden der gleichen Nutzung und Größenordnung ab.
Mit einer Fassadenlandschaft aus modernen, vorgefertigten Holzfassadenelementen und großzügigen Fensterflächen präsentiert sich der Neubau nach Außen als architektonisches Highlight des Landkreises Mainz-Bingen.
Auch im Innenraum besticht die neue Kreisverwaltung durch die Verwendung ökologischer, organischer und natürlicher Materialien.
Es entsteht nicht nur ein Ort des Arbeitens, sondern vielmehr ein Ort des Wohlfühlens, bei dem der Nachhaltigkeitsgedanke für die Entwicklung, die Entstehung und die spätere Benutzung oberste Priorität war.

Eckdaten
Grundstücksgröße: ca. 10.000 m²
BGF: 16.682,78 m²
BRI: 61.299,25 m³
Geschossigkeit: 4 + UG mit TG
Nutzung: Büro und Verwaltung
KfW55 Gebäude
Holzbau
Fassadenfläche: ca. 4.000 m²
Tragkonstruktion: ca. 2.000 m³ Holz
Fassade: Weißtanne, vorvergraut
Stützen, Unterzüge: Birke, Brettschichtholz
Decken: Fichte, Brettsperrholz-Platten

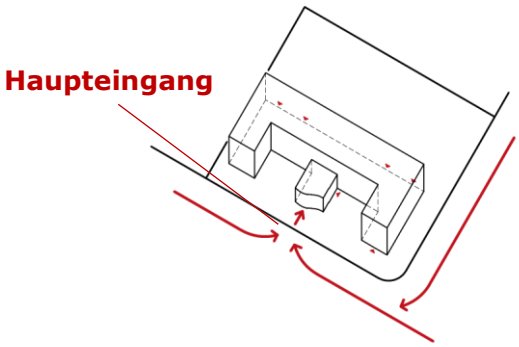


Abbildung 2: Piktogramm Erschließung

2. Der Entwurf und seine Entwicklung

2.1. Von Beton zu Holz

Unser Büro Architekten Höhlich & Schmotz übernahm durch ein VgV-Verfahren in der Leistungsphase 3 den Entwurf von der Kreisverwaltung Mainz-Bingen des Fachbereichs Gebäudemanagement. Zunächst war der Vorentwurf mit einer Stahlbetonbauweise geplant. Der Neubau sollte mit einer Fassade aus WDVS (Wärmedämmverbundsystem) mit außenseitigem Putz entstehen. Noch während der dritten Leistungsphase im Entwurf wurde gemeinsam entschieden, das Gebäude von Beton zu Holz umzuplanen. Gründe dafür waren die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen sowie ein geringerer CO2 Anfall gegenüber dem Baustoff Beton. Neben den ökologischen und ökonomischen Gründen spielte auch der Wohlfühlfaktor mit einem angenehmen Raumklima eine große Rolle.



Abbildung 3: Perspektive Außen, Vorentwurf

Auch kann somit eine verkürzte Bauzeit erzielt werden durch den hohen Vorfertigungsgrad der Tragkonstruktion sowie der Fassadenelemente.

2.2. Entstehung und Verortung

Der Landkreis Mainz-Bingen hat seinen Hauptsitz in der Kreisstadt Ingelheim am Rhein. Durch den großen Zuwachs an Aufgabenbereichen in der Verwaltung, ergab sich ein erheblicher Personenzuwachs in den letzten Jahren. Dadurch konnten nicht alle Verwaltungseinheiten im Hauptsitz an der Georg-Rückert-Straße untergebracht werden. Derzeit sitzen einige Einheiten in dem, des Bestandsgebäudes gegenüberliegenden, Mietobjekt in der Konrad-Adenauer-Straße und weitere Verwaltungseinheiten mussten in einem Gebäude in Nieder-Olm untergebracht werden. [1]
Ziel des Neubaus ist es, alle Einheiten der Verwaltung wieder in eigenen Immobilien in Ingelheim unterbringen zu können. Der Neubau entsteht in der Konrad-Adenauer-Straße 34, Ecke Max-Planck-Straße im Gewerbe- und Industriegebiet nördlich der Innenstadt. Die Konrad-Adenauer-Straße ist eine Hauptverkehrsstraße in Ingelheim, die die nördliche Erschließung der Stadt ermöglicht. Auf dem Grundstück, mit einer Gesamtfläche von ca. 10.000 m², wird sich ein viergeschossiger Büro- und Verwaltungsbau mit Untergeschoss erstrecken. Das Gebäude öffnet sich nach Westen mit einem großzügigen Eingangsbereich, sowie ausgebildeten Höfen und schließt sich im östlichen Bereich, in dem sich das Parken befindet. Durch das Eckgrundstück und der Gebäudepositionierung strahlt der Standort des Dienstgebäudes II bereits aus der Ferne eine starke Präsenz aus. In der unmittelbaren Nachbarschaft sind u.a. mittelständische Gewerbebetriebe, ein Institut für die Medizinische Diagnostik sowie ein kleiner Hotelbetrieb zu finden.

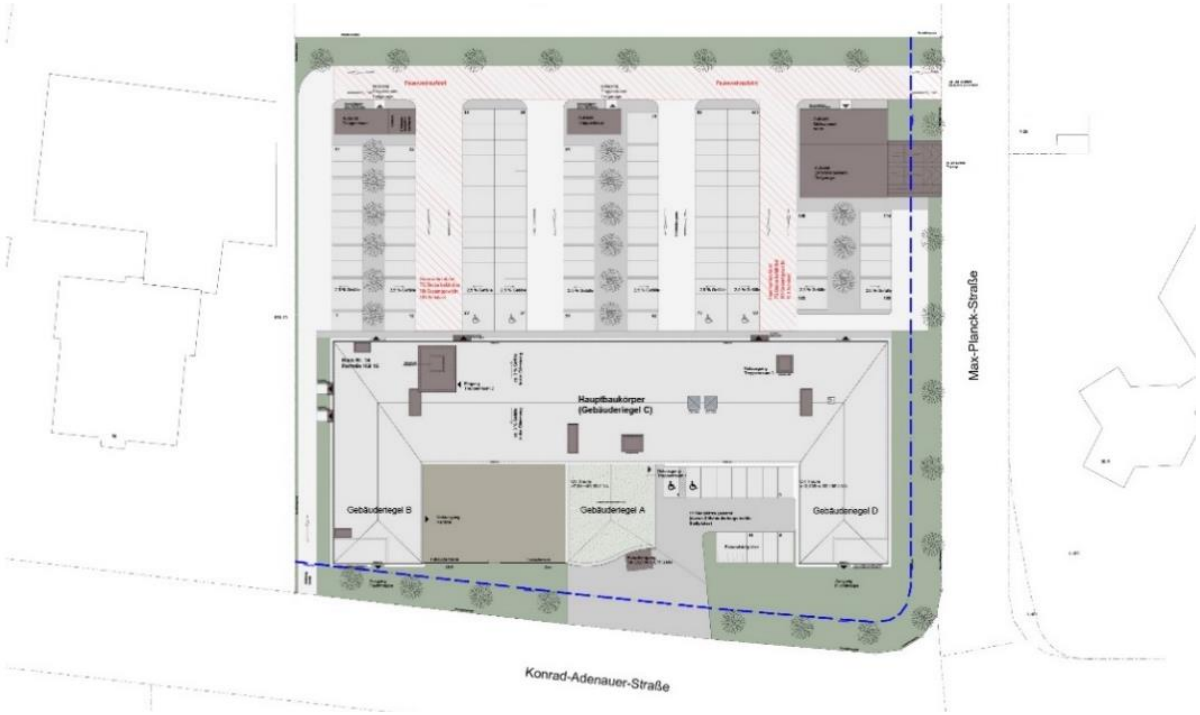


Abbildung 4: Lageplan, Architekten Höhlich & Schmotz

3. Gebäude

3.1. Allgemein, Struktur und Nutzung

Das Dienstgebäude II hat oberirdisch Hauptabmessungen von ca. 90,2 x 35,8 m, die Tiefgarage zeigt Hauptabmessungen von 90,8 x 76,0 m auf. Die Gesamt – Nutzungsfläche (NUF) beläuft sich auf ca. 8.700m² und die Gesamt Nettoraumfläche (NRF) beträgt rund ca. 14.400m². Der oberirdische Hauptbaukörper weist eine Grundrissstruktur in «E-Form» auf oder kann als «3-Finger Gebäude» bezeichnet werden. Der Haupteingangsbereich ist im mittleren Finger westlich mit zwei Geschossen ausgebildet. Die anderen beiden Gebäudefinger sind viergeschossig geplant und werden in Holzbauweise ausgeführt. Die unbebauten Bereiche über der Tiefgarage sind als PKW- und Terrassenflächen vorgesehen. Es soll jedoch eine spätere, 3-geschossige Erweiterung im Norden des Gebäudes, in Verlängerung der vorhandenen Finger, berücksichtigt werden. Im Erdgeschoss der Erweiterung sollen weiterhin die geplanten Parkflächen vorhanden sein, sodass die Erweiterung auf Stützen stehen würde. Die haustechnische Versorgung kann problemlos erweitert werden. Im gesamten Gebäude wird in der Planung und Ausführung die Barrierefreiheit gemäß der DIN 18040 Teil 1 berücksichtigt.

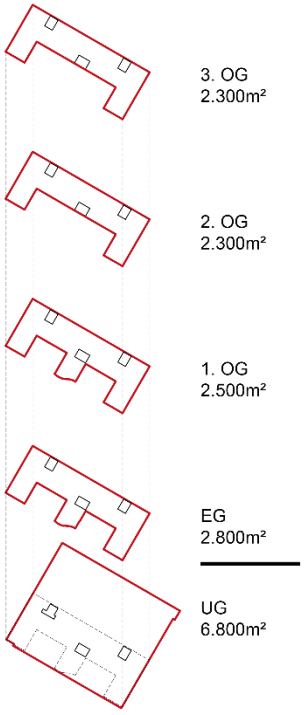


Abbildung 5: Piktogramm Geschossigkeit

Der geplante Neubau ist gemäß §2 (3) NBauO in die Gebäudeklasse 4 einzuordnen. Die Höhe der Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Aufenthaltsraumes über der Geländeoberfläche beträgt 10,15m. Die Tiefgarage wird als Großgarage im Sinne der GarVO mit einer Grundfläche von ca. 4.820m² eingestuft.

Die Energieeffizienz des Holzbaugebäudes spiegelt sich in der KfW55 Förderung wider und hat zudem auch eine Holzbauförderung des Landesbeirats Holz mit dem Förderschwerpunkt modulares Konstruktionssystem Holzbau erhalten.

Die Erschließung im Gebäude erfolgt über drei Haupttreppenkerne. Zwei außenliegende Treppenhäuser befinden sich jeweils in den äußeren Fingern und dienen als zusätzliche Fluchttreppenräume. Auf dem Parkplatz im Außenbereich befinden sich zwei Treppenräume in Glas-Stahl-Konstruktion, die später für die Erweiterung als zusätzliche Treppenhäuser zusammen mit den Geschossen hochgezogen werden können.
Das Stützraster gliedert den Grundriss in Mittel- und Außenzone, die durch die Flure getrennt werden. Während sich in der Mittelzone die dienenden Räume, wie Kopierräume, Teeküche etc. befinden, finden die Büro- und Besprechungsräume in der Außenzone Platz.

Erdgeschoss

Im Erdgeschoss sind Foyer und Empfangsbereich im mittleren Finger nach Westen positioniert. Diese Räume haben die doppelte Raumhöhe, erstrecken sich also über 2 Geschosse. Der Bürger spürt bereits beim Betreten des Gebäudes die Wärme, die Natürlichkeit und den Wohlfühl-Charakter durch die Materialität Holz und der organischen Formensprache. Als Ort des Ankommens und Verweilens lässt das lichtdurchflutete Foyer, mit seinen sichtbaren BSH-Stützen aus Birke und die als Blickfang fungierende bepflanzte grüne Wand, einen warmen und naturbelassenen Eindruck des Neubaus gewinnen. Für die Bürgernähe sind alle Geschosse für den Kundenverkehr öffentlich zugänglich.



Abbildung 6: Perspektive Innen Foyer, Eingangsbereich

Der Erdgeschossbereich beinhaltet neben der Büro- und Besprechungsnutzung eine Küche / Kantine, mit einer Grundfläche von ca. 445m². Diese ist an der Nordseite des Gebäudes angeordnet. Die Kantine soll mehr als ein Ort der Notwendigkeit sein, sondern als Aufenthaltsort und ein Ort der Kommunikation und der Gemeinschaft wahrgenommen werden. Eine Landschaft aus sichtbaren BSP-Decken aus Fichte und die natürliche Belichtung laden zum Verweilen ein. Der Raum spielt mit einer Wechselwirkung von Innen- und Außenraumbezügen. Der nach Süden ausgerichtete Innenhof ist als Erweiterungsfläche des Sitzbereichs zu verstehen.

1.-3. Obergeschoss

Die Obergeschosse werden als Büroeinheiten genutzt und sind alle ähnlich strukturiert. Der Gesamt Brutto-Rauminhalt (BRI) beträgt ca. 61.000 m² und die Gesamt brutto Grundfläche (BGF) ca. 16.500 m².
In der Mittelzone befinden sich die dienenden Räume, die kein Tageslicht benötigen wie z.B. Kopierraum, Teeküche, Putzräume, Archivräume und Technikflächen. In den Außenzonen sind Büro- und größere Besprechungsräume angeordnet. Es gibt Einzel- und Gruppenbüros. Das Standard-Büro für zwei Personen gibt es insgesamt 124-mal im Neubau. Es liegt zwischen zwei Stützrastern und wird durch vier große Öffnungen mit Licht durchflutet. In dem großzügigen Grundriss des Raumes sind die Arbeitsplätze mittig angeordnet, sodass sich genügend Bewegungsfläche anbietet und ausreichend Platz für Regale vorhanden ist. Die sichtbaren BSH-Stützen und Unterzüge aus Birke rahmen die Außenwand und den Ausblick ins Grüne ein. Unterhalb der Fenster bildet sich eine in Holz verkleidete Fensterbank - Nische aus, die als Ablage dient oder zum Sitzen einlädt. Als Kontrast zu den sichtbaren BSP-Decken aus Fichte wird es weiß verputzte Gipskartonwände geben. Die

Gipskartonwände weisen je nach Bereich bestimme Schallschutzanforderungen auf. Durch Verwendung von Deckenstrahlplatten ist es möglich die BSP-Decken in den Büroräumen sichtbar zu lassen. Diese Deckenstrahlplatten sorgen für ein behagliches Temperaturempfinden. Sie dienen als Kühlung und Beheizung. Außerdem ist die Beleuchtung darin integriert. Belüftet wird in den Büros natürlich über die Fenster. Durch die harmonischen, warmen und dezenten Farben und Materialien strahlt der Raum Ruhe aus. Es entsteht ein Ort der Konzentration, indem es angenehm zu Arbeiten ist.



Abbildung 7: Perspektive Innen Büroraum

Angepasst an die Natürlichkeit des Baustoffs Holz ziehen sich Erdtöne in Decken- und Bodenbeläge durch das gesamte Gebäude. Ein brauner Teppich erstreckt sich über die Flure, bis in die Büroräume und verbindet diese optisch zu einer Bürolandschaft. In Richtung der Flure sind die Büros teilweise verglast, sodass diese zusätzlich mit Tageslicht versorgt werden. Durch das Öffnen der Flure entstehen Bereiche für Kopierzonen, Teeküchen und Wartezonen. Diese Verbindung wird sichtbar durch den braunen Teppich, sowie den naturfarbenen Holzwolleakustikdeckenplatten. Besondere Besprechungsbereiche in der Mittelzone sind die sogenannten Silent Rooms. Diese Bereiche sind durch Glaswände abgetrennt und bieten durch Medieninstallation, wie einem Beamer o.ä. Platz für Meetings. Die Silent Rooms heben sich von der Flur-Landschaft durch beigefarbenen Teppich ab. Auch die WC-Bereiche sind den Erdtönen angepasst und in Beige- und Brauntönen gefliest. Neben dem Wechselspiel der natürlichen Materialien und Farben, hebt sich der Sichtbeton an Wänden und Decken in den Treppenhäusern ab. An diesen Schnittstellen wird die Mischbauweise des Gebäudes widerspiegelt. Eine Besonderheit des 1. Obergeschoss ist der größte Besprechungsraum des Neubaus. Der Raum nimmt die geschwungene Wand aus dem Erdgeschossbereich auf und ist in Richtung des Luftraums verglast. Durch die großzügige Öffnung kann man das Treiben im Foyer beobachten. Auch hier kommen die sichtbaren Stützen aus Birke zur Geltung in Verbindung der Holzakustikdecke.



Abbildung 8: Perspektive Innen, Flurbereich, Silent-Room

Untergeschoss
Das Untergeschoss verfügt hauptsächlich über eine Tiefgaragennutzung. In der Max-Planck-Straße ist die Tiefgarageneinfahrt zu finden. Die Tiefgarageneinfahrt soll durch die Installation von einem Beleuchtungskonzept und der Anbringung von Kunst am Bau freundlich gestaltet werden. In der Tiefgarage befinden sich PKW- und Zweiräder Stellplätze. Eine Benutzung ist nur intern für Mitarbeiter der Kreisverwaltung gedacht. Insgesamt soll es 168 Stellplätze für PKW, 40 Fahrradabstellplätze sowie 5 für Roller/Motorräder geben. Weitere Nutzungen im Untergeschoss sind neben Archivflächen auch Lagerflächen, Kadaverraum, Werkstatt, Heizzentrale sowie Technikräume.

3.2. Rohbau, Tragwerk

Gründung
Aufgrund der erforderlichen Ausbautiefe ist mit einer Flächengründung mittels einer elastisch gebetteten Bodenplatte zu planen. [2] Die Bodenplatte hat eine Dicke von 65 cm. Darunter folgt als Aufbau eine PE-Folie, eine geglättete Sauberkeitsschicht mit einer Stärke von 10 cm und ein 30 cm dickes Gründungspolster. Es wird gewährleistet, dass die Lasten aus der Bodenplatte innerhalb des Gründungspolsters, bei einem anzusetzenden Lastausbreitungswinkel von 45°, abgetragen werden können.

Rohbaukonstruktion
Das Tragwerkskonzept besteht aus einer Mischkonstruktion aus Stahlbeton und Holzbau. Hierbei wird das Untergeschoss in Stahlbetonbauweise und die darüberliegenden vier Geschosse in Holzbauweise errichtet. Die Verwendung des Baustoffs Holz ist im Verhältnis zu der Benutzung von Stahlbeton deutlich größer. Der Baukörper wird für horizontalen Lasten (bspw. Windlasten) durch fünf Betonkerne ausgesteift. Diese Betonkerne bestehen aus drei Treppen mit Aufzug und zwei Treppen ohne Aufzug. Die vertikalen Lasten werden über die Dach- und Deckenscheibe erst in die Unterzüge und dann weiter in die Stützen geleitet. Die Fassade sowie die Innenwände haben keine tragende Funktion, bis auf aussteifende Stahlbetonwände. [2] Die Decke über dem Untergeschoss ist eine mit einer Dicke von 45 cm Stahlbetondecke, zweiachsig gespannt. Im Bereich der Stützen sind Deckenverstärkungen vorgesehen. Die Stützen haben einen Durchmesser von 40 cm. Die tragenden Wände sind überwiegend in Stahlbetonbauweise, aber auch als Mauerwerkswände in der Tiefgarage auszuführen. Die gesamte Tiefgarage ist OS8 beschichtet.

Tragkonstruktion Holz
Die Tragkonstruktion besteht aus einem modularem Konstruktionsprinzip. Die einzelnen Holzelemente bestehend aus Decken, Unterzüge und Stützen werden vorgefertigt. Diese Elemente werden auf der Baustelle in einem modularen System geschossweise aufeinandergesetzt. Der Aufbau ist vergleichbar mit Klemmbausteinen. Ein Raster von 2,70 m gibt die Positionierung vor. Erst folgen die Stützen, die oben jeweils eine Gabelung als Auflager der Unterzüge haben. Somit ist der zweite Schritt das Verlegen der Unterzüge, die als Auflager für die BSP-Deckenelemente dienen. Die verlegten Deckenplatten haben jeweils Ausschnitte für die Stützen zur Vermeidung von Querdruckproblemen in den BSP-Decken. Somit werden auch direkte Lasten aus der Stütze in die nächste Stütze eingeleitet. Nach diesem Prinzip wird das Gebäude geschossweise hochgebaut.
Die Decken sind vorgefertigte Brettsperrholz-Platten (BSP) aus Fichte und spannen einachsig zwischen den Unterzügen als Einfeld, -Zweifeld, -und Dreifeldträger. Die höchste Spannweite liegt bei ca. 14 m.



Abbildung 9: Baustellenfoto Tragkonstruktion

Die Geschoss -sowie Deckenplatten sind mit einer 5-lagigen und 20 cm dicken Brettsperrholzplatte vorgesehen.
Die Unterzüge sind aus Brettschichtholz in Birke mit einem Querschnitt von 20/38 cm im Flurbereich und 20/20 cm bei den Außenwänden. Diese liegen zwischen den Stützen mit einer Spannweite von i.d.R. 2,70 m und dienen als Auflager für die BSP-Decken.
Die Stützen sind ebenfalls aus Brettschichtholz in Birke vorgefertigt. Die Innenstützen haben Abmessungen von 22/38 cm und die Außenstützen von 20/28 cm. Es werden Pendel- und Gabelstützen ausgeführt.
Die sichtbare Tragkonstruktion aus Holz kann durch Verwendung von Durchbrüchen ermöglicht werden (siehe Abb. 9, Durchbrüche in den Unterzügen). Somit spiegelt sich der Grundtyp Holz des Gebäudes außen sowie auch im Inneren bis ins Detail wider.

3.3. Gebäudehülle

Die Fassade ist aus ca. 400 vorgefertigten Holzfassadenelementen geplant. Diese werden auf der Baustelle geschossweise aufeinandergesetzt, beginnend im Erdgeschoss. Die System-Fassadenelemente sind aufgestellt auf einem bauseits hergerichteten Stahlbetonsockel. Ein Standard Element besteht aus zwei Fenster, Raffstoreanlage, Laibungsbleche etc. Die Größe eines solches Elements ist geplant in circa 2,70 m breit und 3,325 m hoch. Neben dem Standard Element gibt es weitere Elemente, Eckelemente, Elemente ohne Fenster, Elemente mit einer Außentür etc. Die ausführende Firma Rubner kann in ihrer Fertigung zwei bis drei oben beschriebene Standard Elemente zusammenfassen, sodass ein Element bspw. Maße von circa 5,40 m breit und 3,325 m hoch aufweist. Durch die Verbindung mehrerer Standard Elemente konnte die Gesamtanzahl der vorgefertigten Fassadenelemente auf ca. 200 Stück reduziert werden.

Die Haut der System-Fassade ist geschlossen und mit einer Wechselfalzschalung aus Weißtanne verkleidet. Diese ist nahezu harzfrei sowie größtenteils in der Sichtseite astfrei und sorgt für ein einheitliches Fassadenbild. Für eine gleichmäßige Witterung sind diese Schalungsbretter vorvergraut.
Die Leistenverschalung geht in Leistenbreite über alle Geschosse und erzielt somit ein einheitliches Fassaden- und Fugenbild. Dafür werden drei unterschiedliche Breiten verbaut. Somit wird eine flexible Anordnung der Leistenbretter erzielt, was ermöglicht, dass ganze Leisten am jeweiligen Fenster sowie am jeweiligen Elementstoß enden.

Die hinterlüftete Fassade wird geschossweise durch ein horizontales Band, der Brandsperre, aus Stahlblech geteilt. Diese horizontale Brandsperre hat einen Überstand von 10 cm und soll eine geschossübergreifende Brandausbreitung verhindern.

Für den notwendigen Sonnenschutz sind bereits im Element integrierte Raffstorekästen, inklusive Kabel für den bauseitigen Anschluss der Elektrik, eingebaut. Je nach Himmelsrichtungen weisen die Fensterscheiben einen unterschiedlichen Sonnenschutz auf.

Aufbau bestehend aus:	(von außen nach innen)
– 22 mm	Leistenverschalung, 3 Breiten: 71 mm, 89 mm, 114 mm
– 80x28 mm	Lattung Horizontal
– 60x28 mm	Lattung Vertikal
– 15 mm	Fermacellplatte
– 240 mm	Gefachdämmung Steinwolle WLG035
– 240x60-120 mm	Ständerwerk
– 22 mm	OSB Platte (winddichte Ebene)



Abbildung 10: Baustellenfoto Montage Fassadenelemente



Abbildung 11: Baustellenfoto Detail Fassadenelement

4. Gebäudetechnik

4.1. Heizung-Lüftung-Sanitär [3]

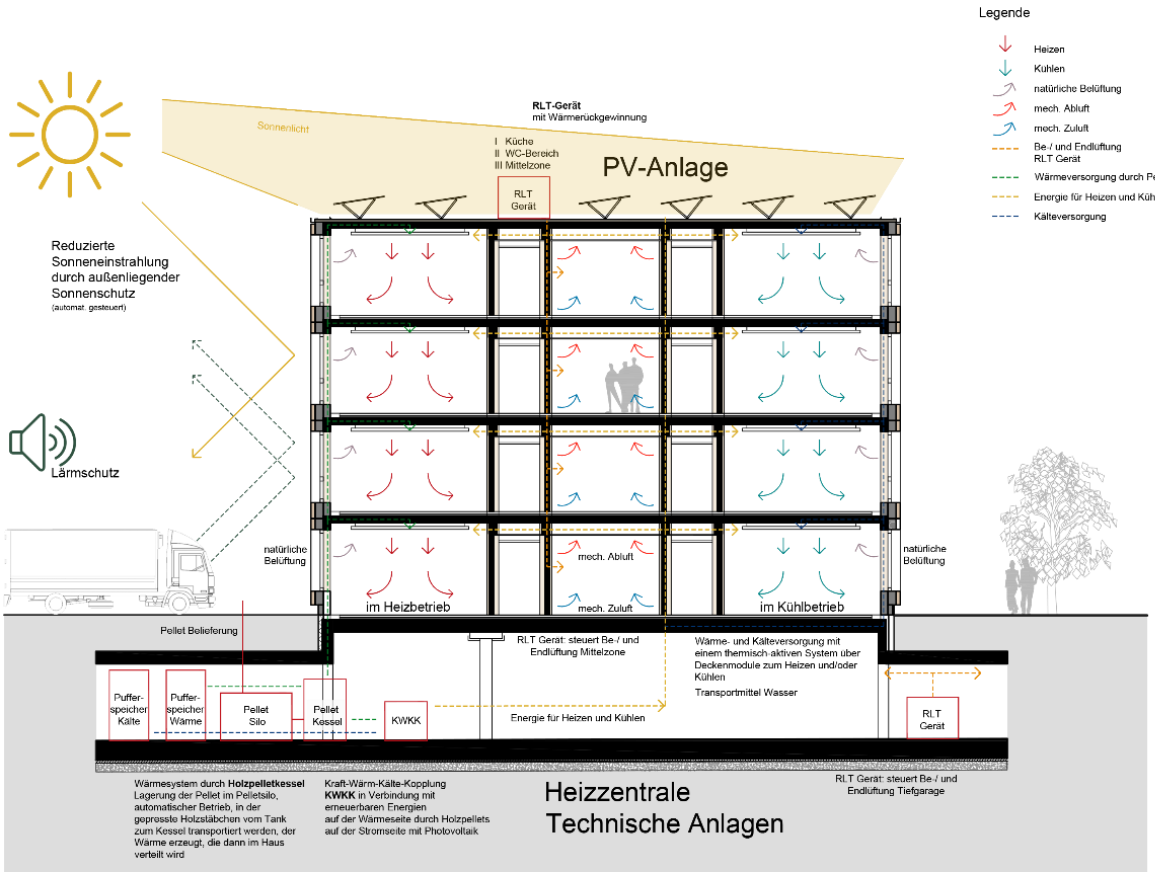


Abbildung 12: Schema Gebäudetechnik Neubau Kreisverwaltung Ingelheim

Die Trinkwasserversorgung erfolgt aus dem öffentlichen Versorgungsnetz der Konrad-Adenauer-Straße. Zur Gewährleistung der Sicherheits- und Komfortanforderungen wird für das gebäudeinterne Trinkwassernetz eine Enthärtungs- und eine Druckerhöhungsanlage vorgesehen. Zur Außenbewässerung wird aus hygienischen Gründen ein nachrüstbares Brauchwasseranlagensystem installiert. Die WC-Bereiche erhalten aus hygienischen Gründen eine Warmwasserversorgung und berührungslose Armaturen. Für die Küche ist zur Reinigung des fetthaltigen Abwassers eine ausreichend große Abscheider Anlage in den Außenanlagen vorgesehen.

Zur Deckung des Raumwärmebedarfs und zur Raumtemperierung in den Sommermonaten werden Deckensegel in die außenliegenden Büroräume positioniert, welche aufgeteilt in 24 Regelzonen für eine individuelle Regelung sorgen. So kann gerade in den Übergangszeiten je nach Himmelsausrichtung der Räume, zonenweise gleichzeitig gekühlt und geheizt werden. Die Besprechungsräume erhalten für die Raumtemperierung in der Raumdecke integrierte Umluftgeräte. Die EDV-Räume und der Serveraum werden ganzjährig zum Geräteschutz redundant mit Kaltwasser zur Raumkühlung versorgt.

Für die innenliegenden Aufenthaltsräume, den WC-Bereichen, dem Speisesaal sowie der Wirtschaftsküche werden zur Außenluftversorgung mit mechanischen Lüftungsanlagen ausgestattet. Während der Nutzungszeiten wird gereinigte und temperierte Außenluft den Räumen zugeführt. In den Zentralgeräten angeordnete Wärmerückgewinnungsanlagen sorgen für einen energetisch optimierten Betrieb. In den Sommermonaten kann die Lüftungsanlage zur Nachtauskühlung herangezogen werden. Die Tiefgarage erhält zur Sicherstellung einer sauberen Umgebungsluft eine mechanische Zu -und Abluftanlage, die für die Abführung schädlicher Abgase bzw. Zuführung von sauberer Außenluft sorgt.

Die Wirtschaftsküche ist so ausgebildet, dass diese als Vollküche für die Versorgung der im Gebäude beschäftigten Personen genutzt werden kann. Vorgesehen ist eine Mittagsverpflegung mit kleinen Nebenangeboten außerhalb der eigentlichen Hauptverpflegung. Die Wärme- und Kälteversorgung im Speisesaal erfolgt anteilig über die mechanischen Lüftungsanlage sowie über Stahlröhrenraditoren an den Außenwandstützen.
Die beiden außenliegenden Treppenhäuser erhalten für den Brandfall eine trockene Löschwasseranlage für den eintreffenden abwehrenden Brandschutz. Eine Sprinkleranlage ist für das Gebäude und der Tiefgarage nicht gefordert.

4.2. Elektrik [4]

Eigenstromversorgungsanlagen
Netzersatzaggregat
Das Gebäude wird mit einem Netzersatzaggregat ausgestattet. Das Netzersatzaggregat wird für eine Vollversorgung des Gebäudes ausgelegt.

Sicherheitsbeleuchtung
Auf Grund des Netzersatzaggregates kann auf eine Sicherheitsbeleuchtungsanlage in Zentralbatterietechnik verzichtet werden.
Die Kennzeichnung der Flucht- und Rettungswege erfolgt mit Rettungszeichenleuchten, versorgt über das Netzersatzaggregat.

Unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlage (USV)
Zur Überbrückung Umschaltzeitraumes wird für den zentralen Datenserver eine USV-Anlage vorgesehen. Gleichfalls werden die Datenschränke auf den einzelnen Etagen mit USV-Einschüben ausgestattet.

Niederspannungsschaltanlagen
Im Untergeschoß des Gebäudes befinden sich die Gebäudehauptverteiler AV / SV mit den Messeinrichtungen (PV / BHKW / NEA) in separaten Technikräumen.

Niederspannungsinstallationsanlagen
In jedem Geschoß wird je Brandabschnitt eine Niederspannungsverteilung in jeweils separaten Technikräumen untergebracht.
Die Installation der Kabel- und Leitungen erfolgt vorwiegend im Estrichbündigen Bodenkanal sowie in Zwischendecken in Kabelrinnen oder Kabelkanälen und Installationsrohren.
Zur Steuerung der Beleuchtung- und elektrischen Sonnenschutzanlage wird das Gebäude mit einem EIB/ KNX-System ausgestattet.

Beleuchtungsanlagen
Die Beleuchtung erfolgt in allen Bereichen gemäß DIN EN 12464-1 und BGR 131 mit Einbau- oder Anbau-/ Pendelleuchten in LED-Technik.
Die Beleuchtung wird tageslichtabhängig sowie über Präsenzmelder in allen Räumen mit natürlichem Tageslichteinfall gesteuert.

Blitzschutz- und Erdungsanlagen
Das Gebäude wird mit einer Fundamenterder- und Ringerder-Anlage zur Anbindung an die äußere Blitzschutzanlage sowie an den inneren Blitzschutz / Potentialausgleich, ausgestattet. Zusätzlich wird in den unbebauten Bereichen über der Tiefgarage eine Potentialsteuerung zur Minimierung der Schrittspannung errichtet.
Das Gebäude wird mit einer Blitzschutzanlage gemäß Blitzschutzklasse 3, ausgestattet.
Alle Niederspannungsverteilungen werden bei Gebäudeein- und austritt berücksichtigt.
Innerhalb des Gebäudes wird der Potentialausgleich aufgebaut.

Such- und Signalanlagen
Türsprechanlage
Am Gebäudehaupteingang, Eingang Küche, Schranken- und Toranlagen, TRH 3, sowie in der IT-Schleuse ist eine SIP-fähige Video-Türsprechanlage zur Aufschaltung auf die bauseitige Telefonanlage vorgesehen.
Schrankenanlagen
Für den Ein- und Ausfahrtsbereich der Tiefgarage, sowie Parkdeck ist jeweils eine Schrankenanlage vorgesehen.

Induktive Höranlagen
In den Besprechungsräumen im 1. Obergeschoß und im Besprechungsraum im 3. Obergeschoß werden induktive Höranlagen vorgesehen.

Gefahrenmelde- und Alarmanlage
Brandmeldeanlage
Das Gebäude wird mit einer automatischen Brandmeldeanlage gemäß DIN 14675 und DIN VDE 0833 ausgestattet. Die Anlage wird als Schutzkategorie 1 (Vollschutz) vorgesehen.

Sprachalarmierungsanlage
Zur Alarmierung des Gebäudes im Brand- und Gefahrenfalle ist eine automatischen Sprachalarmierungsanlage.

Rauch- und Wärmeabzugsanlage (RWA)
Das TRH 1 erhält zur Entrauchung eine RWA-Anlage.

Videoüberwachung
Nach Vorgabe des Bauherrn werden Bereiche wie Parkdeck / Tiefgarage / Bürgerbüro sowie der Außenbereich mit einer Videoüberwachungseinrichtung ausgestattet.

Einbruchmeldeanlage
Die Gebäudebereiche Erdgeschoss, Flure, verschiedene Bereiche im 1. Obergeschoß sowie Bereiche, die von außen zu erreichen sind, werden mit einer Einbruchmeldeüberwachung ausgestattet.

Datenübertragungsnetze
Für die fernmelde- und informationstechnischen Anlagen werden die Leitungsnetze als strukturiertes Datennetz der Kategorie 7 hergestellt (nur als passives Netz).

Aufzugsanlagen
Im Gebäude werden drei maschinenraumlose Seilaufzugsanlagen vorgesehen.

Elektrische Anlagen im Außenbereich
Zur Ausleuchtung der Parkplätze und Zugänge im Außenbereich werden Mast- und Pollerleuchten sowie Wandleuchten realisiert.

Elektr. Schließanlage
Das kompl. Gebäude erhält eine elektronische Schließanlage.

4.3. Energieerzeugung [5]

Heizzentrale
Die Energieversorgung der Kreisverwaltung erfolgt über eine hocheffiziente Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung mittels BHKW in der Grundlast und eine Holzpelletsanlage in der Spitzenlast, die mit einem Elektrofilter zur deutlichen Reduzierung der Staubemissionen ausgestattet wird. In der Heizzentrale befinden sich jeweils ein Wärmespeicher und eine Kältespeicher mit 15.000 Liter Volumen sowie die Wärme- und Kältehauptverteiler nebst allem Zubehör. Die Heizzentrale sowie das Pellets-Lager befinden sich im Untergeschoss angrenzend an die Tiefgarage. Das Pellet Lager hat eine Lagerkapazität von ca. 45 Tonnen. Die Kälteversorgung besteht aus einer Adsorptionskältemaschine, die aus der BHKW-Abwärme hocheffizient Kälte erzeugt und 2 Spitzenlastkühlgeräten, die basierend auf Wasser als Kältemittel (R 718) sehr umweltfreundlich und nachhaltig Kälte erzeugen. Die Rückkühlung erfolgt jeweils auf dem Dach über zwei adiabate Rückkühler mit Hydropads.

Photovoltaikanlage
Die hocheffiziente und erneuerbare Energieversorgung des Gebäudes wir durch eine Photovoltaikanlage, besteht aus 220 Photovoltaikmodulen mit einer Leistung von 90 kWp ergänzt. Die Module werden auf ein freitragendes nach Ost-West ausgerichtetes Flachdachmontagesystem montiert. Zur Anlage gehören 4 Wechselrichter sowie ein Batteriespeicher mit einer nutzbaren Kapazität von 46,8 kWh, womit das PV-System die Stromeigenversorgungsquote des neuen Dienstgebäudes erhöht.

Klimaschutz
Das Energiekonzept für das neue Dienstgebäude der Kreisverwaltung Manz-Bingen reduziert die klimarelevanten CO2-Emissionen um 188,3 Tonnen pro Jahr im Vergleich zu einer konventionellen Strom- und Wärmeversorgung.

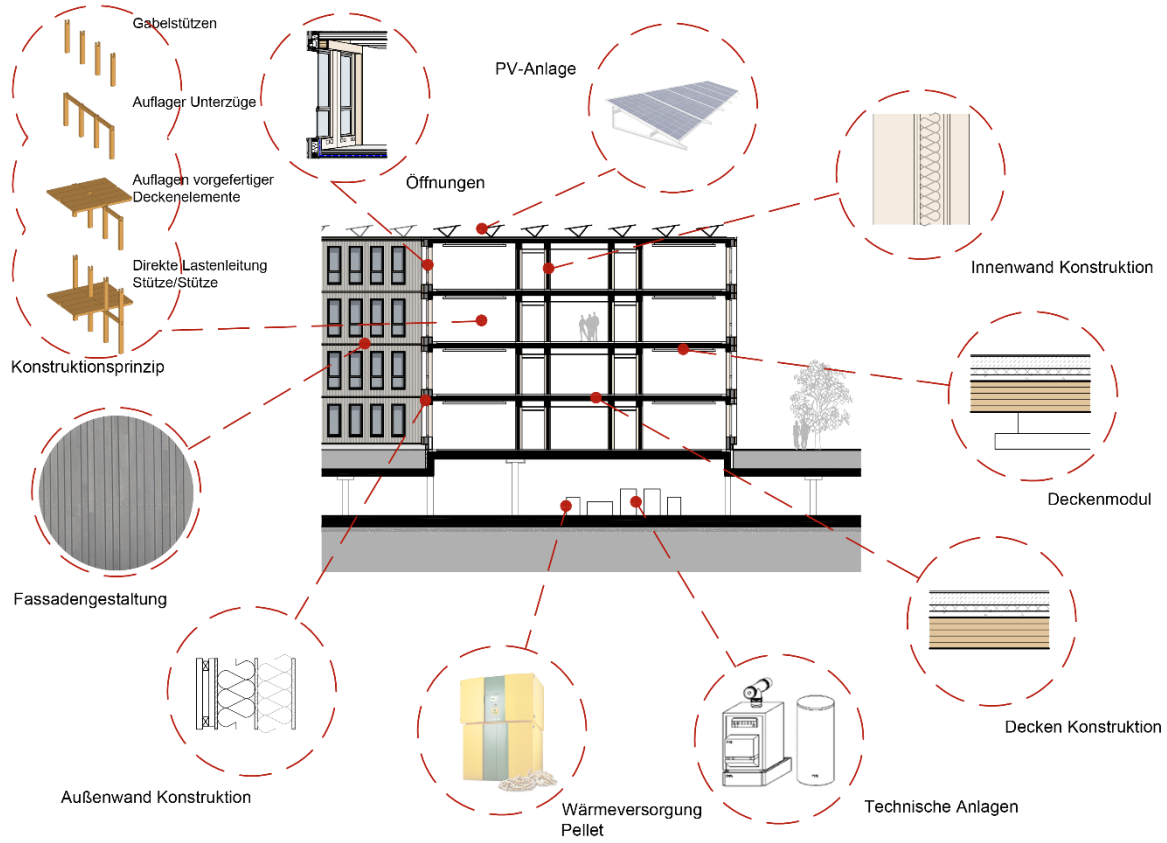


Abbildung 13: Schema Details und Nachhaltigkeitsaspekte Neubau Kreisverwaltung Ingelheim

5. Schluss

Durch das Zusammenspiel aus allen beschriebenen Aspekten wird ein nachhaltiger Arbeitsraum erschaffen. Die charakteristischen Elemente aus Holz und natürlichen Materialien in Kombination mit innovativer Technik lassen die neue Kreisverwaltung Mainz – Bingen zu einem architektonischen Aushängeschild für die Zukunft werden.

6. Referenzen

[1] vgl. 16.1-VgV-ANG-Baubeschreibung, Kreisverwaltung Mainz Bingen, 24.05.2019
[2] vgl. Bericht über die Leistungsphase 2: Vorentwurfsplanung, Fast+Epp, 16.07.2020
[3] Verfasst: ZWP Ingenieur-AG, 08.11.2021
[4] Verfasst: Reichelt Ingenieurgesellschaft für Elektrotechnik mbH & Co.KG, 10.11.2021
[5] Verfasst: EDG Rheinhessen-Nahe mbH, 10.11.2021

7. Bildnachweis

Abbildungen 1, 6-8	Visualisierer: MACINA digital film GmbH & CO KG
Abbildungen 3	Kreisverwaltung Mainz-Bingen
Abbildungen 2, 4-5, 9-13	eigene Abbildungen/Fotos/Pläne

Neubau der Kreisverwaltung Mainz-Bingen

Gastprofessor Dr.-Ing. Jochen Stahl, P.Eng.
Fast + Epp
Darmstadt/Stuttgart, Germany
Vancouver, Canada



Neubau der Kreisverwaltung Mainz-Bingen

1. Ein neues Dienstgebäude für den Kreis Mainz-Bingen

Der Neubau des nunmehr zweiten Dienstgebäudes für den Landkreis Mainz-Bingen in der Kreisstadt Ingelheim am Rhein ist durch einen starken Personalzuwachs provoziert. Die verschiedenen Aufgabenbereiche der Kreisverwaltung prosperierten zum Ende der 2010er-Jahre hin so stark, dass zunächst dezentrale Lösungen außerhalb des Hauptsitzes an der Georg-Rückert-Straße gefunden werden mussten. Langfristig sollten sämtliche Einheiten der Kreisverwaltung jedoch wieder in ein und demselben Gebäude zusammenfinden. Als Standort wurde ein noch freizumachendes Baugrundstück in der Konrad-Adenauer-Straße in Nieder-Ingelheim ins Auge gefasst.

Bereits die ersten Planungen, für die der Landkreis selbst verantwortlich zeichnet, sahen ein großdimensioniertes Gebäude vor, das sich durch hohen Tageslichteintrag, gute Belüftungsmöglichkeiten, ein unterirdisches Parkhaus und weitere Merkmale einer gleichermaßen nutzerfreundlichen wie zukunftsweisenden und somit nachhaltigen Architektur auszeichnet und zugleich in angemessenem Maße den Landkreis repräsentiert. Beherbergen sollte es neben den Büroräumen Besprechungsräume, eine Kantine, Archiv- und Lagerräume, Sanitärräume und Technikflächen. Schon im ersten Bauabschnitt wurde die Möglichkeit einer späteren Erweiterung mitgedacht und beispielsweise die Tiefgarage in voller Ausbaustufe geplant und gebaut.

Das neue Bürogebäude sollte ursprünglich in Massivbauweise mit flexiblen Ausbauelementen wie Systemtrennwände und mobile Trennwände erstellt werden und dabei durch eine Kombination aus leistungsfähiger Gebäudedämmung, thermischer Aktivierung und raumlufttechnischen Anlagen möglichst energieeffizient sein.

2. Vom Massivbau zum Holzhybridbau

Im Zuge der Vorentwurfsplanung konnte auf der Grundlage von Variantenbetrachtungen eine Konkretisierung der Planung hinsichtlich der Baukonstruktion erreicht werden. Bei kanadischen Projekten hatte Fast + Epp bereits umfassende Planungsexpertise für mehrgeschossige Bauten in Holzhybridbauweise gewonnen. Das neue Studierendenwohnheim «Brock Commons» der University of British Columbia in Vancouver war bei seiner Eröffnung 2017 sogar das höchste Holzgebäude der Welt, wobei Erdgeschoss und Treppenkerne in Stahlbetonbauweise erstellt wurden.



Abbildung 1: Brock Commons: Hochhaus in Holzbauweise (Foto: © Michael Elkan 2017)

Auf Ingelheim übertragen heißt das: Das Untergeschoss mit Nutzung Parkhaus wird weiterhin in Stahlbetonbauweise geplant. Für die aufgehenden Geschosse konnte Fast + Epp indes den Auftraggeber mit einer Holzskelettbauweise überzeugen, die im nächsten Kapitel ausführlicher beschrieben wird. Um Brandschutzanforderungen zu erfüllen, und zur Aussteifung der Konstruktion ist für drei Treppenhäuser (teilweise mit Aufzugsschächten) sowie vereinzelte Wände wiederum Stahlbeton vorgesehen; zwei weitere außenliegende Fluchttreppen werden als Stahlkonstruktion geplant.



Abbildung 2: Die neue Kreisverwaltung Ingelheim ist ein mehrgeschossiger Holzhybridbau (Rendering: Architekten Höhlich & Schmotz / Visualisierer: MACINA)

3. Konstruktion nach dem Baukastenprinzip

Die von Fast + Epp entwickelte Konstruktion darf man sich als einfaches Stecksystem nach dem Baukastenprinzip vorstellen. Die Brettschichtholz-Pendelstützen, welche die vertikalen Lasten abtragen, werden in den Flurachsen als Gabelstützen, in den Außenwänden mit Doppelfalz-Ausschnitt ausgebildet. Sie dienen den Unterzügen (ebenfalls aus Brettschichtholz) als Auflager, wodurch Spannweiten von 2,7 Metern (Stützenraster) erreicht werden. Hierauf werden vorgefertigte fünflagige Brettsperrholz-Deckenelemente (CLT) gelegt. Dank einer Aussparung in den Platten leiten die oberen Stützen die vertikalen Lasten direkt in die unteren ein, wodurch Querdruckprobleme in den Decken und Unterzügen vermieden werden. Aufgrund des Steckprinzips konnte im Wesentlichen auf Stahlbauteile verzichtet werden, welche zur Einhaltung der Brandschutzanforderungen verkleidet werden müssen.



Abbildung 3: Die Konstruktion funktioniert nach dem Baukastenprinzip und ist rückbaubar (Grafik: Fast + Epp)



Abbildung 4: Die sichtbare Holzkonstruktion trägt zu einer angenehmen Büroatmosphäre bei (Rendering: Architekten Höhlich & Schmotz / Visualisierer: MACINA)

Insgesamt wurden in Ingelheim rund 2.000 Kubikmeter Fichten- und Birkenholz verbaut. Dadurch werden im Vergleich zur konventionellen Stahlbetonbauweise bereits bei der Herstellung rund 2.000 Tonnen Kohlenstoffdioxid weniger emittiert (graue Energie).

In Anerkennung des Neubaus als «echte Besonderheit und ein tolles Beispiel für gelebten Klimaschutz» hat das rheinland-pfälzische Klimaschutzministerium das Projekt mit einer namhaften Summe gefördert.

4. Laubholz als Alternative zu Nadelholz?

Im Zuge der Entwurfsplanung hat Fast + Epp verschiedene Varianten der Nutzung von Laubholz anstelle von Fichtenholz betrachtet. Anlass dafür waren vor allem stark schwankende Rohholzpreise, die zu einem Zielkonflikt führten: Entweder die Baukosten wären immens gestiegen, oder man hätte die Verwendung des ökologischen Baustoffes Holz minimieren müssen. Im Ergebnis konnte Birke als gangbare Alternative identifiziert werden. Birkenholz war zwar pro Kubikmeter um 270 Euro teurer als Fichte. Durch schlankere Querschnitte war es jedoch möglich, das Volumen des verbauten Holzes um 82 Kubikmeter (ca. 21 Prozent) zu reduzieren, so dass sich die Kostensteigerung insgesamt auf nur 9 Prozent beläuft. Zudem konnte man von stabilen Preisen, hoher Verfügbarkeit und guten Transportmöglichkeiten profitieren und den innovativen Charakter der Konstruktion wahren, die das Bauvorhaben zu einem Leuchtturmprojekt macht.

Da zusätzlich zu den Stützen auch Unterzüge aus Birke hergestellt werden sollten und hier Durchbrüche erforderlich waren, ist auf Anraten des Prüfingenieurs sicherheitshalber die Einholung einer vorhabenbezogenen Bauartgenehmigung (vBG) gemäß § 17 a Abs. 2 Nr. 2 LBauO erfolgt. Für die Antragsunterlagen hat die Firma Hasslacher aus Sachsenburg (Österreich) als Hersteller der Birkenholzelemente eine gutachterliche Stellungnahme von Prof. Dr. Gerhard Schickhofer, dem Leiter des Instituts für Holzbau und Holztechnologie der Technischen Universität Graz, eingeholt. Mit Hilfe von Finite-Element-Berechnungen sind die Spannungen im Bereich von Durchbrüchen in den Unterzügen in Abhängigkeit von ihrer Lage und Größe untersucht worden. Auf der Grundlage dieser Berechnungen sind Querzug- sowie vereinzelt Querkraftverstärkungen angeordnet worden.

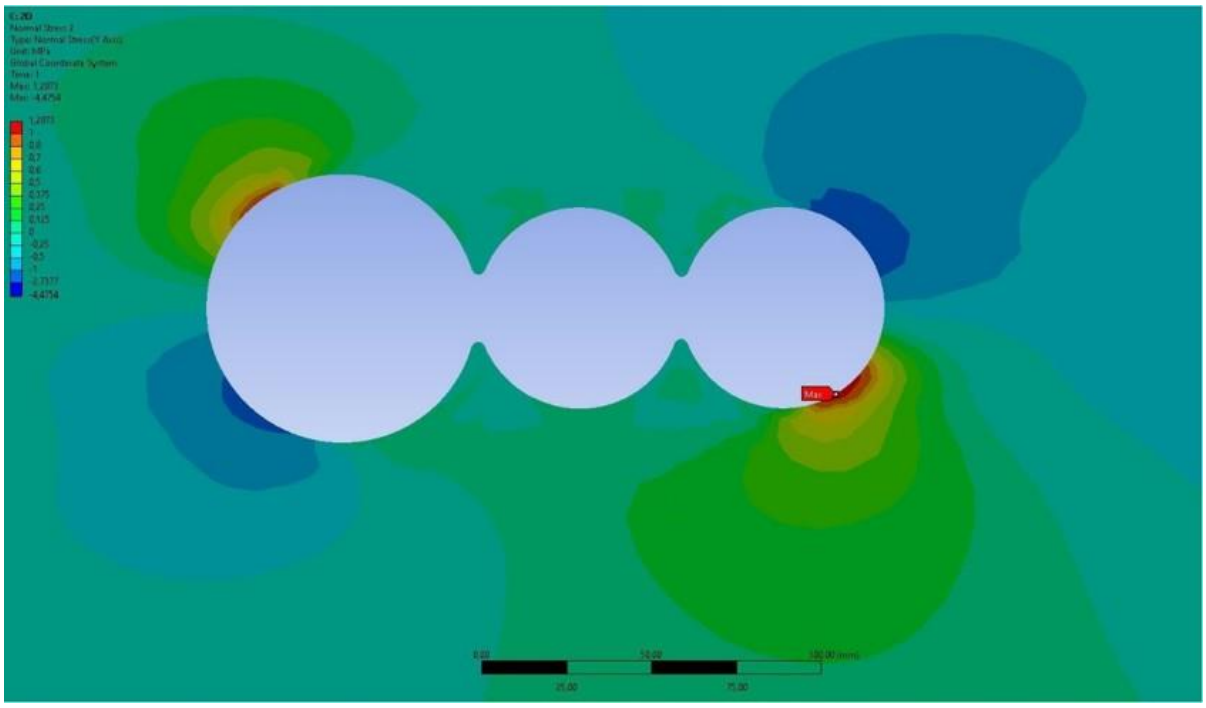


Abbildung 5: FE-Berechnung der Spannungen bei Durchbrüchen in Unterzügen
(Grafik: TU Graz / Prof. Dr. Gerhard Schickhofer)

5. Hohe Flexibilität durch integrale Planung



Planungsaufgaben wie der Neubau des zweiten Dienstgebäudes in Ingelheim sind so komplex, dass ihre erfolgreiche Bearbeitung nur durch einen integralen Planungsprozess im Zusammenspiel aller Projektbeteiligten gelingen kann. Somit trägt eine integrale Planung zur Steigerung der Qualität bei, insbesondere dann, wenn ein Bauteil – wie etwa ein Unterzug – mehr als eine Funktion übernimmt.

Abbildung 6: Grundriss Regelgeschoss
(Ausschnitt; Plandarstellung: Architekten Höhlich & Schmotz)

Der Landkreis Mainz-Bingen als Bauherr hatte, wie oben in Kapitel 1 referiert, schon in der Ausschreibung mit Blick auf eine spätere Umnutzung der Räume eine hohe Grundrissflexibilität gewünscht. Auf diese Vorgabe vom Bauherrn und den Architekten hin hat Fast + Epp ein optimales Tragwerkskonzept entwickelt. Der Lastabtrag erfolgt über die Stützen und Unterzüge in den Flur- bzw. Außenachsen. Somit können die Decken über den Räumen frei spannen. Die Trennwände sind nichttragend und daher frei verschiebbar.

Im Dialog mit den Architekten und den Fachplanern der Technischen Gebäudeausrüstung konnte erreicht werden, dass die Durchbrüche in allen Unterzügen identisch und somit die Bauteile gleich sind. Das hohe Maß an Serialität umfasst schließlich die Deckenheiz- und Kühlsegel an den Bürodecken. Diese liegen nämlich in einer Achse mit den Fenstern und folgen somit dem Fassadenraster, das seinerseits aus dem Raster der Skelettkonstruktion abgeleitet ist. Zahlreiche Bauteile konnten vorgefertigt und die Bauzeit verkürzt werden.



Abbildung 7: Maximale Flexibilität bei der Anordnung der Trennwände durch konsequente Orientierung am Rasters der Skelettkonstruktion (Rendering: Architekten Höhlich & Schmotz / Visualisierer: MACINA)

6. Sichtbare Oberflächen und Brandschutz

Zu den zahlreichen Vorteilen von Holz als Baustoff zählt bekanntlich sein essentieller Beitrag zum Ambiente. Holz schafft Wärme und Wohlfühlatmosphäre durch ein gesundes Raumklima mit optimaler Luftfeuchtigkeit. Daher war schon im Zuge der Vorentwurfsplanung und Ausschreibung angedacht, die Innentüren aus einem beschichteten Holzwerkstoff anzufertigen. Im fertiggestellten Gebäude werden nun die sichtbaren Oberflächen der Stützen, der Unterzüge und der Decken zu einem angenehmen Raumklima beitragen.

Gelöst werden musste hier der Konflikt zwischen einer – zudem möglichst sichtbaren – Tragkonstruktion aus Holz und den Brandschutzanforderungen. Um einen Abbrand in den Durchbrüchen der Unterzüge zu verhindern, sind die Rohrleitungen über Brandschutzschalen abgeschottet. Die feuerfördernde Wirkung von Durchbrüchen zur Leitungsführung wird ferner durch die Ausbildung eines F90-Schachtes und – bereichsweise in den Stahlbetonkernen – eine eigene Brandschottung durch Stahlbeton kompensiert. Drittens wurden an deckengleichen Stahlträgern an der Unterseite Brandschutzplatten angebracht, wobei zur Wahrung der Holzoptik noch ein Abdeckbrett zum Einsatz kommt.

Da das Brandschutzkonzept für den Neubau in Ingelheim insgesamt die Feuerwiderstandsklasse F90-B ausweist, ist über die aufgezählten gesonderten Maßnahmen für sämtliche nicht verkleidete Holzbauteile ein entsprechender Nachweis geführt worden.



Abbildung 8: Die Holz-Skelettkonstruktion im Rohbau. Stützen und Unterzüge bestehen aus Birkenholz, die CLT-Deckenelemente aus Fichtenholz (Foto: Fast + Epp, mit freundlicher Genehmigung des Landkreises Mainz-Bingen)

7. Ökologische Baustoffe ressourcenschonend einsetzen

Im mehrgeschossigen Holzhybridbau kommen regelmäßig Holz-Beton-Verbunddecken zum Einsatz, um beispielsweise die Tragfähigkeit zu erhöhen, Deckenschwingungen zu minimieren oder den Brandschutz zu verbessern. Auch für das Bauvorhaben in Ingelheim ist diese Variante betrachtet, jedoch aufgrund diverser Nachteile nicht weiterverfolgt worden.

Als Kriterium einer nachhaltigen Architektur, die zu schaffen das Gebot der Stunde ist, gilt nicht zuletzt deren Rückbaubarkeit. Bauteile und -elemente sind zunächst nach Material sortenrein und ohne großen Aufwand zu trennen und dann wieder dem technischen Kreislauf zuzuführen. Auf diese Weise wird der hohe Anteil der Baubranche am weltweiten Ressourcenverbrauch reduziert. Dank der von Fast + Epp entwickelten Konstruktion nach dem Baukastenprinzip ist eine spätere Rückbaubarkeit problemlos möglich und die Wirkung der eingesetzten Materialien auf die Umwelt weitgehend reversibel.



Abbildung 9: Hoher Vorfertigungsgrad, kurze Bauzeit, Rückbaubarkeit: Der Neubau in Ingelheim ist ein Leuchtturmprojekt in Sachen Innovation und Nachhaltigkeit (Foto: Fast + Epp, mit freundlicher Genehmigung des Landkreises Mainz-Bingen)

Einfach Bauen – Landwirtschaftliches Zentrum Salez

Andy Senn
Architekt
St. Gallen, Schweiz



Einfach Bauen – Landwirtschaftliches Zentrum Salez

Im Dialog mit der Natur

Der Erweiterungsbau für das Landwirtschaftliche Zentrum St. Gallen in Salez schafft aus den heterogenen Bauten der Anlage ein Ensemble und bietet eine Fülle von Raumerlebnissen.

Von Gerhard Mack



Am besten sieht man die neue Landwirtschaftsschule, wenn man daran vorbeigefahren ist und auf der Landstrasse nach Saxerriet innehält und sich umdreht. Dann zeichnet sich über dem flachen Feld ein Saum aus Holz in den Himmel, der den Blick festhält und an die Baumreihen erinnert, die das Rheintal quer zum Fluss als Barrieren gegen den Fön-Wind durchziehen. Auf einer Länge von gut hundert Metern markiert er die Siedlungsgrenze zwischen dem Weiler Salez und dem freien Feld. Dabei wirkt der Riegel aus der Entfernung fast porös und so durchlässig wie ein Gewebe. Wer näher kommt, sieht, dass sich der Effekt einer einfachen Schichtung verdankt. Neun Meter hohe Pfosten aus Eichenholz setzen in regelmässigen Abständen einen vertikalen Rhythmus. An ihnen sind durchlaufende Laubengänge befestigt. Beides zusammen schafft einen Raum vor der eigentlichen Wand aus Holz und Glas.

Sie gehören zum Abschluss des Gebäudes dazu, sind gewissermassen Teil dieser Wand, lösen sie jedoch auch auf in den offenen Raum des Feldes. Wenn die Umgebungsarbeiten abgeschlossen sind, finden sie in einer neu gepflanzten Baumreihe einen Gegenpart, der sich wie ein schützender Mantel vor das Gebäude legt und die Vermittlung zwischen Bau und Feld, zwischen geschlossenem und offenem Raum nochmals ausdifferenziert. Erst wenn man sich dem Gebäude nähert, gewinnt sein filigraner Charakter an Kompaktheit, wird fest und auch visuell zu einer Wand in der Landschaft, die jedem Fönwind trotzt.





Das Architekturbüro Andy Senn konzipiert neue Gebäude entsprechend überwiegend als Holzbau. Lediglich das Untergeschoss, das 40 Prozent der Grundfläche einnimmt, die Bodenplatte des Erdgeschosses, der Sockel sowie die Pfählung werden in Beton ausgeführt. Der Grundwasserspiegel kann in dem moorigen Gelände die Erdoberfläche erreichen, der tragfähige Rheinschotter beginnt erst in 10-15 Meter Tiefe. In ihn wurden 260 Stahlbeton-

pfähle fünf Meter tief eingelassen, die das Gebäude erdbebensicher gründen. Darüber erhebt sich ein reiner Holzbau, der wetterseitig in Eiche, sonst aber in Weisstanne ausgeführt ist, über das der Kanton in grossen Massen verfügt; es wurde versucht, möglichst viel Holz aus der Region zu verwenden. Der zweigeschossige Schultrakt ist als Skelettbau aus Holz ausgeführt, der für die Räume ein Grundraster von 2,14 Metern vorgibt und alle konstruktiven Details sichtbar lässt.

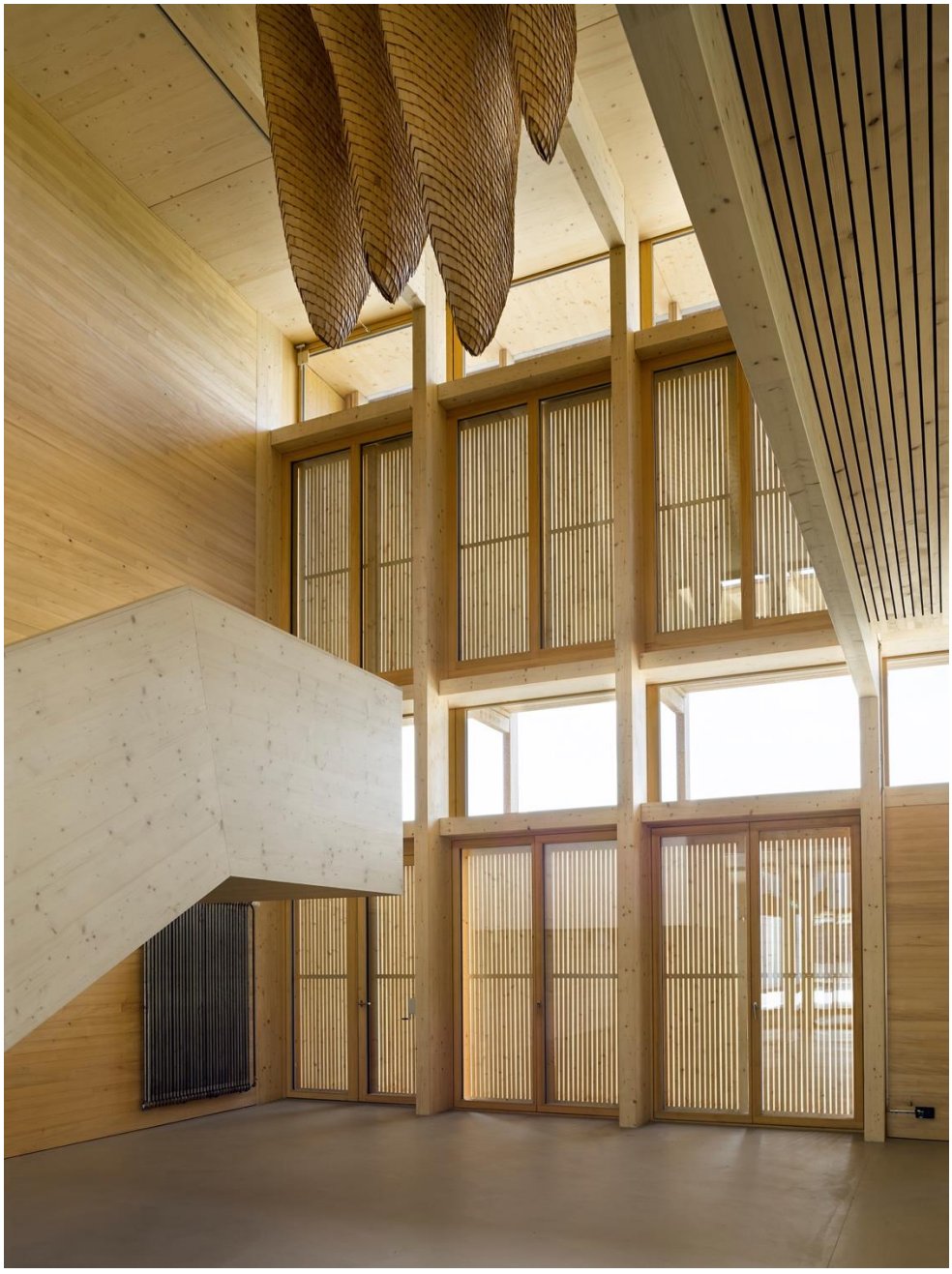
Wer ihn durch den Haupteingang am schmalseitigen Ende betritt, der nach der geplanten Erweiterung 2025 auch diese erschliessen wird, findet sich nach dem Entrée in einer grosszügigen offenen Raumsituation. Eine frei liegende Treppe führt ins Obergeschoss. Die Mensa bildet einen grossen offenen Raum, dessen Grenze zum Mittelgang nur eine Reihe von Tragstützen markieren.

Die Flügeltüren der Aula gegenüber lassen sich öffnen, sodass bei Bedarf ein grosser fliessender Raum entsteht. Der Mittelgang selbst öffnet den Blick über die ganze Länge des Gebäudes. Ein Gebäudeeinschnitt nach der Mensa wird zur gedeckten, teilweise über zwei Geschosse offenen Terrasse. Küche und Lernküche schliessen sich zu beiden Seiten des Flures als klimatechnisch getrennte Bereiche mit eigenen Unterrichtszimmern an.

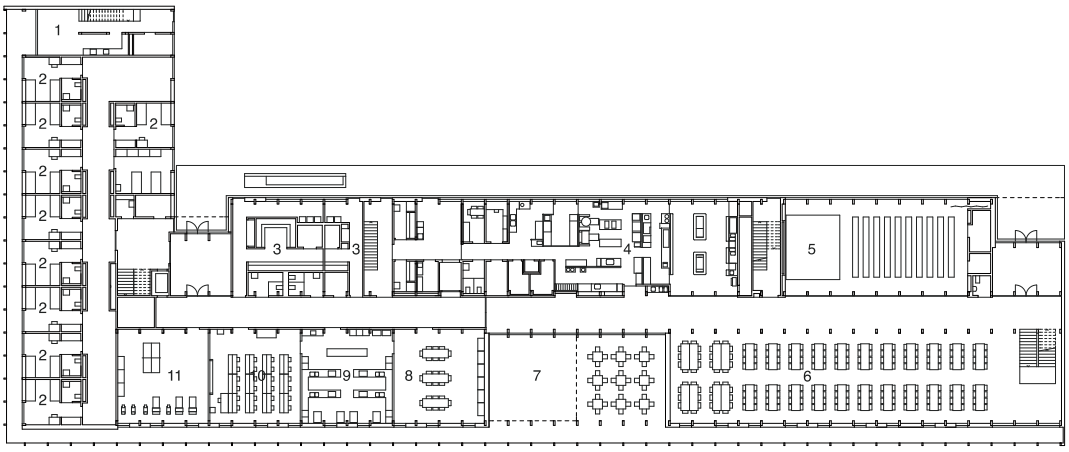


Am Ende führt ein Übergangsbereich zu einem zweiten Eingang und Treppenbereich, der Schule und Internat miteinander verbindet. Dass vom Tragwerk über die Wände und Decken bis zu den von Andy Senn eigens entworfenen Klapptischen alles in Holz ausgeführt ist, gibt diesen verschiedenen Raumzonen ein einheitliches Gepräge, das durch das spezifische Raumklima auch körperlich wahrnehmbar ist. Lediglich die mit einer Kasein-Schicht aus Milch und Lehm überzogenen Holz-Beton-Verbunddecken sowie die in verschiedenen Farben gehaltenen Türen (orange für die Schule, grün fürs Internat) setzen eigene Akzente. Besonders die das vierfache Raster einnehmenden Schulzimmer und die zwischen ihnen liegenden, halb so breiten Gruppen- und Vorbereitungsräume im Obergeschoss verströmen fast die Atmosphäre einer Geborgenheit gebenden Schatulle. Ihre Abfolge ist durch einen grosszügigen Pausenbereich und eine Terrasse durchbrochen, die die Hälfte

des Gebäudeeinschnitts nach Süden einnimmt und bei schönem Wetter auch für Unterrichtszwecke genutzt werden kann.
Die Nähe zum Alltag der Benutzer, die das Gebäude schon alleine durch das Material Holz signalisiert, wird durch eine Installation nochmals auf einer weiteren Ebene hervorgehoben, die Elisabeth Nembrini im Rahmen eines Kunst am Bau-Projektes entwickelt hat: Im Bereich der Haupttreppe hängen vier taschenartige Gebilde aus von Hand gespaltenen Schindeln, die den Waben von Bienen nachgebildet sind. Die Künstlerin verortet die Tiere an der Schnittstelle zwischen Kultur und Natur. Sie sind für unsere Landwirtschaft unerlässlich, aber auch durch sie gefährdet, wenn Chemikalien und eingeschleppte Schädlinge sie bedrohen. Nur ein Dialog kann ein fruchtbares Miteinander ermöglichen. Um das zu zeigen, hat Elisabeth Nembrini im Verhältnis 1:15 einen Bienenstock in der Form des Treppenhauses gebaut und Bienen darin Wachswaben herstellen lassen. Bevor sie darin Honig einlagerten, wurden diese fünf biomorphen Gebilde entfernt, eingescannt und auf die skulpturale Form im Verhältnis von 1:15 vergrössert. Die Veränderungen in Massstab und Material liessen eine Skulptur entstehen, die abstrakt wirkt und gerade darin auf die Notwendigkeit einer Vermittlung zwischen Natur und Kultur verweist – wie auf andere Weise auch der Entwurf von Andy Senn.

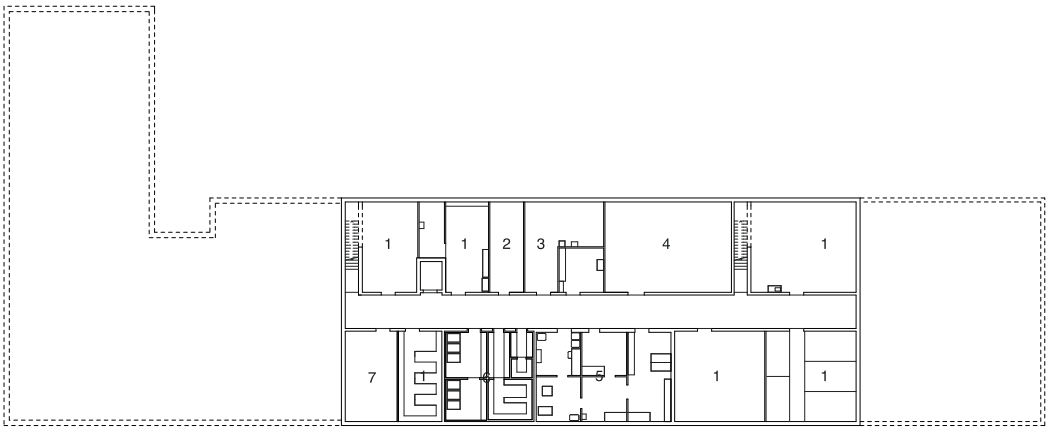


Pläne



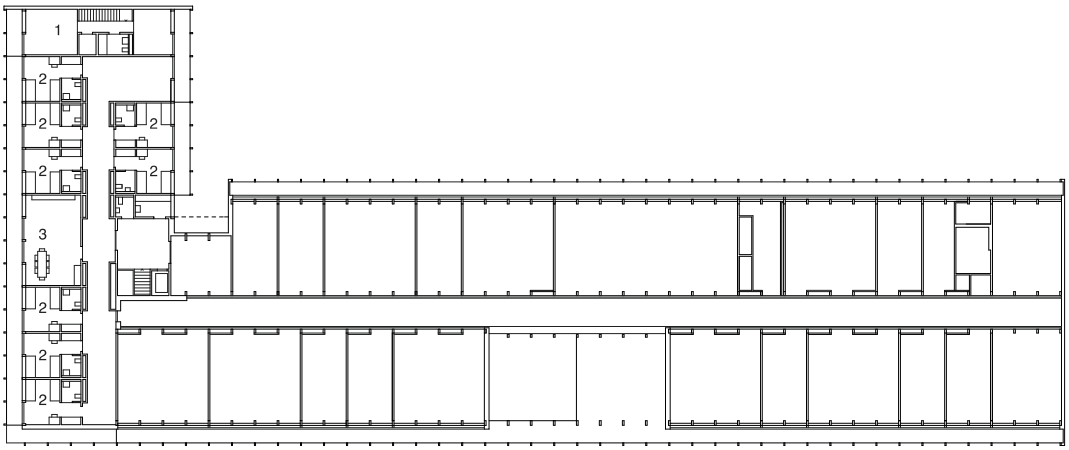
GRUNDRISS ERDGESCHOSS
MST. 1 : 500

LEGENDE:
1 ABWARTWOHNUNG
2 INTERNATSZIMMER
3 GARDEROBEN
4 GEWERBLICHE KÜCHE
5 AULA
6 MENSA
7 TERRASSE
8 AUFENTHALTSRAUM
9 SCHULKÜCHE
10 KLASSENZIMMER
11 FITNESSRAUM



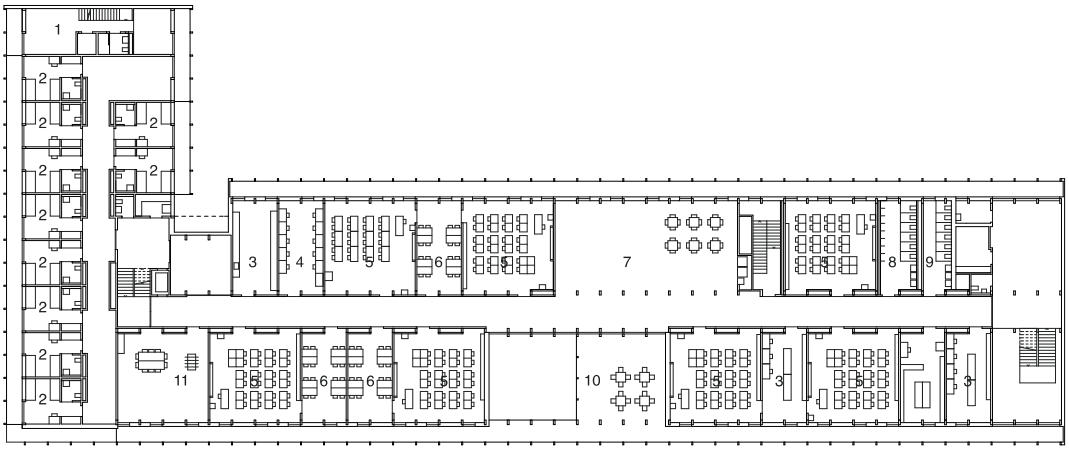
GRUNDRISS UNTERGESCHOSS
MST. 1 : 500

LEGENDE:
1 LAGER
2 ELEKTROZENTRALE
3 ENTSORGUNG
4 TECHNIK
5 WÄSCHEREI
6 KÜHLRÄUME
7 WEINKELLER



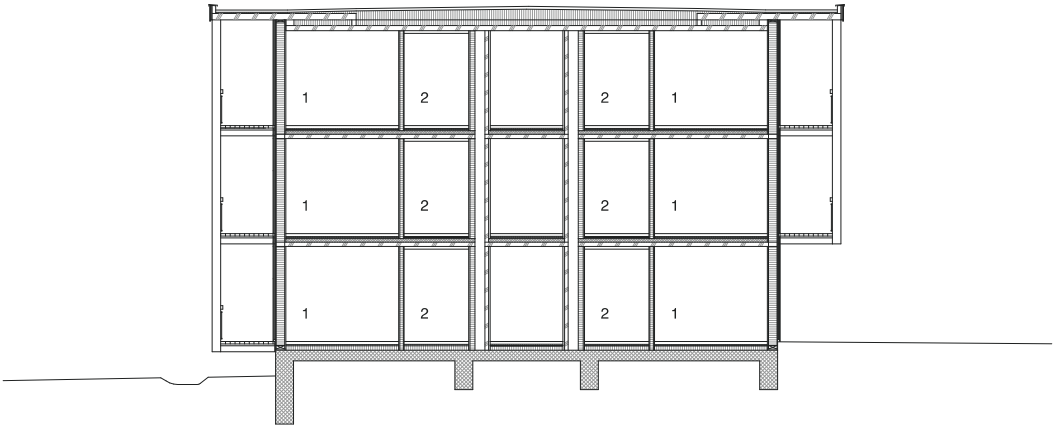
GRUNDRISS 2. OBERGESCHOSS
MST. 1 : 500

LEGENDE:
1 ABWARTWOHNUNG
2 INTERNATSZIMMER
3 FERNSEHZIMMER



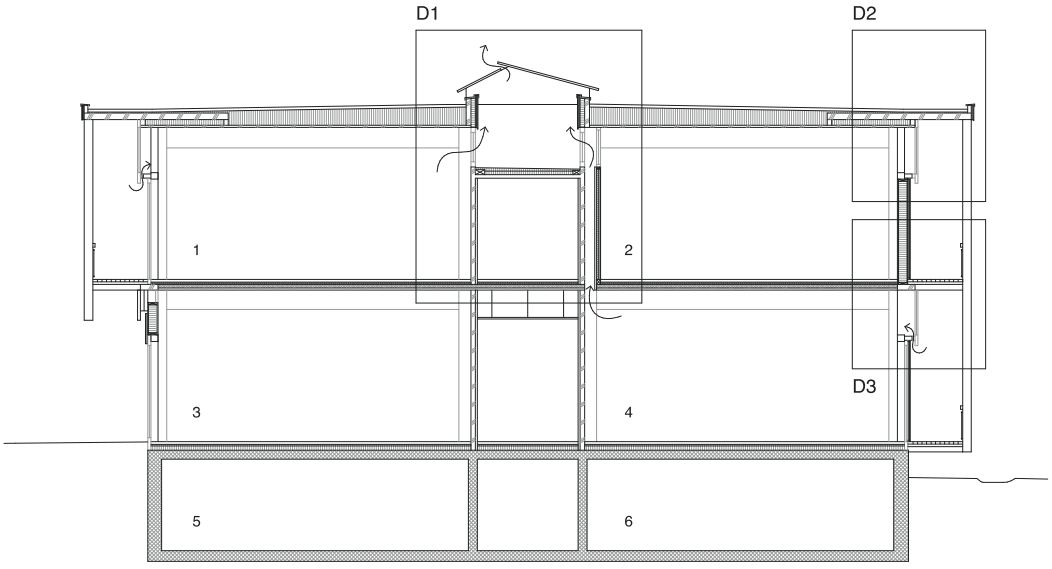
GRUNDRISS 1. OBERGESCHOSS
MST. 1 : 500

LEGENDE:
1 ABWARTWOHNUNG
2 INTERNATSZIMMER
3 VORBEREITUNGSRAUM
4 INFORMATIKRAUM
5 KLASSENZIMMER
6 GRUPPENRAUM
7 AUFENTHALTSBEREICH
8 WC HERREN
9 WC DAMEN
10 TERRASSE
11 AUFENTHALTSRAUM



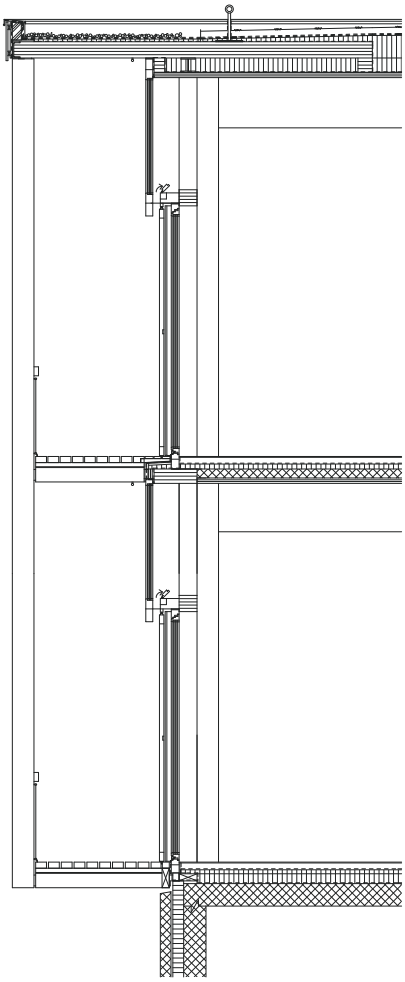
QUERSCHNITT INTERNATSTRAKT
MST. 1 : 150

LEGENDE:
1 INTERNATSZIMMER
2 BAD

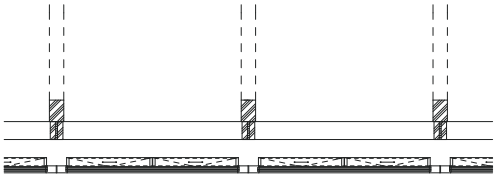


QUERSCHNITT SCHULTRAKT
MST. 1 : 150

LEGENDE:
1 KLASSENZIMMER
2 GRUPPENRAUM
3 GARDEROBE
4 SCHULKÜCHE
5 LAGER
6 WEINKELLER

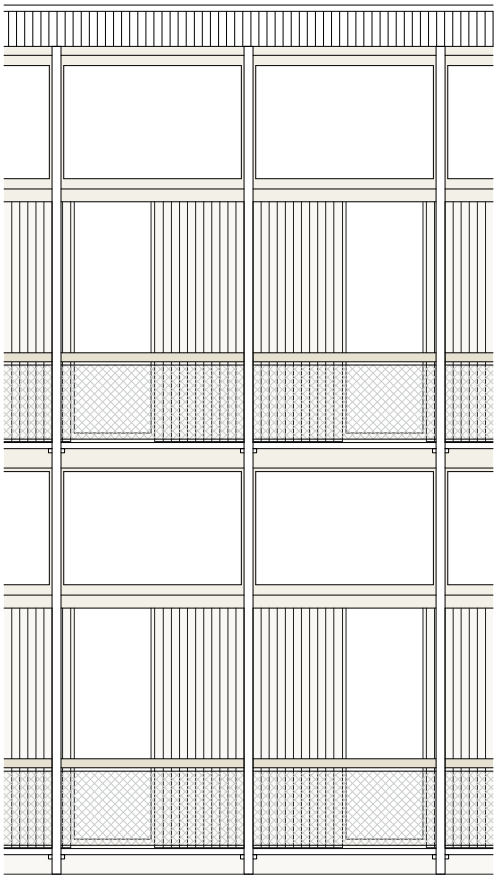


SÜDFASSADE - FASSADENSCHNITT
SCHULTRAKT - MST. 1 : 60

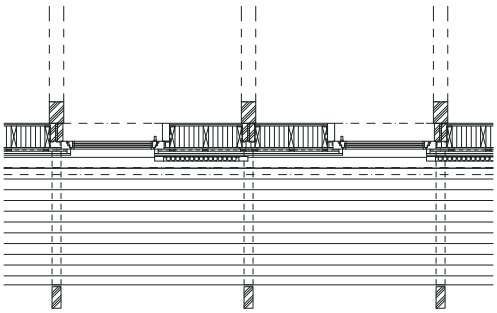


SÜDFASSADE - GRUNDRISS DURCH OBLICHTER
SCHULTRAKT - MST. 1 : 60

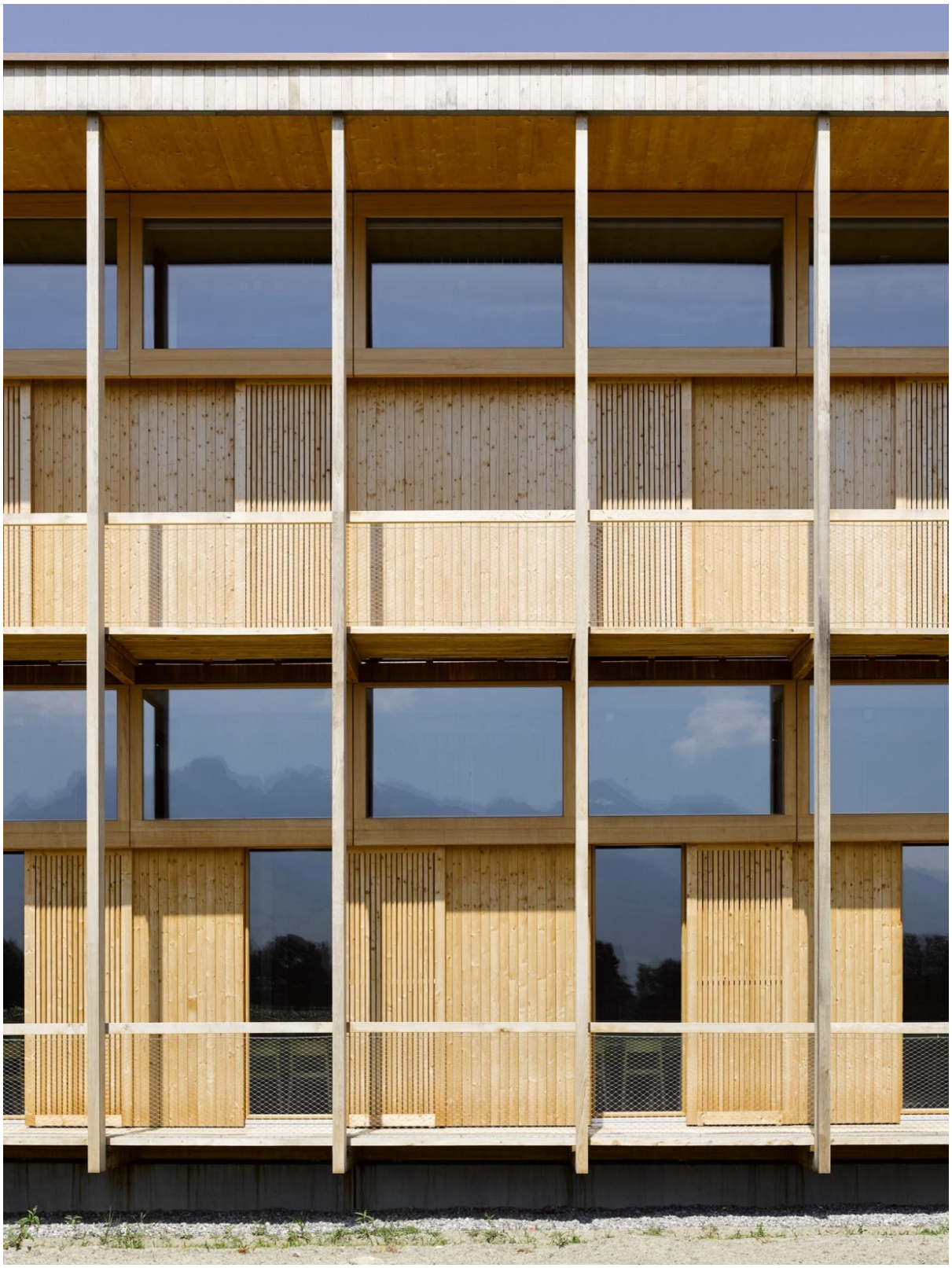




SÜDFASSADE - ANSICHT
SCHULTRAKT - MST. 1 : 60



SÜDFASSADE - GRUNDRISS DURCH FENSTER
SCHULTRAKT - MST. 1 : 60



Vom CRCLR-Haus zum Vollgut

Christian Schöningh
TRNSFRM eG – Transformation Bauen
Berlin, Deutschland



Vom CRCLR-Haus zum Vollgut

Hinweis: dieser schriftliche Bericht beschränkt sich aus Platzgründen auf das CRCLR-Haus

Das CRCLR-Haus ist ein Umbau- und Erweiterungsprojekt in Berlin-Neukölln.
Ein lange Zeit leerstehender Teil einer gründerzeitlichen Brauerei wurde umgenutzt und um drei Geschosse zu einem gemischt genutzten Gebäude aufgestockt.
Als Bauherrin hatten wir eine sehr weitgehend gefasste nachhaltige Agenda für das Planungsteam formuliert.

1. Anlass, Initiative und Perspektive der Bauherrin

Die Initiative zum Bau des CRCLR Hauses geht zurück auf einen großen Erfolg an nicht weit entfernter Stelle: ein kleines gründerzeitliches Fabrik-Hinterhaus war schnell viel zu klein geworden als Ort für das Aufeinandertreffen, den Austausch und die Weiterentwicklung von Ideen, Fähigkeiten und Ressourcen zwischen Menschen und Projekten.
Für die angestrebte Erweiterung wurde erstens das Thema Zirkularität fokussiert und zweitens als Standort eine ca. 2.700 qm große, leerstehende Fabrikarchitektur ins Auge gefasst: das ehemalige Sozial- und Lagergebäude der Kindl Brauerei in Berlin Neukölln.
Die Betreiber.innen (agora collective e.V.) fragten die Stiftung Edith Maryon aus Basel an, gemeinsam ein Projekt zu entwickeln, das den Erwerb der zum Kauf angebotenen Liegenschaft begründen sollte. Die Stiftung veranlasste eine Prüfung, um sowohl die Immobilie als auch die Initiator.innen unter die Lupe zu nehmen.
Das führte Ende 2015 zum Kauf des Areals durch eine Tochtergesellschaft der Stiftung.
Das Gesamtprojekt wurde deutlich grösser als das zunächst betrachtete Gebäude; es beinhaltete einen zweiten Bauplatz für ein Neubauvorhaben und ca. 40.000 qm weitere, zum Teil bereits nachgenutzte Bestandsflächen der ehemaligen Brauerei.

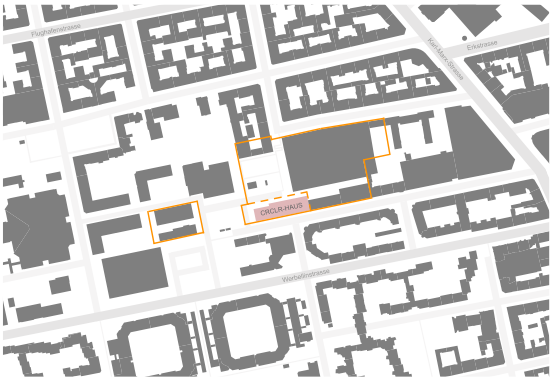


Abbildung 1: Lageplan CRCLR Haus in Berlin-Neukölln

Alle bis hierher Beteiligten formierten sich zu einem Team, das die weitere Projektentwicklung und -steuerung des gesamten Areals übernehmen sollte, wohlgemerkt verschiedene Planungs-Fachleute gemeinsam mit den designierten Nutzer.innen mehrerer Projekte und Vertreter.innen der Eigentümerin in einem Team.
In dieser Konstellation wurde u.a. die Planungsaufgabe für das CRCLR-Haus entwickelt mit folgenden, stark zusammengefassten Zielen:
- Erhalt des Bestandes und Umbau zu Werkstätten und Co-Working
- Aufstockung um 2 bis 3 Geschosse mit ca. 2.000 qm für Wohnen und Gewerbe
- Wiederverwendung und künftige Wiederverwendbarkeit neuer Bauteile und -materialien.

Ebenfalls in dieser Phase entstand der Gedanke für die Bauherrenschaft im Erbbaurecht in Form einer Dachgenossenschaft für insgesamt mehrere Projekte auf dem Areal.
Mitte 2015 erfolgte der Projektaufruf «Experimenteller Geschosswohnungsbau in Berlin» im Rahmen des Berliner Sondervermögens «Infrastruktur der wachsenden Stadt (SIWA)». Dort konnten sich Projektinitiativen um erhebliche nicht rückzahlbare Zuschüsse bewerben. Dass beide eingereichten Projekte der TRNSFRM mit ihren experimentellen Inhalten die Auslober überzeugen konnten, war ein nicht zu unterschätzender Impuls für die letztlich selbstgetragene Entwicklung der Projekte.

Die Genossenschaft TRNSFRM eG wurde im Sommer 2016 mit dem Selbstverständnis eines gemeinwohlorientierten Bauträgers gegründet. Gemeinwohl im Sinne der Nachhaltigkeit sowie einer gemischten und gerechten Stadt.
Die TRNSFRM hat sich die durch die Initiator.innen entwickelte Programmatik für den Betrieb des CRCLR-Hauses als Leitschnur des eigenen Handelns bei Planung und Bau zu eigen gemacht; auch der Bau des Hauses selber sollte zirkulär umgesetzt werden. «Zirkulär» wurde dabei vorläufig verstanden als ein nachhaltiger, bewusster und ganzheitlich an der Kreislaufwirtschaft orientierter Umgang mit jeglichen Ressourcen.
Wir möchten mit dem CRCLR-Haus der Erkenntnis gerecht werden, dass ein Bauwerk nur nachhaltig sein kann, wenn die soziale Dimension nicht – wie sonst häufig – vernachlässigt wird und gleichzeitig heutzutage nur noch sozial sein kann, was auch in einem umfassenden Sinn nachhaltig ist.
Die Beurkundung der Erbbaurechte erfolgte 2017 (Alltag) und 2018 (CRCLR-Haus). Der einzige Kreislauf, den alle Beteiligten damit verhindern wollten, wurde so für mindestens 99 Jahre unterbrochen: die anhaltende «Wertsteigerung» der Immobilie, getrieben aus spekulativen Prozessen auf dem Grundstücksmarkt.

2. Projektentwicklung

2.1. Lernreise

Ein wichtiger Teil in der Projektentwicklung war die von der TRNSFRM eG veranstaltete Lernreise zum Thema «zirkuläres Bauen». Sie fand in etlichen Workshops mit Nutzer.innen, Expert.innen und den involvierten Planungsteams statt und führte auch reell zum Besuch interessanter Projekte in den Niederlanden, Dänemark und Schweden.
Neben einer umfänglichen Dokumentation und konkreten Ansätzen für die beiden o.g. Projekte endete die Lernreise 2016 mit den 11 Grundsätzen zum zirkulären Bauen:

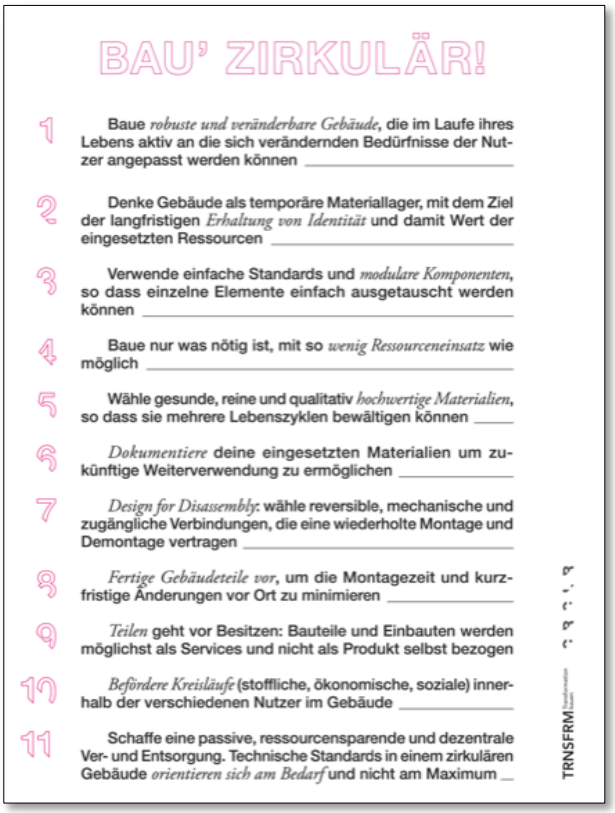


Abbildung 2: Grundsätze zum zirkulären Bauen

2.2. Initialnutzung

Die Dauer von Planung, Baugenehmigung, Erbbaurechtsverhandlungen und Finanzierung wurde für eine vorgeschaltete «Initialnutzung» im Bestandsgebäude genutzt.
Fast alle Flächen wurden minimalistisch hergerichtet und ausgestattet, um einen Probelauf für das CRCLR-Haus durchzuführen. Mit Unterstützung einer großen und begeisterten Community wurde zurückgebaut, sortiert, gestapelt sowie erstmals hin- und hergeräumt – eine später sich häufig wiederholende Tätigkeit.



Abbildung 3: Materialernte in Subotniks Feierabend

2.3. Experiment und kurze Denkpause

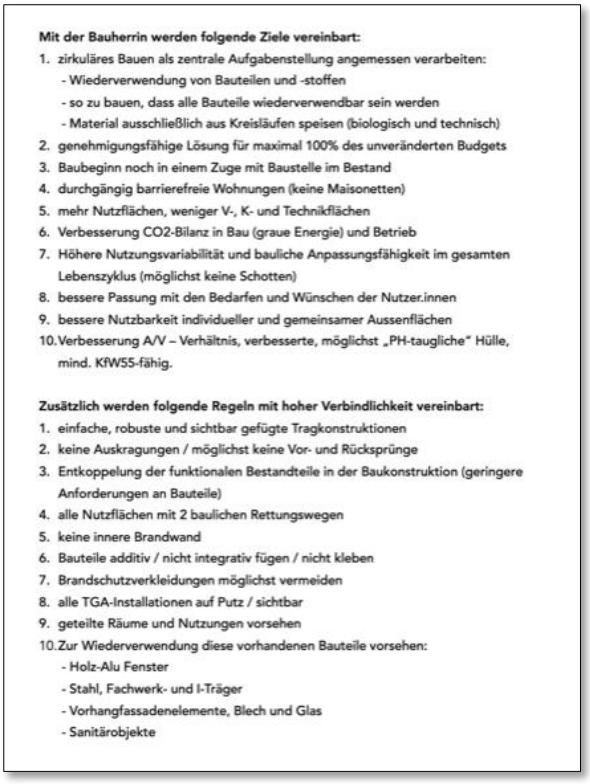
Schon vor dem Projektaufruf des Berliner Senats war das Programm des CRCLR-Hauses erklärtermaßen ein Experiment. Unterwegs in diesem Neuland war allen klar, dass dazu gehören muss, abbrechen und umdenken zu dürfen.
Im Stadium einer so gut wie abgeschlossenen Ausführungsplanung und nach ersten Ausschreibungsergebnissen haben wir die Planung für uns als nicht umsetzbar eingeschätzt. Gründe dafür waren vorrangig sowohl nicht leistbare Kosten als auch kritische baukonstruktive Themen im Detail.
Gleichzeitig drängelten die Nutzer.innen der Bestandsgeschosse sowie die der Aufstockung (die zwischenzeitlich gegründete Mietergenossenschaft crclr living eG) und auch das Erbbaurecht. Denn ein Erbbaurecht bedeutet nicht nur – wie der Begriff vermuten lassen könnte – ein Recht, sondern immer auch eine Pflicht. Je nach Projekt ist ein bestehendes Gebäude in Stand zu halten, zu ertüchtigen, umzubauen oder auf einem freien Grundstück ein Neubau zu erstellen, jeweils in einer vertraglich geregelten Frist.

2.4. Baubeginn und Neustart

Unter diesem Handlungs- und Zeitdruck begann im Februar 2020 der Umbau der Bestandsgeschosse. Sobald die Baustelle in gutem Fahrwasser sein würde, sollte auch der Startschuss für die neue Planung der Aufstockung erfolgen.
Diese Aufgabe wurde einem neuen Architektenteam (die Zusammenarbeiter – Gesellschaft von Architekten mbH) übertragen. Sie konnten dabei auf die Mitwirkung von Barbara Buser und Eric Honegger zählen, die das reuse-Knowhow aus dem Baubüro in Situ aus Basel einbrachten, nicht zuletzt aus dem mittlerweile einschlägig renommierten Projekt K 118 in Winterthur.
Das Planungsteam konnte sich in einem umfangreichen «Wissens-Zirkel» der bisherigen Planung gut orientieren und auf Grundlage einer klaren Aufgabenstellung zügig durchstarten. Das Programm war durchdekliniert, Bauherrin und Nutzergruppen wussten, was sie wollten und was es besser zu vermeiden gilt. Auch das war gemeinsam gelernt worden. Prinzipien der gemischten Stadt werden auf das Gesamtgebäude übertragen. Das Zusammenwirken von Wohnen, Arbeiten und gemeinschaftsorientiertem Leben bleibt Leitthema des CRCLR Hauses. Die Nutzungen Wohnen und Arbeiten sind verzahnt und bilden gemeinsam mit dem städtischen Umfeld gegenseitige Nutzungsszenarien und Interessensgemeinschaften aus, die idealerweise die stofflichen, sozialen und kognitiven Kreisläufe im Stadtteil bedienen.

In einem nur viertägigen Workshop mit allen Fachingenieur.innen und Nutzer.innen wurde:

- das Aufgabenverständnis im Team abgestimmt
- Ziele vereinbart und ein Regelwerk aufgestellt (siehe Bild 4),
- das architektonische Konzept mit Erschließung, Gebäudevolumen und Nutzungsverteilung entwickelt sowie
- mit den Fachingenieur.innen grundlegende Fragen der Statik, der Bauweise der tragenden Konstruktionen, des Wärme- und Brandschutzes sowie der TGA geklärt.



Mit der Bauherrin werden folgende Ziele vereinbart:

1. zirkuläres Bauen als zentrale Aufgabenstellung angemessen verarbeiten:
   - Wiederverwendung von Bauteilen und -stoffen
   - so zu bauen, dass alle Bauteile wiederverwendbar sein werden
   - Material ausschließlich aus Kreisläufen speisen (biologisch und technisch)
2. genehmigungsfähige Lösung für maximal 100% des unveränderten Budgets
3. Baubeginn noch in einem Zuge mit Baustelle im Bestand
4. durchgängig barrierefreie Wohnungen (keine Maisonetten)
5. mehr Nutzflächen, weniger V-, K- und Technikflächen
6. Verbesserung CO2-Bilanz in Bau (graue Energie) und Betrieb
7. Höhere Nutzungsvariabilität und bauliche Anpassungsfähigkeit im gesamten Lebenszyklus (möglichst keine Schotten)
8. bessere Passung mit den Bedarfen und Wünschen der Nutzer.innen
9. bessere Nutzbarkeit individueller und gemeinsamer Aussenflächen
10. Verbesserung A/V – Verhältnis, verbesserte, möglichst „PH-taugliche" Hülle, mind. KfW55-fähig.

Zusätzlich werden folgende Regeln mit hoher Verbindlichkeit vereinbart:

1. einfache, robuste und sichtbar gefügte Tragkonstruktionen
2. keine Auskragungen / möglichst keine Vor- und Rücksprünge
3. Entkoppelung der funktionalen Bestandteile in der Baukonstruktion (geringere Anforderungen an Bauteile)
4. alle Nutzflächen mit 2 baulichen Rettungswegen
5. keine innere Brandwand
6. Bauteile additiv / nicht integrativ fügen / nicht kleben
7. Brandschutzverkleidungen möglichst vermeiden
8. alle TGA-Installationen auf Putz / sichtbar
9. geteilte Räume und Nutzungen vorsehen
10. Zur Wiederverwendung diese vorhandenen Bauteile vorsehen:
    - Holz-Alu Fenster
    - Stahl, Fachwerk- und I-Träger
    - Vorhangfassadenelemente, Blech und Glas
    - Sanitärobjekte

Abbildung 4: Zielvereinbarung und Regelwerk

Anfang 2022 wurde die Nutzung der Bestandsgeschosse aufgenommen, nachdem der strukturellen Ertüchtigung des Gebäudes durch TRNSFRM noch ein umfänglicher, ebenfalls größtenteils zirkulärer Mieterausbau gefolgt war.
Die Arbeiten an der Aufstockung begannen im Juni 2021 mit den StB-Bauteilen und sollen Ende 2022 abgeschlossen sein.

3. Planung im Bestand

Beim CRCLR-Haus handelt es sich um ein zwei-geschossiges Bestandsgebäude in einer für Berlin eher untypischen Hanglage am Rollberg und eine zwei- bis drei-geschossige Aufstockung.
Die Rohbauarbeiten am Bestandsgebäude hatten nach zum Teil ebenfalls geänderten Plänen mit reduzierten Maßnahmen begonnen, ohne zu wissen, was der zukünftige Entwurf der Aufstockung an Maßnahmen erfordern würde. Es waren bereits Fundamente verstärkt worden und eine neue Tragstruktur im EG aus Stahlbeton für die Aufstockung stand kurz vor der Ausführung.
Das bedeutete, dass die Planung der Aufstockung die Konditionen des Bestandes hinsichtlich Statik sowie Ver- und Entsorgung radikal akzeptieren musste.
Vom Kindl-Hof aus betrachtet ist das untere Bestandsgeschoss ein Keller, der sich aber zur Rollbergstraße hin öffnet. Hier gibt es fünf größere Räume zwischen 100 und 150 m³; im Hochparterre eine Halle mit gut 1.000 m² Nutzfläche. Auf diese unterschiedlichen Bestandsflächen wurden geeignete Nutzungen verteilt: Im Keller sind Labore und Werkstätten für handwerklich-produzierende, forschende und lernend-lehrende Aktivitäten rund um material- und ressourcensparende Anwendungen vorgesehen; im Erdgeschoss finden inkl.

600 m² neu geschaffener Galerieebene klassisches Co-Working sowie Räume für Veranstaltungen und Netzwerken mit geteilt nutzbaren Flächen sowie ein Gastronomiebereich Platz.
Bis hierhin entsprach die Planung also dem Grundsatz #1 des zirkulären Bauens (Abbildung 2), indem die Potenziale des vorhandenen Gebäudes analysiert und ausgereizt sowie die jeweils passenden Nutzungen vorgesehen wurden.
Ein Ziel war die Bausubstanz in den Bestandsgeschossen weitestmöglich zu erhalten, um den Ressourcenverbrauch gering zu halten. Alle Kellerwände und ein Großteil der Außenwände im EG wurden erhalten. Aufgrund der Lasterhöhungen aus drei zusätzlichen Geschossen mussten zahlreiche Ertüchtigungsmaßnahmen ausgeführt werden.
Es wurden Fundamente durch Unterfangungen verstärkt, nicht tragfähiges Bestandsmauerwerk z.T. in StB ersetzt und Mauerwerkspfeiler vergrößert. Bestehende Stahlstützen im Untergeschoss wurden einbetoniert und bis ins EG verlängert, um die neue Decke über EG aufzulagern und zusätzliche Lasten der Aufstockung abzutragen.



Abbildung 5: alter Stahl / neuer Beton

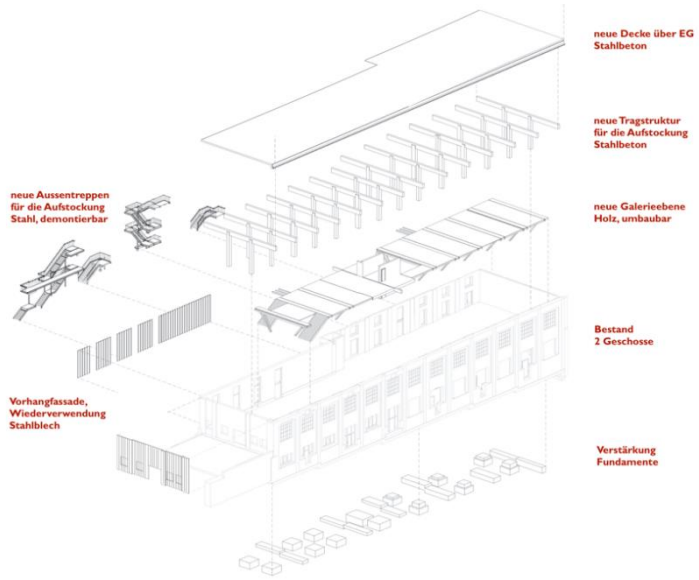


Abbildung 6: Ergänzungen des Bestands

4. Neubau auf dem Dach

4.1. Wesentliches

Der Ansatz, die Brandschutzanforderungen in Gebäudeklasse 5 als Sonderbau eher organisatorisch als technisch zu erfüllen, führte zu vier wesentlichen Entwurfsentscheidungen für die Aufstockung:

- Die Anordnung von zwei Baukörpern auf der neuen Betondecke erlaubt eine funktionale Trennung, ohne mit der ansonsten erforderlichen Brandwand eine Abschottung zu bauen. Stattdessen wird dort ein Gewächshaus angeordnet, das sowohl brandschutztechnische Trennung als auch sozial verbindender Raum ist.
- Die zwei notwendigen Rettungswege wurden nördlich, außerhalb des Bestandsgebäudes positioniert. Im Bereich der Aufstockung schwenken die Stahltreppen in den Treppenraum.
- Im Haus West entstehen auf drei Geschossen je ein nach Bauordnung größtmögliches Wohnungs-Cluster (≤ 400 m³ ohne feuerbeständige Trennwände) und eine separate Wohnung, im Haus Ost auf zwei Geschossen jeweils weitere CoWorking-Flächen.
- Die Aussteifung beider Gebäude über die Stahlbetonwände der Treppenhäuser und des TGA-Schachtes wird ergänzt durch BSP-Wandscheiben und die mit Holzverbindern zu Scheiben verbundenen BSH-Deckenelemente.

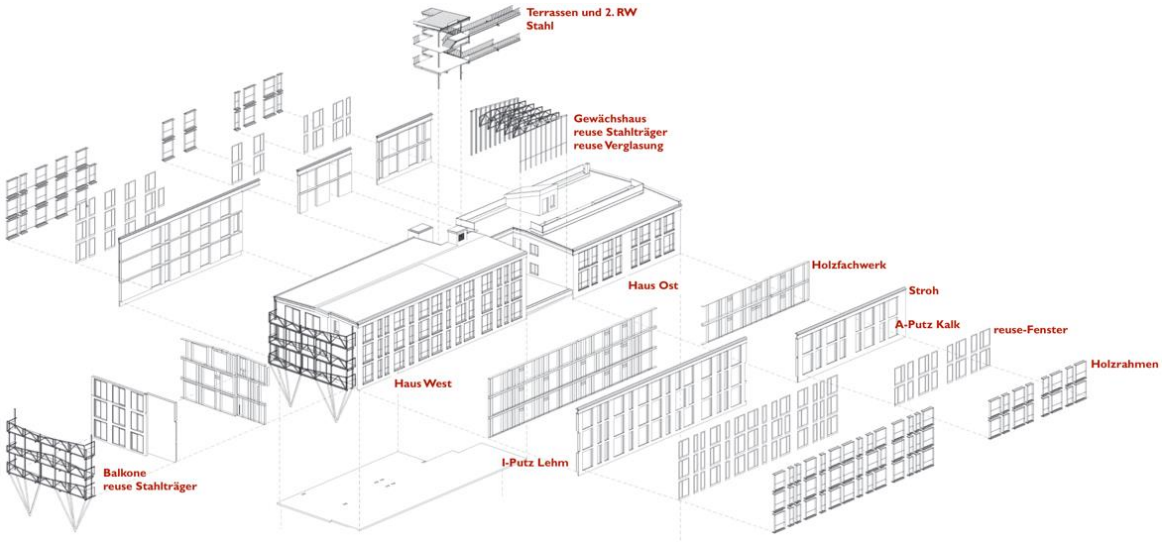


Abbildung 7: Elemente der Aufstockung, wiederverwendet oder nahezu komplett wiederverwendbar konzipiert

4.2. Angewandte Grundsätze

Die Grundsätze zum zirkulären Bauens waren recht feste Leitplanken beim Entwurf der Tragkonstruktion sowie der meisten anschließenden Entscheidungen – erst recht, wenn sie zu kombinieren waren.
Sie führen auf einer ersten Entscheidungsebene fast unvermeidbar zu nachwachsenden Rohstoffen, insbesondere Holz im Tragwerk.
Die Kombination mit der Anforderung «veränderbare Räume» legt einen Skelettbau nahe, die vereinbarte einfache Bauweise führt im nächsten Schritt zu einer Stützen-Unterzug-Konstruktion; die Unterzüge dabei recht hoch sichtbar unter der massiven Decken (BSP), um Stahlträger als deckengleiche Unterzüge und so zusätzliche Anforderungen bzw. andersartige Lösungen (z.B. Kapselung oder Beschichtung) für den Brandschutz zu vermeiden. Die lichte Höhe unter den Unterzügen wurde mit ≥2,40 Metern festgelegt, wodurch die Höhe der Unterzüge schließlich die lichte Raumhöhe mit 2,80 Meter bestimmte.
Mit dem Argument einer nachhaltigen Bauweise mit so bedingt höheren Geschossen konnten wir sogar die Überschreitung der zulässigen Gebäudehöhe nach B-Plan begründen.
Durch seitliches Ausklinken der BSH-Unterzüge wird die BSP-Decke seitlich angeschlossen, aber gleichzeitig einfach gelagert. Dieses Detail mit Schallschutz-Auflager bringt zum einen Rauchdichtigkeit und Schallschutz, zum anderen können durch den seitlichen Anschluss Raumhöhe und aufwändige Verbindungsmittel für den Vertikalanschluss gespart werden.
Sämtliche Verbindungen wurden demontierbar geplant und unter vollständigem Verzicht auf Nägel und Kleber ausgeführt, also im Wesentlichen geschraubt oder verklotzt.

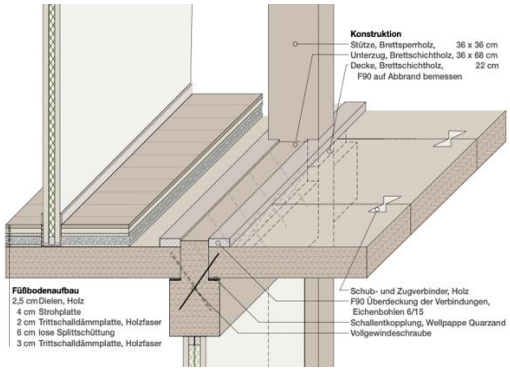


Abbildung 8: Anschluss der BSP-Decken an BSH-Unterzüge – Schrauben sichern die Zug- und Schubverbindungen der Deckenscheibe

Die Dachdecke wurde als Balkendecke mit Zwischendämmung geplant, um eine hinterlüftete Dachkonstruktion zu erreichen und auf mineralische Dämmstoffe und eine Bitumenabdichtung zu verzichten.

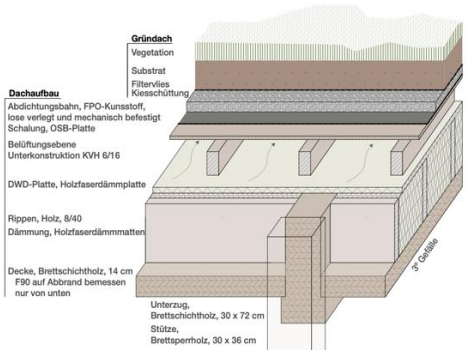


Abbildung 9: Dachaufbau

4.3. Verwendung von Recycling-Beton

Hierzu gab es keine übereinstimmende Haltung, weder im Planungsteam noch in der Abstimmung mit der Bauherrin.
Der zulässige Anteil recyclierter Zuschläge beträgt maximal 45%. Für unser Projekt wurden Versuche mit bis zu 100% R-Zuschlägen durchgeführt.
R-Beton führt zu Abfallvermeidung und schont die Ressource Kies.
Um jedoch graue Energie zu minimieren, sollten Planungsaufgabe und -ansatz sowie Gestaltungswille überhaupt erst möglichst wenig Beton erfordern.
Beton widerspricht als nicht mehr trennbares Verbundmaterial mehreren Grundsätzen des zirkulären Bauens. Andererseits ist Beton günstig und gut geeignet, die kombinierte Anforderung aus Brandschutz und Tragfunktion zu erfüllen.
Das Betonbeispiel zeigt, dass neben wohlfeilen Sonntagsreden klare Ziele und praktikable Kriterien für die zirkuläre Entwurfsarbeit erforderlich sind. Die diskutierten Aspekte sind zudem kostenrelevant, so dass innerhalb dieses argumentativen Dilemmas entschieden werden musste. Der im Team entwickelte Pragmatismus führte zusammen mit dem letztlich als Priorität festgelegten CO2-Fußabdruck zu einer Entscheidung gegen R-Beton und für eine Minimierung der Betonmengen.
Für die Aufstockung bedeutet das Treppenräume sowie Schächte für TGA und Aufzug aus Stahlbeton.

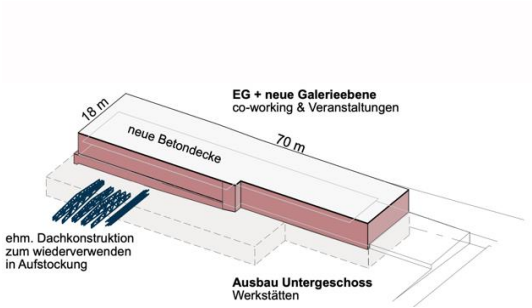


Abbildung 10: neue StB-Decke über Bestand

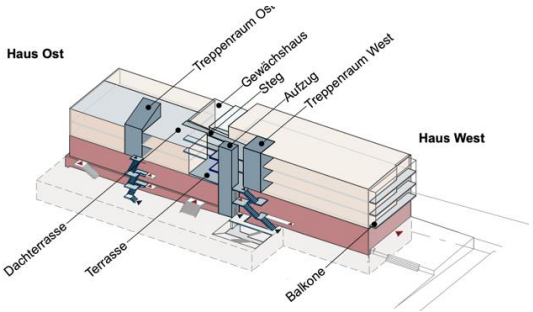


Abbildung 11: StB-Elemente der Aufstockung

Im Unterschied zum ersten Entwurf wurde das Tragwerk der Aufstockung an das vertikale Stützraster des Bestandes angepasst, wodurch die Stahlbetondecke über EG 40% schlanker ausfallen konnte. Diese Einsparung entspricht ziemlich genau der in den genannten Bauteilen der Aufstockung verbauten Betonmenge.

4.4. Holzbau / Brandschutz

Mit wenigen Ausnahmen aus Schallschutzgründen wurden Holzbauteile nicht verkleidet. Trotz der Brandschutzanforderung R90 und REI90 infolge der Einordnung als Sonderbau in GK 5 wurde für tragende Holzbauteile bewusst auf eine Kapselung verzichtet und der Nachweis über den Abbrand geführt. Nach der neuen Muster-Holzbaurichtlinie 2020 wäre das gewählte Konzept so nicht mehr zulässig, da hiernach nur entweder die Decke oder 25% der Wände je Raum einer Nutzungseinheit mit brennbaren Oberflächen zulässig sind.

Bei allen Verbindungsmitteln aus Stahl und Aluminium wurde darauf geachtet, dass diese im Brandfall durch Holzbauteile überdeckt sind. Beispielhaft ist der Standardanschlusspunkt der Unterzüge an die Stützen. Der gewählte Verbinder (MEGANT®) ist mit einer ausreichenden Holzüberdeckung für F 90 zugelassen.
Für die Brandschutzabdeckung der Vollgewindeschrauben für die Schub- und Zugverbindung zwischen Unterzug und Decke, wurde ebenfalls Holz gewählt (Eiche 6 cm).
Es wurden auch Verbindungen aus Holz eingesetzt, z.B. der x-Fix® Verbinder, der auch auf Abbrand bemessen wurde und die Scheibenwirkung der Brettsperrholzdecke herstellt.

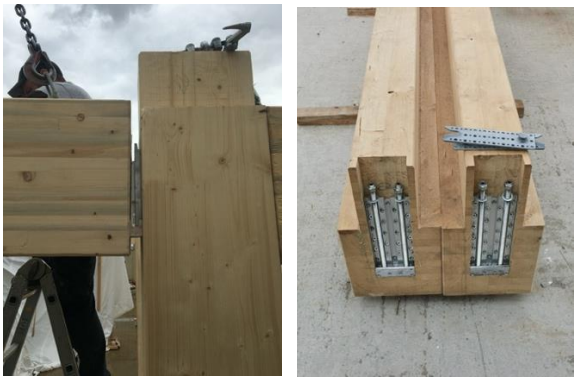


Abbildung 12: im / mit Holz verdeckte Verbindung Unterzug / Stütze

4.5. Strohballenkonstruktion für Außenwände

Soll eine PassivHaus-taugliche Außenwand nach dem Prinzip «einfach Bauen» entstehen, überzeugt die Strohballenwand;
hier eine vollständige Schnitt-Detailzeichnung ungefähr im Maßstab 1:2

| Kalk | Stroh | Lehm |

Ein Schweizer Neubau als Referenz eröffnete dem Planungsteam die zuvor nicht wahrgenommene Möglichkeit, für einen Sonderbau der Gebäudeklasse V derartig zu bauen.
Für diese Konstruktion gibt es in Deutschland ein Allgemeines Bauaufsichtliches Prüfzeugnis (ABP) als tragende F90-Wand. Sie besitzt allerdings auch Optimierungspotenzial.
So ist der Massivholzanteil des Fachwerkes zumindest in der bei uns statisch nicht tragenden Anwendung absurd hoch, aber nach ABP eben zwingend.
Auch eine Variante für den Kalk-Außenputz ist aus mehreren Gründen wünschenswert.
Erschwerend kommt hinzu, dass das ABP von einem gemeinnützigen Verein erlangt wurde. Dieser war, anders als Hersteller, die ja ein Interesse haben, ihr Produkt optimal zu verkaufen, nicht in der Lage war, wünschenswerte Abweichungen vom ABP als geringfügig zu bewerten.
Die luftdichten Anschlüsse des Innenputzes der Außenwand wurden nur im später nicht mehr gut zugänglichen Bereich des Fußbodenaufbaus mit Klebebändern hergestellt. Der Anschluss an angrenzende Bauteile wurde oberhalb mit einem neu entwickelten Füllstoff eines Lehmputzherstellers im Grundputz ausgeführt. Diese Lösung ist noch nicht zertifiziert, hat aber nach Angaben des Herstellers in Versuchsaufbauten sehr gute Ergebnisse bei der Dichtigkeit erzielt. Durch einen vorgezogenen Blower-Door-Test wurde das bei unserem Bau bestätigt. Offen ist noch die Dauerhaftigkeit dieser Lösung, was aber sicher auch für verdeckt eingebaute Klebebänder gilt. Die gewählte Lösung bleibt frei zugänglich und die Behebung von Leckagen kann mit einem nassen Pinsel erfolgen.
Im Aussenputz wurde die Winddichtigkeit mit in der mittleren Putzlage eingearbeiteten APU-Profilen hergestellt; der Endputz erhält einen Kellenschnitt.

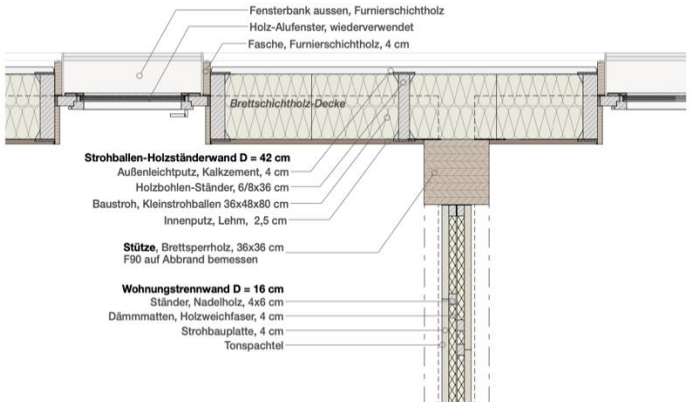


Abbildung 13: Schnitt-Detailzeichnung Außenwand

4.6. Wiederverwendung von Stahlträgern

Die ausgebauten Stahlfachwerkträger und Stahlpfetten des Bestandsdaches der Halle wurden für die Aufstockung als Dachträger im Gewächshaus und als Treppenwangen in statisch tragender Funktion erneut eingesetzt. Um die Wiederverwendung der Stahlbauteile zu ermöglichen, wurden Zugversuche zur Bestimmung der Festigkeit und eine chemische Analyse zum Nachweis der Schweißbarkeit durchgeführt. Zusätzlich wurden die Träger entrostet und erneut gegen Korrosion geschützt. Ein Problem war die Gewährleistung, die derzeit nicht klar geregelt ist. Hier muss ein rechtlicher Rahmen geschaffen werden, der die erforderlichen Materialprüfungen festlegt, um das Werkszeugnis von Neustahl zu ersetzen.



Abbildung 14: Demontage Dachtragwerk



Abbildung 15: aufgearbeitete Träger

4.7. Wiederverwendete, neu verglaste Fenster

Bereits vor Beginn der Neubauplanung wurde eine ausreichende Menge an Holz-Alu-Fenstern erworben, die nach eigener Einschätzung unnötigerweise bei einem großen Versicherungsschaden zwei Jahre zuvor demontiert worden waren. Die insgesamt 600 m² hochwertiger Fenster wurden durch einen nicht fachkundigen Nachbarn, der den Abriss der Fassade eines Wohnkomplexes beobachtet hatte, vor der Entsorgung bewahrt. Diese Aktion kostete ihn rund 20.000 € für sachgemäße Demontage, Transport und Lagerung; für das CRCLR Haus wurden die Fenster für 1 € erworben und vereinbart, dass ihm die Kosten erstattet werden, sobald die Fenster tatsächlich Verwendung gefunden haben. Damit wurde das Ziel der Wiederverwendung mit der Erwartung verbunden, Geld zu sparen und gleichzeitig eine höhere als sonst erschwingliche Qualität zu erhalten.
Diese Erwartung konnte erfüllt werden. Allerdings kamen zusätzliche Kosten und ein hoher handwerklicher Aufwand für eine Neuverglasung hinzu: Wegen des erhöhten Energiestandards des Gebäudes war eine 3-fach-Verglasung erforderlich. Die demontierte 2-fach-Verglasung findet Verwendung beim Gewächshaus sowie in einem Folgeprojekt mit zum Glas passenden Anforderungen für temperierte Räume. Die €- und CO2-Bilanzen der Fenster hinsichtlich Ressourcenverbrauch werden ein Schwerpunkt bei der noch ausstehenden Evaluation des Projektes sein.




Abbildung 16: demontierte und wieder eingebaute Fenster

4.8. Innenausbau

Holz, Stroh und Lehm hatten in der Rohbauphase überzeugt, so dass diese Materialien auch im Innenausbau überwiegend zum Einsatz kamen. Innerhalb der Clusterwohnungen sind keine normativen Anforderungen für Schall- und Brandschutz einzuhalten. Wir haben eigene Werte definiert, um den unter Umständen doch nicht so eng zusammenlebenden Nutzer:innen einer Cluster-Wohnung einen höheren Komfort zu bieten. Bei den verwendeten Strohbauplatten ist wie bei der Strohaußenwand die Datenlage zu bauphysikalischen Angaben eher dürftig. Vom Lieferanten gab es zusätzliche Informationen, um hinsichtlich des Brandschutzes plausible Abschätzungen treffen zu können. Für den Schallschutz wurden diverse Wand- und Fussboden-Prototypen gebaut, gemessen, umgebaut, erneut gemessen und schließlich im Abgleich mit einer ebenfalls in der realen Umgebung nachgebauten und gemessenen Standard-Gipskarton-Wand eine Bauart vergleichbar mit der klassischen Leichtbauweise gewählt.
Die Versuchsaufbauten und die Messungen vor Ort wurden unternommen, weil beim rechnerischen Schallschutznachweis wegen der größeren Unsicherheiten im Holzbau, insbesondere wegen der Flankenübertragung, Sicherheitsaufschläge erforderlich sind, die gemäß Grundsatz #4 nicht akzeptabel sind.
Die Innenseite der Außenwand wird mit Lehm verputzt und die Innenwände werden mit Ton gespachtelt und nicht farblich beschichtet.
Schließlich wurde entschieden, die Strohbauplatten auch für den Fußbodenaufbau zu verwenden. Der Deckenaufbau besteht nun aus BSP-Decke, Holz-Trittschalldämmung, Splitt, Holz-TSD, Strohbauplatte und massiven Dielen (Messwert: L'n,w = 51 dB)

4.9. Abdichtung

Das herausforderndste Thema beim zirkulären Bauen ist wohl das Abdichten, nicht nur gegen Wasser, auch gegen Rauch und Wind; nicht nur auf dem Dach, sondern auch im Bad. Hier führt die Kombination von Grundsätzen und Anforderungen nicht auf naheliegende Lösungswege.
Auch die Fachliteratur hält für Abdichtungen in Holzbauten eher komplizierte Lösungen parat, die dem zentralen Grundsatz des einfachen Bauens widersprechen.
Um bei der Dachkonstruktion die Bauphysik auch ohne folienartige Dampfbremse zu beherrschen, wurde eine Kaltdachkonstruktion mit Firstlüfter gewählt. Das liebgewonnene Stroh schied aus Gewichtsgründen als Dämmung der flach geneigten Balkendecke aus. Stattdessen wurde Holzfaser verwendet. Die Dächer werden mit einer mechanisch befestigten und inzwischen c2c-zertifizierten FPO-Folie abgedichtet. Wegen der großen und geometrisch einfachen Dachflächen wird ggf. von diesen Folien ein Großteil wiederverwendbar sein.

Der Fußboden in den Bädern und die Wände in Duschbereichen werden ebenfalls mit dieser Dachtechnik gedichtet, um auf Flüssigabdichtungen und weitgehend auf Kleber verzichten zu können. Fliesen werden lose verlegt und reversibel verfugt. In ein oder zwei Bädern sollen experimentellere Abdichtungen und Fußbodenaufbauten ausgeführt und über Jahre ausgewertet werden.

4.10. Nutzerausbau

Bausubstanz, Gebäudehülle und die neue Struktur der Nutzflächen mit Treppen und neuer Galerieebene sowie die zentrale Haustechnik wurden durch die Bauherrin ertüchtigt und erneuert.
Anschließend begann der sehr umfängliche Eigenausbau der Generalmieterin. Der Innenausbau zeigt, wie durch die Vorgaben des zirkulären Bauens der Erhalt von Bestand und der Einsatz nachhaltiger, nachwachsender und recycelter Materialien die Baukultur positiv verändern kann. Rund 70% der verwendeten Rohstoffe und Produkte sind recycelt oder nachhaltig. Im Spannungsfeld zwischen use as is und upcycle bewegt sich das Materialkonzept des zirkulären Bauens. Die gebrauchten Materialien stammen von Abriss-Baustellen, Messen, Museen, aus Lagerbeständen oder aus Restzuschnitten von Tischlereien.



Abbildung 17: zirkulärer Innenausbau

4.11. Gebäudetechnik

Nachhaltiges Bauen wird häufig so missverstanden, dass ein bisschen besser als die gültige Energieverordnung reicht. Der Fokus dieses Berichts liegt auf Planung und Ausführung der Baukonstruktionen und deshalb zu den technischen Anlagen nur ganz knapp:
Wärme und Strom werden durch die Berliner Stadtwerke dezentral erzeugt, in der Energiezentrale gemanagt und über ein erweiterbares Nahwärmenetz verteilt. Zum Einsatz kommen u.a. Wärmepumpen, Wärmerückgewinnung sowie ein saisonaler Wärmespeicher. Leider wird auch noch in einem BHKW (Bio-) Gas verbrannt.
Im CRCLR-Haus werden sämtliche Installationen auf Putz und außerhalb des Fußbodenaufbaus geführt. Die meisten eingebauten Sanitärobjekte wurden an anderer Stelle demontiert.

5. Bauausführung

5.1. Kollektive Baustelle

Die Bauausführung war abschnittsweise ein Abenteuer, auch weil für etliche Bauleistungen keine normalen Firmen gefunden und für manche auch gar nicht erst gesucht wurden. Für den Ausbau der Bestandsgeschosse gab es keine vollständige Ausführungs-planung, aber etliche, mit viel Enthusiasmus und etwas Naivität zur Wiederverwendung gesammelte Baumaterialien und -elemente. Es gab Zweifel, ob Planer und Auftraggeber überhaupt in der Lage sind, Baufirmen unter diesen Umständen zu gewinnen oder auch nur eine dafür erforderliche Leistungsbeschreibung samt werkvertraglicher Besonderheiten erstellen zu können. Dann kam Corona und führte dazu, dass etliche selbstständige Handwerker:innen beschäftigungslos wurden, weil im erweiterten Kultur- und Veranstaltungsbetrieb alles runtergefahren wurde. So wurde mit Personen, die sonst für Festivals, Messebau, Kunst und Kultur gearbeitet hatten, die Idee der Kollektiven Baustelle entwickelt. Bis zu 30 teilweise bei der

Bauherrin fest angestellte Ausgebildete und Autodidakt:innen haben ein Auftragsvolumen von ca. 600.000 € umgesetzt: Fenster, Türen, Treppen und Umwehrungen aus Resten und Abfall gebaut, zirkuläre Innendämmung, wiederverwendete Fassadenbekleidungen de- und remontiert sowie allgemeine Renovierungsarbeiten ausgeführt. Auch aus dieser «bunten Truppe» und mit der Aussicht auf Weiterbeauftragung auf der CRCLR-Baustelle ist die Baufirma heap59 hervorgegangen, die sich dem zirkulären Bauen verschrieben hat. Sie ist verbunden mit den Laboren im Untergeschoss und so entsteht einer der ersten Wirkungskreise, die mit der Initiierung des CRCLR-Hauses beabsichtigt waren.

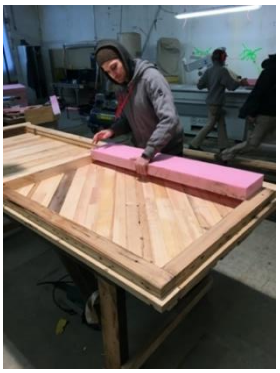
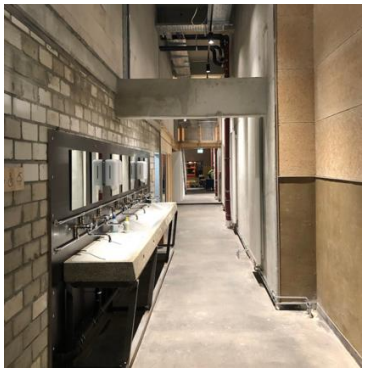


Abbildung 18: Reste-Tür



Abbildung 19: Vorgefundenes



Wiederverwendetes

5.2. Holz-Rohbau

Für die Ausführung der Holzbauarbeiten wurde relativ früh im Planungsprozess eine erfahrene Holzbaufirma gebunden. Die Leistungsphase 5 begleitend unterstütze deren Konstruktionsteam die Tragwerks- und Architekturplanung bei der Optimierung von Detaillösungen. Geplant wurde mit einem gemeinsamen 3D Modell, das sowohl die Maschinendaten als auch die Einbausituation jeder Verbindung beschreibt.
Bei der Montage des Holztragwerks sollten sich die erhofften Vorteile der frühen Kooperation mit der Holzbaufirma beweisen. Der vollautomatisierte Abbund und die anschließende Vorfertigung der Holzbauelemente konnten so sehr präzise erfolgen. Die ca. 3 m x 12 m großen Dachelemente wurden im Werk mit holzsichtiger Innenseite (BSP in F30 bzw unter der Terrasse F90) und einschl. Wärmedämmung hergestellt. Die Verbindungspunkte wurden so vorgefertigt, dass bei der Montage keine Zwängungen zwischen den leicht geneigten Hauptträgern entstehen konnten.
In 14 Wochen wurden insgesamt 940 m² Dachdecken, 1.480 m² Geschossdecken, 250 m² Wände, 85 Stützen und 124 Unterzüge, inklusive statischer Verbindungsmittel montiert.





Abbildung 20: Holz-Rohbau

5.3. Strohballen-Aussenwand

Eine besondere Herausforderung bestand im Bau der Strohballen-Außenwand. Es wurde keine Firma gefunden, die einen Auftrag in dieser Größenordnung hätte ausführen können oder wollen. Es wurden schließlich selbstständig tätige und geeignet erscheinende Handwerker:innen gefunden und von erfahrenen Mitgliedern aus dem Kreis des FASBA – Fachverband Strohballenbau Deutschland e.V. geschult. Unter der Federführung eines engagierten und meistergeführten, aber im Strohballenbau eher unerfahrenen Berliner Zimmereibetriebes wurden in einem vier-monatigen Arbeitsprozess die Außenwände auf

der Baustelle in bis zu vier Meter langen Elementen vorgefertigt und einseitig außen mit einem Kalk-Grundputz versehen. Im strengen Takt der Holzrohbaubaufirma wurden die Wandelemente jeweils vor der nächsten Geschossdecke montiert.



Abbildungen 21: Vorproduktion und Montage der Strohballenwand

6. Fazit aus Sicht der Planenden

Das Erlebnis während der Rohbauphase fast ausschließlich mit Holz, Stroh, Lehm und Kalk zu arbeiten, hat überzeugt, den richtigen Ansatz gewählt zu haben. Das machte Lust auf mehr und ließ den Geruch von frischem Beton vergessen, der früher als Zeichen einer beginnenden Baustelle galt. Die beteiligten Büros hatten generell schon vor diesem Projekt einen deutlich überdurchschnittlichen Stand bei der Verwendung unbedenklicher Baustoffe. Wenn unbedenklich im Nachhinein aber auch als nicht bedacht verstanden werden kann und unter heutigen, ehrlichen Bedingungen erneut überdacht wird, dann ist klar, dass der Bauwirtschaft Umstürzendes bevorsteht.
Alle müssen sich und ihre Entscheidungen hinterfragen; alle werden viel neu- und umlernen müssen, wenn denn Neubauten überhaupt noch ein Teil der Lösung sein können.
Aus der Entstehungsgeschichte des CRCLR-Hauses nehmen wir für kommende Projekte u.a. folgende Anregungen und Fragestellungen mit:

- nur einvernehmliches Zusammenwirken der Disziplinen ermöglicht es, auch sperrige Anforderungen aus Bauvorschriften in zirkuläres Bauen zu übersetzen
- Konsequenter einfach Bauen, Standards hinterfragen, Lücken im Verordnungs-dschungel identifizieren oder herstellen
- Beton dort, wo Beton notwendig ist, aber als demontierbare Fertigteile
- Die Strohwand technologisch und das ABP weiterentwickeln, um sie für größere Projekte handhabbar zu machen
- Noch mehr Augenmerk auf Holz-Holz-Verbindungen
- Bessere Logistik für Recherche, Demontage, Transport, Lagerung und Verfügbarkeit gebrauchter Bauelemente.
  Hier muss etwas entstehen, das über einen Projekt-Horizont hinausgeht
- Die Wiederverwendung von Materialien und Bauteilen mit Anforderungen muss normativ erleichtert werden

7. Projektbeteiligte und -daten

Bauherrin:	TRNSFRM eG – Transformation bauen
Erbbaurechtgeberin:	Terra Libra Immobilien GmbH, Berlin
Finanzieruungspartner:	s.inn Beteiligungen GmbH – sozial innovativ, Stuttgart Umweltbank AG, Nürnberg
Architektur:	die Zusammenarbeiter – Ges. von Architekten, Berlin Team: Christian Schöningh, Irene Kottenbrock, Ayla de Yong, Christian Holthaus mit Baubüro in Situ, Basel
Tragwerkplanung:	ZRS Ingenieure, Berlin Team: Uwe Seiler, Julian Tiemeier, Maria Lorenz, Johanna Baier
Brandschutz:	Brandkontrolle, Berlin
Energiekonzept und E-Zentrale:	eZeit Ingenieure, Berlin
TGA:	Solares Bauen, Freiburg
Architektur Mieterausbau:	lxsy Architekten, Berlin
LCA:	Benedikt Kurz (TU Berlin)
Bauausführungen	
Rohbau massiv:	Rabe-Ero GmbH, Berlin
Holztragwerk Aufstockung:	Terhalle Holzbau GmbH, Ahaus
Dachabdichtung:	Dachland Berlin
Strohwand und Innenausbau:	Kollektive Baustelle / Heap 59
Reuse Fenster:	Tischlerei Knörnschild und Hoffmann, Berlin
Putzarbeiten:	Jason Adkins und Daniel Kube / Evren Emre
Heizung, Sanitär:	Rost + Weber, Berlin
Lüftung:	Aedes, Berlin
Stahl- und Metallbau:	Metallbau Gröber, Berlin / SME, Dömitz / AD Metall, Szczecin

Objektdaten	
Grundstückgrösse	2.158 m^2
BGF Bestand alt / neu	2.740 m^2 / 3.300 m^2
BGF Aufstockung	2.800 m^2
BGF Gesamt	6.100 m^2
Arbeitsplätze	ca. 250 (Coworking und Werkstätten)
Bewohner.innen	ca. 50
Baukosten KG 300/400	7,4 Mio € (netto, noch nicht festgestellt)
GWP (Umbau statt Abriss)	- 615 T CO2-eq (Ersparung)

Nur für Aufstockungund / unter Vorbehalt einer finalen Auswertung:	
WP (Global warming potential)	- 130 T CO2-eq (= temporäre CO2-Senke)
PENRT (≈ graue Energie Bau)	35,23 MJ/ m^2 NGF*a (nicht erneuerbare Primärenergie)
Primärenergieverbrauch	26,5 kWh/m^2
EE WärmeG	246% (Erfüllungsgrad)

Bildrechte	Abbildungen 6 und 7: Benedikt Kurz Abbildungen 17: lxsy Architekten Abbildung 20 (rechts): Terhalle Holzbau GmbH alle weiteren: die Zusammenarbeiter

Sponsoren und Aussteller

binderholz



binderholz Bürogebäude Baruth | D



Hotel MalisGarten, Zell am Ziller | A



Wohnbau 'Haus auf Stelzen' Tillystraße, Regensburg | D



Jugendgästehaus Gerlosplatte, Krimml | A

Komplettanbieter für Massivholzprodukte und innovative Baulösungen

Mit unseren Massivholzprodukten und innovativen Baulösungen werden weltweit Gebäude unterschiedlichster Verwendung durch Kunden und Partnerbetriebe errichtet. Modernste CNC-Technologie ermöglicht jegliche Bearbeitung unserer massiven Holzbauprodukte. Die kompetente binderholz Technikabteilung unterstützt Sie bei der Erarbeitung verschiedenster Gebäudekonzepte und der technischen Planung. Für durchdachte Massivholzbaulösungen beraten Sie unsere Ingenieure mit fundiertem Fachwissen.

Sägeprodukte | Holzbauprodukte: Brettsperrholz BBS, Brettschichtholz, Massivholzplatten, Konstruktionsvollholz | DIY-Produkte | Pressspanpaletten und -klötze | Biobrennstoffe | Pferdestreu

bbs@binderholz.com **www.binderholz.com**

hsbcad

FORUM HOLZBAU PREMIUM PARTNER

AUTODESK Authorized Developer

buildingSMART German Chapter Member

BUILD IN WOOD

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 862830.



Die Software für den Holzbau.

Durchgängige Holzbauplanung auf der Basis von AutoCAD® und Revit® vom Entwurf über die Maschine bis hin zur Montage – konsequent 3D und BIM-konform.

Flexible offsite construction software.

Consistent timber construction planning based on AutoCAD® and Revit® from design to manufacturing to assembly – consistently 3D and BIM compliant.

Mit unseren innovativen Lösungen hsbDesign, hsbMake und hsbShare unterstützen wir seit mehr als 30 Jahren erfolgreich Unternehmen in den Bereichen Zimmerei & Holzbau, Holzrahmenbau, Fertighausbau, BSP, Ingenieurholzbau sowie Modulbau.

Mit hsbDesign erstellen Sie basierend auf einem Architekturmodell die umfassende Holzbauplanung und Arbeitsvorbereitung – durchgängig und ohne Informationsverlust. Das Produktionsleitsystem (MES) hsbMake ermöglicht Ihnen einen digitalen und somit papierlosen Produktionsprozess. Aufträge werden automatisiert durch das individualisierte System gesteuert, jeder Arbeitsplatz erhält zur richtigen Zeit die richtigen Informationen im richtigen Format. Anschließend teilen Sie Ihre Projekte mit allen Projektbeteiligten über unsere cloud-basierte Lösung hsbShare.

With our innovative solutions, hsbDesign, hsbMake, and hsbShare, we have successfully supported companies in carpentry, timber construction, metal & timber frame construction, prefabricated house construction, CLT, timber engineering and modular construction for 30+ years.

With hsbDesign, you can create comprehensive timber construction planning and work preparation based on an architectural model – consistently and without loss of information. The manufacturing execution system (MES) hsbMake enables you to create a digital and thus paperless production process. The individualized system automatically controls orders; each workstation receives the right information in the right format at the right time. You then share your projects with all project participants via our cloud-based solution, hsbShare.

www.hsbcad.com



ISOCELL

ISOCELL GmbH & Co KG
Gewerbestraße 9
5202 Neumarkt am Wallersee | Österreich
Tel: +43 6216 4108-0 | Fax: +43 6216 7979
office@isocell.at
WWW.ISOCELL.COM

DAS KLEBEBAND OHNE LINER – FÜR DIE SCHNELLE VERLEGUNG

Das AIRSTOP SOLO Klebeband ist leicht dehnbar und optimal zur luftdichten Verklebung. Der Spezialträger verfügt über eine hochwertige Acrylatklebebeschichtung.


HARMONISCHE HOLZOPTIK

VORTEILE

- **PATENTIERTE SPEZIALFOLIE**
  Quer von Hand reißbar
  Längs reißfest durch Fadengelege
- **FEINTUNING SPEZIALFOLIE**
  Ruckfreies, geschmeidiges Abrollen
  Einfachste Verarbeitung
- **LINERFREI**
  Schneller zu verarbeiten
  Spart Zeit und Entsorgungskosten
- **PERFEKTE HAFTUNG UND VERARBEITUNG**


Leicht reißbar


Linerfrei


Schnell zu verarbeiten

WOHNGESUND
LÖSUNGSMITTELFREI
INNENRAUM-QUALITÄT GETESTET

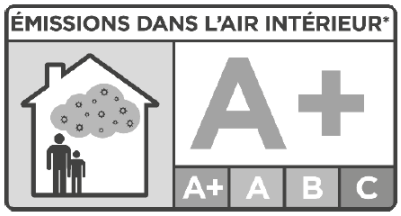
EINSATZBEREICHE

- Verklebung von Dampfbremsen und -sperren
- Verklebung von OSB und MDF im Innen- und Außenbereich
- Übergänge und Anschlüsse an Holz,Mauerwerk und Metalle



KOMFORTABLE VERARBEITUNG

DIN 4108-11 inkl. Alterung
DIN 4108-7
ÖNORM B 8110-2
SIA 180



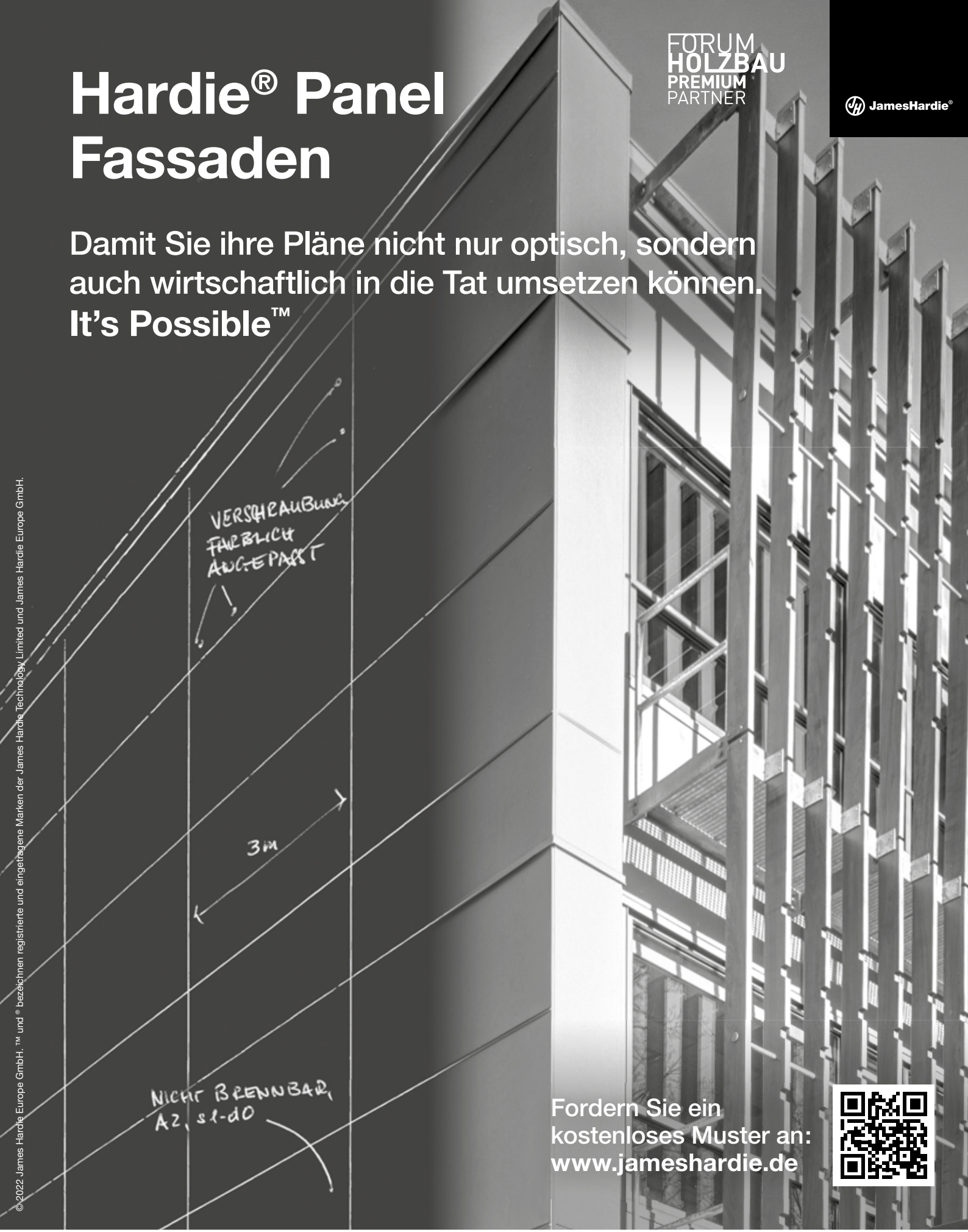
WWW.ISOCELL.COM

Hardie® Panel Fassaden

FORUM HOLZBAU PREMIUM PARTNER

JamesHardie®

Damit Sie ihre Pläne nicht nur optisch, sondern auch wirtschaftlich in die Tat umsetzen können.
It's Possible™



© 2022 James Hardie Europe GmbH. ™ und ® bezeichnen registrierte und eingetragene Marken der James Hardie Technology Limited und James Hardie Europe GmbH.

Fordern Sie ein kostenloses Muster an:
www.jameshardie.de

Hardie® Panel
Fassadentafeln

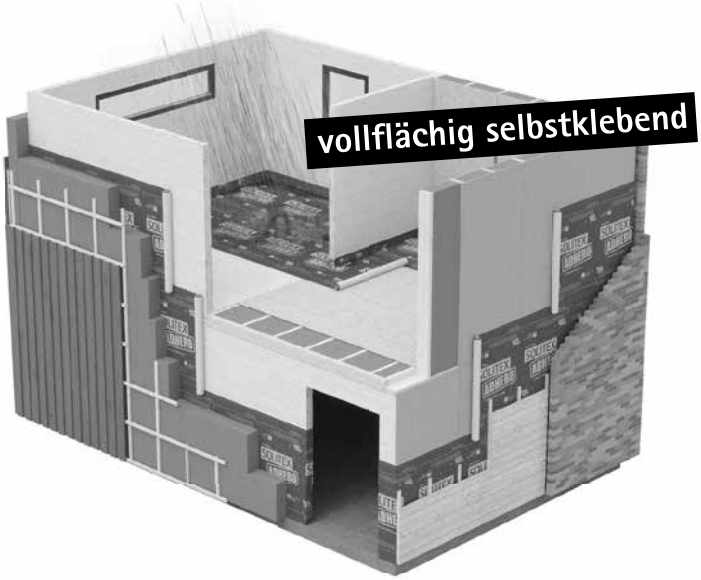
15 Jahre
Garantie

JamesHardie™

Bester Schutz vor Bauschäden und Schimmel

Luftdichtung und Witterungsschutz

SOLITEX® ADHERO



Hält Ihre Konstruktion trocken.

Diffusionsfähiges und maximal schlagregendichtes System.
Extrem alterungs- und hitzebeständig.

Haftet sofort auf tragfähigen Untergründen.

Schadstoffgeprüft nach AgBB

Intelligentes Luftdichtungssystem

INTELLO® X

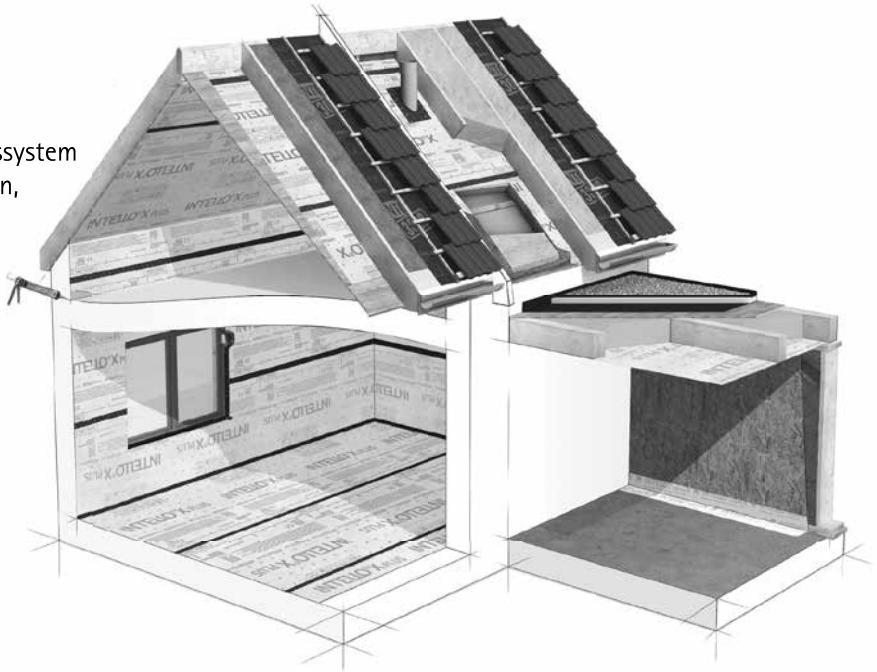
Eine Bahn mit X Einsatzmöglichkeiten

Allround Hydrosafe® Hochleistungs-Dampfbremssystem für Aufsparren- und Zwischensparrendämmungen, Dachsanierung von außen.

Feuchtevariabel, bewitterbar, UV beständig

100X feuchtevariabel
s_d 0,25 - >25 m
Hydrosafe-Wert 2 m

Schadstoffgeprüft nach AgBB



pro clima – und die Dämmung ist perfekt

Das komplette Profi-System für die sichere Gebäudedichtung. Über 30 Jahre Erfahrung in Forschung und Entwicklung, Produktion, Vertrieb und Service. Für besten Schutz gegen Bauschäden und Schimmel.



pro clima WISSEN

Planungshandbuch zeigt genau wie es geht
Über 400 Seiten Details, Konstruktionen, Bauphysik, Systeme u. v. m.

Kostenfrei anfordern
0 62 02 - 27 82.0, info@proclima.de,
proclima.de/wissen

proclima.de

pro clima®


Fokus
Qualität &
Innovation
HASSLACHER
NORICA TIMBER
From wood to wonders.
Führender Lieferant
von Systemlösungen für
den modernen Holzbau
hasslacher.com
Design: UPPERCUT.at | Photos: © cetus Baudevelopment u kito at , Adobe Stock

Kleine Größen,

aber große Leistungen



NINO ist der neue universelle Winkel für Scher- und Zugkräfte.

Seine besonderen Eigenschaften sind bekannt und Fachleuten wie Ihnen frei zugänglich! Wir sprechen von den von unseren Ingenieuren berechneten Festigkeitswerten für Holz-Holz- oder Holz-Beton-Verbindungen – egal wie speziell sie sind. Nach tausenden Tests wurden der NINO nach CE ETA-22/0089 zertifiziert. Der Kleine, der Großes leistet.

Alle Festigkeitswerte von NINO finden Sie hier

rothoblaas

Solutions for Building Technology

rothoblaas.de

STEICO*flex*

Die Klimadämmung



Geprüft und empfohlen
IBR
Institut für Baubiologie Rosenheim GmbH
Produkt überprüft auf VOC · Biozide · Schwermetalle und Radioaktivität

www.steico.com / flex

Natürlich dämmen mit Holzfaser

Gebäude werden zu großen Kohlenstoffspeichern

In Holzfasern sind große Mengen CO_2 gespeichert. Denn bei seinem Wachstum setzt ein Baum kein CO_2 frei, sondern bindet große Mengen CO_2. Wird sein Holz stofflich genutzt, so bleibt es gespeichert. 85 kg CO_2-Äquivalent pro m³ speichert die STEICO*flex 036*. Das macht sich in der CO_2-Bilanz eines Gebäudes stark bemerkbar.

Holz stammt aus nachhaltiger Forstwirtschaft

Nachhaltig bewirtschaftete Wälder ergänzen die CO_2-Speicherung von Holz zu einer hochwirksamen Klimaschutzstrategie: Junge Bäume ersetzen die geernteten und binden neues CO_2. Deshalb stammt das Holz zur Herstellung der STEICO*flex 036* ausschließlich aus FSC- und PEFC-zertifizierter Forstwirtschaft.

Wärmespeicherung schützt vor Überhitzung

Aufgrund ihrer hohen Wärmespeicherfähigkeit schützt die STEICO*flex 036* an sonnigen Sommertagen vor Überhitzung des Gebäudes. Denn die von außen in die Dämmschicht eindringende Hitze kann nur sehr langsam vordringen. Wenn es draußen Nacht und kühl wird, fließt die gespeicherte Hitze größtenteils wieder nach außen zurück und strahlt ab.

Schützt die Konstruktion

Die STEICO*flex 036* ist zum einen diffusionsoffen und kann zum anderen viel Feuchte aufnehmen, zwischenspeichern und wieder abgeben, ohne dass sich ihre Dämmfähigkeit dabei groß ändert. Dadurch bleiben Dämmschicht und Konstruktion länger trocken – und das ist die beste Garantie gegen Feuchteschäden und für ein langes Gebäudeleben.

Gesundes Raumklima wird unterstützt

Die Diffusionsoffenheit und Feuchtespeicherfähigkeit der STEICO*flex 036* gleicht Feuchtespitzen in der Raumluft aus und unterstützt ein angenehmes, gesundes Raumklima. Zudem ist die STEICO*flex 036* aus frischem Nadelholz hergestellt und enthält keine bedenklichen Zusatzstoffe. Das Institut für Baubiologie Rosenheim (IBR) empfiehlt sie.

Jetzt Gratismuster bestellen



λ_D 0,036 Niedrigste Wärmeleitfähigkeit unter den Naturdämmstoffen

Akustischer Komfort & zeitloses Design

Akustik Paneele aus Massivholz







3D Bibliothek

PBR-Standard / 8K

NOVATOP

Gemeinsam stärker – mit Collano

Collano entwickelt clevere Systeme, neue Lösungen und Produkte für aussergewöhnliche Klebstoff-Verbindungen. Mit profunder Kenntnis verschiedenster Substrate und Hybridwerkstoffe sowie einem speziellen Fokus auf den modernen Holzbau eröffnet Collano dem Baugewerbe die ganze Breite an Klebeverbindungen.

www.collano.com



Collano AG
Neulandstrasse 3
CH-6203 Sempach Station
Switzerland

T +41 41 469 92 75
info@collano.com
www.collano.com

BRANDSCHUTZ IM HOLZBAU

Geprüfte Anwendungen mit Hilti



FORUM
HOLZBAU
URBAN KŒLN
19./20. Oktober 2022

Erhöhte Produktivität in der Planung und Vorfertigung.
Hilti bringt seine 30 Jahre Brandschutzerfahrung in den Holzbau. Europaweit zugelassene Brandschutzprodukte für Holzanwendungen vereinfachen die Planungs- und Genehmigungsschritte in jedem Holzbauprojekt.
Ob mehrgeschossiger Wohnbau, Hotelbauten oder Bürogebäude, Hilti bietet Lösungen für die Abschottung der Gebäudetechnik. Die trockenen Brandschutzlösungen ermöglichen einen schnelleren Einbau auf der Baustelle. Kein Warten auf Mörtelaushärten. Kein Einbringen von Baufeuchte. Vorgefertigte Brandschutzlösungen unterstützen den Holzbauer bei der industriellen Vorfertigung und eröffnen Möglichkeiten zur Steigerung seiner Wertschöpfung.



KLH®







WIR FREUEN UNS AUF IHREN BESUCH

STAND 26

- PIONIER IN DER HERSTELLUNG VON BRETTSPERRHOLZ
- MEHR ALS ZWEI JAHRZEHNTE ERFAHRUNG
- DAS ORIGINAL MIT MEHR ALS 38 000 PROJEKTEN WELTWEIT
- INTERNATIONALES PROJEKTMANAGEMENT
- LÖSUNGSORIENTIERTER PROJEKTPARTNER
- VON STATISCHER VORBEMESSUNG BIS ZUR WERKPLANUNG

Unser Ansprechpartner für Deutschland:

ABA HOLZ
van Kempen GmbH

Streitheimer Straße 22 | 86477 Adelsried
info@aba-holz.de | www.aba-holz.de | www.klh.at

KLH MASSIVHOLZ GMBH | 8842 Teufenbach-Katsch | Gewerbestraße 4
Tel +43 (0)3588 8835 | office@klh.at | www.klh.at

ORIGINAL 100% KLH® ORIGINAL

LIGNATUR®



Alles in einem Element:

- Statik - tragend
- Feuerwiderstand 90 min
- Ästhetik
- Ökologie
- Schallschutz
- Raumakustik
- Wärmeschutz
- Top-Beratung

Interessiert?

Kontaktieren Sie unser Beratungsteam:

+41 71 353 04 10
beratung@lignatur.ch







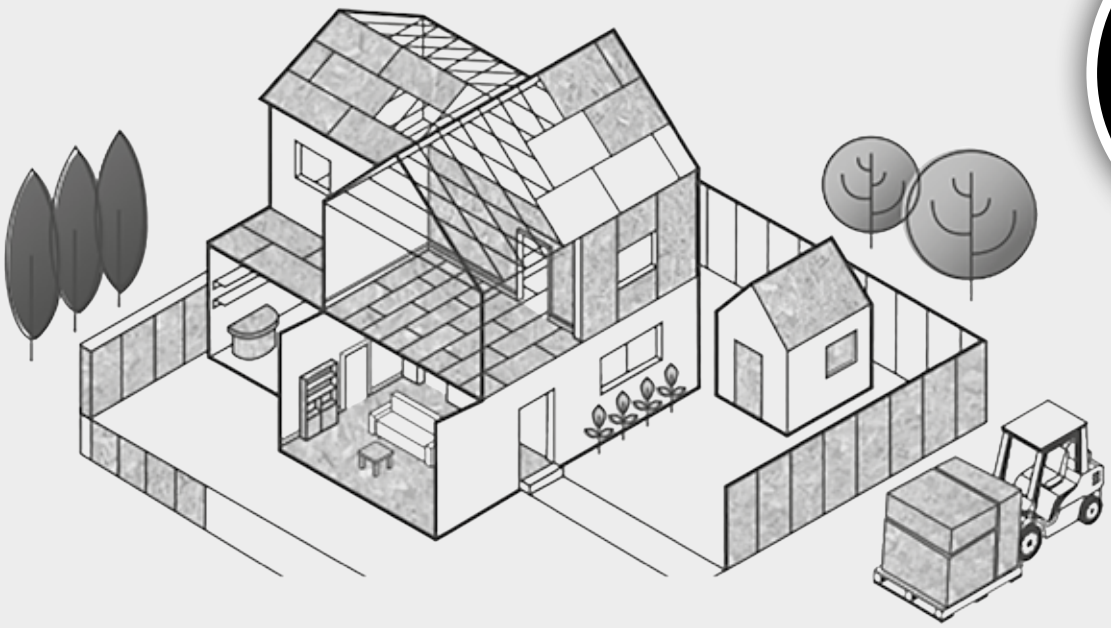



Erfahren Sie mehr unter: www.lignatur.ch

KLIMAPOSITIV.
Jede Platte zählt!

SterlingOSB® Zero®
Mit Sicherheit umweltfreundlich bauen

Besuchen Sie uns an Stand 41



KLIMA +POSITIV+

- **Nachhaltig**
- **Formaldehydfrei verleimt**
- **Niedrige VOC Emissionen**
- **Große Formatvielfalt – bis 5 m Länge**
- **OSB/3 & OSB/4 als Standardsortiment**
- **Zuverlässige Lieferlogistik**

West Fraser

Verkauf
Norbord Europe Ltd.
Tel: 00800 OSBANRUF* (00800 67226783)
Fax: 00800 OSBFAXEN* (00800 67232936)
info@SterlingOSB.de
*Kostenfreie Servicenummern für D/A/CH

www.Norbord.eu | www.SterlingOSB.de

Pitzl

Ihr innovativer Experte im Bereich **Schallschutz**



Innovative Holzverbindungssysteme für höchste Ansprüche.

Pfostenträger | Verbinder | Balkonsäulen | Zaunsäulen | Werkzeuge | Schallschutz

Pitzl Metallbau GmbH & Co. KG
Siemensstraße 26, 84051 Altheim
Telefon: +49 8703 93460
www.pitzl-connectors.com



Sechsgeschossiger Holzmassiv-Wohnbau„Walden 48“ in Berlin – unter den drei Finalisten beim Deutschen Nachhaltigkeitspreis.

Mehr-geschossiger Holzbau im urbanen Raum



„Roots“ in der Hamburger HafenCity – Deutschlands höchstes Holzhochhaus. 73 m Gesamthöhe, 20 Nutzgeschosse, davon 16 in Holzbauweise.

Holz ist der einzige Baustoff, mit dem sich Hochbauten in der erforderlichen Größe errichten und dabei die durch den Bau verursachten CO_2-Emissionen senken lassen – im Neubau, bei energetischen Sanierungen, Aufstockungen und bei der urbanen Nachverdichtung. Das Holzhochhaus „Roots“ in der Hamburger HafenCity und der mehrfach ausgezeichnete Holzmassiv-Wohnbau „Walden 48“ in Berlin sind herausragende Beispiele für den wegweisenden Ingenieurholzbau von Rubner.

RUBNER





NEU

Wetguard: Transparente Feuchteschutz-Membrane von SIGA

SIGA Wetguard ist die neue vollflächig selbstklebende Feuchteschutz-Membrane und kann bereits werkseitig, in der Vorfertigung, oder auf der Baustelle montiert werden.

SIGA Wetguard 200 SA schützt vorgefertigte Holzelemente zuverlässig vor Feuchtigkeit und Beschädigungen während Lagerung, Transport, Montage und der Bauphase und verhindert damit Feuchteschäden wie Verfärbungen im Sichtbereich oder Spannungen und Massungenauigkeiten durch Aufquellen der Elemente.

Über Wetguard

SIGA Wetguard ist diffusionsfähig und mit einer rutschfesten und wasserdichten Spezialbeschichtung ausgerüstet. Das robuste Vlies schütz vor mechanischer Beschädigung und der vollflächig aufgebrachte SIGA-Hochleistungsklebstoff sorgt für sichere Haftung auf Holzoberflächen. Mit der transparenten Optik von SIGA Wetguard bleiben nicht nur im Werk angebrachte Markierungen oder Durchdringungen sichtbar, sondern auch die charakteristische Oberflächenstruktur des Werkstoffes Holz.

Die Folie ist robust gegenüber mechanischer Belastung und auch bei Nässe rutschfest. Der formstabile Träger ermöglicht einfaches, schnelles und faltenfreies Verlegen und ist sofort dicht verklebt. SIGA Wetguard ist in drei Produktdimensionen (1560mm / 780mm / 390mm x 50m) erhältlich. Für spezielle Anwendungen können nach Kundenwunsch verschiedene Dimensionen und Ausführungen hergestellt werden.

SIGA Wetguard sorgt für maximale Sicherheit über den gesamten Bauablauf und erspart dem Handwerker zusätzliche Arbeitsschritte und Zeit. Damit ist sie die ideale Abdichtung während der Bauzeit, ob für einfache oder herausfordernde Holzbauprojekte.



VELUX Lichtlösungen

Auf ganzer Länge erhellend

Fensterflächen vom Boden bis fast zur Decke optimieren den Tageslicht-Einfall und schaffen Bezug zur Umgebung. VELUX Lichtlösungen bieten:

- Neue Größenvielfalt
- Besseren Ausblick nach unten
- Fast durchgehende Glasflächen durch schmalen Übergang zwischen Dachfenster und Zusatzelement
- Einsatz von Schwingfenster oder Klapp-Schwing-Fenster

www.velux.de/lichtloesungen

UNSERE NR. 1 IM SCHALLSCHUTZ



best wood **CLT BOX – DECKE FS**

» für den **mehrgeschossigen Holzbau**

» **erhöhter Schallschutz auch im tieffrequenten Bereich**

» Brandschutz bis F90/REI90

» große Spannweiten möglich

NEU!

PREMIUM-Sichtqualitäten in Fichte und Weißtanne.

---

best wood **INGENIEURBÜRO**

» unterstützt Sie bei der Planung und erstellt für Sie Brandschutz-, Schallschutz- und Statiknachweise

Hier gehts direkt zur CLT BOX – DECKE FS

best wood® SCHNEIDER

www.schneider-holz.com



Holzfaserdämmung – alles andere als brandgefährlich

Ökologische Holzfaserdämmplatten sind leistungsstarke Dämmstoffe mit vielen positiven Eigenschaften, für die aber bisher galt: Sie glimmen und schwelen. Ganz anders die Innovation GUTEX Pyroresist: Unsere neu entwickelte Produktlinie ist nach DIN EN 13501-1 nicht nur schwerentflammbar (Baustoffklasse C), sondern auch nicht glimmend nach DIN EN 16733. Somit vergrößert GUTEX die Einsatzmöglichkeiten von Holzfaserdämmplatten in Bauteilkonstruktionen enorm!

Erfahren Sie mehr unter www.pyroresist.de

GUTEX Holzfaserplattenwerk
Gutenburg 5 | D-79761 Waldshut-Tiengen | + 49 7741 6099-0 | info@gutex.de | www.gutex.de

GUTEX
NACHHALTIG MIT JEDER FASER



GEBÜNDELTE HOLZBAU-KOMPETENZ

Innovative Holzbau-Systeme aus einer Hand

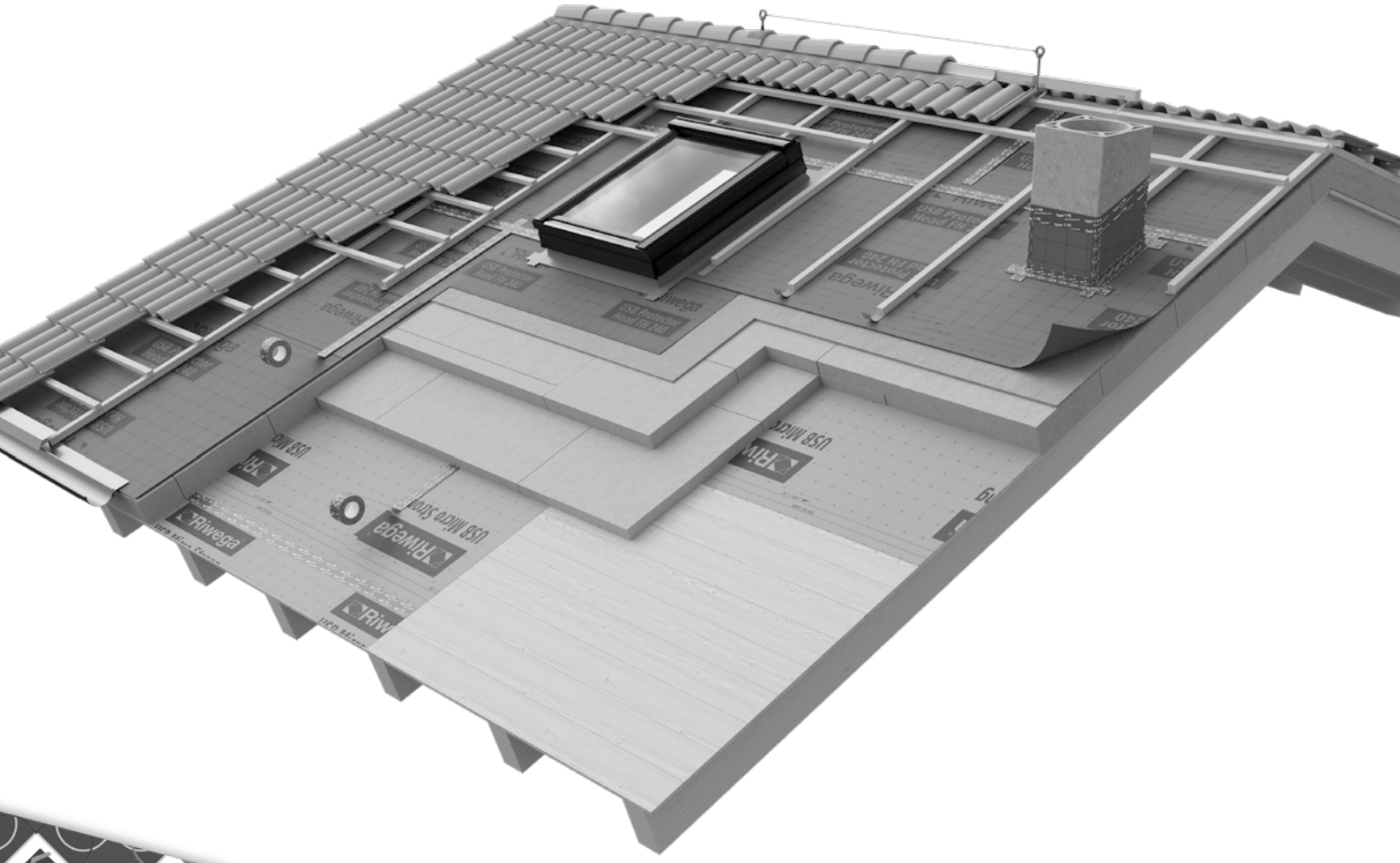
Die Unternehmen der Knauf Gruppe bündeln ihre individuellen Kompetenzen, um sowohl kleinen Zimmereien als auch großen Holzbaubetrieben und Fertighausanbietern aufeinander abgestimmte und geprüfte Lösungen aus einer Hand bieten zu können.
So sorgen wir für Planbarkeit, Zuverlässigkeit und Ausführungssicherheit – sowohl auf der Baustelle als auch im seriellen Fertigungsprozess – und bieten Ihnen mit unserem auf den Holzbau spezialisierten Vertriebsteam persönlichen Kontakt auf Augenhöhe.

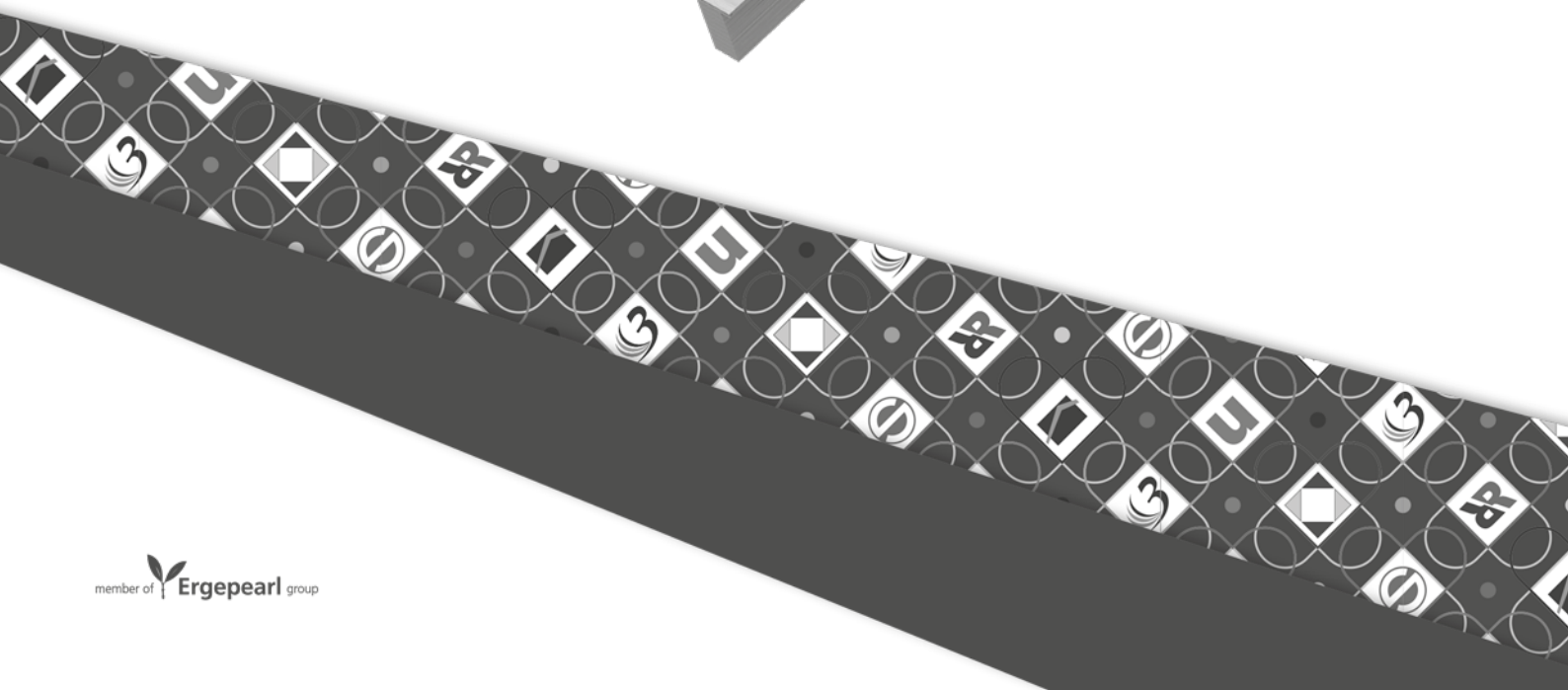
www.knauf-holzbau.de

KNAUF

Riwega®

Das Beste für **Dach und Wand**!





member of Ergepearl group



NEU

AGEPAN® SYSTEM

AGEPAN® UDP Inside N+F

DIE ÖKOLOGISCHE UND PRAKTISCHE HOLZFASERDÄMMPLATTE FÜR DEN INNENAUSBAU

Wohngesundes Raumklima durch diffusionsoffene und feuchteregulierende Eigenschaften. Leicht, besonders stabil und verputzbar. Im praktischen Format 1890 x 610 x 25 mm.

info@agepan.de
www.sonaearauco.com/agepan

SONAE ARAUCO
Taking wood further

ZukunftsWerkstatt

Inhouse-Workshops für innovative Teams der Baubranche

ZukunftsWerkstatt

Kennen Sie das?
„Jetzt packen wir es an!“ – und nichts tut sich

In unseren Inhouse-Workshops begeistern wir Teams,
- innovative Themen voranzubringen
- konkrete Umsetzungsstrategien zu entwickeln
- marktfähige Konzepte zu verwirklichen

Wir bleiben an Ihrer Seite – bis zu Ihrem Erfolg. Das ist unser Geheimrezept!

Kostenloses Kennenlernen

Marco Siems
0162 – 46 21 651



Moderator
Mediator
Dozent für Kommunikation
Experte für Coaching

Tanja Hauptstock
0151 – 11 66 51 32



Moderatorin
Bau-Mediatorin
Dipl.-Baubetrieblerin
Expertin für Workshops

Referenzen

Zimmerer WESTFALEN

NH NORDHAUS

SCHAMP & SCHMALÖER ARCHITEKTUR UND STÄDTEBAU

BPB

www.zukunftswerkstatt-bau.de

COMPONO®

INNOVATION IM HOLZVERBUND

Erhöhung der Tragfähigkeit mit Polymerverguss

Alte und geschädigte Holzbalkendecken unter fast vollständigem Erhalt der Originalsubstanz sanieren mit **modifiziertem Polymerverguss**

ZIELE

- Statische Ertüchtigung mit dem Polymervergusssystem „Compono®"
- Signifikante Verbesserung der Schwingungsanfälligkeit
- Schallschutz und Brandschutz mit den Gipsfaserdeckenplatten „GIFAfloor PRESTO"

VORTEILE

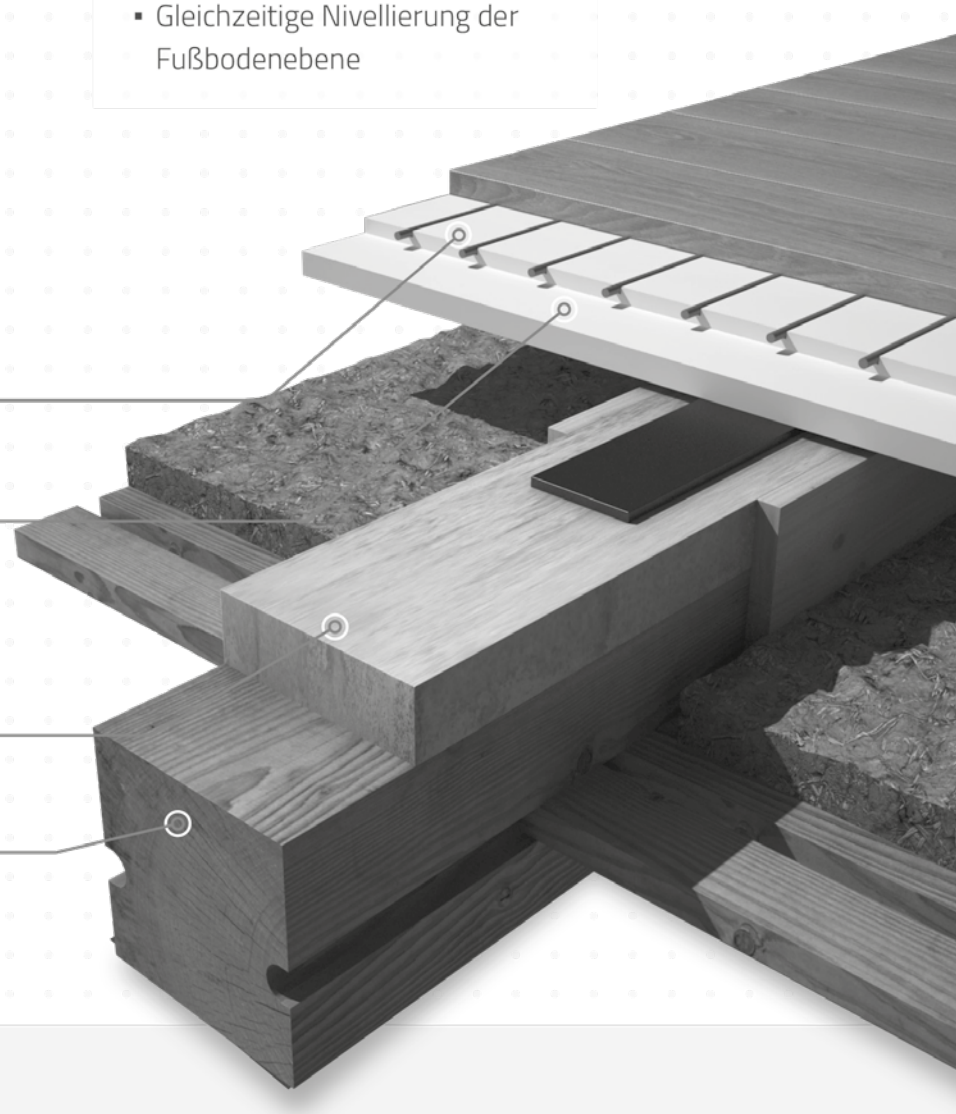
- Geringer Eingriff in den Bestand
- Erhalt der historischen Deckenbalkenuntersicht
- Geringe Aufbauhöhe
- Einfache Verarbeitung
- Gleichzeitige Nivellierung der Fußbodenebene

Möglicher
Fußbodenaufbau

- **GIFAfloor PRESTO 18 mm**
  (für integrierte Fußbodenheizung)
- **GIFAfloor PRESTO 32 mm**

Statische
Ertüchtigung

- **COMPONO®**
  (abZ 10.7-282)
- **Holzbalken**



BRÜNINGHOFF GROUP

Effizienter Bauen durch

SERIELLE VORFERTIGUNG.



Produktion von HBV-Decken mit verbesserter Ressourcen- und Energieeffizienz und mit dem Einsatz von 100% Ökostrom

- nachhaltige Kombination: Stärken aus Holz und Beton optimal ausgenutzt
- weniger CO_2-Emissionen durch Einsatz von CO_2-reduzierten Zuschlagstoffen
- Optimierung der Energie- und Ressourcenkreisläufe durch Einsatz von R-Beton und Brauchwasser
- Hoher Qualitätsstandard durch Vorfertigung und bei konstanten Bedingungen im Betonfertigteilwerk

www.brueninghoff.de/bft-werk



BUND DEUTSCHER BAUMEISTER, ARCHITEKTEN UND INGENIEURE

Wir setzen uns seit fast 100 Jahren für unsere rund 8.000 Mitglieder bundesweit ein - für Bauplaner:innen, angestellte Planer:innen, Unternehmer:innen und Studierende. Integrales, digitales, klimagerechtes Planen und Bauen verkörpert unsere Verbands-DNA. Dabei stehen wir für die Kooperation der Fachdisziplinen. Sie ist angesichts der aktuellen Herausforderungen im Planen und Bauen wichtiger denn je. Mit unseren kleinen und mittelständisch geprägten Mitgliedsbüros und angestellten Mitgliedern bilden wir die Vielseitigkeit der Planer:innenlandschaft in Deutschland ab – von den Metropolregionen bis in die Flächenländer mit ihrer regionalen Bautradition und Baukultur. Mit unserem *KlimaBauPlan* fördern wir das klimagerechte und ressourcenschonende Planen und Bauen und machen uns auch für den Holzbau stark. Mit unseren 60 Bezirksgruppen, 15 Landesverbänden und dem Bundesverband in Berlin sind wir auf allen Ebenen der politischen Entscheidungsfindung gut vernetzt. Im fachlichen Austausch mit den politischen Entscheidungsträger:innen setzen wir uns für optimale Rahmenbedingungen für die Kolleginnen und Kollegen ein.

Wir freuen uns auf den Austausch!

www.baumeister-online.de

info@baumeister-online.de

www.linkedin.com/company/baumeister-online

Offizieller Partner

New European Bauhaus
beautiful | sustainable | together

Bundes-Gütegemeinschaft Montagebau und Fertighäuser e.V.



Das RAL Gütezeichen. Eine sichere Sache!

RAL GÜTEZEICHEN HOLZHAUSBAU

RAL GÜTEZEICHEN HOLZROHELEMENT HERSTELLUNG

RAL GÜTEZEICHEN Stahlsystembauweise

RAL GÜTEZEICHEN MOBILE RAUMSYSTEME

Bundes-Gütegemeinschaft Montagebau und Fertighäuser (BMF) e.V.

Die BMF wurde 1961 mit dem Ziel gegründet, die Qualität der Produkte und Prozesse ihrer Mitgliedsunternehmen sicherzustellen und neue Standards im Bereich des Fertigbaus zu setzen. Sie ist eine von RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. anerkannte Gütegemeinschaft und vereint rund 130 Mitglieder aus dem In- und Ausland.

Die RAL Gütezeichen der BMF-Mitglieder stehen für Produkte und Dienstleistungen, die klar definierte Qualitätskriterien erfüllen. In den RAL Güte- und Prüfbestimmungen sind diese Kriterien fest verankert und für alle Interessenten öffentlich zugänglich. Die Anforderungen der RAL Gütezeichen werden regelmäßig durch eine unabhängige Überwachungs- und Zertifizierungsstelle, die BMFcert GmbH, geprüft und bieten ein hohes Maß an Sicherheit für den Endverbraucher. Bauherren können die RAL Gütesicherung des Herstellers als Grundlage für ihre Hausfinanzierung nutzen. Auch bei öffentlichen Ausschreibungen wird dieser Standard als Vergabekriterium herangezogen.

Nutzen Sie gerne das Kontaktformular auf **www.guetesicherung-bau.de** oder informieren Sie sich per E-Mail oder Telefon über die RAL Gütezeichen und eine Mitgliedschaft in der BMF.

Bundes-Gütegemeinschaft Montagebau und Fertighäuser e.V.

Rhöndorfer Straße 85, 53604 Bad Honnef
info@guetesicherung-bau.de / +49 (0) 2224 969152-0

Compass Software

www.compass-software.de

FERTIGUNGSORGANISATION UND MASCHINENANSTEUERUNG IM HOLZBAU AUF BASIS VON BTL-DATEN







Mit mehr als 30 Jahren Erfahrung liefern wir maschinenneutrale CAM/CNC-Lösungen für den Holzbau. Wir sind Spezialisten auf dem Gebiet der CNC-Ansteuerung.

Fertigungsorganisation

Wir liefern die komplette Fertigungsorganisation in der Werkstatt und haben die volle Kontrolle über die Fertigungswege.

BTL-Import

Wir verarbeiten BTL-Daten aus den unterschiedlichsten CAD-Programmen. Andere Schnittstellen sind möglich.

Brettsperrholzverarbeitung

Unsere Plattenoptimierung für BSH garantiert bestmögliche Materialausnutzung bei minimalem Verschnitt.

Staboptimierung

Wir berechnen die optimale Anordnung der Balken in dem Stab, sodass möglichst wenig Restmaterial entsteht.

Wir können Maschinen der unterschiedlichsten Hersteller und unterschiedlicher Generationen in einem System miteinander verknüpfen und in Fertigungslinien zusammenarbeiten lassen.

Betonhohldecke **trifft Holz**wand

Mehrgeschossiger Hybridbau – schnell, flexibel, wirtschaftlich

Mit der Hybridbauweise entstehen Gebäude mit optimaler ökologischer und bauphysikalischer Qualität, die die Stärken der Baustoffe Beton und Holz kombiniert – ideal geeignet für hohe Anforderungen und größere Holzgebäude.

Dennert hat dazu die bewährte DX-Decke entscheidend weiterentwickelt. Besonders bei Schallschutz und Schwingungsverhalten sind bei Holzbalkendecken bekanntlich nur mit sehr hohem Aufwand zufriedenstellende Ergebnisse zu erzielen. Gegenüber diesen herkömmlichen Decken verfügt die bahnbrechende DX-Betonfertigdecke nicht nur über einen ausgezeichneten Schallschutz, sondern auch über eine wesentlich bessere Aufnahme von Einzellasten, größere Spannweiten und einen höheren Brandschutz.

Die in die Decke integrierten Hohlräume sorgen für die besondere Leichtigkeit und Holzbau-Kompatibilität der Geschossdecken. Sie können außerdem bei Bedarf optimal als Versorgungs- und Kabelkanäle verwendet werden, ohne die Statik der Decke zu beeinträchtigen.

Individuell vorproduziert, blitzschnell montiert

Jedes DX-Deckenelement wird individuell und präzise, exakt nach Plan, im Werk gefertigt und just-in-time an die Baustelle geliefert und in kurzer Zeit montiert. Dabei werden alle Besonderheiten – wie beispielsweise integrierte Stürze, Rundungen, Durchbrüche für Versorgungsleitungen, passgenaue Auflagen für Treppen u. a. – bereits im Werk in die Deckenplatten integriert. Ein speziell entwickeltes Verschlusssystem verspannt die einzelnen DX-Deckenplatten miteinander.

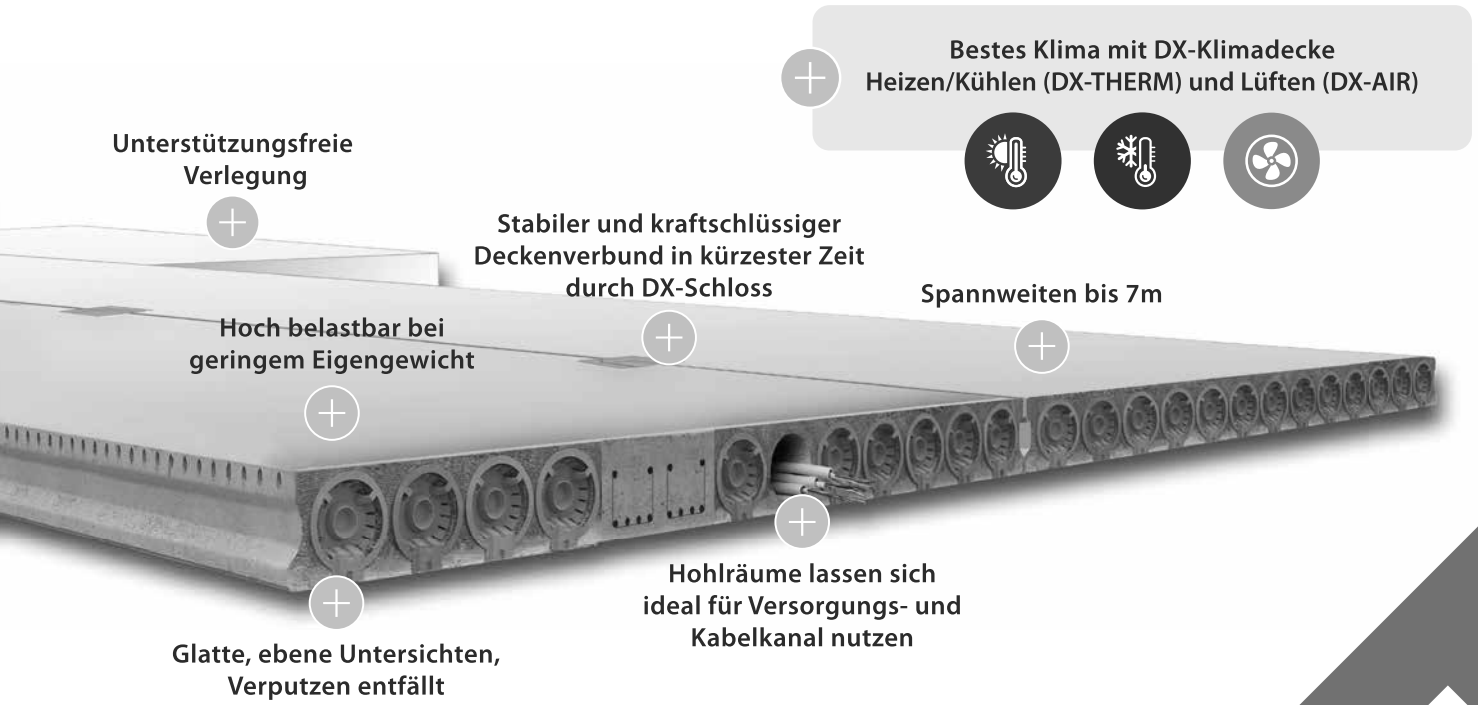
So entsteht in kürzester Zeit ein extrem stabiler und kraftschlüssiger Deckenverbund. Die Decke ist sofort belastbar und begehbar. Zudem erfüllt die innovative DX-Decke alle Anforderungen an Feuerschutz, Belastbarkeit und Luft- und Trittschalldämmung mit Bestwerten.

Multifunktionales Deckenkonzept

Die DX-Decken gibt es auch als energieeffiziente, behagliche Raumklimadecken mit integrierter Flächenheizung bzw. -kühlung (DX-THERM). Die wohlige Wärme wird in Form von Wärmestrahlungswellen gleichmäßig in jeden Winkel des Raumes geführt. Die Heizschlangen werden bereits im Werk in den Deckenspiegel der Fertigdecke eingegossen und auf der Baustelle mit dem Heizkreislauf verbunden.

Mit einer reversiblen Wärmepumpe wird im Sommer aus der DX-Klimadecke eine flächendeckende Raumkühlung, ohne lästige Geräusche oder Zugerscheinungen.

Eine weitere Option ist die wahlweise Ausstattung für den schnellen und wirtschaftlichen Einbau einer kontrollierten Be- und Entlüftungsanlage (DX-AIR).

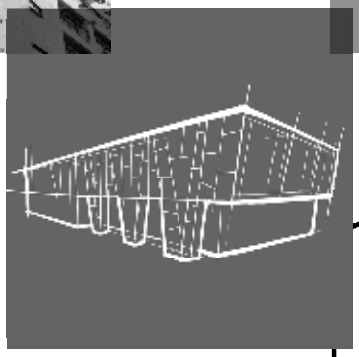


Mehr auf **www.dennert-hybridbau.de** oder Info-Line **09552 71-148**
Dennert Baustoffwelt GmbH & Co. KG, Veit-Dennert-Str. 7, 96132 Schlüsselfeld

DENNERT

ROCKWOOL:
Ihr zuverlässiger Partner in der vorgehängten hinterlüfteten Fassade





ROCKWOOL®

Immer eine

STARKE VERBINDUNG

SYSTEMINNENECKE CLT

Eines unserer neuen Produkte ist die Systeminnenecke CLT. In Kombination angewendet ermöglicht sie eine starke Verbindung von Wandknotenpunkten. Zudem ist die Systeminnenecke eine unschlagbare Lösung für Holz – Holz Verbindungen.



Anwendungsbeispiel der **Systeminnenecke CLT** mit der **KonstruX**

KONSTRUX VOLLGEWINDESCHRAUBEN

KonstruX Vollgewindeschrauben maximieren die Tragfähigkeit einer Verbindung durch den hohen Gewindeausziehwiderstand in beiden Bauteilen. Beim Einsatz von Teilgewindeschrauben begrenzt der wesentlich geringere Kopfdurchziehwiderstand im Anbauteil die Tragfähigkeit der Verbindung.



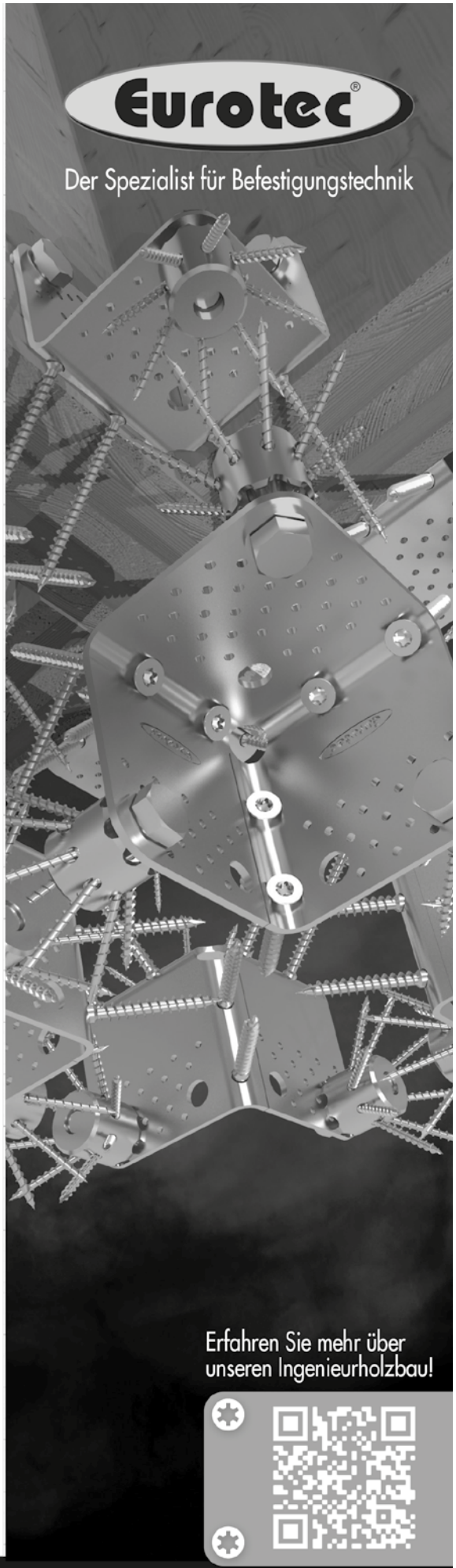
KonstruX, Senkkopf verzinkt

HEBEANKER HEBE*FIX* & KUGELTRAGBOLZEN

Für die Anwendung mit einem Kugeltragbolzen wurde der ausgeklügelte Hebe*Fix* konzipiert. Vorgefertigte Wandelemente können problemlos mit dem Hebeanker angehoben und transportiert werden. Die Verwendung mit Schrauben erlaubt es den Hebeanker mehrfach einzusetzen.



Anwendungsbeispiel für den Hebe*Fix* in Komination mit dem **Kugeltragbolzen**



E.u.r.o.Tec GmbH • Unter dem Hofe 5 • D-58099 Hagen
Tel. +49 2331 62 45-0 • Fax +49 2331 62 45-200 • E-Mail info@eurotec.team

#HolzKannDas

Natürlich. Nachwachsend.



Bild: Markus Guhl

FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E. V.

Wir fördern klimafreundliche Innovationen für die holzbasierte Wirtschaft im Auftrag des BMEL

CHARTA FÜR HOLZ 2.0 – KLIMA WERTE RESSOURCEN

Gefördert durch:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

FNR Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Funderplan – 100% Naturprodukt zum Wohlfühlen

- kleinformatig bauseits für raumseitige Beplankung im Holzbau
- frisches Faserholz aus regionaler Forstwirtschaft
- Wohnraumgewinn durch schlanken Aufbau
- auf Wohngesundheit geprüft
- formschlüssige fugenlose Verbindung
- schnelles Endlosverlegen

Fundermax GmbH
Mobil: +49 (0) 151 558 70 545
thomas.graf@fundermax.biz
www.fundermax.at

For you to create

Fundermax







Gaulhofer

Fenster zum Wohnfühlen

HANDWERK IN PERFEKTION

Mit Fenstern von Gaulhofer

Ob Neubau oder Sanierung: Fenster nehmen als bewegliche Bauteile zentrale Bedeutung für die Wohnatmosphäre ein.

QUALITÄTS FENSTER
MADE IN AUSTRIA

Gaulhofer Deutschland GmbH & Co. KG
Fenster und Türen
Gutenbergstraße 9
85646 Anzing | gaulhofer.com

+49 (0) 8121 9302-0
gaulhofer.deutschland@gaulhofer.com



GHAD

Gütegemeinschaft
Holzbau-Ausbau-Dachbau e.V.

Gütesicherung im Holzbau

Nutzen Sie die Vorteile für Ihr Bauvorhaben

RAL GÜTEZEICHEN HOLZHAUSBAU

RAL GÜTEZEICHEN DACHBAU

RAL GÜTEZEICHEN INGENIEURHOLZBAU

RAL GÜTEZEICHEN HOLZROHELEMENT HERSTELLUNG



© HAF

© HAF

Bei einem sich ständig verändernden Markt sehen sich Bauherren und Architekten einer Vielzahl von Anbietern gegenüber. Zuverlässige und qualifizierte Partner finden Sie in den Mitgliedsbetrieben der GHAD. Diese haben sich für eine zusätzliche Qualitätssicherung im Holzbau entschieden.

www.ghad.de



www.hbs-berga.de









HBS BERGA

Bausysteme aus Holz

- **Dach-/ Wand- und Deckenkonstruktionen**
- **Modernste CNC-Maschinen und Fertigungsprozesse**
- **Beratung und Unterstützung für Architekten, Planer und Holzbaubetriebe bei individuellen Projekten**

Als Hersteller von Brettsperrholz bietet HBS Berga großformatige Massivholzelemente welche als Wand-, Decken- und Dachbauteile eingesetzt werden können.
Diese Bauteile sind standardmäßig in den Abmessungen von 3,50 m x 16,00 m herstellbar, Überlängen sind auf Anfrage möglich. Die Bauteilstärken liegen zwischen 60 mm und 280 mm, i.d.R in 20 mm Schritten.
Sonderstärken sind ebenfalls auf Anfrage möglich.

Der montagefertige Zuschnitt der Bauteile erfolgt entsprechend der Kundenvorgaben auf modernen Abbund-CNC-Maschinen. Neben der Herstellung von Brettsperrholz unterstützt HBS-Berga auch bei der Planung von Massivholzgebäuden.

Für die statische Bemessung steht eine Bemessungssoftware zur Verfügung und Fragen zur Konstruktion oder Bauphysik werden von einem kompetenten Team beantwortet.



HBS Berga GmbH & Co. KG
Ahornweg 1 • 06536 Berga
+49 34651 451-0 • info@hbs-berga.de





LIGNUM®

Entdecke mehr
auf **www.hdg.it**



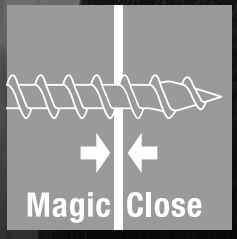
Lignum ist eine Marke der HDG Group S.r.l.

HECO SCHRAUBEN

NEU



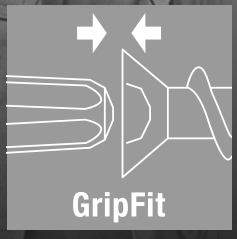
HECO-TOPIX®-plus: Macht die Besten besser.



Zusammenzieh-Effekt ganz ohne Vorspannen.

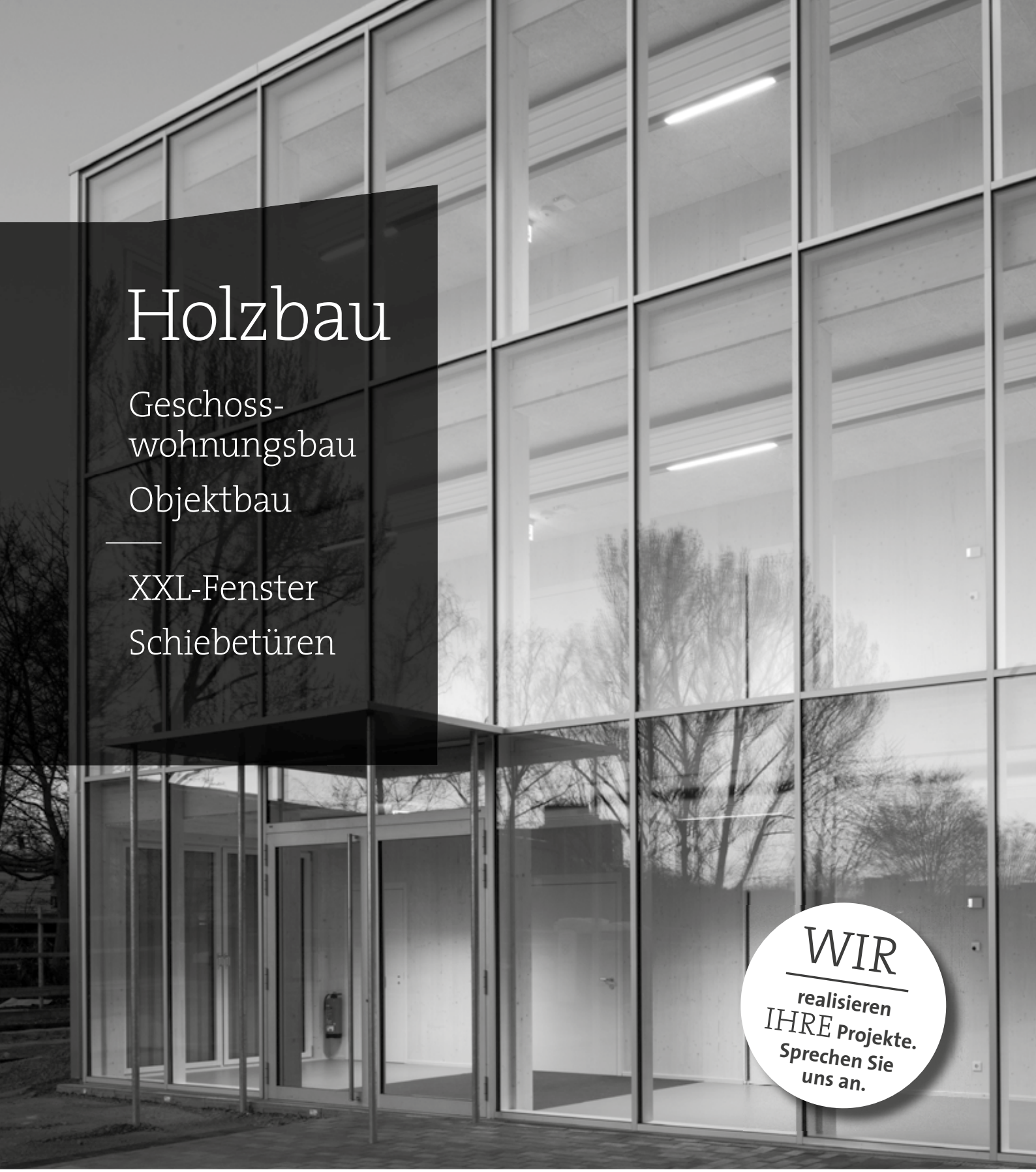


Optimierte Gewindesteigung für jede Schraubenlänge.



Einhändig arbeiten geht jetzt auch mit Edelstahl.

www.heco-topix-plus.com



BECKER 360
Holzbau Becker & Sohn GmbH
Kolpingstraße 4
59964 Medebach

T +49 2982 9214 0

info@becker360.de
www.becker360.de

BECKER 360

Erfahrung, die Werte schafft.
Seit 1926.



natur verbunden

holzius

VOLLHOLZHAUS

Urbaner Holzbau
ökologisch – naturverbunden – CO^2 neutral

---

www.holzius.com **Architekten:** architekturagentur **Fotos:** Jürgen Pollak



XWORKS
Holzkonstruktion Schicht für Schicht

CROSS-WORKS

Brettsperrholz der Holzwerke van Roje

Holzwerke van Roje GmbH & Co. KG
Ignatz-van-Roje-Platz 1
D-56587 Oberhonnefeld-Gierend

www.vanroje.de
www.cross-works.eu

van Roje

Wir bringen Holz in Form

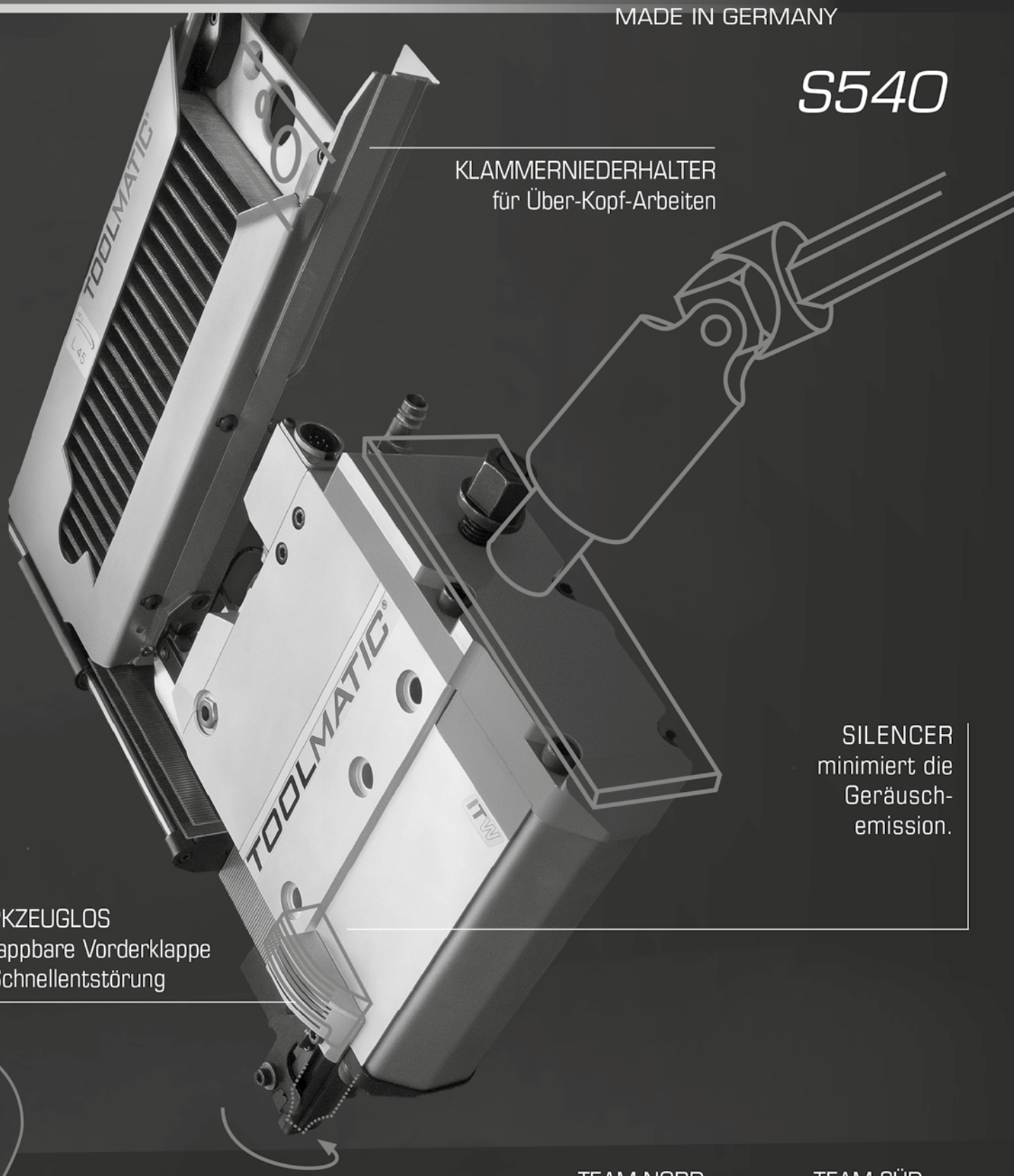
TOOLMATIC®

AUTOMATED FASTENING SYSTEMS

MADE IN GERMANY

S540

KLAMMERNIEDERHALTER
für Über-Kopf-Arbeiten



SILENCER
minimiert die
Geräusch-
emission.

WERKZEUGLOS
aufklappbare Vorderklappe
zur Schnellentstörung

WIR SIND BEI IHNEN

Beratung | Installation & Einweisung | After Sales

TEAM NORD

Maik Gütersloh
Marcus Rolfsmeier

TEAM SÜD

Jens Hödel
Jörg Paulusch

ITW BEFESTIGUNGSSYSTEME · spit · Paslode · haubold · TOOLMATIC

www.itw-befestigungssysteme.de



KEIM LIGNOSIL®-VERANO – NATURSCHÖNE SILBERGRAUE HOLZFASSADEN

MINERALISCHE VORVERGRAUNG VON HOLZOBERFLÄCHEN

- Angleichend durch natürliche Alterung
- Kein Wartungsaufwand
- Ohne Zusatz von Bioziden und Lösemitteln
- Besonders wirtschaftlich und nachhaltig
- Diffussionsoffen
- Schnelle Trocknung
- Matte, natürliche Optik

KEIM. FARBEN FÜR IMMER.

www.keim.com



XC®– DAS HOLZ-BETON-VERBUNDELEMENT DER MMK

Die wesentlichen Einsparungen im Bauwesen sind heute nur mehr über die Bauzeit und die Reduktion von Schnittstellen in Planung und Ausführung einzubringen. Montagefertige Bauteile für jedes Holz-Hybrid-Projekt werden in den Werken von Mayr-Melnhof Holz und MMK nach Kundenwünschen hergestellt. Durch präzise Vorfertigung wird Koordinationsaufwand auf der Baustelle minimiert, das bringt Kostenersparnisse durch kürzere Montagezeiten und den Bedarf an weniger Arbeitskräften vor Ort. Zudem fällt die Lärm- und Staubbelastung am Bau wesentlich geringer aus.
Für hybride Projekte in Zusammenhang mit XC® Holz-Beton-Verbundelement bietet die MMK neben standardisierten Hybridelementen Entscheidungsträgern, Planern und Bauherren auch ein Projektconsulting an.



WESENTLICHE PRODUKTVORTEILE VON XC®:

- Vordefinierte Standards für den Planer
- Große Spannweiten für einfaches Grundrisslayout
- Standardisierte Ausschreibungsunterlagen
- Natürliche Holzoptik bleibt durch geprüfte Schallschutzaufbauten erhalten
- Hervorragende bauphysikalische Eigenschaften

LEISTUNGSSPEKTRUM DER MMK HYBRID SOLUTIONS:

- Unterstützung bei der Entwurfsplanung (Variantenstudie)
- Beratung hinsichtlich Einsatz-Optimierung bei Materialauswahl (Bauphysik, Ökologie, Kosten)
- Kalkulation, begleitende Kostenoptimierung
- Unterstützung bei 3D-Planung, und Visualisierung
- Statische Vorbemessung einschließlich Brandschutz- und Schwingungsnachweis (Kosten und Machbarkeit)
- Unterstützung bei Einreich-, Ausführungs- und Detailplanung
- Optimierung der Bauzeit- und Bauablaufplanung
- Je nach Kundenwunsch Abstimmung mit den einzelnen Gewerken
- Unterstützung bei Gebäudezertifizierung (Lebenszyklus)

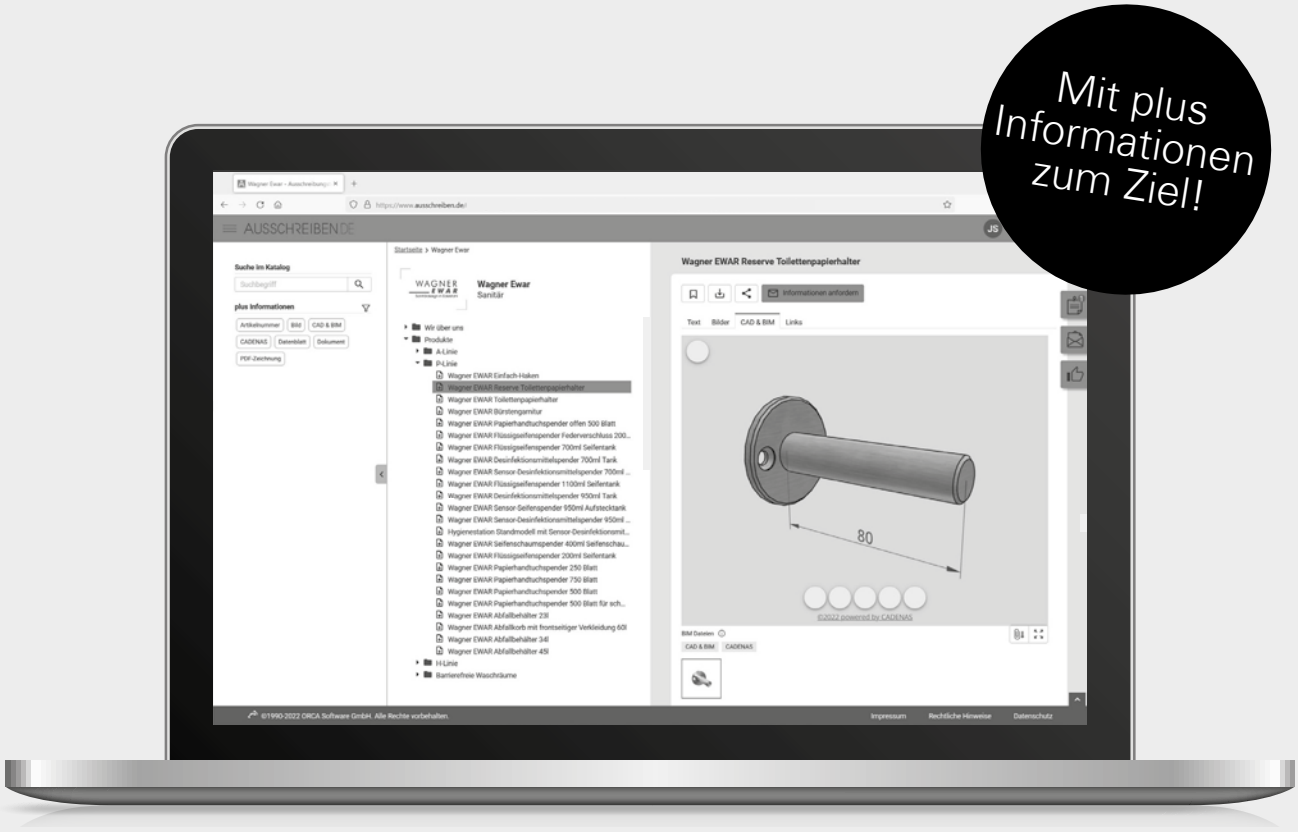
WHERE
IDEAS
CAN
GROW.

MAYR MELNHOF HOLZ
www.mm-holz.com

Holz und Beton verbinden.
MMK
Hybrid
Solutions
www.holzbetonverbund.eu


MiTek®
Holzbau mit System
Bemessungssoftware
Produktionsanlagen
Verbindungsmittel
www.MiTek.de

AUSSCHREIBEN.DE
Ausschreibungstexte**plus**



Nutzen Sie kostenfrei über **1 Mio. Ausschreibungstexte** und **Zusatzinformationen** von **700 Herstellern**.

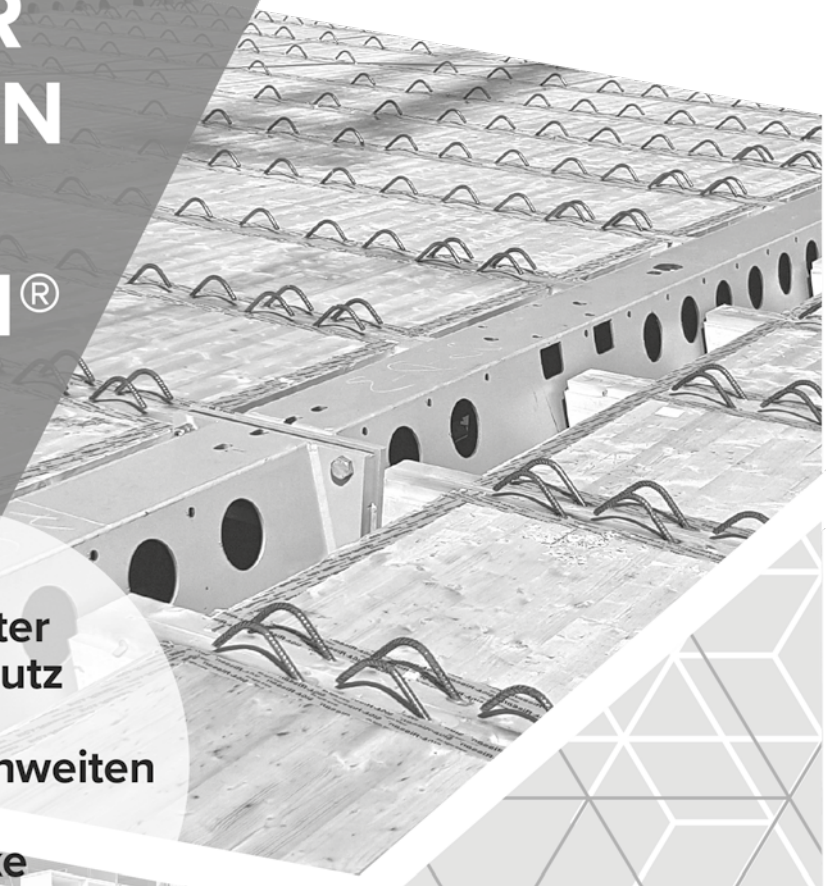
Gefunden? Export in 9 Datenformate

90 · XML · WRG · ONLV · PDF · DOC · XLS · RTF · TXT

ORCA Software GmbH • Georg-Wiesböck-Ring 9 • 83115 Neubeuern • orca-software.com • ausschreiben.de

peikko®

SLIM-FLOOR HBV-DECKEN MIT DELTABEAM®



Integrierter Brandschutz

—

Flexible Spannweiten

—

Schlanke Decken



77 WADE in Canada by BNKC Architects

Großzügige Architektur im mehrgeschossigen Holzbau

www.peikko.de/hybrid

PFEIFER
PASSION FOR TIMBER

PRODUKTE FÜR DEN HOLZBAU













Schnittholz



Brettschichtholz



Ein- und dreischichtige Massivholzplatten



CLT Brettsperrholz

We connect people, nature and technology. For better wood solutions.

pfeifergroup.com



Pfleiderer Holzwerkstoffe im Holzbau.
Holz ist in der Bauwirtschaft gefragt wie nie zuvor. Kein Wunder, denn Holzwerkstoffe können Anforderungen an Nachhaltigkeit und Bauphysik auf einzigartige Weise in Einklang bringen. Wenn es um wohngesundes, ressourcenschonendes und klimafreundliches Bauen geht, setzt Pfleiderer neue Maßstäbe – damit sich zukunftsorientierte Konzepte im Wohn- und Objektbau zuverlässig umsetzen lassen.

Weitere Informationen erhalten Sie unter **pfleiderer.com/holzbau**
oder direkt vom zuständigen Objektberater Robert Deuringer.
Mail: robert.deuringer@pfleiderer.com
Telefon: +49 173 6993-739

MADE IN GERMANY

MAKE YOUR VISIONS WORK.

DUROPAL | thermopal

PFLEIDERER



Skelettbau aus **BauBuche**

Das euregon AG Bürogebäude von lattkearchitekten BDA

BauBuche ist der Holzbauwerkstoff aus heimischem Laubholz. **BauBuche** besitzt eine außergewöhnlich hohe Tragfähigkeit und ermöglicht schlankere Bauteile sowie größere Spannweiten im konstruktiven Holzbau. Architekt Frank Lattke nutzte diese Eigenschaften für das Bürogebäude der euregon AG in Augsburg. Bei dem dreigeschossigen Skelettbau aus **BauBuche** bleibt die Konstruktion innen sichtbar und macht den warmen Ton der **BauBuche** erlebbar. **Daten und Details zum Projekt sowie die BauBuche Musterbox erhalten Sie auf my.pollmeier.com/euregon**

Pollmeier

+49 (0)36 926 945 - 560 | baubuche@pollmeier.com | www.pollmeier.com

Architekt: lattkearchitekten BDA, www.lattkearchitekten.de | Holzbau: Gumpp & Maier, www.gumpp-maier.de
Fotografie: Eckhart Matthäus, www.em-foto.de

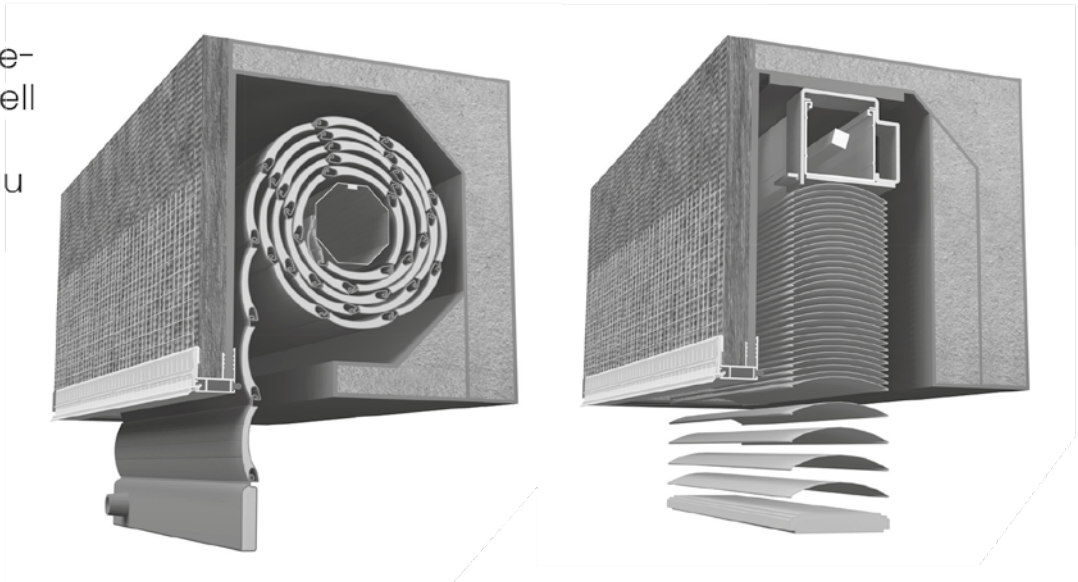
PRIX
ROLLLADENKÄSTEN



ÖKO LINE

Die nachhaltige Alternative

Rollladen- und Raffstore-kästen speziell für den Holzhausbau entwickelt



- Ökologisch hochwertige Ausführung aus nachwachsenden Rohstoffen
- Stabiles, selbsttragendes Kastensystem
- Hohe Flexibilität des Kastensystems zur einfachen Anpassung an unterschiedliche Wandaufbauten
- Dauerhafter Schutz der Dämmung durch einzigartige Sandwichbauweise
- Hervorragende Wärme- und Schalldämmung
- Statikelemente verfügbar
- Erhältlich als Einbau-, Aufsatz- oder Vorbaukasten

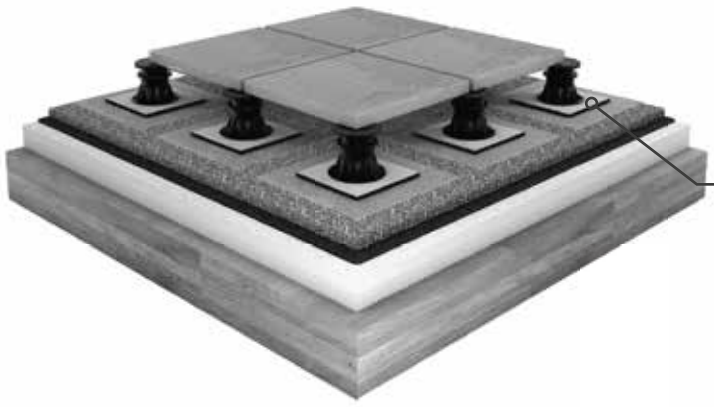
natureplus®
No. 0208-1304-120-1

PRIX Systeme GmbH
Tel. 0 82 45 9 98 90-00
www.prix.de

WIE REALISIEREN WIR EFFIZIENTEN SCHALLSCHUTZ IM HOLZBAU?

GEMEINSAM.





REGUPOL sound and drain 22

Trittschalldämmung Außenfläche

Messergebnis:

$L_{n,w}$ ($C_{I,50\text{-}2500}$) = 41 (+3) dB

akustik@regupol.de | www.regupol.com

REGUPOL

Studenten als Bauherren...

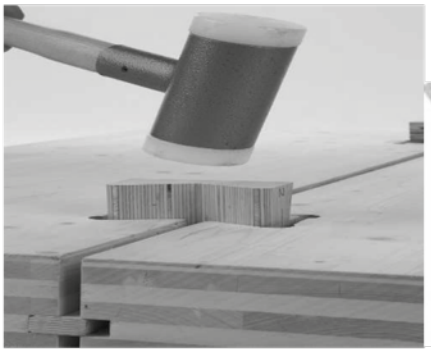


...bauen nachhaltig und realisieren ihre Wohnanlage
„Collegium Academicum" in Heidelberg für 176 Studenten-Wohneinheiten
mit dem X-fix HOLZ-HOLZ Verbindungssystem.



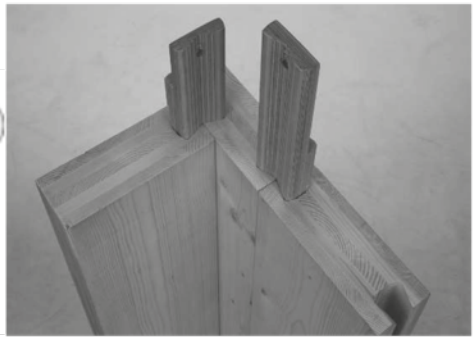
Die Holzwerkstoffe nach ihren besten Eigenschaften einsetzen,
ist „das Credo" der Holzbau-Ingenieure von PIRMIN JUNG.

- STÜTZEN aus BAU-BUCHE/BB
- BALKEN aus BRETT-SCHICHTHOLZ/BSH
- WANDSCHEIBEN aus BRETT-SPERRHOLZ/BSP
- VERBINDUNGEN mit X-Fix



X-fix C

X-fix®
GREENETHIC



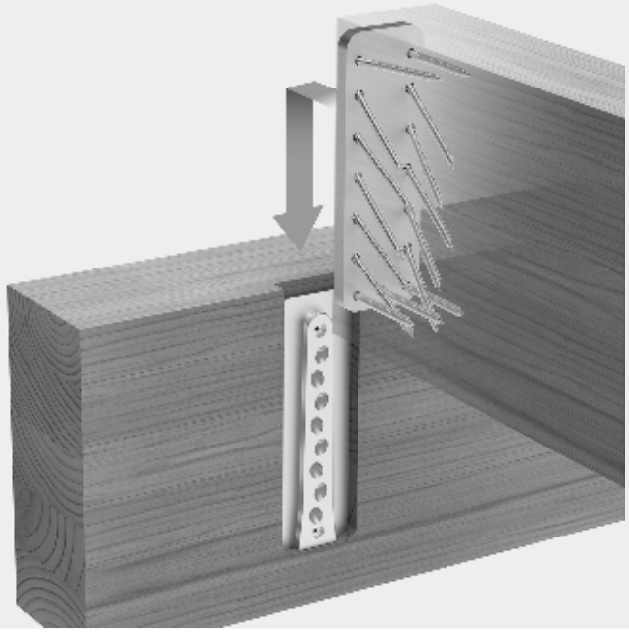
X-fix L

www.x-fix.at

DIE FÜHRENDE TECHNOLOGIE BEI
STANDARDISIERTEN HOLZVERBINDER-SYSTEMEN

UNSER SORTIMENT

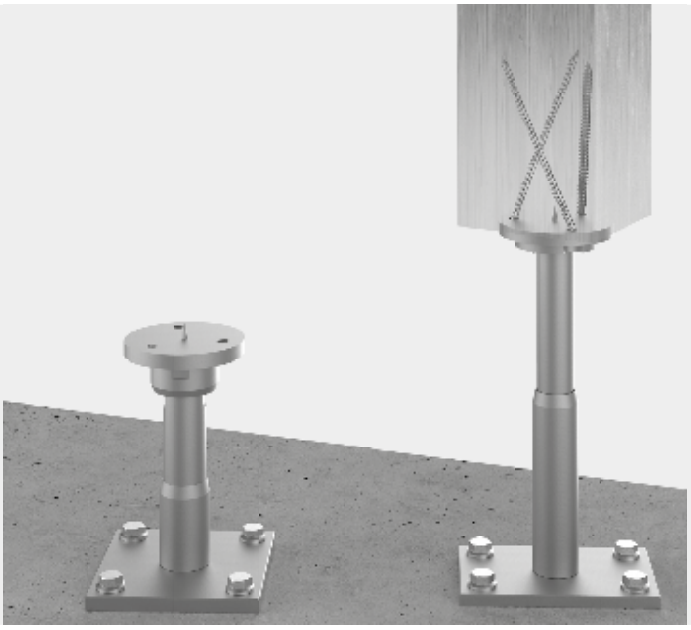
Einzigartige Lösungen



HOLZVERBINDER

Die ausgereiften und bewährten SHERPA-Holzverbinder ermöglichen eine effiziente & wettbewerbsfähige Planung sowie Ausführung anspruchsvoller Aufgabenstellungen im gesamten Bauwesen.

SHERPA-Brandschutzlösungen bis R120
Seit 8. Februar 2022 können alle Planer und ausführende Betriebe im Holzbau von den Neuerungen der ETA-12/0067 profitieren. Speziell die Brandschutzlösungen für Nachweise bis zu R120 ermöglichen den Einsatz der SHERPA Systemverbinder in den anspruchsvollsten Konstruktionen.



POWER BASE

Durch die ausgewogene Kombination unserer Stützenfüße aus der Kopfplatte, der Verschlussarten, den Höhenverstellungsbereichen und den daraus resultierten Tragfähigkeitswerten können aus unserer Sicht alle praxisüblichen Stützenanschlüsse mit lediglich sieben Power Base Typen ausgeführt werden.

SHERPA Connection Systems GmbH
Badl 31, A-8130 Frohnleiten, office@sherpa-connector.com

www.sherpa-connector.com

Let's talk about the wood house effect

Die Städte der Zukunft wachsen – schnell und möglichst nachhaltig. Bauzeiten sind um bis zu 70 % schneller, mit Net-zero CO_2-Emissionen. Thermische Isolierungen werden immer besser, die Ansprüche an das Innenraumklima immer höher. Mit digitalen Tools, BIM-Integration und einer Reihe an Massivholzelementen lässt sich all das erreichen. Für die nächste Ausschreibung & für unsere Zukunft. Innovativ und nachhaltig.

Wir nennen das den **#WoodHouseEffect**.
storaenso.de



THE RENEWABLE MATERIALS COMPANY

Holz in Bestform

SWISS KRONO





URBANES BAUEN

SWISS KRONO **MAGNUM**BOARD® OSB

Das massive und anpassungsfähige Holzbausystem für die Herausforderungen des Städtebaus. Die großformatigen Elemente können einfach und schnell montiert werden. Das aufwendige Errichten großer Baustellen mit Lagerflächen, Straßen- und Gehwegsperrungen entfällt.

swisskrono.com/de

Made in Germany

Hightech-Holzwerkstoffe

- ✓ für mehr Ökologie und Wohngesundheit
- ✓ für kurze Bauzeiten durch hohen Vorfertigungsgrad
- ✓ für Aufstockungen und mehrgeschossigen Wohnbau

Terhalle

530 MITARBEITER - EIN ZIEL - EIN TEAM FÜR SIE IM EINSATZ

Schlüsselfertiges Bauen

Wohn- und Gewerbeobjekte
Kindertagesstätten
Schulen
Ein- und Mehrfamilienhäuser
An- und Umbauten
Aufstockungen




Holzbau

Geschlossene Gebäudehülle
Holzrahmenbau
Ingenieur Holzbau
Sanierung / Restauration
Dachkonstruktionen
Dachdeckerarbeiten




Fenster & Fassaden

Holzfenster
Holz-Aluminiumfenster
Aluminiumfenster
Kunststofffenster
Haustüren
Pfosten-/Riegelkonstruktionen




Innenausbau

Objekt- und Ladeneinrichtungen
Wohn- und Objekttüren
Möbel
Treppen
Schranksysteme
Bodenbeläge




Stahl- und Metallarbeiten

Bauschlosserei
Stahlbau
Blechbearbeitung
Edelstahlbearbeitung




Solmsstraße 46 | 48683 Ahaus-Ottenstein | Telefon: +49 (0) 2561 9823-0 | info@terhalle.de | www.terhalle.de









Hightech-Holz
für Ihre Bauprojekte.

Unsere Stärke liegt in der Produktion von **außergewöhnlichen Dachkonstruktionen** und passgenauem **X-LAM** (Massivholz).

Wir beraten und begleiten Sie von der Planung bis zur Fertigstellung.

www.derix.de

HOLZ IN NEUER DIMENSION

DERIX



leading
timber
engineering

SPREAD YOUR IDEAS

WIEHAG

TIMBER CONSTRUCTION

Vertrieb FORUM **HOLZBAU**, Bahnhofplatz 1, 2502 Biel/Bienne, Schweiz
T +41 32 372 20 00, info@forum-holzbau.com, www.forum-holzbau.com

Bearbeitung und Satz: Simone Burri, Katja Rossel, Katharina Uebersax

© 2022 by FORUM **HOLZBAU**, Biel/Bienne, Schweiz
ISBN 978-3-906226-46-0