

TIM LÜKING (HRSG.)

MONOLITHISCH BAUEN

EINE BESTANDSAUFNAHME

MONOLITHISCH BAUEN
EINE BESTANDSAUFNAHME

TIM LÜKING [HRSG.]



01

EINFÜHRUNG

6

Tim Lüking

VORWORT

8

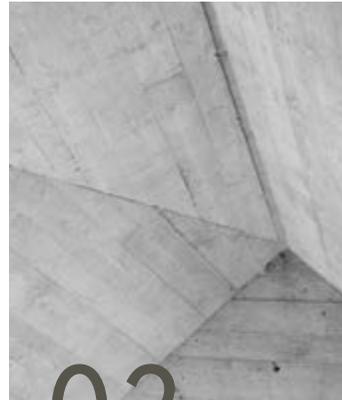
**Andrea Deplazes
& Andreas Kohne**

MONOLITHISCH BAUEN

18

Matthias Ballestrem

DIE LANGSAMKEIT DES BAUDINGS



02

BAUSTOFFE

26

Tim Lüking

HOLZ KANN NATÜRLICH ALLES

40

Tim Lüking

DIE WUNDERBARE
WANDLUNGSFÄHIGKEIT
DES ZIEGELS

56

Tim Lüking

BAUSTOFFE UND IHR POTENZIAL
FÜR EINSCHICHTIGKEIT



03

BAUTECHNIK

66

Marcus Stevens

GESCH(L)ICHTET

78

Marisol Vidal

DIE TIEFE DER OBERFLÄCHE

84

Christian Hofstadler

ZEIT KOSTET GELD

90

**Alex Hückler, Claudia Lösch
& Mike Schlaich**

INFRALEICHTBETON

102

Tim Lüking

MONOLITHISCH BAUEN &
DER GEBÄUDEENERGIEBEDARF

116

Tim Lüking

MASSIVER DURCHBLICK

126

Peter Maydl

ALLES SCHON EINMAL
DAGEWESEN?



04

ARCHITEKTUR

134

Robert Kalb

MONOLITHISCHE SYMBIOSE VON
TRADITION & MODERNE

144

Marcus Stevens

DIE UNERWARTETE LEICHTIGKEIT
DES SITJEINS

154

Claudia Volberg

HAUS M.
DIE EINFACHHEIT DES SEINS

164

Ulrike Tinnacher

HAUS T.
DÄMMBETON AM WEINBERG

174

Claudia Gerhäuser

ELEFANTENHAUT
NEUAPOSTOLISCHE KIRCHE WIEN
PENZING

182

Marisol Vidal

EIN URBANER FINDLING
DAS VOLTA ZENTRUM BASEL

188

Tim Lüking

ZEITGEMÄSSES LOW-TECH



05

ANHANG

202

AUTORINNEN

207

INTERVIEWPARTNER

208

BILDNACHWEIS

EINFÜHRUNG

6

Tim Lüking

VORWORT

8

Andrea Deplazes

& Andreas Kohne

MONOLITHISCH BAUEN

18

Matthias Ballestrem

DIE LANGSAMKEIT DES BAUDINGS

VORWORT TIM LÜKING [HRSG.]

Monolithisches Bauen. Das scheint Einfachheit zu implizieren, das klingt nach Archetypus, das verspricht Ewigkeit. Das Bild von Masse taucht vor dem inneren Auge auf; Masse, die Sicherheit bedeutet.

Durch die Veränderungen im Bauwesen seit Ende der 1970er Jahre in Richtung Energieeffizienz, ausgelöst durch eine Erdölkrise, die damals künstlich erzeugt wurde, verschwanden monolithische Außenwände innerhalb kürzester Zeit aus Mitteleuropa. Eine Rückkehr brauchte Zeit. Zwanzig Jahre später gab es die ersten prominenteren Vorstöße, heute können wieder unter Einhaltung der zeitgenössischen Anforderungen Außenwände aus nur einem Baustoff errichtet werden.

Zum Standard geworden ist das monolithische Bauen jedoch (noch) nicht. Die Gründe dafür sind genauso zahlreich und unterschiedlich wie die Materialien, mit denen sich einschichtig bauen lässt. So geht die Vereinfachung bei der Zeichnung mit einer Intensivierung der Planungs- und Ausführungsphase einher. Bauteilschlüsse sind beispielsweise konstruktiv und bauphysikalisch neu zu denken, denn diese weichen von den gewohnten Details mehrschichtiger Außenwandaufbauten ab. In der Bauphase erhält die handwerkliche Qualität wieder eine besondere Bedeutung, weil bei monolithischen Aufbauten in der

Regel auch die kaschierenden Möglichkeiten des mehrschichtigen Bauens entfallen.

Die vorliegende Publikation versucht die Facetten des monolithischen Bauens ganzheitlich aus verschiedenen Blickwinkeln zu beleuchten. Nach architekturhistorischen und -theoretischen Grundlagen mit Artikeln von Andrea Deplazes und Andreas Kohne und Matthias Ballestrem folgt ein Kapitel zu den Baustoffen. Dieses beinhaltet Interviews mit Experten zu den Themen Ziegel (Frederik Thönnessen) und Holz (Gernot Weiß) sowie eine Übersicht über die gesamte Bandbreite an möglichen Materialien für einschichtiges Bauen. Das anschließende Kapitel "Baukonstruktion" startet mit dem Beitrag "Gesch(l)ichtet" zu Beispielbauten mit monolithischen Ziegelaußenwänden von Marcus Stevens. Es folgen die Artikel "Die Tiefe der Oberfläche" von Marisol Vidal und "Zeit kostet Geld" von Christian Hofstadler, die sich mit den Oberflächenqualitäten von Sichtbeton auseinandersetzen. Daran schließt mit "Infraleichtbeton" von Mike Schlaich, Alex Hückler und Claudia Lösch (TU Berlin) ein Bericht zum aktuellen Stand der Forschung an. In einem Interview mit Matthias Schuler und Max Bauer von Transsolar werden grundlegende Konzepte und Strategien hinsichtlich des Gebäudeenergiebedarfs bei monolithischem Bauen erläutert. Danach findet eine Betrachtung möglicher Details von

Öffnungen in einschichtigen Gebäudehüllen statt. Das Kapitel wird abgerundet durch den Beitrag "Alles schon einmal dagewesen?" zum Recyclingverhalten von einschichtigen Außenwandaufbauten von Peter Maydl. Im Kapitel "Architektur" werden insgesamt sieben realisierte Projekte vorgestellt, deren Außenwände einschichtig sind und teilweise sogar monolithische Dachstrukturen aufweisen. Den Auftakt macht der Beitrag "Monolithische Symbiose von Tradition und Moderne" von Robert Kalb über ein Holzhaus bei Klagenfurt. Es folgt die Vorstellung zweier Projekte in Graz; in "Die unerwartete Leichtigkeit des S(t)eins" beschreibt Marcus Stevens einen schwebenden Zubau aus Leichtbeton, während es sich in dem Beitrag "Die Einfachheit des Seins" von Claudia Volberg um ein Einfamilienhaus handelt, das seine Qualitäten aus der Hanglage heraus entwickelt. Danach beschreibt Ulrike Tinnacher in "Haus T", wie ein Leichtbetongebäude in der Südsteiermark mit einem verglasten Kompagnon ein familiäres, wohnliches Umfeld schafft. Anschließend geht mit dem Artikel von Claudia Gerhäuser die Reise nach Wien; "Elefantenhaut" heißt ihr Beitrag über einen Kirchenneubau. Den Abschluss bilden zwei konträre Objekte in der Schweiz. Einerseits ein mehrgeschossiger Wohnbau mit Gewerbeeinheiten in Basel (Marisol Vidal: "Ein urbaner Findling"), andererseits ein klei-

nes Ferienhäuschen bei Flims (Tim Lüking: "Zeitgemäßes Low-Tech").

Das inhaltliche Konzept für diese Publikation sowie die meisten Beiträge sind im Rahmen des Themenschwerpunkts "Im Fokus: Monolithisch Bauen" des steirischen Architekturinternetportals GAT (gat.st) entstanden. Für die Zusammenarbeit bedanke ich mich herzlich bei den GAT-Verantwortlichen. Bei allen AutorInnen und FotografInnen bedanke ich mich dafür, dass sie ihre Beiträge auch für diese Printpublikation zur Verfügung gestellt haben.

Ermöglicht wurde dieser Druck durch die Förderung durch das Land Steiermark, Abteilung 8 Gesundheit, Pflege und Wissenschaft, Referat für Wissenschaft und Forschung. Ebenso wichtig war darüber hinaus die fachliche und finanzielle Unterstützung durch die Firmen Stora Enso und Wienerberger. Vielen Dank dafür.

MONOLITHISCH BAUEN

Andrea Deplazes
& *Andreas Kohne*



Abb. 01: Bearth & Deplazes Architekten: Haus Meuli Fläsch (CH), 2002



Abb. 02: Bet Giyorgis, Felsenkirche in Lalibela (Äthiopien), 12. Jahrhundert.

Im Sprachgebrauch der Architektinnen und Architekten ist der Begriff "monolithisch" oftmals ein Hilfsbegriff, der sich primär und vorschnell auf äußere Wahrnehmung und Wirkung bezieht. Es findet kaum eine vertiefte Auseinandersetzung mit den grundsätzlich gemeinten Gesetzmäßigkeiten des "monolithischen Bauens" statt. Der aus dem Altgriechischen stammende Begriff "monolithos" meint wörtlich "Ein-Stein" und bedeutet so viel wie "aus einem Stück Stein". In diesem ganz wörtlichen Sinn gibt es in der Architektur nur ganz wenige Bauten, die demnach als "monolithisch" bezeichnet werden können. Ein Beispiel dazu sind die Felsenkirchen in Lalibela in Äthiopien aus dem 12. Jahrhundert. Sie wurden aus dem vorhandenen Vulkangestein gehauen, zuerst als freigelegte Körper (Quader) und anschließend mittels Subtraktion ausgehöhlt; sie bestehen von unten bis oben aus einem einzigen Stück Stein! (vgl. Abb. 02 und Abb. 03)

PHYSIK UND PHYSIS

Im allgemeinen Sprachgebrauch und in der Architektur werden mit "monolithisch" Objekte bezeichnet, die aus einem Stück zu bestehen scheinen, im Gegensatz zu solchen, die aus verschiedenen Einzelteilen zusammengesetzt werden und „tektonischen“ Fügungsprinzipien folgen. Der Begriff „monolithisch“ wird allgemein für einschalige, durchgehende Konstruktionen verwendet.

Meistens sind Betonkonstruktionen gemeint, da der Baustoff zu einem Stück gegossen werden kann. Die genaue Machart mit den zahlreichen Betonieretappen und -fugen wird dabei vernachlässigt oder überspielt und es überwiegt die Gesamtwirkung. Das Gleiche gilt bei einer Mauer, die aus einzelnen Ziegelsteinen in einem durchgehenden Verbund aufgemauert wird. In beiden Fällen handelt es sich um Massivbau und um monolithische Konstruktionen. Der Konflikt zwischen Physik und Physis (Machart und Erscheinung) und die Dialektik zwischen Mauer und Wand ist in den Grundlagen angelegt und sorgt oftmals für Verwirrung. So wird eine monolithische Mauer, die aus der Welt des Massivbaus stammt, im Sprachgebrauch oftmals auch als Wand bezeichnet. (vgl. Abb. 05)

DIE MASSIVITÄT DER MAUER

Bei sämtlichen monolithischen Konstruktionen spielt die Masse und die Verwendung von ausreichend viel Material eine entscheidende Rolle. Die Stabilität und Standfestigkeit der Mauer folgen den Gesetzmäßigkeiten der Gravitation und werden über die Dimensionierung und Verteilung der Masse sowie über die Mauerstärke gewährleistet. Bei einer Mauer im Sinne einer Fassadenmauer eines Gebäudes kommt zusätzlich die Trennung zwischen innen und außen dazu. Die Mauer übernimmt neben



Abb. 03: Bet Giyorgis, Lalibela (Äthiopien), von Nordosten betrachtet.

ihren statischen Funktionen Schutzaufgaben und schützt den Innenraum vor äußeren Einflüssen wie Wind und Wetter. Dabei kommen der Masse der Außenmauer wichtige klimaregulierende Aufgaben zu; sie kann als Puffer und Speicher wirken. Aufgrund der Materialeigenschaften kann beispielsweise die Wärme absorbiert, gespeichert und zeitverzögert wieder an den Raum abgegeben werden.

Die Mauer als Mauerkörper erzeugt durch ihre Masse und Beschaffenheit einen Ausdruck von Massivität und Plastizität. Durch die Anordnung und Gestaltung der Masse sowie durch das Weglassen derselben entstehen architektonische Gestaltungsmöglichkeiten. So wird bei der Öffnung in der Mauer das Thema der Masse explizit sichtbar und der Übergang zwischen innen und außen in seiner Tiefe erfahrbar. Die richtige Positionierung einer Öffnung im Mauerkörper oder der adäquate Umgang mit der Tiefe einer Laibung bieten hochinteressante Themen für die architektonische Auseinandersetzung. Im Gegensatz zu Fassadentiefe und Plastizität findet heute eine allgemeine Tendenz zur Verflachung und "Ausdünnung" der Fassade statt.

DIE AUFSPLITTUNG DER FASSADE

Mit der Erdölkrise in den 1970er Jahren wurde Energiesparen zum Thema und in der Architektur folgte die Aufspaltung der

Außenmauer und damit verbunden der Verlust der homogenen einschichtigen Masse. Die vertiefte Auseinandersetzung mit der Bauphysik und die Einführung der Wärmedämmung zwangen zum Schichtensplit der Fassade in eine Tragschicht, Dämmschicht und Schutzschicht (T-D-S). Es resultierte eine absolute Entkoppelung vom Ausdruck außen und dem konstruktiven Aufbau dahinter. Für die einzelnen Schichten und Funktionen wurde nach den bestmöglichen Materialien gesucht. Bis auf wenige Ausnahmen setzte sich diese Aufspaltung der Fassade durch. Als Gegenreaktion auf das übliche T-D-S versuchten diese das Tragen, Dämmen und Schützen wieder zu vereinen (T+D+S) und entwickelten Fassaden mit porösen und dennoch tragfesten Baustoffen und Materialschäumen. Auf der allgemeinen Grundlage des Fassadensplits nahm in den letzten Jahren die Stärke der Dämmschicht infolge von Energiesparverordnungen und Energie-labels überproportional zu und übertrifft heute die Dimension der Tragschicht. Durch die erhebliche Zunahme der Dämmstärke nahm die Exzentrizität zwischen Tragschicht und Schutzschicht stark zu und für die äußerste Schutzschicht setzten sich immer leichtere Fassadenmaterialien und dünnere Materialstärken durch. Die Schutzschicht wurde ausgedünnt und, etwas überspitzt und salopp formuliert, es zeichnet sich in der heutigen Architektur eine



Abb. 04: Andrea Deplazes, *Architektur konstruieren*, 4. Auflage 2013, Birkhäuser Verlag Basel

allgemeine Tendenz zu einer "Verpackungs- und Blecharchitektur" ab. Die Fassade, sprich die äußere Erscheinung eines Gebäudes, reduziert sich auf millimeterdünne Häute und Tapeten. In den letzten paar Jahren findet der architektonische und gestalterische Spielraum nur noch auf der Oberfläche der Fassade statt und geht hin bis zur Suche nach nanodünnen Fassaden-Membranen. Der architektonische Ausdruck folgt je länger je mehr einem "exterior design". Doch der Zwang zur Tapetenarbeit und die Auseinandersetzung mit aufgesetzten Zeichen und beliebig neuen Variationen wirken über die Zeit lähmend und langweilig, denn die eingehende Beschäftigung mit der Fassade bietet grundsätzlich viel mehr!

"Die Fassade ist die Innenwand des Außenraumes und die Außenwand des Innenraumes." Georg Franck

DIE ROLLE DES ARCHITEKTEN

Der besagte Verlust des architektonischen Gestaltungsspielraumes bedeutet eine Eingrenzung der allgemeinen Möglichkeiten und hat direkten Einfluss auf das Metier. Neben dem immer größer werdenden Spezialistentum gibt es eine Tendenz, die vermehrt in Richtung "core & shell" geht. Gemeint ist damit die Aufteilung der Architektur in "core" im Sinne von Rohbau und Struktur und "shell" als Ausbau und (Gebäude-) Hülle. Der Architekt wird somit entweder zum Pragmatiker und setzt sich mit Rohbaustrukturen und Rohbaustrategien auseinander oder er übernimmt die Rolle des Oberflächendesigners und beschäftigt sich mit "interior and exterior design". Es handelt sich um eine grundsätzliche Auseinandersetzung, die fast gleich alt ist wie die Architekturgeschichte selbst. So wurde für Adolf Loos gute Architektur erst

durch die letzte Oberfläche, die sogenannte Kulturschicht, etabliert, während Louis Kahn den veredelten Rohbau in seiner fast mittelalterlichen Rohheit zum architektonischen Massstab erklärte. Diese Realität und die zuvor erwähnten Tatsachen müssen eigentlich jede Architektin und jeden Architekten zum Widerstand motivieren – Widerstand im Sinne einer unbedingt notwendigen Auseinandersetzung entgegen den vorherrschenden Trends und der reinen Überwindung der technischen Schwierigkeiten. Herausforderung ist, die Fassade wieder aus einer Schicht, eben "monolithisch", zu bauen! Gemeint sind damit nicht naive Ansätze oder nostalgische Wunschträume und Rückwärtsbewegungen vor die 1970er Jahre, sondern echte Beiträge zum Thema unter Berücksichtigung der komplexen Ansprüche der heutigen Praxis. Dies betrifft nicht nur das Konstruieren von Mauern in Dämmbeton, sondern genau so gut jenes mit anderen denkbaren Mauermaterialien.

Vor diesem Hintergrund und mit offensichtlichen Beweggründen entwickelte und realisierte das Büro Bearth & Deplazes Architekten 2002 das Wohnhaus Meuli in Fläsch. Das Haus wurde "monolithisch" gebaut, die Mauern einschalig in Dämmbeton gegossen, mit sägeroher Bretterschalung. Die Publikationen in der Fachpresse zu diesem Haus lösten ein enormes Interesse vie-

ler Architekten aus: Ein scheinbar neuer Baustoff, der es erlaubte, Architekturen zu bauen, die monolithisch erscheinen und auch monolithisch sind! Gleichzeitig waren die damals mit Dämmbeton realisierten Gebäude oft noch von einem gewissen Pioniergeist geprägt: Gemeinsam mit dem Bauingenieur, dem Baumeister und dem Betonlieferanten musste eine geeignete Betonrezeptur gefunden werden, dann wurde an einer Versuchswand das Einbringen und Verdichten von Dämmbeton geübt und getestet.

In der Zwischenzeit hat eine bemerkenswerte Entwicklung in der Bauindustrie stattgefunden: Nicht nur einzelne Architekten, sondern auch verschiedene Zulieferfirmen und Betonwerke haben das Potenzial von Dämmbeton erkannt.

DIE LANGSAMKEIT DES BAUDINGS
MONOLITHISCH BAUEN UND DIE PROGRAMMIERTE OBERFLÄCHE

Matthias Ballestrem



Abb. 06: Die Fassade als programmierte Oberfläche

Offensichtlich sind die Vorteile des monolithischen Bauens im Kontext des nachhaltigen Bauens: wartungarm, langlebig, robust und durch die Weiterentwicklung der Baustoffe Ziegel und Beton inzwischen auch wärmedämmend. Das jüngst wieder auflebende Interesse am monolithischen Bauen allein mit den Bemühungen um Ressourcenschonung begründen zu wollen, scheint jedoch schon deshalb nicht ganz treffend, da es so gar nicht zu den Prognosen der Entmaterialisierung unserer baulichen Umwelt im digitalen Zeitalter passen will. Es stellt sich die Frage, welche Bedeutung das monolithische Bauen auch abseits von bautechnologischen Aspekten in unserer Alltagskultur einnimmt.

Bereits 1984 beschreibt Virilio die Auflösung altbekannter Grenzen in der Stadt durch die Weiterentwicklung der Kommunikations- und Telekommunikationsmedien. "Die Opazität der Baustoffe geht gegen null", die Stadt würde transparent¹. Die Oberfläche der Gebäude, die einst Grenze war, wandle sich nun zum Interface – "ein ortloser Ort". Fassaden würden zu Bildschirmen, auf welchen alles "im selben Augenblick überall sein kann"². Einfriedungen und Begrenzungen seien "nicht mehr so sehr ein dauerhaftes materielles Hindernis als vielmehr die Unterbrechung einer Übertragung"³. Positionsunterschiede verschwänden, Gebäude bil-

deten kein klares Gegenüber mehr. Die Stadt, wie wir sie kannten, sei nichts weiter als "das Fossil von vergangenen Gesellschaften, in denen die Techniken noch eng mit der sichtbaren Veränderung der Materialien verbunden waren"⁴.

Was Virilio bereits vor der Allgegenwärtigkeit smarter Technologien in unserer Lebenswelt beobachtete, ist heute an unseren Geräten noch viel deutlicher nachvollziehbar: "Zweifellos liegt das Geheimnis der iPads in ihrer Oberfläche"⁵, so beschreibt Kurt W. Forster die magischen Qualitäten der Tablets. Tatsächlich verwandelt sich darin die begrenzte und materielle Oberfläche in eine nahtlose Reihe von Fenstern und Filmen, die immer andere Verbindungen mit unterschiedlichen bildhaften Inhalten hervorzaubern und die sich einer Verortung mit Ansage und Absicht entziehen. In der Unendlichkeit ihrer Bild- und Verbindungsmöglichkeiten widerspricht der Touchscreen dem Wesen des Dings, wie wir es kannten. Die interaktive Fläche nimmt in der neuesten Generation der smarten Geräte so viel Raum ein, dass diese fast nicht mehr Ding, sondern nur noch instabiles Bild zu sein scheinen.

Die Fixierung auf die Oberfläche, die die digitale Welt bestimmt, so wird hier beobachtet und vor allem prognostiziert, weitet sich immer mehr auch auf unsere tägliche

physische Umgebung aus. Die Wahrnehmungsqualitäten der digitalen Oberfläche scheinen jedoch auf ein solches Phänomen wie den monolithischen Bau nicht anwendbar. Im Gegenteil: Wir kennen den unangenehmen Wahrnehmungssprung, wenn eine Fuge das scheinbar Monolithische als Fassade entlarvt, als "programmierte" Oberfläche, die nicht das ist, was sie zu sein scheint. Anstelle einer zuvor empfundenen ruhig lagernden, geschichteten Gebäudemasse schiebt sich nun die bemüht hängende und plötzlich unangenehm schwere Oberfläche in den Vordergrund. Keine Ganzglasfassaden, auch weniger einen Vollholzbau bezeichnen wir als monolithisch, sondern in erster Linie das massiv Steinernen – und damit verbunden die sinnliche Nachempfindung eines ruhenden Baus. Das Material, das sich an der Oberfläche zeigt, ist die Begrenzung einer Masse, die aus ebendemselben Material besteht. Diese Beschaffenheit kann man unter Umständen erfühlen, sie offenbart sich meist an der Tiefe der Öffnungen und eben den fehlenden Fugen. Es entsteht dabei die Empfindung eines trägen und schweren Baudings, eines unveränderlichen ruhenden und unbeweglichen Gegenübers, das auch morgen noch in der gleichen Gestalt vorhanden sein wird. Auch wenn es nur seine Oberfläche zeigt, ist diese nur die Begrenzung seiner inneren Masse. Es ist ganz und gar

und dadurch in seiner Erscheinung begrenzt, nicht umprogrammierbar. In seiner Begrenztheit stellt es sich dennoch dem Wahrnehmenden immer unterschiedlich dar, nimmt je nach Licht und Wetter unterschiedliche Erscheinungsformen an und bleibt dabei immer unzweifelhaft als das erkennbar, was es ist. Auch die Abnutzung der Oberfläche enthüllt immer wieder das gleiche geduldige Material. Somit bleibt es auch im Vergehen beständig, was es ist.

In diesem trägen, begrenzten und einfachen Wesen steht das monolithische Bauen der digitalen Kultur der flüssigen Oberflächen entgegen. Und damit ist es nicht allein. Allgegenwärtig wächst das Interesse an fast schon antidigitalen Dingen. Man könnte diesen Trend "slow products" nennen, insofern er die dauerhaften, aus guten Materialien kunstfertig hergestellten Dinge favorisiert. Ein Trend, der nicht nur als Kritik einer kleinen, geschmacksbildenden und gutverdienenden Gruppe an der wachstumsgetriebenen Wegwerfgesellschaft gelesen werden kann.⁷ Kürzlich widmete sich eine dreiteilige Serie der BBC dem "handmade". In langen, unkommentierten Festeinstellungen feiert die Kamera den kunstfertigen Umgang des Glasbläfers, Schmieds und Tischlers mit dem Material und das Formen eines Produkts, in das die bedachte Langsamkeit seiner Herstellung einbeschrieben ist.

Die BBC zeigte diese Serie in ihrem Programmteil "BBC Four Goes slow" in den frühen Morgenstunden als einen Gegenpol zum Tempo des Tages. Und ganz in diesem Sinne sind diese Produkte und im Besonderen der monolithische Bau Gegenpole zur digitalen Flüchtigkeit, ein Pulsmesser einer anderen Zeit. In einer Alltagswelt, die im Digitalen durch das Fliegen durch Ort und Zeit bestimmt ist, bildet der monolithische Bau in seiner Dauerhaftigkeit einen Rahmen, der eine Permanenz von Ort und Zeit manifestiert. Die Vielfältigkeit des Bildschirms einerseits und das ruhende, einfache Gebäude andererseits bedingen sich dabei gegenseitig und entsprechen dem Menschen in seiner Zweisamkeit zwischen wanderndem Geist

und verortetem Körper. Aus dieser Sicht könnte das neue monolithische Bauen nicht als eine Gegenbewegung im Sinne eines "objective turn"⁸, sondern als parallel verlaufende Ausgleichbewegung zu einem sich bedingenden Gleichgewicht verstanden werden.

1 Virilio, Paul: Die Auflösung des Stadtbildes (1984). In: Jörg Dünne, Stephan Günzel, Hermann Doetsch und Roger Lüdeke (Hg.): Raumtheorie : Grundlagentexte aus Philosophie und Kulturwissenschaften. 8. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 2015, S. 261–272, S.262.

2 ebd. S.266.

3 ebd. S.266.

4 ebd. S.272.

5 Forster, Kurt W.: Above the Trash. Momente eines objective turn in Architektur und Design. In: Jörg H. Gleiter (Hg.): Symptom Design. Vom Zeigen und Sich-Zeigen der Dinge. Bielefeld: transcript, 2014, S. 21–38, S.32.

6 vgl. hierzu: Kuni, Verena: Wenn aus Daten wieder Dinge werden. „From Analog To Digital and Back Again“? In: Elisabeth Tietmeyer, Claudia Hirschberger, Karoline Noack und Jane Redlin (Hg.): Die Sprache der Dinge. Kulturwissenschaftliche Perspektiven auf die materielle Kultur. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann (Schriftenreihe / Museum Europäischer Kulturen <Berlin>, [Bd. 9]), 2010, S. 185–193, S. 185.

7 vgl. hierzu: Stölzl, Christoph: Von Hand gefertigt. In: Cicero - Magazin für politische Kultur. 22.12.2009. Online verfügbar unter <http://www.cicero.de/kapital/von-hand-gefertigt/40440>, zuletzt geprüft am 02.09.2015.

8 vgl. hierzu: Forster, 2014, s.o.

BAUSTOFFE

26

Tim Lüking

HOLZ KANN NATÜRLICH ALLES

40

Tim Lüking

DIE WUNDERBARE
WANDLUNGSFÄHIGKEIT
DES ZIEGELS

56

Tim Lüking

BAUSTOFFE UND IHR POTENZIAL
FÜR EINSCHICHTIGKEIT

HOLZ KANN NATÜRLICH ALLES

Tim Lükig

**INTERVIEW
MIT GERNOT
WEISS**



Abb. 07: Lichtspiel der offenen Lerchenholzlattung

ALS EINER DER GROSSEN BRETTSPERRHOLZ-ANBIETER LIEFERT DIE **FIRMA STORA ENSO** IHRE ERZEUGNISSE WELWEIT AUS EINGEBUNDEN IN EINEN GESAMTKONZERN, DER HOLZ AUF UNTERSCHIEDLICHSTE WEISEN WEITER-VERARBEITET, FINDET EINE KONTINUIERLICHE WEITER- UND NEUENTWICKLUNG DER HOLZ-PRODUKTE STATT. ZU IHRER PRODUKTPALETTE GEHÖRT EIN KREUZWEISE VERLEIMTES WAND-SYSTEM, DAS EINSCHICHTIG OHNE ZUSÄTZLICHE DÄMMUNG DIE ANFORDERUNGEN AN DEN WÄRMESCHUTZ ERFÜLLT.



Abb. 08: Moderne Übersetzung klassischer Bauformen mit einschichtiger Massivholzaußenwand im Haus H32 von LP architektur

Einer der ältesten Baustoffe – Holz – wurde und wird seit Jahrhunderten einschichtig, umgangssprachlich also monolithisch, in der Gebäudehülle eingesetzt. Blockhütten als frühe Varianten waren in bewaldeten Regionen wie zum Beispiel im alpenländlichen Raum stark verbreitet. Der pragmatische Grund für die Nutzung von Holz für die Hütten lag darin, dass der Baustoff mit kurzen Transportwegen in der Umgebung gewonnen werden konnte. Diese Bauweise findet sich heute kaum noch, doch dafür entwickelt sich langsam das Bauen mit Brettsperr- oder Brettstapelelementen. Im Kern handelt es sich bei den heutigen Massivholzelementen auch nur um "normales" Holz. Können Sie zum Einstieg kurz auf die wesentlichen Vorteile des industriell weiterverarbeiteten Holzes eingehen?

Weiss Am besten starte ich mit einer kurzen Beschreibung der genannten Brettsperrholzelemente. Dabei handelt es sich in der Regel um bis zu 3 x 16 m große und ca. 60 bis 300 mm starke massive, flächige Massivholzelemente. Dafür werden Lagen aus Nadelholzlamellen kreuzweise, im 90° Winkel zueinander versetzt, flächig verleimt. Dabei kommt es zu einer absperrenden Wirkung – daher auch der Name – und in der Folge zu einem extrem leistungsfähigen und auch formstabilen Holzwerkstoffelement. Kannte man bisher in der Holzweiterverarbeitung eher stabförmige Produkte – beispielsweise Brettschichtholz, Konstruktionsvollholz – so hat man hier erstmal einen flächigen Werkstoff, welcher Kräfte in zwei Achsen abtragen kann. Damit eröffnen sich in der Architektur vollkommen neue Möglichkeiten, während die üblichen Vorteile industriell verarbeiteter Holzwerkstoffe erhalten bleiben: Definierte Qualität mit einheitlichen technischen Kennwerten. Sie bilden die Basis des heutigen Holzleimbau.

Lässt sich verallgemeinern, wann und warum heute Massivholz eingesetzt wird?

Weiss Bei der Massivholzbauweise handelt es sich um eine Bauweise, welche die Vorteile des Holzbaus – schnell, trocken, ökologisch, geringe Bauteilstärken – auf einzigartige Art und Weise mit den Wünschen

der Bauherren nach Massivität und damit gemeinhin verbundener Dauerhaftigkeit verbindet. Die Massivholzbauweise zeichnet sich dabei durch eine sympathische Einfachheit aus: tragende, raumbildende massive Holzstruktur im Innenbereich gefolgt von einer Dämmebene inklusive Fassade im Außenbereich. Verbindungsdetails und Knoten sind einfach auszubilden. Das ist für jedermann verständlich und nachvollziehbar. Das schafft Vertrauen!

Gibt es Bauaufgaben, bei denen das Bauen mit Massivholz seine Fähigkeiten besonders gut ausspielen kann?

Weiss Die Massivholzbauweise zeichnet sich durch eine unglaubliche Flexibilität aus! Angefangen von kleinen Zubauten bzw. Erweiterungen über ganze Einfamilienhäuser und Wohnanlagen, über Kindergärten und Schulen bis hin zu Holzhochhäusern mit 14 und mehr Geschossen ist mit Massivholzelementen alles möglich. Speziell bei mehrgeschossigen Holzbauten braucht man ab ca. vier Geschossen für die tragenden Wände Massivholzelemente, um die Vertikallasten abzutragen.

Als besondere Fähigkeit sei auch das einzigartige Erdbebenverhalten der Massivholzbauweise erwähnt. Versuche auf sogenannten Rütteltischen (darauf werden Erdbeben simuliert) brachten schier unglaubliche Ergebnisse. So wurde bei einem Versuch in Japan etwas das Kobe-Beben aus dem Jahr 1995 simuliert und das Objekt, ein siebengeschossiger Massivholzbau, nahm keinen Schaden!

Spricht man über Bauen mit Holz, existieren noch immer einige Vorurteile, die erst langsam abgebaut werden. Gibt es für Sie eine Aussage, bei der Sie verwundert denken: "Also das müsste doch nun endlich einmal bekannt sein!"

Weiss Ja, die gibt es in der Tat: "Holz brennt doch!?" Meine Antwort darauf: Ja – Holz brennt und das wissen wir seit mehreren tausend Jahren. Wir wissen aber auch, wie es brennt. Sehr viel genauer als bei manch anderen vermeintlich sicheren, weil nicht brennbaren, Werkstoffen. Plötzlich einbrechende Stahlkonstruktionen sind unter Feuerwehrlauten

bekannt und sehr gefürchtet. Man kann den Abbrand von Holz sehr genau berechnen und dank entsprechender Maßnahmen, wie z.B. durch Verstärkung der Konstruktion, die entsprechende Abbranddauer erhöhen.

Jetzt haben wir schon viele Vorteile des Bauens mit Massivholz gehört. Vor welchen Herausforderungen stehen Planer, Ausführende und Nutzer, wenn sie mit dem Baustoff Massivholz konfrontiert werden? Gibt es Schwachstellen?

Weiss Das Fundament eines guten Holzbaus wird in der Planung gelegt. Hier ist große Sorgfalt gefordert. Vermeintliche Schwächen wie z.B. in der Akustik kann man hier durch saubere Details sehr gut in den Griff bekommen. Ähnliches gilt in Bezug auf den konstruktiven Holzschutz und die Dauerhaftigkeit von Holzbauten. Saubere und sorgsam geplante Details sind das A und O. Diese Details gilt es dann natürlich auch vor Ort in der entsprechenden Qualität zu realisieren.

Es gibt bereits einige Projekte mit einschichtigen Massivholzwänden. Lassen sich spezifische Details aus diesen Projekten ableiten?

Weiss Spezifische Details haben sich bisher noch keine herauskristallisiert. Der Umgang mit Schlagregen und die dabei betroffenen neutral-gischen Details wie Fensteranschlüsse und Wandstöße müssen durchdacht sein. Auch das Thema der Luftdichtheit ist kein unwesentliches. Vor allem wenn auch der Innenbereich in sichtbarer Holzoberfläche ausgeführt ist, muss man mit den Dichtungsbändern in den Stößen sehr überlegt arbeiten. Die Herausforderung liegt manchmal wirklich im Detail. Als das Haus in Klagenfurt (siehe Seite 134 bis 143) gebaut wurde und dort zum ersten Mal die den Wärmeschutz erfüllenden Brettsperrholzelemente eingesetzt wurden,¹ sind wir schon auf das eine oder andere Verbesserungspotential gekommen.



Abb. 09: Innenraum des Hyperkubus-Prototypen von WG3



Abb. 10: Der Hyperkubus als mobile Kleinwohneinheit basierend auf einer einschichtigen Brettsperrholzaußenwand

Haben Sie eigentlich persönlich ein Lieblingsdetail – vielleicht eines, das der konstruktiven Logik des Bauens mit Massivholzelementen besonders entspricht?

Weiss Das ist eine sehr schwierige Frage. Die einzelnen Projekte, die bisher mit einschichtigen Außenwänden umgesetzt wurden, sehen grundsätzlich sehr unterschiedlich aus. Allein schon, wie stark oder weniger stark der konstruktive Holzschutz durch den großen Dachüberstand wahrzunehmen ist. Auf die Wichtigkeit dieses Themas habe ich eben schon hingewiesen. In Klagenfurt verschwindet der Dachüberstand ja praktisch durch die vorgelagerte Schicht, bei dem Projekt in Hof bei Salzburg von LP architektur ist er hingegen ganz klassisch ausgeführt, was aber durch die gesamte Erscheinung des Gebäudes trotzdem nicht „altbacken“ wirkt. Im Endeffekt handelt es sich auch beim Prototypen für den Hyperkubus von WG3 um eine einschichtige Wand- und Dachkonstruktion, bei der der Holzschutz rundherum homogen durch eine äußere Schicht passiert. Streng akademisch betrachtet ist die Hülle vielleicht nicht als einschichtig zu bezeichnen, aber das Objekt zeigt auf jeden Fall exemplarisch eine gute Variante des Umgangs damit auf.

Was mich beeindruckt hat, ist die Präzision des Zuschnitts bei den Massivholzelementen. Die Fensteröffnungen wurden im Werk bereits ausgeschnitten und vor Ort wurde das Fenster passgenau eingebaut. Das war schon sehr überzeugend. Auch der Fensterbauer konnte seine Begeisterung nicht verbergen.

Die Präzision als Vorteil für das ausbauende Gewerbe habe ich auch schon einmal bei einem Vortrag über das Stadthaus Murray Grove gehört. Der Anbieter von Fahrstühlen hat bei einem Folgeprojekt aufgrund der geringen Maßtoleranzen in der Ausführung sein Angebot günstiger halten können. Es scheint, als wären die Vorteile basierend auf neuesten Erfahrungen schon bei allen Ausführenden angekommen?

Weiss Ja, es ist in der Tat so, dass für viele Folgegewerke die Arbeit auf Brettsperrholz leichter ist. Das gilt für den Fahrstuhlbauer wie auch

zum Beispiel für Installateure und Elektriker. Die Industrie ist aber sicher noch gefordert, diesen Mehrwert an die Folgewerke zu kommunizieren. Aktuell ist es ja manchmal noch umgekehrt: da man die Bauweise nicht kennt, wird mit Angstzuschlägen angeboten.

Wo sollten Ihrer Meinung nach in Zukunft verstärkt Massivholzelemente zum Einsatz kommen?

Weiss Ich bin überzeugt davon, dass die Massivholzbauweise erst am Beginn ihrer Entwicklungskurve steht und noch eine große Zukunft vor sich hat. Im mehrgeschossigen Holzwohnbau wird sie aus technischen Gründen weiter an Bedeutung gewinnen. Im Bereich von Schulen und Kindergärten, aber auch sozialen Einrichtungen wie z.B. Seniorenwohnheimen steckt enormes Potential – vor allem weil hier die Eigenschaften wie Wohngesundheit und Behaglichkeit sehr stark honoriert werden. Studentenheime und Hotels bzw. Bauaufgaben mit einer gewissen Wiederholung gleicher Bauteile (Raumzellen) sind ebenso perfekt für die industrielle Vorfertigung von Massivholzelementen geeignet.

In Österreich wird jedes Jahr fast eine halbe Million Kubikmeter Massivholz hergestellt. Außerhalb von Österreich gibt es bislang kaum Produktionsstätten. Statt dessen werden Elemente nach Kanada und Japan verschifft. Können Sie mir erklären, woran das liegt?

Weiss Das ist zunächst einmal richtig. Wenn man sich den weltweiten Brettsperrholzmarkt ansieht, so werden ca. 2/3 der Menge in Österreich produziert. Wenn Sie so wollen, handelt es sich bei CLT um ein durch und durch österreichisches Produkt. Die Gründe liegen in der österreichischen Sägeindustrie, welche schon vor ca. 20 Jahren auf der Suche nach Absatzmärkten für die Seitenware in die Forschung rund um Brettsperrholz investierte. Gepaart mit solidem Unternehmertum entstand hier die Wiege des Brettsperrholzes. Der Grundstein war gelegt und der Rest ist Geschichte. Ich bin allerdings der Meinung, dass diese Übergewichtung von Österreich zukünftig abnehmen wird. Das

Produkt wird zunehmend internationaler und es ist wohl nur eine Frage von zwei bis vier Jahren, bis es auch in den heutigen Exportmärkten Australien, Nordamerika und Japan eigene industrielle Produktionen von Brettsperrholz geben wird.

Wenn man von diesen weiten Reisen hört, aber auch vom Produktionsprozess, zu dem die Holz Trocknung als ein wichtiger Bestandteil gehört, dann fragt man sich: wie sieht es eigentlich mit der Ökobilanz wirklich aus?

Weiss Trotz des Transports innerhalb Europas brauchen die Massivholzelemente keinen Vergleich zu scheuen. Der Vorteil liegt im Vergleich zu Stahl und Beton im geringen Gewicht. Dadurch kann man auf einem LKW durchaus Elemente für bis zu 500m² Wand-, Decken- oder Dachfläche liefern.

Nochmals der Blick ins Ausland: in den angloamerikanischen Ländern und auch schon in Skandinavien sind digitale Planungsprozesse – Stichwort BIM – schon wesentlich stärker etabliert. Welche Vorteile sehen Sie da im Einsatzbereich von Massivholzelementen? Wird Massivholz dank Industrie 4.0 beispielsweise zum Lieblingsbaustoff der Freiformer?

Weiss bietet sicher neue Möglichkeiten für den Holzbau. Wobei mir dieser Begriff in der jüngeren Vergangenheit ein wenig zu inflationär verwendet wird. BIM hier, BIM dort... Tatsache ist, dass der Holzbau von einer ordentlichen Planung lebt. Es ist in unserem Produktionsprozess seit einem Jahrzehnt gang und gäbe, dass Daten elektronisch ausgetauscht werden – innerhalb der Fertigung, aber auch im Kontakt mit den Kunden. Auf der anderen Seite gibt es hier sicher noch Potentiale, die man ausschöpfen könnte. Architekten, Statiker, Holzbauer und Industrie zeichnen in den seltensten Fällen an einem Modell. Hier werden z.T. noch Ressourcen vergeudet und hier wird die aktuell allgegenwärtige BIM-Diskussion zur Bewusstseinsbildung beitragen. Auch in der bloßen Fertigung gibt es interessante Gedanken, um z.B. den Verschnitt bei Fenster- und Türöffnungen zu reduzieren. Hier gilt es immer abzuwägen, welche Art

der Produktion zu welchem Produktionssetup passt – Massenproduktion oder Nischenfertigung.

Als abschließende Frage ein Ausblick auf die Materialentwicklung. In letzter Zeit werden immer wieder Materialien gezeigt, die aus Holz gewonnen werden. Können Sie einen kleinen Blick in Ihre Labore ermöglichen? Womit können die Planenden in 15 Jahren arbeiten, was es heute noch nicht gibt? Wie wird Holz in Zukunft modifiziert werden? Wird das Holz beispielsweise seinen eigenen Schutz zur Verfügung stellen können?

Weiss Neben dem Brettsperrholz sehen wir zukünftig auch in dem Produkt LVL (Furnierschichtholz) großes Wachstumspotential. Vor allem die Kombination dieser beiden Holzwerkstoffe klingt sehr vielversprechend. Die Kombination der beiden Werkstoffe ist vergleichbar mit Stahl (LVL) und Beton (CLT). Es steht außer Frage, wie sehr Stahlbeton das 20. Jahrhundert geprägt hat. Holzbau könnte das 21. Jahrhundert prägen. Ansonsten beschäftigen wir uns aktuell mit ein paar sehr interessanten Projekten, welche früher oder später Marktreife haben werden. Die Modifizierung von Holz, um z.B. seine Dauerhaftigkeit zu erhöhen, sei hier exemplarisch genannt. Eine weiteres sehr interessantes Feld ist die Biochemie, welche sich unter anderem mit den Holzinhaltsstoffen auseinandersetzt. Hier forschen wir z.B. an holzbasierenden Klebstoffsystemen, welche zukünftig bei LVL und CLT Anwendung finden könnten. Die nächsten Jahre bleiben definitiv sehr spannend!

Vielen Dank für diesen informativen Einblick und Ausblick zum einschichtigen Einsatz von Holz in der Gebäudehülle!

DIE WUNDERBARE WANDLUNGSFÄHIGKEIT DES ZIEGELS

Tim Lükig

**INTERVIEW
MIT FREDERIK
THÖNNESSEN**

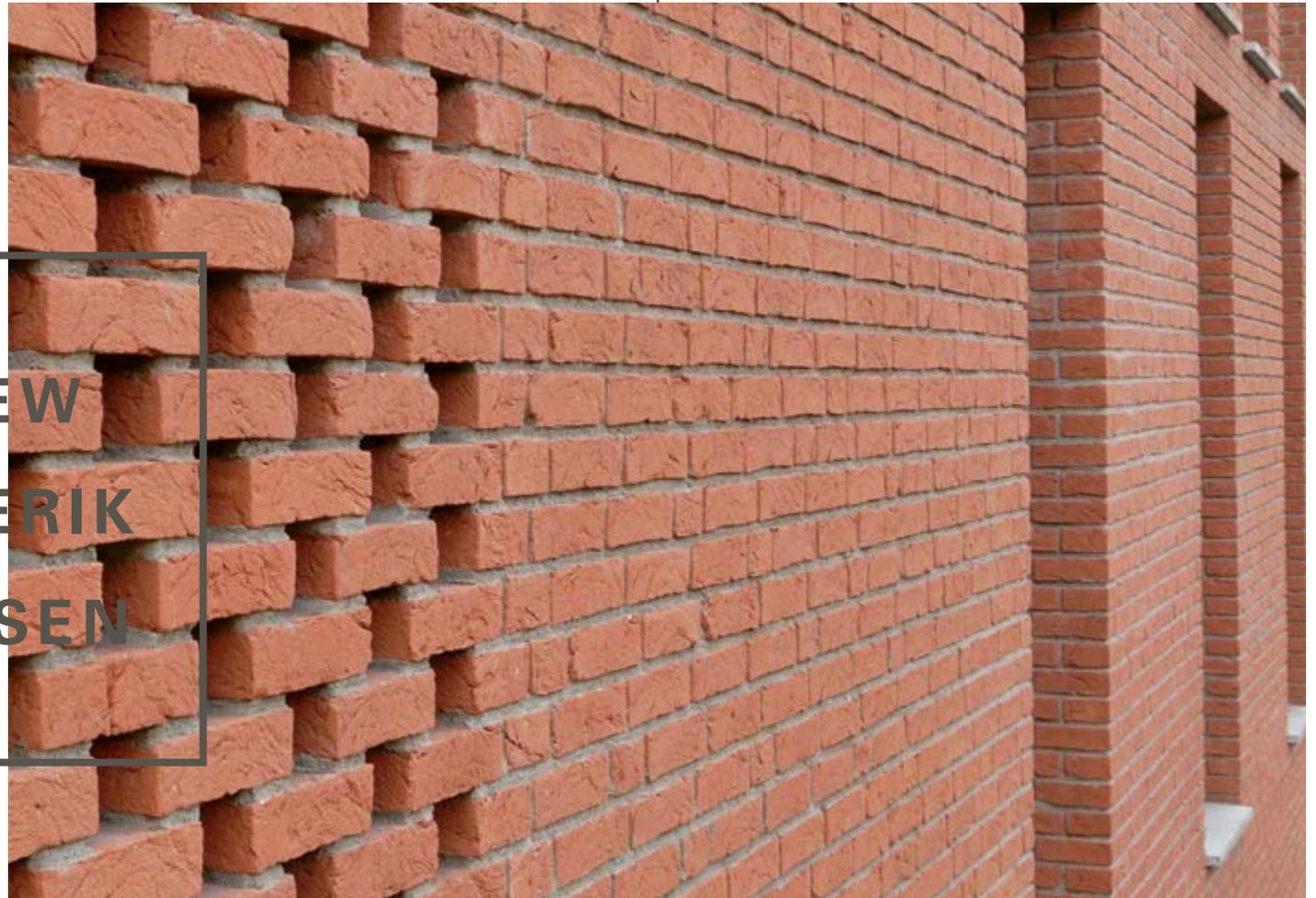


Abb. 11: Beispiel Klinkerfassade der Wohnanlage Verwalter von baumschlager eberle architekten

WIENERBERGER IST DAS SYNONYM FÜR ZIEGEL IN ÖSTERREICH. IN IHRER FAST 200-JÄHRIGEN FIRMENGESCHICHTE HAT DIE **WIENERBERGER ZIEGELINDUSTRIE GMBH** WESENTLICHEN ANTEIL AN DER WEITERENTWICKLUNG DES BAUSTOFFS ZIEGEL GEHABT UND IST AUCH HEUTE NOCH EINE TREIBENDE KRAFT FÜR ZUKÜNFTIGE LÖSUNGEN. MIT IHREN PRODUKTEN LASSEN SICH MONOLITHISCHE AUSSENWÄNDE ERRICHTEN, DIE GLEICHZEITIG DIE ZEITGE- NÖSSISCHEN ANFORDERUNGEN AN DEN WÄRMESCHUTZ ERFÜLLEN.

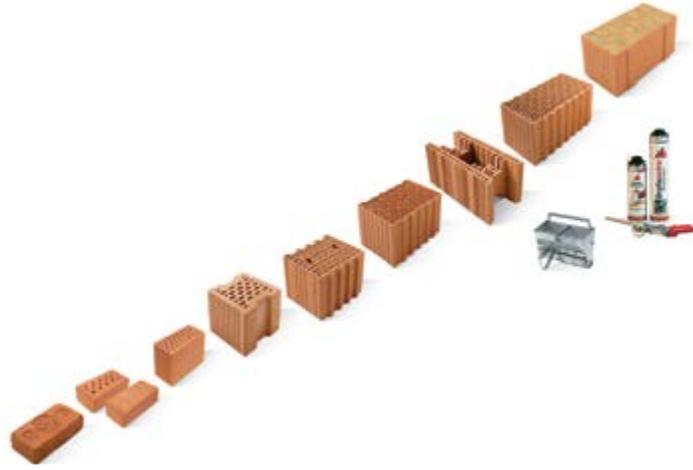


Abb. 12: Entwicklung vom Vollziegel zum gedämmten Hochlochziegel

Häuser werden schon seit Jahrtausenden aus Steinen errichtet, die frühesten gebrannten Ziegel wurden vor knapp 10.000 Jahren gefertigt. Daraus entstanden Gebäude mit einschichtigen Außenwänden aus sichtbarem Mauerwerk oder aus Ziegelsteinen, die mit einer mineralischen Schicht verdeckt wurden. Monolithos, der eine Stein – eigentlich müssten solche Außenwände ja pollés lithos, also "viele Steine" heißen. Worin liegt der Vorteil des Ziegels, dass er heute noch als Baumaterial sehr beliebt ist?

Thönnessen Die große emotionale Verbindung des Menschen zum Ziegel ist auch heute noch stark zu spüren! Haben sie sich doch beide aus der Frühgeschichte des Menschen gemeinsam durch das Mittelalter, durch die Industrialisierung über die Moderne bis zur Globalisierung an alle Veränderungen angepasst. Damit sind auch die Hauptmotive für die überdurchschnittliche Akzeptanz der Ziegelbauweise begründet: Wertbeständigkeit, Sicherheit, Dauerhaftigkeit, Verlässlichkeit. Diese und weitere erfüllende Eigenschaften des Ziegels, wie Wärmeschutz, Schallschutz, Brandschutz, Feuchteausgleich, Wärmespeicherung, Wiederverwendbarkeit (Recycling), Tragfähigkeit, Leistbarkeit und Witterungsbeständigkeit, haben den Ziegel zum Zehnkämpfer unter den Baustoffen werden lassen, der in allen Disziplinen zu Höchstleistungen fähig ist. Um auch in Zukunft der beliebteste Baustoff – vor allem im Wohnbau – zu bleiben, ist aber auch seine Innovationsfähigkeit gefragt. Dabei tritt er mit einer immer größer werdenden Produktvielfalt selbstbewusst den neuen Anforderungen entgegen.

Für welche Bauaufgaben sind monolithische Ziegelwände mit ihren Eigenschaften am besten geeignet und wo wird es grenzwertig?

Thönnessen Die größten Stärken des modernen Ziegels liegen im kostengünstigen Wohnhausbau, wo er nach wie vor auch die wirtschaftlichste Bauweise darstellt. Hauskonzepte wie Sonnenhaus, Passivhaus – eigentlich sollte nur noch der EPBD- und OIB-Begriff Niedrigenergiegebäude verwendet werden – sind ebenso in Ziegel zu verwirklichen wie Nutz-/Gewerbebauten und mehrgeschossige Hochbauten. Selbst dort, wo

im städtischen Ballungsraum der Bebauungsdichte oder einer großzügigen Nutzungsfreiheit mehr Gewicht gegeben werden muss, gibt es mittlerweile Ziegel, die punkto Tragfähigkeit und statischer Sicherheit bis zu sieben Obergeschosse möglich machen. Durch die dicke Wandstärke der monolithischen Bauweise sind auch Kombinationen mit Stahlbetontragwerken leichter machbar und lassen, wie Beispiele aus Moskau zeigen, auch Hochhäuser über zwanzig Geschosse entstehen. Bewährte Lösungen für Wärme- und Schalldämmung, gesundes Raumklima und Wohngesundheit, die auch im Objektbau immer stärker gefragt sind, werden vom Ziegelbau auf traditionelle und innovative Weise gleichermaßen erfüllt.

Ziegel haben vor allem in den letzten 40 Jahren einen großen Entwicklungssprung gemacht in ihrer Form und den Fähigkeiten. Was zeichnet heutige Ziegel gegenüber der damaligen Generation aus?

Thönnessen Seit der Energiekrise der 70er Jahre hat sich der einschalige Außenwandziegel kontinuierlich von einem tragenden Schwerziegel (1.400 kg/m³) zu einem dämmenden Leichtziegel entwickelt (650 kg/m³). Durch die hohe Porosierung und die dünnen Ziegelstege hatte sich die Tragfähigkeit reduziert, wodurch die Verwendung auf geringe Gebäudehöhen eingeschränkt wurde. Um die ganzheitlichen Anforderungen im Mehrfamilienhausbau zu erfüllen, hat sich Ende der 90er Jahre die Bauweise mit 25 cm starkem Schwerziegel und geringer Zusatzdämmung durchgesetzt. Durch die Verschärfung der Wärmeschutzbestimmungen und der Treibhausgasproblematik hat sich diese Dämmstärke mittlerweile auf 20 bis 30 cm erhöht. Mit der neuen Ziegelgeneration Porotherm W.i (Wärmedämmung inklusive), die 2013 auf den österreichischen Markt gekommen ist, wurde die steigende Nachfrage von Bauherren erfüllt, gänzlich auf Zusatzdämmung verzichten zu können. Damit kommt die seit Jahrhunderten erprobte Variante mit Kalkzement-Dickputz in der Gestaltung wieder zum Tragen. Mit der neuen Ziegelgeneration, bei der Mineralwolle bereits im Ziegel integriert ist, kann nicht nur höchster

Wärmeschutz, sondern auch bester Schallschutz und eine deutliche Erhöhung der Tragfähigkeit mit bis zu sieben Obergeschossen und mehr erreicht werden.

Warum werden heute noch so viele Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) umgesetzt? Was hält die Leute bei Ziegelbauten davon ab, sich für die einschichtige Version (monolithische Ziegelwand) zu entscheiden?

Thönnessen Zusatzdämmung hat überall dort seine Berechtigung, wo Außenwände keinen ausreichenden Wärmeschutz haben. Zum Beispiel in der Sanierung oder im Neubau mit Stahlbeton sowie bei architektonischer Fassadengestaltung mit vorgehängten Verkleidungen, wo sehr häufig nicht brennbarer mineralischer Dämmung der Vorzug gegeben wird. Der Hauptgrund für die große Verbreitung von WDVS liegt aber in der Verwendung von EPS, umgangssprachlich Styropor. Der kostengünstige Dämmstoff in Verbindung mit seiner raschen und somit auch sehr günstigen Verarbeitung auf Kunstharzbasis lassen die Bauzeiten und somit die Errichtungskosten kurzfristig kostengünstiger erscheinen. Bei der am weitesten verbreiteten Bauweise überzeugt die Kombination von Ziegel und EPS bereits seit Jahrzehnten und stellt die mit Abstand günstigste Bauweise in der Errichtung für Außenwände dar. Zusätzlich ergänzen sich die schweren, tragfähigen 25 cm starken Hochlochziegel mit EPS-Fassaden auch bauphysikalisch sehr gut. Das Denken in langen Lebenszyklusphasen (z.B. 100 Jahre) bewirkt in der Lebenszykluskostenbilanzierung ein Umdenken in Richtung wartungsarmer einfacher Konstruktionen, der monolithischen Ziegelbauweise.¹

Gibt es also Eigenschaften des Ziegels, die noch verbessert gehören?

Thönnessen Der Ziegel selbst besteht aus dem gleichen Naturmaterial wie eh und je, Tonerde, Wasser, Luft und Feuer sind die Zutaten. Einzig die Beimischung von Porosierungsmitteln wie Sägemehl, Zellulosefaser oder Kohlenstaub lässt die Dichte des Ziegelscherben variieren und wird somit für unterschiedliche Ziegeltypen angepasst. Die Forschung ist

hier stets am Puls der Zeit – Innovationen wie der Ziegel mit integrierter Wärmedämmung sind nur ein Beispiel für die Kraft des Ziegels ohne die Zehnkämpfer-Eigenschaften des Ziegels aufzugeben. Themen wie höherer Vorfertigungsgrad und einfachere Verarbeitung, Reduktion von Treibhausgasemissionen in der Produktion und Kundenunterstützung bei Planung und Verarbeitung werden die Ziegelentwicklung mittelfristig am meisten beeinflussen.

Welchen Stellenwert hat die Aktivierung der Wandflächen bisher beim Ziegelbau? Wenn man sich Gebäude mit massiven Leichtbetonaußenwänden anschaut, dann werden diese oft aktiviert, weil sich dadurch die Eigenschaften für die Nutzung verbessern.² Spielt das auch eine Rolle bei einschichtigen Ziegelwänden?

Thönnessen Die Bauteilaktivierung als Wärmespeicher ist eine Eigenschaft, die der Keramik in hohem Maße im Symbol des Kachelofens zugestanden wird. Behaglichkeit und Wärmespeicherfähigkeit sind zwei Eigenschaften, die in letzter Zeit mehr Beachtung gefunden und die einseitige Betrachtung in Richtung Wärmedämmung ergänzt haben. Ein Musterbeispiel, welches die Wärmedämm- und Wärmespeicher-eigenschaften des Ziegels in das Architektur- und Hauskonzept integriert, ist das Bürogebäude "2226" von baumschlager eberle architekten in Lustenau. Das Gebäude kommt ganzjährig ohne konventionelles Heizsystem, mechanische Lüftung und mechanische Kühlung aus und erzielt dabei hohen Komfort im Hinblick auf Temperatur und Luftqualität. Errichtet ist es aus einem doppelschaligen Wandaufbau, bestehend aus zwei Reihen Hochlochziegeln mit 76 cm Außenwandstärke, darauf befindet sich innen und außen Kalkputz. Die tiefen Fensterlaibungen sorgen dafür, dass die Sonne im Winter die Räume erwärmen kann, im Sommer aber nicht zur Überhitzung führt. Die Temperierung erfolgt über die im Raum befindlichen internen Wärmequellen und wird mittels einer eigens entwickelten Software gesteuert. Sie bewegt sich ganzjährig zwischen 22 und 26° C – woraus sich auch der Name des Hauses ergibt. Aber auch die aktive Nutzung von Wandtemperierung im Winter und Sommer kann



Abb. 13: Architekt DI Christian Lenz nutzt bei dem Wohnbauprojekt in Dornbirn Oberdorf Ziegel in unterschiedlichen Brauntönen für eine markante bewegte Fassade.

mit speziellen Hohlkammerziegeln zur Aufnahme von vorgefertigten Rohrleitungssystemen geplant und ausgeführt werden. Speziell die Kühlung von Wandflächen wird in Zukunft eine sehr hochwertige und ökologische Variante zur Luftkühlung über Klimageräte darstellen.

Drehen wir das Ganze einmal um. Der Fokus bleibt auf dem Baustoff: gibt es auf rechtlicher Ebene Entwicklungen, die aus Ihrer Sicht zu hinterfragen sind, weil sie keinen oder nur einen geringen Effekt für die Gebäudenutzung aufweisen?

Thönnessen Die Motivation, Häuser und Wohnraum zu planen, ist genauso vielfältig wie die Wege, sie zu errichten. Die fortschreitende Verschärfung der Wärmedämm- und Energieeinsparungsanforderungen haben ein Ausmaß angenommen, das viele Baufachleute an deren Sinnhaftigkeit zweifeln lässt und deren kostspielige Einhaltung zahlreiche Einsparungen bei bewährten Konstruktionen notwendig macht. Durch die zunehmende Reglementierung und Übertragung von Verantwortung auf Vorschriften, Normen, Gesetze und Leistungsverzeichnisse wird allzu oft das primäre Ziel aus den Augen verloren. Da es schon längst unmöglich geworden ist, all diesen Auflagen in Summe gerecht zu werden, sind Bauherren und vor allem ihre Planer in der Notlage, sich für Schwerpunkte und auch für bewusste Lücken zu entscheiden. Mit dem Fokus auf den Baustoff Ziegel ist eine Vielzahl an Möglichkeiten verbunden. Durch neue Interpretationen der Ziegelbauweise entstehen gerade jetzt wieder zukunftsweisende Projekte in ziegelgerechter Bauweise, bei denen die Gebäude eine moderne und gleichzeitig traditionelle Botschaft vermitteln.

Nun gibt es nicht nur Veränderungen durch Gesetzesnovellen, sondern auch durch technologische Entwicklungen. Bisher existiert ein großes, aber begrenztes Sortiment an unterschiedlichen Steinen. In anderen Industrien spielt die Mass Customization³ schon eine größere Rolle zum Beispiel durch den Einsatz von 3D-Druckern. Werden diese Technologien auch beim Ziegelbau

zum Einsatz kommen, so dass mit individualisierten Ziegeln geplant und ausgeführt werden kann?

Thönnessen Der Wunsch nach Einzigartigkeit ist ein Motiv für jeden Bauherrn, um sich in seinem Bauvorhaben auszudrücken. Der Wunsch nach einem einzigartigen Außenwandziegel ist derzeit nicht gegeben, zumal die Auswahl an unterschiedlichen Bauweisen und Produktarten überwältigend groß geworden ist und eine große Produktvielfalt sowie die Möglichkeit von Kombination jedes Bauwerk zu einem Prototypen macht. Ziegeloptik in Form von Vormauerziegeln und keramischen Fassadenplatten erfreuen sich zunehmender Beliebtheit und fördern die Experimentierfreudigkeit, traditionelles Material mit neuer Verwendung zu verbinden. Die Begleitung des Bauherrn und Planers durch den Hersteller von Systembaustoffen über die Produktauswahl hinaus über die richtige Verwendung und Verarbeitung wird in Zukunft weit wichtiger! Sollte der Einsatz von 3D-Druckern auch die Bauindustrie erreichen, ist der Ziegel 4.0 dafür gerüstet. Die derzeitigen Ziegelwerke sind, vereinfacht gesehen, ja auch 3D-Drucker, die eine kostengünstige Modelliermasse mittels Vakuumpresse zu einfachen Hochlochziegel formen. Durch zusätzliches Fräsen und Schleifen werden auch derzeit schon komplexere Ziegeltypen für Speziallösungen hergestellt. Bei der Befüllung der Porotherm W.i Ziegel wird derzeit ausschließlich Mineralwolle verwendet, wobei kurzfristig auch alternative Dämmstoff-Füllungen möglich sein könnten, um auch individuellen Kundenwünschen zu entsprechen.

Wie wird sich die Planung von Bauprojekten dadurch ändern?

Thönnessen Je individueller die Planung, desto größer wird die Sehnsucht nach einfacher Ausführung. Ist der Traum vom neuen Haus in Form gegossen, tritt die Forderung nach einfacher, schneller und fehlerfreier Herstellung in den Vordergrund, wenn möglich mit Fertigteilen. Dafür wird die Planung aber noch gewaltig aufrüsten müssen und vor der

Einführung von BIM wird es noch einiger Zwischenschritte bedürfen, um diese Kundenwünsche über die Planung auf die Baustelle zu übersetzen.

Jetzt sind wir schon bei neuen Technologien. Was ist Ihre Einschätzung, wie sich der Einsatz von Robotern auf der Baustelle entwickeln wird?

Thönnessen Die Weiterentwicklung von mit PU-Schaum geklebtem Ziegelmauerwerk (DRYFIX-Mauerziegel-Klebesystem von Wienerberger) auf der Baustelle zum geschoßhohen Fertigteil ist bereits jetzt möglich. Dafür benötigt es kein eigenes Ziegelformat und es wird bei entsprechender Vorlaufzeit und in Verbindung mit Mobilkränen auch schon eingesetzt. Dabei ist eine von Robotern unterstützte Fertigung in einer Fertigungshalle sehr gut möglich. Die dabei erzielten Vorteile liegen eher bei der schnelleren Bauzeit als bei günstigeren Herstellungskosten. Der Einsatz von Robotern auf der Baustelle würde eine wesentlich genauere Planung voraussetzen, die in Verbindung mit BIM auch die Baulogistik berücksichtigen muss. Zurzeit liegt der logistische Vorlauf für Ziegelmauerwerk in der Praxis bei 2–3 Tagen, wobei kaum Vorplanungen notwendig sind. Da der Planziegel das kleinste Fertigteil der Ziegelindustrie ist, wird er noch lange den sehr individuellen und einfachen Rahmenbedingungen der Baustelle gerecht werden.

Kommen wir ein wenig mehr in die Gegenwart zurück. Das Thema BIM nimmt nach 40 Jahren Vorbereitung inzwischen stark an Fahrt auf. Folgen daraus Konsequenzen für das Bauen mit Ziegel?

Thönnessen In der Industrie ist die Planung, Umsetzung, Kontrolle und Dokumentation des Produktionskreislaufes schon lange Realität und auch für den wirtschaftlichen Erfolg notwendig, wenngleich die Umsetzung im geschützten Werksgelände ungleich einfacher ist als auf der Baustelle. Der Mehraufwand für BIM liegt beim Planer und Bauherrn und sollte auch den Ausführenden zu Gute kommen und vor allem für die Qualität und Begleitung des Bauwerkes über seine gesamte Nutzungsphase Vorteile ergeben. Die Aktualisierung von Datenbanken



Abb. 14: Das Fugenbild für die Ziegel wurde von Architekt DI Christian Lenz vergeben, um von nah und fern eine hohe Lebendigkeit zu erhalten.

mit ausreichend vorhandenen Kennwerten, Preisen, Kalkulationen und Verarbeitungsrichtlinien stellt technisch keine Herausforderung dar und sollte allen Beteiligten Verbesserungen und Effizienzsteigerungen bringen. Ich denke aber nicht, dass der emotionale Anteil des Ziegels dabei verloren geht, denn persönliche Erfahrungen und emotionale Entscheidungen werden im Baugeschehen weiter vorhanden sein. Kunden werden mündiger und dadurch werden sie viel früher und aktiv in die Entscheidung des Baustoffes eingebunden sein.

Ein Vorteil von BIM in seiner fortgeschrittenen Stufe ist die Dokumentation der Baustoffe. Dieses ist von Vorteil bei der Betrachtung des gesamten Lebenszyklus, vor allem dann, wenn es ums Recycling geht. Mein Wissensstand zur Nachnutzung von Ziegeln ist, dass sie aktuell in der Regel gebrochen und als Verfüllgut genutzt werden. Streng ausgelegt sieht die europäische Bauprodukteverordnung jedoch mindestens Recycling vor, das bedeutet also, dass man aus den Ziegeln einen Sekundärrohstoff gewinnt, der sich weiterverwerten lässt. Wie weit ist die Ziegelindustrie in dem Bereich?

Thönnessen Da der Ziegel aus Ton erzeugt wird, tut sich die Ziegelindustrie mit dem Recycling von Ziegelschutt sehr schwer. Es gibt zwar Versuche, recyceltes Ziegelmaterial in Teilmengen dem Ausgangsmaterial beizufügen, wobei die zu erwartenden Mengen jedoch keinen ganzheitlichen Kreislauf erwarten lassen. Hier sind wir auf die nachgelagerte Recyclingindustrie angewiesen, die einen hochwertigen Rohstoff gewinnen kann und mit unterschiedlichen Qualitäten und Mengen zahlreiche Verwendungsmöglichkeiten hat. Möglichkeiten wie z.B. die Verwendung als Zuschlagstoff für Betonbaustoffe oder Granulat für Begrünungen werden aufgrund der günstigen Rohstoffpreise zu wenig genutzt. Zumeist endet der Ziegelbruch als Verfüllmaterial oder als Bauschutt auf Deponien.

Die mit Mineralwolle gefüllten Wi Ziegel lassen sich über einen zusätzlichen Windsichter auch sehr einfach aufbereiten, da die Dämmung nur durch Eigenspannung in den Ziegelkammern gehalten wird und nicht mit Bindemittel im Ziegel befestigt ist. Der von Prof. Gamerith

geprägte Begriff “WWW – Woher-Wozu-Wohin” kann dazu als Leitfaden für alle Beteiligten dienen.

Abschließend möchte ich jetzt noch einmal die Sichtfläche von Ziegeln ansprechen. Wäre es nicht an der Zeit, eine neue Generation von Sichtmauerwerk zu etablieren – oder sind diese Zeiten einfach vorbei?

Thönnessen Sichtmauerwerk mit zweischaliger Konstruktion ist eine traditionelle Bauweise mit starker regionaler Bedeutung. In Österreich gibt es im Gegensatz zu Belgien, England oder Norddeutschland leider wenige Beispiele für diese durchaus attraktive Gestaltungsform, die vor allem aus technischen und Kostengründen nur wenig verwirklicht wird. Nach einem 20-jährigen Boom mit Styroporfassaden ist jetzt ein starker Gegentrend zu hochwertiger Fassadengestaltung zu erkennen. Moderne Bauformen mit gegliederten Teilflächen werden in Kombination von Glas, Putz und Verkleidungen aus Holz, beschichteten Platten, Stein, Metall und auch Keramik errichtet. In diesem Umfeld ist ein monolithischer Wandaufbau mit auf Putz geklebten Klinkerriemchen auch eine sehr stimmungsvolle und günstige Möglichkeit für Innen- und Außengestaltungen. Auch die Verwendung von modifizierten Dachziegeln, die vom First bis zum Terrain reichen, gibt der Gestaltung mit Sichtziegel Möglichkeiten für die Zukunft. In der Weiterentwicklung einer nachhaltigen Architektur der Zukunft hat die Oberflächengestaltung mit keramischen Oberflächen eine große Chance mehr in Erscheinung zu treten und auch das bewährte Ziegeldach als Gestaltungselement neu zu entdecken.

Wie sieht es mit verputzten Oberflächen aus? Gibt es dort spannende Entwicklungen, die dem monolithischen Bauen eine neue Dimension ermöglichen?

Thönnessen Die derzeitige Entwicklung geht weg von WDVS mit Kunstharzbeschichtungen zurück zur echten Putzfassade auf Kalk-Zementbasis. Die zunehmende Verelendung der Styroporfassade durch enorme

Veralgungen hat dem Außenputz im Allgemeinen sehr geschadet. Es gibt kaum noch neu errichtete Bauwerke, die nicht von Verfärbungen entstellt werden. Die Errichtung von langlebigen Putzfassaden, die in Würde altern und einfach und kostengünstig instand gehalten werden können, gilt die zukünftige Aufmerksamkeit.

Die monolithische Ziegelbauweise in moderner Form verbunden mit klassischen Dickputz-Systemen erlebt eine Renaissance, denn neben den vielen zuvor erwähnten Vorteilen bringen diese zusätzlich wertvolle Speichermasse auf der Außenseite ein. Diese speichert Sonnenenergie und führt zu höheren Oberflächentemperaturen, die wiederum zu einem geringeren Temperaturunterschied zwischen innen und außen führen, und somit ist in der Praxis der Wärmeschutz und die Behaglichkeit noch größer als berechnet bzw. erwartet.

Es scheint, der Ziegel ist gut für zukünftige Bauaufgaben aufgestellt. Ich danke Ihnen für dieses aufschlussreiche Gespräch

¹ Vgl. P.J. Sölkner, A. Oberhuber, S. Spaun et al.: Innovative Gebäudekonzepte im ökologischen und ökonomischen Vergleich über den Lebenszyklus (=Schriftenreihe 51/2014 – Berichte aus Energie- und Umweltforschung, bmvit) Wien/Linz/Salzburg/Graz 2013

² Vgl. Interview von Tim Lüking mit Matthias Schuler und Max Bauer von Transsolar, Seite 102 bis 115

³ Mass Customization steht für kundenindividuelle Massenproduktion oder individualisierte Massenfertigung. Sie ist ein wesentliches Ziel der Industrie 4.0 und nutzt computergestützte Produktionsmethoden für die Herstellung der Produkte.

BAUSTOFFE UND IHR POTENZIAL FÜR EINSCHICHTIGKEIT

Tim Lükig

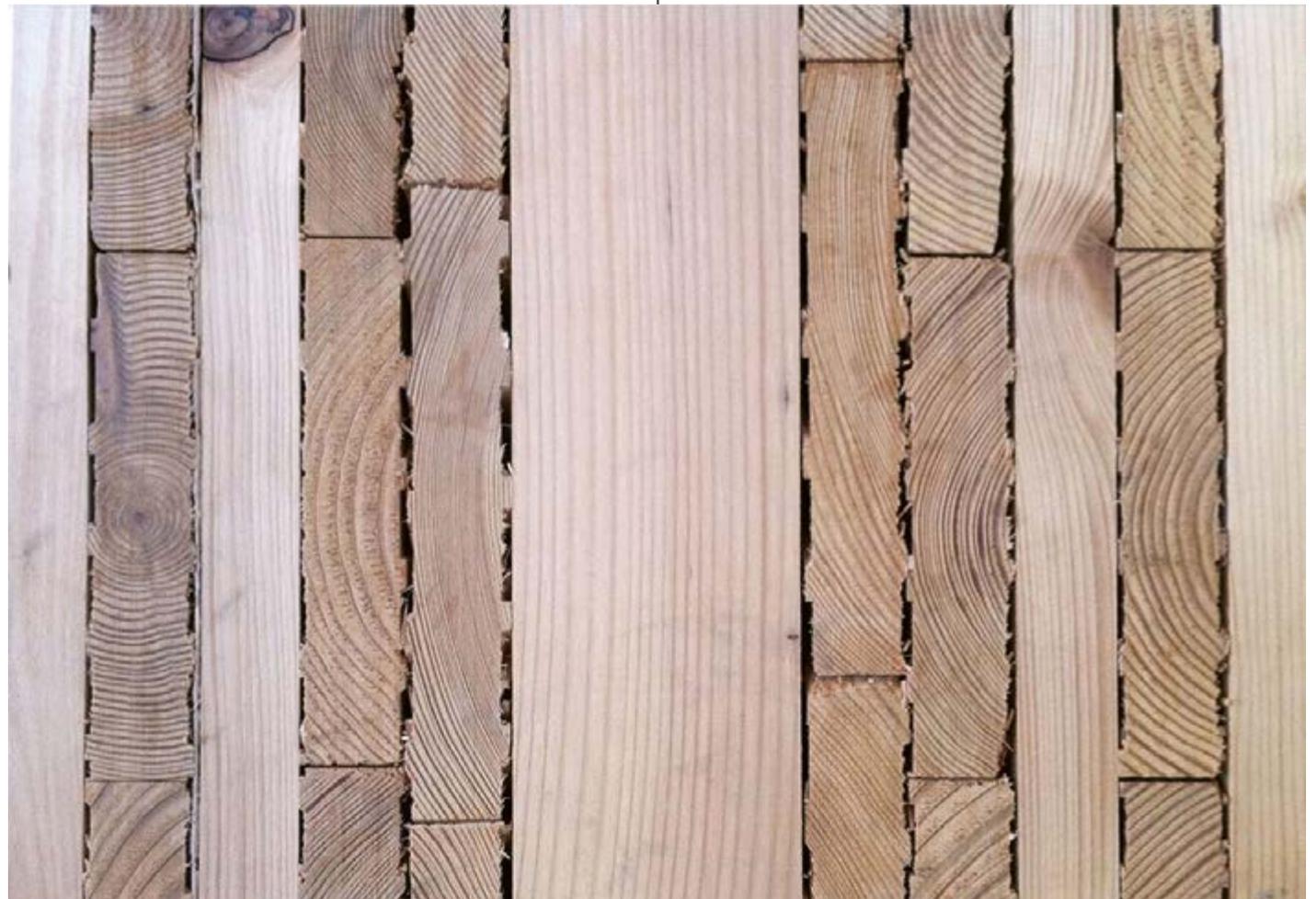


Abb. 15: Massivholzsystem Thoma Holz 100: profilierte Brettschichten mittels Holzdübel verbunden



Abb. 16: Kapelle mit Lehmwänden von Marte.Marte in Batschuns

In der Vergangenheit wurden immer wieder Bauten mit einschichtigen Wänden realisiert. Heute geschieht dies nur noch selten, da es schnell zu Konflikten mit den zeitgenössischen Anforderungen im baurechtlichen Bereich kommt. Vor allem die Anforderungen des Wärmeschutzes sorgten für Veränderungen im Aufbau der Gebäudehülle konditionierter Gebäude, aber auch Brandschutz und ökologische Themenstellungen verschärfen sich kontinuierlich, was die Materialauswahl bedeutend beeinträchtigt. Eine grobe Übersicht über die Möglichkeiten und Schwierigkeiten bei der Verwendung potentieller Baustoffe erfolgt in diesem Beitrag.

Von welchen Baustoffen reden wir? Einerseits haben wir die anorganischen, also Natursteine, Ziegelsteine, Beton, aber auch Lehm, Glas und Metall. Andererseits orga-

nische wie Holz und Kunststoff. Theoretisch ließe sich die Palette an organischen Baustoffen bedeutend ausweiten, rein praktisch sind die beiden genannten jedoch die einzigen, mit denen es Projekte gibt, die mehr als eine experimentelle Grundlagenstudie darstellen.

DIE ANORGANISCHEN: LEHM & CO.

Schauen wir uns vor diesem Hintergrund zuerst die anorganischen Baustoffe an. Machen wir uns am Anfang kurz die wesentlichen Gemeinsamkeiten bewusst: als erstes fällt sicherlich dazu ein, dass sie als nicht brennbar gelten. Manche verlieren jedoch bei den Temperaturen eines Zimmerbrandes an Stabilität. Darauf ist natürlich bei der Ausbildung des Tragwerks zu achten. Die ökologische Perspektive lässt sich nicht so leicht generalisieren. Fast ausnahmslos gehen allerdings größere, dauer-

hafte Eingriffe in die Natur damit einher, die sich teilweise nur sehr langfristig kaschieren lassen. Denken wir dabei zum Beispiel an Steinbrüche zum Abbau von Naturstein oder an einen offenen Abbau von metallhaltigen Gesteinsschichten. Gerade Letzterer wird manchen Orten noch sehr zu Lasten der Natur und auch der dort arbeitenden Menschen praktiziert. Sicherlich erinnern sich noch viele an den Dammbruch der Rotschlammdeponie und der daraus resultierenden Umweltverschmutzung in Ungarn im Jahr 2010. Nach der Gewinnung des Baustoffs ist jedoch bei entsprechender Verarbeitung eine wesentliche Verbesserung der ökologischen Bilanz möglich, da diese Materialien in der Regel mit einer hohen Dauerhaftigkeit und theoretisch einer guten Wiederverwendbarkeit punkten.

Für den Einsatz im Bereich der Gebäudehülle vereint (fast) alle anorganische Baustoffe ein weiterer Nachteil: in ihrer "gängigen", unmodifizierten Form haben sie eine verhältnismäßig hohe Wärmeleitfähigkeit. Einen der niedrigeren Lambda-Werte "von Natur aus" weist Lehm auf; abhängig von der Belastbarkeit und der Zusammensetzung listet die Literatur eine Wärmeleitfähigkeit zwischen 0,95 W/mK bis zu 1,4 W/mK. Versetzt mit Stroh reduziert sich die Leitfähigkeit weiter. Befolgte man die gesetzlichen Rahmenbedingungen, bräuhete man trotzdem Wände von mehr als 100cm Stärke.¹

Die Schlupflöcher, auch ohne solchen materiellen Aufwand die gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen, werden immer kleiner und so müssen Baustoffe modifiziert werden, um die erforderlichen Vorgaben zu erfüllen. Um die Wärmeleitfähigkeit zu reduzieren, werden die massiven Baustoffe poröser gemacht. Am bekanntesten ist natürlich der Ziegel, der sich vom Vollziegel zum Hochlochziegel gewandelt hat, wobei nicht nur die Struktur, sondern auch das Material selber poröser geworden ist.² Theoretisch lässt sich daraus eine einschichtige Wand mit Sichtziegeln errichten, für die bauliche Praxis wird das allein schon durch die veränderte Fugenausbildung ein Problem. Aber auch ein verputztes Mauerwerk ließe sich dank der ausschließlich mineralischen Baustoffe noch wohlwollend als einschichtig interpretieren.

Das Spektrum an Natursteinen ist sehr groß. Die meisten entstehen durch Druck und sind dadurch stark verdichtet, was wiederum zu einer hohen Wärmeleitfähigkeit führt. Allein schon aus diesem Grund sind reine Außenwände aus den meisten Natursteinsorten nur bei (formal) nicht-konditionierten Gebäuden möglich. Es gibt allerdings auch die porösen, leichten Sorten wie Lavagestein, die sich theoretisch für einschichtige Wände eignen würden. Dank der geringen Vorkommen bis hin zur sehr eigenen Oberflächenwirkung gibt es für diese



Abb. 17: Innenecke einer Leichtbetonwand; links eine geneigte Fläche mit mehr Lufteinschlüssen

Bauweise keine bekannten zeitgenössischen Beispiele. Allerdings wird Lava durchaus als Gesteinskörnung für Leichtbeton eingesetzt.

Wirklich einschichtig können selbst unter heutigen Anforderungen Wände aus Leichtbeton sein. Deren Wärmeleitfähigkeit wird durch poröse Gesteinskörnungen wie eben Lava, Blähton und leichte Sande sowie Luftporenbildner derart reduziert, dass sich mit Wandstärken ab 45cm die minimalen Anforderungen an den Wärmeschutz erfüllen lassen.³

Damit einher geht eine Reduktion der Tragfähigkeit, mehrgeschossige Bauweisen unter Einbindung der Außenwände sind trotzdem möglich. Im Inneren der Gebäude wird

bei solchen Bauaufgaben übrigens trotzdem weiterhin Normalbeton eingesetzt.

Mit Glas lässt sich natürlich auch einschichtig bauen. Eine Lösung mit massiven Glasbausteinen, wie zum Beispiel das Mahnmahl am Madrider Atocha-Bahnhof, wird den aktuellen rechtlichen Anforderungen in Österreich aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit des massiven Materials nicht gerecht. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass die durch dynamische Simulationen ermittelten Dämmwerte von massivem Glas deutlich über denen stationärer Berechnungen liegen.⁴ Ein Bauen mit Schaumglas hingegen ist auf jeden Fall möglich, wenn auf einen Witterungsschutz geachtet wird. Realisiert wurde so etwas bislang allerdings noch nicht. Bei einer Isolier-

verglasung muss die Definition von Einschichtigkeit hinterfragt werden; mehrschichtig wäre die Konstruktion auf jeden Fall. Dadurch erreicht sie ihre guten wärmedämmenden Eigenschaften. Die Schalen sind noch kein Widerspruch zur Einschichtigkeit. Wie eng sieht man allerdings die Ergänzung? Ist eine Bedampfung oder eine Folie bereits eine weitere Schicht? Streng akademisch gedeutet wäre das natürlich so. Statische Lasten aufnehmen kann das Glas nur begrenzt, wobei die Grenzen in der jüngeren Vergangenheit stark ausgeweitet wurden; ein beeindruckendes Beispiel dafür ist der Apple Store an der 5th Avenue in Manhattan.

Einschichtige Wände aus Metall, die die heutigen Wärmeschutzanforderungen erfüllen, gibt es bislang nicht. Dabei sind Dauerhaftigkeit und Recyclingfähigkeit grundsätzlich erst einmal sehr gut. Die Wärmeleitfähigkeit des Materials ist allerdings hoch. Als Sandwich-Element im Industriebau funktioniert es problemlos, aber da ist dann ja ein anderes Material dazwischen. Theoretisch wäre ein Vakuum-Panel denkbar, bei dem das Metall entsprechend geformt ist, um den Unterdruck aufrechterhalten als auch diesem standhalten zu können. Technisch ist dieses Unterfangen nicht ganz einfach, aber es ist machbar. Zusätzlich problematisch sind allerdings die Ränder, die aufgrund des gut wärmeleitenden Materials leicht zu einer Wärmebrücke

werden. In anderen Industriebereichen wird verstärkt Metallschaum eingesetzt. Aber auch in dieser Form wird Temperatur sehr gut weitergeleitet, eine wärmedämmende Wirkung hat dieser Schaum kaum.

BAUSTOFFE ORGANISCHEN URSPRUNGS

Wechseln wir also zu den organischen Baustoffen. Holz weist im Verhältnis sehr gute Eigenschaften hinsichtlich Tragfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit auf. Blockhütten, bei denen Baumstämme einlagig die Außenhaut bilden, sind bekannt. 35cm puren Holz erfüllen die notwendige Mindestanforderung an den Wärmeschutz.⁵ Diese Schichtdicke, aber auch die Eigenschaften des Quellens und Schwindens machen es sinnvoll, das Holz erst einmal in kleinere Abschnitte zu zerteilen und dann wieder zu einem Bauteil aus mehreren Lagen zusammenzufügen.

Diese werden entweder mit Leim oder sogar nur rein mechanisch gehalten. Problematisch wird bei diesen Konstruktionen einerseits die dauerhafte Gewährleistung der Luftdichtheit, die heute ebenfalls ein Kriterium darstellt und andererseits die äußere Bewitterung. Eine Opferschicht, also eine Lage Holz, die periodisch ausgetauscht werden kann, ermöglicht eine lange Nutzung der wesentlichen Tragschicht. Darüber hinaus ist großen Wert auf die Abdichtung der Fugen zu legen.



Abb. 18: Massive Glasbausteine beim Mahnmahl Puerta de Atocha von Estudio FAM in Madrid

Bei rein mechanischen Systemen kann aus diesem Grund das flächige Einbringen eines Vlieses notwendig sein. Damit wären wir wieder bei der akademischen Fragestellung der Einschichtigkeit.

Kommen wir zum letzten Baustoff, der in diesem Rahmen gestreift werden soll: dem Kunststoff. Diesen global zu betrachten, ist ähnlich schwierig wie bei einem Naturstein, denn die Anzahl der unterschiedlichen Materialien und damit auch Eigenschaften ist sehr hoch. Kunststoff hat einen verhältnismäßig schlechten Ruf, doch aus dem heu-

tigen alltäglichen Bauprozess ist er kaum wegzudenken. Aus ökologischer Sicht ist es zweischneidig: die Kunststoff-Produktion ist häufig umweltschädigend, andererseits ist Kunststoff sehr langlebig und lässt sich in der Regel auch gut recyceln. Allerdings muss er dazu sortenrein vorliegen. Die Möglichkeiten der Kunststoffverarbeitung sind vielfältig: Schäumen, Spritzguss, Extrusion. Damit ergeben sich theoretisch interessante Perspektiven, zumal das Material auch wasserundurchlässig sein und somit die komplette Hülle um das Gebäude herum führen kann. Transparente Flächen sind na-

türlich auch kein Problem. Von der Wärmeleitfähigkeit weisen Kunststoffe schon in massiver Form einen verhältnismäßig niedrigen Wert auf, der durchs Schäumen etc. noch weiter absinkt.⁶ Die gebräuchlichsten Kunststoffe basieren allerdings auf dem Rohstoff Öl. Ein größerer Einsatz als einschichtige Außenwand – Witterungsschutz, dämmend, tragend – ist deswegen derzeit damit nicht vorstellbar.

Das mag sich ändern, wenn die Verfügbarkeit natürlicher Kunststoffe bedeutend höher ist.

Zusammenfassend lässt sich sagen: geht es um die Einschichtigkeit, so muss von dem ausgewählten Material bedeutend mehr Masse eingesetzt werden, um alle zeitgenössischen gesetzlichen Anforderungen zu

erfüllen, als wenn spezialisierte Materialien die Aufgaben erfüllen. Würde ein einzelner Baustoff für eine Klimazone zum einschichtigen Trend, käme es vermutlich aufgrund der großen benötigten Masse basierend auf den heutigen Vorgaben bald zu einer Ressourcenknappheit. So bleibt das einschichtige Bauen auf absehbare Zeit ein Konzept für Gebäude, bei denen über den Einsatz des ausgewählten Materials etwas Besonderes ausgedrückt werden soll.

¹ Der gesetzlich festgelegte Mindest-U-Wert für Außenwände (definiert in der OIB Richtlinie 6, Energieeinsparung und Wärmeschutz, OIB-330.6-009/15, März 2015) beträgt derzeit in Österreich 0,35 W/m²K. Massiver Lehm hat eine Wärmeleitfähigkeit laut Literaturangaben zwischen 0,95 und 1,4 W/mK, abhängig u.a. von der Verdichtung und der Feuchtigkeit. Versetzt mit Stroh sinkt die Wärmeleitfähigkeit bis auf 0,3 W/mK, die Tragfähigkeit reduziert sich jedoch ebenfalls.

² Vgl. auch dazu das Interview von Tim Lüking mit Frederik Thönnessen, Seite 40 bis 55

³ Diese Wanddicke basiert auf einer stationären U-Wert-Berechnung mit einem Lambda-Wert von 0,19 W/mK. Eine entsprechende Wärmeleitfähigkeit weist zum Beispiel die Leichtbetonmischung der TU Berlin auf. Vergleiche dazu Artikel „Infralichtbeton“, Seite 90 bis 101.

⁴ Vgl. Interview von Tim Lüking mit Matthias Schuler und Max Bauer von Transsolar, Seite 102 bis 115

⁵ Für diese Berechnung wurde als Literaturwert ein Lambda von 0,13 W/mK für Weichhölzer wie Fichten und Kiefern quer zur Faser zugrunde gelegt. Messungen bei Brettsperrholzelementen ergeben zurückgerechnet jedoch einen geringeren Wert von 0,09 W/mK oder sogar niedriger.

⁶ So weist beispielsweise Polystyrol einen Literaturwert von 0,16 W/mK bei einer Dichte von ca. 1040 kg/m³ auf, während es in der expandierten Form ein Lambda von 0,035 W/mK bei einer Dicht von etwa 15 kg/m³ erreicht.

BAUTECHNIK

66

Marcus Stevens

GESCH(L)ICHTET

78

Marisol Vidal

DIE TIEFE DER OBERFLÄCHE

84

Christian Hofstadler

ZEIT KOSTET GELD

90

Alex Hückler, Claudia Lösch

& Mike Schlaich

INFRALEICHTBETON

102

Tim Lüking

MONOLITHISCH BAUEN &
DER GEBÄUDEENERGIEBEDARF

116

Tim Lüking

MASSIVER DURCHBLICK

126

Peter Maydl

ALLES SCHON EINMAL DAGEWESEN?

GESCH[L]ICHTET
DIE MONOLITHISCHE WAND ALS ZIEGELVERBAND

Marcus Stevens



Abb. 19: Cura Cosmetics, ATP Innsbruck



Abb. 20: Haus 2226 Lustenau, Dietmar Eberle

STOFFGEFÜGE

Eine Bauweise, die sich unweigerlich mit dem Monolithischen assoziiert, ist das massive Mauerwerk. Auch wenn heute verschiedene Materialien wie Naturstein, Kalksandstein, Porenbeton, Leichtbeton, Glasbausteine oder auch Mantelsteine zur Verfügung stehen, so ist es doch vor allem mit dem keramischen Ziegel verknüpft, der zu den ältesten menschlichen „Bauzeugen“ zählt. Bereits 2500–2000 v.Chr. erfanden die Hochkulturen Mesopotamiens und des Indutals gebrannten Ziegel und konnten eine Entwicklung des Bauens als kulturelle Ausdruckskraft, aber auch in Bezug auf raumklimatischen Komfort forcieren.¹ „Bauzeug“ ist der Ziegel, weil er ein anthropogenes Erzeugnis ist. Hergestellt aus Tonerde unter Beimengung von Mergel, Sand und Kalk entspricht er vor allem in seiner Maßlichkeit den unmittelbaren Bedingungen der menschlichen Konstitution und der daraus resultierenden manuellen Verarbeitbarkeit in Form von Bausteinen. Deren Dimensionen folgen im Grunde auch heute noch der Bindung an das handliche Format. So beinhaltet der Ziegel gleichzeitig eine immanente Kondition für Maßstab und Proportion der aus ihm erzeugten Räume, die umgekehrt in Beziehung mit den menschlichen Maßen stehen. Wesentliches Prinzip dieser Raumerzeugung ist das Setzen der Ziegel in Schichten, die mit Mörtel zu massiven

Verbänden, Mauern, verzahnt werden. Ohne die Mörtelfuge ist der Ziegel fast nichts. Das Monolithische ist also in diesem Fall kein dichtes Stoffgemenge – das Mauerwerk würde buchstäblich auseinanderfallen, wollte man es als Gesamtheit versetzen –, sondern eine kontinuierliche stoffliche Schichtung, der Schwerkraft folgend, aus einer Gesteinsart und einer immanenten Verbindung. So kompakt, dass es als einheitliche, lagernde Masse verstanden und wahrgenommen wird: ein Stoffgefüge.

DAS MAUERWERK IST TOT?

Über Jahrtausende entwickelte sich eine differenzierte Sprache dieses Stoffgefüges als System einfacher Regeln des Ziegelmoduls. Sowohl Tiefe als auch Höhe und Länge der Mauern, Räume und Öffnungen sind durch den Ziegel definiert. Die Schichtung im Verband dient der Tragfähigkeit und bringt die Logik der Fügung zum Ausdruck: eine Syntax mit komplexem Gestaltungspotential in Form tektonischer Verbände und ornamentaler Texturen, welche den Genius des Materials zur Schau stellen, aber auch die sichere Beherrschung der Spielregeln erfordern und offenbaren. Selbst Mies van der Rohe betrachtete den Ziegel noch als „... Lehrmeister. Wie geistvoll ist schon das kleine, handliche, für jeden Zweck brauchbare Format. Welche Logik zeigt sein Verbandsgefüge. Welche Lebendigkeit sein Fugenspiel. Welchen



Abb. 21: Mittelpunktsbibliothek Köpenick, Bruno Fioretti Marquez

Reichtum besitzt noch die einfachste Wandfläche. Aber welche Zucht verlangt dieses Material.“²

Seine Ziegelbauten stehen allerdings auch für eine Wende im architektonischen Umgang mit dem Material seit der Moderne, wie die Beispiele Haus Esters und Lange in Krefeld, aber auch die Campusbauten des IIT in Chicago zeigen: der Entschichtung der Wand durch technologische Entwicklung wie Skelettbauweisen und Stahlbeton folgte ein rein tektonisch gestalterischer Umgang: dem Ziegel wurde geradezu der Boden unter den Setzfugen weggezogen. Ein letztes Aufbäumen des monolithischen Mauerwerks, als Versuch veränderten Bauaufgaben gerecht zu werden, findet man ebenfalls in Chicago: Das Monadnock-Building von Burnham&Root war 1893 das letzte Haus in Ziegel mit 16 Geschossen und

einer Setzung von über 50cm.³ Der Ziegel war geschlagen. Mies ging es zwar um den Ausdruck einer industrialisierten Gesellschaft. Was dann blieb, war aber eine bloße Assoziation in Form einer Verblendung, welche sich bis in die gegenwärtige Architektur fortschreibt und durch die immer höheren Anforderungen an Gebäudehüllen, insbesondere durch den seit Ende der 1970er geforderten Wärmeschutz begünstigt, sich des Ziegels als Blender bedient.

Zum anderen wurde der Ziegel auf ein einfaches „Rohbaumaterial“ reduziert, welches er im Zusammenspiel mit Putz zwar historisch schon immer verkörperte, allerdings durch genannte Gründe hinter Dämmlagen und Vorhangfassaden kaum mehr spürbar wurde und auch dort vom leistungsfähigeren Stahlbeton ersetzt als Füllung auf der Ersatzbank landete.

ES LEBE DAS MAUERWERK!

Was am Ziegel aber fasziniert, ist das archaische einheitliche Mauerwerk, Bauten wie das Zikkurat von Ur oder thailändische Chedi, einfache, Robustheit ausstrahlende Konstruktionen wie das Castello Estense in Ferrara, das ausdrückliche Spiel von Verband und Ornament, wie es die polychrome Ziegelarchitektur Großbritanniens und Hollands im 18. und 19. Jahrhundert zeigte.⁴

Es fasziniert als Low-Tech und als Skulptur, weil es, bezogen auf unsere gegenwärtigen Architekturbedingungen Mitteleuropas, einen Aufwand darstellt, solche Mauern als Kombination von Konstruktion und Tektonik in Verbindung mit einer zeitgemäßen Raumstruktur zu konzipieren, aber auch weil Einfachheit, Robustheit in Verbindung mit den Materialeigenschaften des Ziegels wie Feuchteregulierung, Tragfähigkeit, Speicherfähigkeit durchaus Kriterien in der Debatte um behagliche Räume langlebiger Bauten sind. Diese Polyvalenzen machen das massive Mauerwerk heute zu einer relevanten architektonischen Herausforderung.

Anhand von fünf Fallbeispielen werden in Folge technologische Prinzipien in Bezug auf Raum- und Tragstruktur beschrieben, welche als paradigmatische Ansätze der letzten 16 Jahre für ein mögliches monolithisches Bauen in Ziegel stehen können.

TEKTONISCH-KONSTRUKTIVER HYBRID

Eines der ersten zeitgenössischen Beispiele, bei welchem der Versuch unternommen wurde die Außenwand als monolithisches Gefüge zu rekurrieren, sind zwei Mehrfamilienhäuser am Martinsberg Baden in der Schweiz. 1999 von Burkard Meyer Architekten gebaut, sind sie Teil der Konversion einer innerstädtischen Brache und nehmen als freistehende Stadt villen mit identischer Struktur die örtliche Typologie auf. Die Raumstruktur basiert auf einer kompakten Gebäudeform mit umschließender Außenwand aus Ziegelmauerwerk, einem zentralen Kern sowie Deckenplatten aus Stahlbeton. Die Deckenplatten sind höhenversetzt und geben den offenen Wohngeschoss eine längsorientierte Zonierung in Wohn- und Rückzugsbereich. Durch den Versatz spiegeln sich diese Bereiche von Geschoss zu Geschoss. An der Südseite öffnet sich das Mauerwerk zu Loggien, welche durch fassadenbündigen Glasabschluss einen thermischen Pufferraum bilden. Die Gebäudestruktur wird in der Tektonik der Fassade ablesbar durch die Verwendung von Klinkersteinen und Sichtbetonstreifen, welche die Lage der Deckenplatten verdeutlichen, sowie geschosshohe Öffnungen. Zunächst unterscheidet sich das Gebäude nicht von zweischaligen Klinkerfassaden. Erst das Fehlen typischer Lüftungs- und Dilatationsfugen oder Zäsuren in den Ecken sowie die konsequente Anordnung der



Abb. 22: Künstlerhaus Marktoberdorf, Bearth Deplazes

Betonstreifen als tragende Elemente und ein untypischer Läufer-Binderverband lassen auf eine massive Einheit der Wand schließen. Um dies zu erreichen, wurde ein „Kombimauerwerk“³ konzipiert. Dieses besteht aus einem 40 cm dicken Verband aus Hochlochziegeln mit ausreichender Tragfähigkeit und 12 cm „Kelesto“-Klinkersteinen. Beide Schichten werden gleichzeitig gemauert und in der vierten Schicht als Binderschar verbunden. Zwischen den Steinen werden Zwischenfugen als stehende Luftschicht ausgebildet.

Eine besondere Herausforderung bildeten die äußeren Fugen, welche verdichtet werden mussten, um das Eindringen von Regenwasser ins Mauerwerk sicher zu vermeiden. Weiters mussten in den tief liegenden Fensterlaibungen Dämmstreifen zwischen Klinker und Hochlochziegel ergänzt werden.⁵ Das Beispiel zeigt eine Strategie der Zusammenführung durch ein Verzahnungsprinzip zu einem porösen Zweischalenaufbau, das die immanente Modularität der Ziegel nutzt und so Raum-, Tragstruktur und Fassadentektonik verbindet.

AKTIVIERTER ROHBAU

Eine andere Herangehensweise der Ausführung von monolithischem Mauerwerk stellt das Künstlerhaus Marktoberdorf in Deutschland von Bearth & Deplazes dar,

welches 2001 fertiggestellt wurde. Das Gebäude ist als Mehrzwecksaal für Ausstellungen, Arbeit und Vorführungen geplant. Um dieser Anforderung zu entsprechen, wurde eine möglichst neutrale, aber flexible Grundstruktur konzipiert: ein „Gefäß“⁶ aus zwei Teilen, die an einer Seitenfläche gegeneinander verdreht und versetzt wurden und so eine Trennung als auch Verbindung des Raumvolumen zulassen. Nur zwei entgegengesetzte Öffnungsreihen durchdringen das Gefäß, welches sich nach außen und nach innen als massiver, geschlossener Körper artikuliert, jeweils an einer Seite als Eingang und Belichtungszone, ohne die innere Struktur ablesbar zu machen. Dies wurde in Form eines 48 cm starken Kreuzverbandes thematisiert, der nicht versucht zwischen einer inneren und äußeren Schicht unterschiedlicher Funktionen zu differenzieren, sondern die Ziegelwand als einheitliches Gefüge ausbildet, welches sowohl Maß als auch Ausdruck des Raumgefäßes ist. Verwendet wurde dafür ein bayrisches Format in Bezug auf die lokale Bautradition: 32 cm/14,5 cm/6,5 cm als hochfest gebrannter rotbrauner Lavaklinker. Das stringente Maßkorsett wird durch die changierende und irreguläre Oberfläche der Ziegel belebt.

Die dichte Fugenausbildung, hell und großflächig, betont den Verband mit einer 3 cm

starken Stoßfuge. Diese archetypische Konstruktionsweise kann zum einen ohne Bewegungsfuge auskommen, was die massive Tektonik unterstützt, und zum anderen als raumklimatische Wandung wirksam werden, indem die natürliche Trägheit des Materials im Wärmedurchgang und die luftfeuchtigkeitsregulierende Eigenschaft aktiv werden. In der Heizperiode wird das Gefäß als Strahlungskörper nach dem Hypokausten-Prinzip aktiviert. Im inneren Wandbereich wurden wasserführende Kupferrohre verlegt, die aufgrund der Massenträgheit des Mauerwerks eine Raumtemperierung ermöglichen ohne hohe Vorlauftemperaturen und vor allem ohne Klimaanlage: ein aktivierter Rohbau – raumbildend und raumkonditionierend.⁷

ENTKOPPELTE MAUERSCHALE

Bruno, Fioretti, Marquez Architekten gehen bei der 2009 gebauten „Mittelpunktsbibliothek“ Berlin Köpenick noch etwas weiter. Sie gaben jedem Gebäudeteil eine spezifische Materialisierung: So sind die Bibliotheksebenen in Stahlbeton, das Dach in Holz und die Außenwand als massives Ziegelmauerwerk ausgebildet. Die Außenwand ist als Schale komplett von der inneren Struktur der Decken gelöst. Die Schale wurde als ein 64 cm dickes fünfköpfiges Mauerwerk ausgeführt. Um der damaligen Energieeinsparverordnung zu entsprechen, wurden das Dach und die Nordfassade als

Kompensation stärker gedämmt. Die Wahl des Ziegels orientierte sich auch in diesem Projekt an lokalen Traditionen. Köpenick ist eine Insel zwischen Dahme und Spree. Die meisten historischen Bauten bestehen aus Backstein. So wurde ein kompakter Ziegel im Reichsformat: 25 cm/12 cm/6,5 cm gewählt. Nach innen wurden Ziegel mit geringerer Oberflächenqualität gewählt und weiß eingeschlämmt.⁸

An der Fassade erzeugt der „wilde“ Verband einen rohen festungsartigen Eindruck. Dieser wird unterstützt durch tiefliegende Öffnungen ohne Fensterteilungen. Dadurch wird die gesamte Tiefe der Mauerschale und seines Verbandes erfahrbar. Je nach Ansicht schließt sich der Körper zu einem Festungsmassiv. Wie der „wilde“ Verband sind auch die quadratischen Öffnungen „wild“ in das Mauerwerk eingelassen, was den Körper lebendig, aber auch erratisch macht. An der Innenseite sind sie mit breiten Holzumfassungen auf die Wand aufgesetzt und wirken wie eine Ausstellung gerahmter Stadtansichten der Umgebung. Die Stürze wurden allerdings etwas inkonsequent als umdämmte Betonelemente hergestellt und verblendet. Der trutzige Charakter wird durch die gezackte Dachkante, die dem Dachverlauf folgt, elegant aufgehoben, so dass das Massiv eine Gliederung erfährt und sich in das umgebende Backsteinensemble einfügen kann. Mit dem Prinzip der ent-

koppelten, selbsttragenden Schale können bautechnisch und bauphysikalisch schwierige Anschlüsse, Durchdringungen vermieden werden und die Wand monolithisch, ohne Bewegungsfugen manuell versetzt werden. Es entsteht die archaische Tektonik einer Festungsmauer.

PORÖSE DOPPELMAUER ALS TEAMPLAYER

Die Entwicklung hochgelochter Ziegel als Industrieprodukt ermöglicht prinzipiell einen verbesserten Wärmeschutz, geht aber zu Lasten der Tragfähigkeit und Festigkeit des Mauerwerks. Damit wird das Bauen in die Höhe mit Ziegel schwierig. Dass es doch möglich ist und noch mehr kann, zeigt das Gebäude 2226 von Dietmar Eberle in Lustenau Österreich aus dem Jahr 2013. Wand und Öffnung spielen dabei eine besondere Rolle. Das sechsschossige Gebäude ist in seiner Struktur ein kompakter Kubus von 24m Kantenlänge, welcher nach außen durch eine umlaufende Wand und im Inneren durch versetzt angeordnete Wandscheiben und Kerne für Erschließung und Sanitär strukturiert wird. Die inneren Wände bilden eine offene Raumzonierung ähnlich einer Enfilade entlang der Außenwand. Die Außenwand wurde zweischichtig in 38 cm starken Plansteinen mit unterschiedlicher Stegausbildung mit vertikalem Versatz gemauert. Damit konnte den Funktionen der Wand Rechnung getragen werden. Nach

außen wurden Ziegel mit sehr feinen Stegen gesetzt. Diese haben einen höheren Lochanteil, sind aber weniger druckfest. Die innere Schicht besteht aus denselben Steinen mit stärkeren Stegen, weniger Luftraum, aber höherer Druckfestigkeit. Somit konnte eine ausreichende Tragfähigkeit für den turmartigen Bau und Wärmedämmung gleichzeitig erreicht werden. Durch die resultierende Wandstärke von 72cm können weitere Eigenschaften des Ziegels im Zusammenspiel mit Decken, Öffnungen und Oberflächen wirksam werden. In Verbindung mit dem hellen Sumpfkalkputz und den tiefen Laibungen der Lochfassade wird ein Wärme-, Sonneneintrag ins Gebäude im Sommer minimiert. Im Winter schützen das porosierte Mauerwerk und der geringe Fensteranteil von 24% vor Auskühlung. Dabei kommt auch die hohe Speichermasse und Trägheit des Materials zur Wirkung, welche zum einen den Wärmedurchgang nach außen verzögern und zum anderen solare Gewinne im Mauerwerk absorbieren und versetzt an den Innenraum abgeben können. Im Inneren dienen zudem die Decken als Speicher der Abwärme von Nutzern und Arbeitsgeräten wie Computer und Drucker.

Dieses Zusammenwirken wurde in Simulationen optimiert und im Gebäude über Sensoren und Monitoring kontrolliert, so dass die Behaglichkeit reguliert werden

kann, indem lediglich Holzflügel automatisch oder manuell geöffnet oder geschlossen werden.⁹ Das Konzept versteht die massive Wand als regulative Hülle im Teamplay mit anderen Elementen des Baus und dem Nutzer zu einem raumklimatischen System. Die Wand folgt dabei dem Prinzip einer porösen Doppelmauer mit Lufteinschlüssen und tiefen Öffnungen. Um den Ausdruck als monolithischer Block zu verstärken, wurden keine Verblechungen, sondern Betonauflagen verwendet, welche auf Kante angeputzt wurden und so eine minimale Konturierung des Blocks bewirken.

GESTOPFTER HYBRID

Das Bürohaus der Cura Cosmetics von ATP in Innsbruck, 2015, zeigt einen weiteren Trend in der Optimierung der Wärmedämmfunktion und der Tragfähigkeit durch das Verfüllen der Ziegelhohlräume mit Wärmedämmmaterial. Damit wird tragendes und dämmendes Material in einer Ebene überlagert. Es wird ein einschichtiges, „kerngedämmtes“ Mauerwerk erzeugt, welches über den gesamten Querschnitt gleiche Eigenschaften hat. Das Bürohaus konnte so in fünf Geschossen errichtet werden, ohne andere Materialien wie Stahlbeton im Tragsystem zu verwenden. Für die Aussteifung wurde ein Kern ausgebildet, der auch Erschließung und Nebenräume sowie Haustechnik aufnimmt. Die Geschosse sind als freie, flexible Ebenen konzipiert.

Da die Ziegelwand im Passivhausbereich liegt, wurde eine Lüftungsanlage verwendet, welche über die Doppelböden die Räume belüftet. Zusätzlich wurden im Fensterbereich manuell öffnbare Holzflügel angeordnet. Die Stärke der Ziegelwand soll auch in diesem Projekt als Träger Speicher dienen, um im Winter solare Gewinne zu nutzen und im Sommer Sonnenschutz zu bieten. Um entsprechende Wandfläche zu erzeugen, wurden schlanke Öffnungstreifen konzipiert, die mit Ziegelstürzen ausgeführt wurden. In der Fassade sind diese mit erhabenen Putzfaschen betont und deuten so in ihrer strengen Rasteranordnung auf die Nutzung hin. Die Fassade wurde als 3,5cm starker Kalkzementputz in Grau ausgeführt und mit Besen abgezogen, so dass leichte Schattierungen die Oberfläche beleben. In diesem Projekt ist die Wand in einer Schicht zusammengeführt: der Ziegel wird zum Hybridelement.

Diese Beispiele zeigen die Varianz der Möglichkeiten des monolithischen Ziegelmauerwerks. Allen ist eine kompakte kubische Bauweise gemeinsam, die der Logik tragenden Mauerwerks entspricht. Grundsätzlich lassen sie sich in Sichtmauerwerk und verputztes Mauerwerk unterscheiden. Letzteres ist im Besonderen mit porierten Planziegeln für die einschichtige Bauweise gut geeignet. Hier gilt es, wie

die Beispiele zeigen, die tektonische Feinarbeit in Öffnungsbildung und Oberflächen sowie raumklimatische Aspekte geschickt zu koppeln. Für Sichtmauerwerk scheinen die Strategien in der Entkopplung der Wand als Hüllschale in Kombination mit einer Massierung oder Aktivierung oder in der Verzahnung zu liegen. Zum anderen zeigen die Beispiele eine fein justierte tektonische Sprache in Verband, Fugenbild und Ziegelwahl. Monolithische Architektur in Ziegel gelingt – die Einfachheit liegt im Zusammenspiel aller Komponenten des Raumes, der Struktur sowie der Technologie zu einer Einheit.

1 Vgl. Plumridge Andrew, Meulenkamp Wim, Ziegel in der Architektur, Deutsche Verlagsanstalt Stuttgart, 1996, S.10

2 Krohn Carsten, Mies van der Rohe. Das gebaute Werk, Birkhäuser, Basel, 2014, S.96

3 Vgl. Pfeifer Günter et.al., Mauerwerk Atlas, Institut für internationale Architekturdokumentation, München, 2001, S.24

4 Vgl. ebd., S.11f., S.106, S.132f.,

5 Vgl. Deplazes Andrea (Hrsg.), Architektur Konstruieren – Vom Rohmaterial zum Bauwerk, 2. Auflage, Birkhäuser, Basel, 2005, S.309ff.

6 Vgl. <http://beath-deplazes.ch/de/projekte/galerie-fuer-zeitgenoessische-kunst-d-marktoberdorf/>

7 Vgl. Deplazes Andrea (Hrsg.), ebd., S.319ff.

8 Vgl. Kaltenbach Frank, Geht der Backstein in die Luft?, 2012, <http://www.nextroom.at/article.php?id=35351>

9 Vgl. Pestalozzi Manuel, Passivität wörtlich genommen, in TEC21 47/2015

DIE TIEFE DER OBERFLÄCHE

Marisol Vidal



Abb. 23: Nationalparkzentrum von Valerio Olgiati in Zermatt, Schweiz (2008)

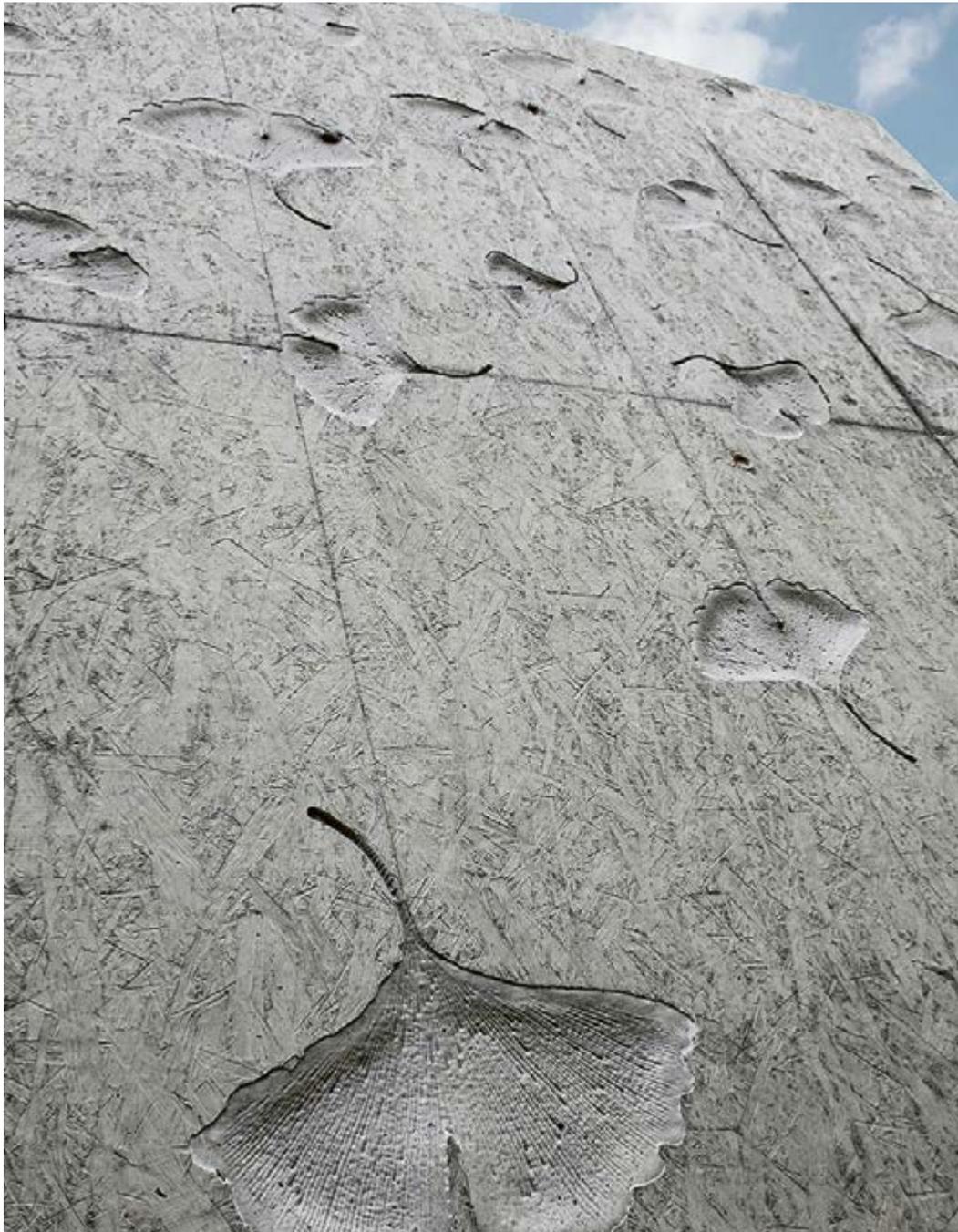


Abb. 24: Schmuckornamente in Form von Ginkoblättern zieren die Wände des Goethe-Gymnasium in Regensburg

Ästhetisch relevant für die Erscheinung des Betons sind vier Faktoren: die Mischung, die Schalhäute, die Art und Weise, wie die Schalungen zusammengehalten werden – die Ankerstellen – und die aus logistischen Gründen unvermeidbaren Spuren der Betonierabschnitte, die Arbeitsfugen. Sichtbeton ist somit kein Baumaterial im eigentlichen Sinne, sondern ein Prozess, der von zahlreichen Faktoren technologischer und entwerferischer Art beeinflusst wird. In den Kombinationsmöglichkeiten verbirgt sich also die Vielfältigkeit der Ergebnisse. In weiterer Folge werden diese vier Faktoren in Bezug auf Dämmbeton in Detail erläutert.

DIE ALCHEMIE DER MISCHUNG

Die Betonmischung bestimmt sowohl Plastizität und Geschmeidigkeit der Betonmasse als auch die Farbe. Dabei ist nicht nur die Zementfarbe bestimmend, sondern auch die Art, Farbe und Granularität der feinen Betonzuschläge. Im Fall des Nationalparkzentrums von Valerio Olgiati (2008) in Zernez (CH) wurde deswegen über einem Jahr an der Rezeptur gearbeitet. Erst durch die Kombination aus einem weißen Zement aus Tschechien und hellem Feinsand aus dem 400km entfernten La Sarraz als Zuschlagstoff gelang es, die gewünschte Tonalität Eierschalenweiß zu erreichen. Bei der 2014 eröffneten Neupostolischen Kirche in Wien von Veit-Aschenbrenner Architekten wurde stattdes-

sen mit Glasschaumschotterzuschlag gearbeitet. Die hell gefärbte Betonfläche "reflektiert das Licht diffus, verstärkt die konzentrierte Atmosphäre und erzeugt einen gestimmten und kontemplativen Raum"¹. Auch dunkle Farben sind durch Beimengung von lichtechten, pigmenthaltigen Flüssigfarben möglich, wie im Wohn- und Geschäftshaus in Berlin Mitte (2010) von Bundschuh Architekten. Die Betonoberflächen wurden anschließend hydrophobiert, um eine gleichmäßig dunkle Sichtbeton-Oberfläche zu bekommen, die den skulpturalen Charakter des Gebäudes hervorhebt. Die nachträgliche Hydrophobierung kann auch dazu verwendet werden, durch Pigmentierung die Farbtonalität des Betons zu verändern. In der Zentrumsüberbauung in Sins von Buchner Bründler (2009) verleiht die pigmentierte Hydrophobierung der Betonoberfläche dem Betonmonolith eine rötliche Farbe, die das Gebäude mit dem Dachziegel der Nachbarbauten verbindet. Bei diesen Maßnahmen ist allerdings zu beachten, dass die Dampfdiffusionsoffenheit der Bauteile nicht durch nachträgliche Lasierungen oder Tiefenhydrophobierungen beeinträchtigt werden soll.

IN SCHALE GEWORFEN

Die Textur der Oberfläche wird hauptsächlich durch die Wahl der Schalung beeinflusst. Für Dämmbeton steht so wie



Abb. 25: Linienstraße 40: Wohn- und Geschäftshaus in Berlin Mitte von Bundschuh Architekten (2010)

beim herkömmlichen Beton nahezu jeder Schalungstyp und somit jede Betonoberfläche zur Auswahl. Durch die zunehmende Bedeutung der Oberfläche kommt es immer öfter vor, dass Sichtbetonoberflächen Bildern gleichen, die in einer von visuellen Reizen überfluteten Welt um unsere Aufmerksamkeit kämpfen, während die Konstruktionsspuren untergeordnet werden. Im Goethe-Gymnasium in Regensburg (2009) von Dömges Architekten zieren Schmuckornamente in Form von Ginkoblättern (als Hommage an Goethes berühmtes Gedicht über den Ginkobaum) die Wände. Diese wurden mittels Silikonformen auf die Schalung so aufgebracht, dass sie das Raster des mit OSB-Platten geschalteten Hintergrunds durchbrechen. Technische Entwicklungen im Bereich der Schalungstechnik werden das Phänomen der Betonornamentik in den kommenden Jahren wei-

ter forcieren. Dabei ist nicht wirklich klar, ob diese Experimente erst durch die technischen Entwicklungen ermöglicht wurden oder ob das wiedererwachte Bedürfnis nach Ornamenten stattdessen jene Kraft geworden ist, die die Beton- und Schalungstechnik vorantreibt. Ebenso ist es durch die heutzutage verfügbaren Geräte möglich, auf unterschiedliche Weisen (sandstrahlen, stocken, schleifen, waschen...) die äußere Betonschicht abzutragen, um damit das Erscheinungsbild des Betons besser zu beeinflussen. Obwohl die formalen Experimente, denen das Material Beton derzeit unterzogen wird, gewiss mitunter sehr spannende Ergebnisse liefern, ist die "Oberflächigkeit" dieser Annäherung umstritten. Es sind deswegen in jüngster Zeit immer mehr Architekten bemüht, Struktur, Raum und Material in einer Einheit zu verbinden, das heißt: grammatikalisch statt semantisch

zu arbeiten. In diesen Fällen wird die semantische, "dekorative" Ebene der Oberfläche so weit zurückgenommen, dass die räumlich-konstruktive Struktur in den Vordergrund tritt und für den Ausdruck sorgt. Die Oberfläche an sich wird somit unwichtig, während das geometrische System, dem die Schalung zugrunde liegt, in den Vordergrund tritt. In diesem Fall werden Maßstab, Gliederung und rhythmische Ordnung des Bauwerks durch Anzahl, Proportion und Position der Fugen und Ankerstellen bestimmt. Ein klares Beispiel ist das Universitätsgebäude in Eichstätt (1980) von Karl Josef Schattner, wo die Fassadenkomposition dem Fugenbild und der Positionierung der Ankerstellen zugrunde liegt. Auch beim vorher erwähnten Nationalparkzentrum in Zerne von Valerio Olgiati werden die Proportionen und Maßstäblichkeit des Bauwerkes und somit sogar seine Eingliederung in das barocke Ensemble durch das Schalungsbild bestimmt.

GLEICH UND DOCH ANDERS

Dämmbeton, wenn auch immer noch nicht besonders verbreitet, hat im Laufe der letzten zehn Jahre den hochexperimentellen

Charakter verloren, den er Anfang des 21. Jahrhunderts hatte. Zahlreiche Erfahrungswerte haben sowohl zu verbesserten bauphysikalischen und mechanischen Eigenschaften als auch zu einer größeren formalen Vielfalt geführt. Die typische, porenreiche Oberfläche mit dem lebendigen Lunkernbild bleibt nach wie vor charakteristisch, wenn auch mittlerweile sehr glatte Oberflächen ohne nennenswerte Einschlüsse und Unebenheiten möglich sind. Der größte Unterschied bei der Wirkung von Dämmbetonoberflächen im Vergleich zu normalen Betonsorten ist derzeit auf die besondere Stärke der Bauteile zurückzuführen: aufgrund der tiefen Fensterlaibungen³ wirkt sich die stetige optische Veränderung der Betonoberfläche je nach Tageslichtintensität und Einfallswinkel umso stärker aus – und hat zum Teil die Faszination, die monolithische Bauwerke auf uns ausüben, zu verantworten. Man darf also auf die kommenden zehn Jahre gespannt sein.

¹ Veit-Aschenbrenner Architekten, <http://www.vaarchitekten.com/de/projects/chronologic/project?var=34&cid=16&y=2014>

² Filipaj, Architektonisches Potenzial von Dämmbeton, vdf, S.80

³ Aufgrund der Bauteiltiefe ist übrigens bei der Planung die Frage zu klären, ob die Oberfläche der Laibung jener der Fassade entsprechen soll.

**ZEIT KOSTET GELD
UND DAS BESONDERS BEI SICHTBETON**

Christian Hofstadler



Abb. 26: Verbergen von Fugen in den Schalungssystemen macht monolithisches Bauen sehr technik- und arbeitsintensiv und somit teuer



Abb. 27: Die notwendige Produktionsleistung sollte unter Erreichung der höchstmöglichen Produktivität erzielt werden und hängt vom effizienten Einsatz der Produktionsfaktoren ab.

Sichtbeton ist ein fundamentales Gestaltungsinstrument für besondere Bauteile oder ganze Bauwerke. Das Erscheinungsbild ist monolithisch oder in Teilflächen zergliedert. Die Zergliederung folgt den Vorstellungen der Architekturplanung oder ist, bedingt durch die Freiheitsgrade der Bauausführung, die Folge von Arbeits- und/oder Systemfugen.

MONOLITISCHES BAUEN ALS HERAUSFORDERUNG FÜR TECHNOLOGIE UND BAUBETRIEB

Monolithisches Bauen (Abb. 26) ist aufwendiger als zergliedertes Bauen, da das Verbergen von Fugen in den Schalungssystemen sehr technik- und arbeitsintensiv und somit teuer ist. Abschnittsweises Bauen ist für den Auftragnehmer wirtschaftlicher als monolithisches und wird daher bevorzugt angewendet, da es weniger Zeit und Geld beansprucht. Weniger Zeit deswegen, da die Abschnitte kleiner sind und der Baubetrieb effizienter gestaltet werden kann. Auch die Einarbeitungseffekte wirken sich bei einer höheren Anzahl an Produktionsabschnitten positiv auf Zeit, Qua-

lität und Kosten aus. Beim monolithischen Bauen gibt es konstruktive, statische, baubetriebliche und bauwirtschaftliche Grenzen. Diese Grenzen sollten dem Planer bereits bei seinen Entwürfen bekannt sein, damit keine falschen Vorstellungen vom Möglichen entstehen. Auch die Qualität wird von der Dimension des monolithischen Bauens bestimmt. Je größer die Betonierabschnitte in der Herstellung sind, desto weniger genau kann die Kombination der Produktionsfaktoren in der Schalung beobachtet werden. Die Kontrolle des Einbringens von Beton in die Schalung und dessen Verteilung und Verdichtung ist sehr wichtig für die Qualität des Endprodukts. Besonders bei hohen Abschnitten (größer als 3m) und geneigten Bauteilen gestaltet sich der Kontrollprozess schwierig und kann nicht im notwendigen Umfang durchgeführt werden. Verluste in der Gleichmäßigkeit und Gründlichkeit der Betonverteilung sowie der Verdichtung, die sich unmittelbar negativ auf das Endergebnis auswirken, sind die Folge. Für den Planer des Sichtbetons stehen die Formgebung und

die Wirkung der Oberfläche im Zentrum der Überlegungen. Wie aufwendig sich die Lastableitung, die Fugenausbildung und das Erreichen der Oberflächenqualität gestalten werden, liegt den Überlegungen meist sehr fern. Auch die Bauteilproportionen müssen für Sichtbeton geeignet sein (Bauteilstärken $\geq 25\text{cm}$).

ZEIT KOSTET GELD UND QUALITÄT

Sichtbeton braucht besonders für die Erfüllung von hohen Erwartungen in der Entstehung und Entfaltung Zeit und Geld. Beides hält in der Regel nicht mit den gesteckten Anforderungen Schritt, die höher als das dafür vorhandene Budget und die Freiheiten im Bauzeitplan sind. Diese Freiheiten sind erforderlich, um bei schlechten Witterungsbedingungen die Bauausführung einzustellen, bis die Produktionsbedingungen wieder sichtbetongerecht sind. Anspruchsvoller Sichtbeton braucht auch in der Planungs- und Ausschreibungsphase ausreichend Zeit und Budget. Für hochwertigen Sichtbeton wie für Ausstellungsräume, Empfangsbereiche etc. ist es empfehlenswert, zumindest die Sichtbetonklasse SB 3 nach der Richtlinie Sichtbeton zu wählen und die Art der Leistung und die Umstände der Leistungserbringung genau zu beschreiben. Nicht nur der Aufwand in der Bauausführung ist höher, sondern auch jener in der Phase der Arbeitsvorbereitung sowie

für das Einrichten und den Betrieb der Baustelle. Neben der genauen Planung und Überwachung der Produktionsfaktoren während der Produktionsprozesse sind auch die Nebenprozesse wie Transporte, Reinigung, Lagerung, Vorbehandlung etc. nicht dem Zufall zu überlassen.

Erst die richtige Auswahl aller Produktionsfaktoren und die sichtbetongerechte Kombination dieser auf der Baustelle bilden die Basis für einen hochwertigen Sichtbeton. Auch eine noch so gute technologische und baubetriebliche Basis führt nicht zum gewünschten Ergebnis, wenn das Wetter und die Menschen nicht mitspielen. Der Mensch ist der wichtigste Faktor im Produktionsprozess, den es zu informieren, zu schulen und zu motivieren gilt. Es gibt gute und schlechte Zeiten für die Herstellung von Sichtbeton. Schlechte Zeiten ergeben sich in Phasen großer Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsschwankungen sowie bei großem Termindruck. Darunter leidet besonders der Sichtbeton, auch dann, wenn die optimalen Produktionsfaktoren ausgewählt wurden und die Kombination dieser auf den Baustellen nach den Regeln der Technik gelungen ist. Die vorgegebenen kurzen Bauzeiten für Sichtbeton wirken sich – wie die Praxis in vielen Fällen zeigt – negativ auf das Ergebnis aus (besonders auf die Farbtongleichheit und die Porigkeit).

KOMBINATION DER PRODUKTIONSFAKTOREN

Die notwendige Produktionsleistung sollte unter Erreichung der höchstmöglichen Produktivität erzielt werden und hängt vom effizienten Einsatz der Produktionsfaktoren (Abb. 27) ab. Bei Sichtbeton sollte nicht die Erzielung der höchsten Arbeitsproduktivität im Vordergrund stehen, da dieses Streben auf Kosten der Qualität der Betonoberflächen geht. Die Produktivität wird durch das Verhältnis von Output zu Input ausgedrückt und von komplexen Zusammenhängen geprägt. Das Maß der Gesamtproduktivität wird durch die Effizienz in der Kombination der elementaren Produktionsfaktoren bestimmt. Die elementaren Produktionsfaktoren setzen sich aus der Arbeit (z.B. Schaler, Beweher), den Betriebsmitteln (z.B. Schalung, Betonpumpe, Kran) und den Stoffen (z.B. Trennmittel, Bewehrung, Beton) zusammen. Wesentlich beeinflusst (geplant, gesteuert, kontrolliert, organisiert, dokumentiert etc.) werden die elementaren Produktionsfaktoren von den dispositiven Produktionsfaktoren. Alle Komponenten sind ganzheitlich und vernetzt zu betrachten und nicht einseitig zu optimieren (Abb. 27). Die "Wissensarbeit" ist ein wesentlicher Bestandteil des dispositiven Bereichs, der den weichen Produktionsfaktoren zuzurechnen ist. Durch die "Wissensarbeit" sollen Erfahrungen aus vergangenen Sichtbetonprojekten im Umgang mit Risiken und

Chancen systematisch erfasst und analysiert sowie mit den neuesten Erkenntnissen aus Wissenschaft und Praxis für neue Aufgabenstellungen angewendet werden. Struktur- und Prozessschnittstellen (z.B. zwischen architektonischer Planung, Tragwerksplanung, Ausführungsplanung, Ausschreibung, Angebotskalkulation, Vergabe, Ausführung) finden sich zwischen den beiden Gruppen der Produktionsfaktoren und innerhalb jeder Gruppe. Weiters gibt es Schnittstellen zur Umwelt und zum Umfeld. Die Gesamtproduktivität hängt auch vom Funktionieren dieser Schnittstellen ab. Dafür sind die dispositiven Produktionsfaktoren zuständig.

KOSTEN FÜR SICHTBETON

Die Kosten für Sichtbeton sind höher als jene für Beton ohne besondere Anforderungen an das Aussehen. Die Differenz wächst mit dem Erfordernis von Sonderschalungen, besonderen Betonrezepturen und farblichen Sonderwünschen. In Abhängigkeit der Anforderungen wirken sich die Kostensteigerungen unterschiedlich auf die Anteile Lohn, Gerät und Material aus. Zusätzlich ist auch zu berücksichtigen, dass bei Sichtbeton der Aufwand für die Planung, Steuerung, Koordination und Kontrolle steigt (Aufwand für Auftraggeber sowie Bauleitung und Sichtbetonteam). Für die Angebotserstellung wird für den erforderlichen Einsatz der Produktionsfaktoren

(Arbeit, Geräte, Material) die Kalkulation durchgeführt. Dazu werden die Angaben zu Sichtbeton in den Ausschreibungsunterlagen genau auf Vollständigkeit und Richtigkeit überprüft (vorvertragliche Prüf- und Warnpflicht). In der Regel steigt bei der Herstellung von Sichtbeton der Aufwand für Lohn, Geräte und Material. Die Kostensteigerung (Schalung, Bewehrung und Beton) – im Vergleich zu Beton ohne besondere Anforderungen an das Aussehen – beträgt dabei etwa 20 bis 60%, wenn Serienschalungen (z.B. Träger- oder Rahmenschalungen) eingesetzt werden. Wenn der Einsatz von Sonderschalungen notwendig wird, kann sich der Aufwand um bis zu 100 % und mehr erhöhen. Bei gekrümmten Bauteilen und besonders bei doppelt gekrümmten Bauteilen kann es gegenüber Normalbeton zu Kostensteigerungen über 1.000 % kommen.

DIE ENTSCHEIDUNG LIEGT BEIM AUFTRAGGEBER

Der Auftraggeber muss im Zuge seiner Kostenschätzungen realistische Bandbreiten für seine Sichtbetonanforderungen ermitteln und dann entscheiden, ob er bereit ist, das entsprechende Budget zur Verfügung zu stellen, oder ob er seine Anforderungen reduzieren will. Die Ausschreibungs-

unterlagen sind besonders für Sichtbeton derart zu gestalten, dass von den Bietern daraus der für die Anforderungen erforderliche Einsatz sowie die Kombination der Produktionsfaktoren abgeleitet werden kann. Der Schwierigkeitsgrad der Arbeiten für den Sichtbeton muss erkennbar sein, erst dann ist eine verursachungsgerechte Kalkulation möglich. Die zu erbringenden Leistungen für Sichtbeton sollten als wesentliche Positionen ausgewiesen werden.

Im Zuge der Angebotskalkulation sind die Ausschreibungsunterlagen von den Bietern genau zu analysieren, um die Einflüsse auf die Produktionsfaktoren zur Erreichung des Bau-Solls für Sichtbeton zu ermitteln und dafür die entsprechenden Einheitspreise anzusetzen.

Entscheidet sich der Auftraggeber ausreichend Budget und Zeit für die Planung, Ausschreibung, Ausführung sowie die Bauüberwachung und -koordination für Sichtbeton zu investieren, wird er eine hochwertige Sichtbetonqualität erzielen.

Literaturverzeichnis

Hofstadler, Christian (2008). Schalarbeiten – Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag

Hofstadler, Christian (2014). Produktivität im Baubetrieb. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag

INFRALEICHTBETON
FORSCHUNG FÜR DIE ANWENDUNG

*Alex Hückler, Claudia Lösch
& Mike Schlaich*

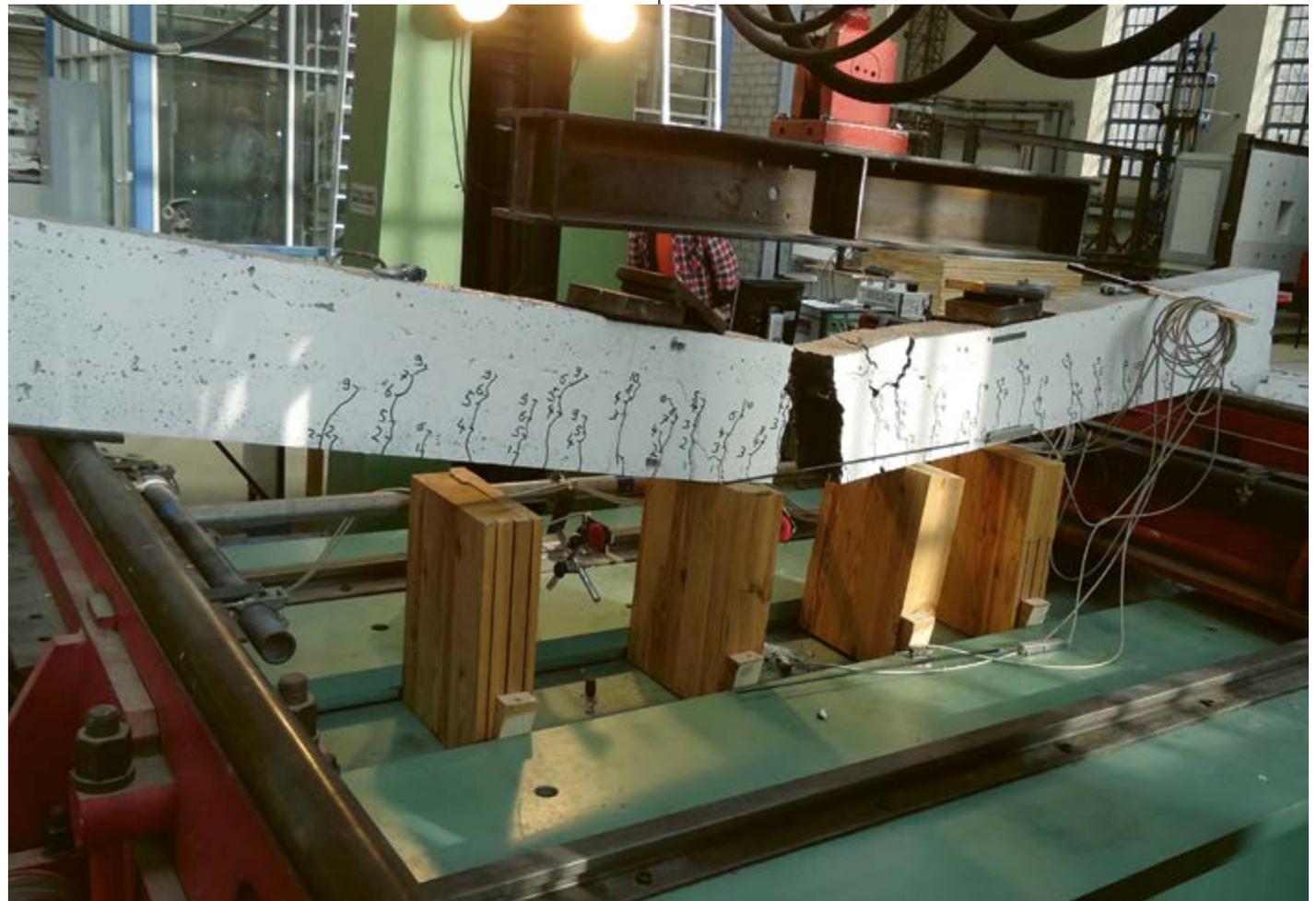


Abb. 28: 4-Punkt-Biegeversuche am Infraleichtbeton-Balken nach Versagen der Bewehrung

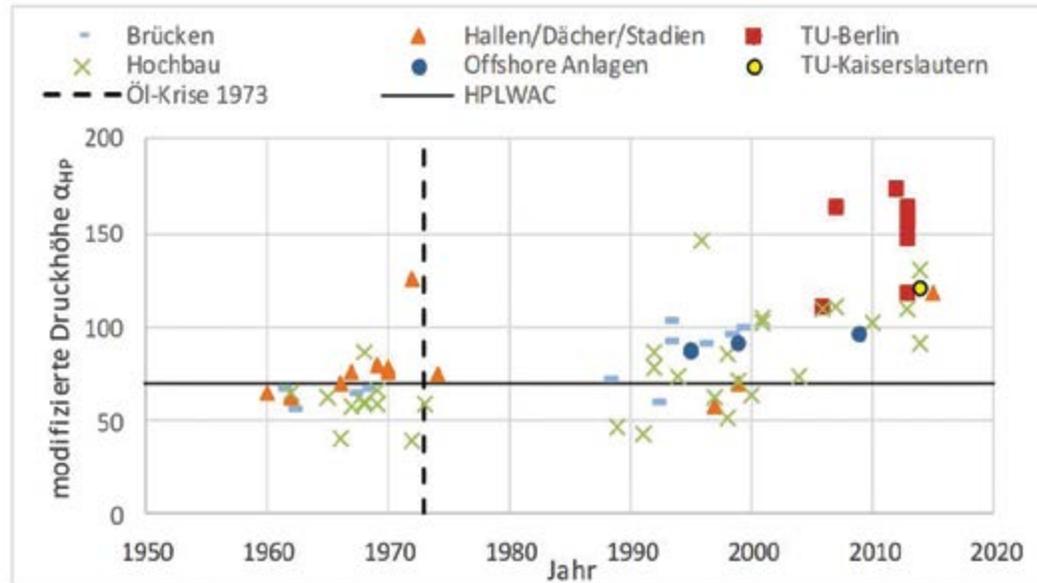


Abb. 29: Historische Entwicklung der Leistungsfähigkeit von Leichtbeton

Infraleichtbeton ist ein Hochleistungsleichtbeton, der gleichzeitig der Wärmedämmung und dem Lastabtrag dient und dabei den aktuell geltenden Energieeinsparansprüchen gerecht wird. Dies ermöglicht eine monolithische, robuste und nachhaltige Bauweise in Sichtbeton auch für mehrgeschossige Bauten. In diesem Artikel werden die Forschungsaktivitäten des Fachgebiets Entwerfen und Konstruieren – Massivbau der TU Berlin im Bereich des Infraleichtbetons beschrieben.

Die historische Entwicklung des Leichtbetons wurde durch verschiedene Ereignisse entscheidend geprägt. Die Erfindung des Drehofens (1902, Thomas Edison) brachte die Entwicklung leichter Zuschlagstoffe voran, während die Entwicklung von Betonzusatzmitteln (z.B. Fließmittel, Stabilisierer) in den 1970er Jahren eine gezielte Steuerung der Konsistenz ermöglichte. Die Ölkrise 1973 beeinträchtigte die Leichtbetonindustrie zunächst, das Interesse an dieser Technologie stieg jedoch später durch die Optimierung der Materialeigenschaften wieder erheblich an.¹⁻³ (vgl. Abb. 29)

Heutzutage sind Leichtbetone im Sinne des EC2⁴ mit einer Trockenrohichte zwischen 800 und 2000 kg/m³ geregelt. Solche Betone besitzen meist ein gutes konstruktives Potential aufgrund relativ hoher Festigkeiten, jedoch geht dies in der Regel mit be-

grenzten Wärmedämmeigenschaften einher. In Kombination mit den gestiegenen Anforderungen der Energieeinsparverordnung⁵ beschränkt dies die Einsatzmöglichkeiten als monolithische Dämmbetone. Andere Leichtbetonprodukte, wie Poren- oder Gasbeton-Mauersteine, weisen wiederum eine sehr niedrige Wärmeleitfähigkeit auf, sind aufgrund von eher geringen Festigkeiten jedoch nur begrenzt für mehrgeschossige Bauten anwendbar.⁶

Dies stellte für das Fachgebiet Entwerfen und Konstruieren – Massivbau der TU-Berlin unter Leitung von Prof. Mike Schlaich die Motivation dar, den Infraleichtbeton (Infra-Lightweight Concrete (ILC)) zu entwickeln. Mit einer Trockenrohichte von unter 800 kg/m³ weist er eine ungewöhnliche Kombination aus geringer Wärmeleitfähigkeit und guter Druckfestigkeit auf, die Erstellung von mehrgeschossigen Bauten in Dämmbetonbauweise ermöglicht. Die Vorteile der monolithischen Bauweise sind dabei ebenso offenkundig wie vielfältig, allen voran die technisch einfache, robuste Konstruktionsweise bei gleichzeitig hohem architektonischen Gestaltungspotential durch Sichtbetonoberflächen.

STAND DER FORSCHUNG

Die Infraleichtbeton-Forschung an der Technischen Universität Berlin begann mit den ersten Versuchen im Jahre 2007 und der

Erstellung eines ersten Referenzgebäudes in Form eines Einfamilienhauses.⁷ Die Ergebnisse wurden in der Dissertation "Conceptual and structural design of buildings made of lightweight and infra-lightweight concrete"⁸ im Jahr 2010 veröffentlicht. Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurden die Herstellung, die Eigenschaften und die konstruktive Durchbildung tragender Wände aus Infraleichtbeton untersucht.

Im Jahr 2012 gewann das "Smart Material House"⁹ den 2. Platz des weltweiten Holcim Awards für nachhaltiges Bauen. Für die IBA in Hamburg wurde in Zusammenarbeit von Barkow Leibinger Architekten, schlaich bergemann partner und Transsolar Energietechnik mit der TU Berlin ein Wohnhaus basierend auf Infraleichtbeton-Fertigteilen (vgl. Abb. 30) entworfen.

Seither wurde die Entwicklung des Infraleichtbetons sukzessive vorangetrieben.¹⁰ Für eine Konfektionierung von Infraleichtbeton stehen mittlerweile verschiedene Rezepturen mit unterschiedlichen Trockenrohdichten zur Verfügung. Die Festigkeitseigenschaften sind im Vergleich zur ursprünglichen ILC-Rezeptur bei gleichwertigen Wärmedämmeigenschaften deutlich verbessert. Die heutigen Forschungstätigkeiten konzentrieren sich aktuell auf verschiedene Drittmittelprojekte: Das Trag- und Verformungsverhalten von biegebe-



Abb. 30: Smart Material House, 2. Platz Global Holcim Award; Prototyp aus Infraleichtbeton

anspruchten Bauteilen aus Infraleichtbeton wurde im Rahmen eines von der DFG geförderten Projektes untersucht. Die zugehörigen Ergebnisse sind im Rahmen einer Dissertation¹¹ veröffentlicht. Durch das Drittmittelprojekt "Infraleichtbeton im Geschosswohnungsbau (INBIG)", gefördert durch die Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), soll die Marktakzeptanz des Materials durch Aufzeigen des Potentials für den Geschosswohnungsbau gefördert werden. Die Ergebnisse wurden bereits in einem Abschlussbericht veröffentlicht.¹² Zusätzlich sollen in einem Leitfaden die Ergebnisse des Vorhabens für Planer von ILC-Projekten zugänglich gemacht werden. Mit dem

deutschen Nachhaltigkeitspreis für Forschung wurde 2015 das Vorhaben C³-Carbon Concrete Composite ausgezeichnet. In diesem interdisziplinären Projekt wird ein neuartiger Materialverbund aus Carbonfasern und Hochleistungsbeton für die Bauindustrie untersucht, welcher den herkömmlichen Stahlbeton ablösen soll. Als Bestandteil des "Basisvorhabens 4-Multifunktionale Bauteile aus Carbonbeton" ist es das Ziel des Teilvorhabens "C³Infralight", die energie- und ressourceneffiziente sowie nachhaltige Bauweise mit Infraleichtbeton (ILC) durch die Kombination mit faserbasierter Bewehrung weiterzuentwickeln.

Das BMBF-Projekt "Multifunktionale Leichtbetonbauteile mit inhomogenen Eigenschaften" untersucht u.a. Aspekte wie lokales Steuern der Eigenschaften (insbesondere Porosität) von Infraleichtbeton in Kombination mit Wandaktivierung und Vakuumisolation. Im Folgenden werden diese Forschungsvorhaben vorgestellt.

TRAGVERHALTEN VON BEWEHRTEN ILC-BAUTEILEN

In diesem DFG-geförderten Forschungsvorhaben wurde das Trag- und Verformungsverhalten von Biegebalken aus ILC untersucht und somit die Grundlagen für eine Bemessung erarbeitet. Dies beinhaltete neben der Untersuchung der Tragfähigkeit

auch die Verformung und Duktilität sowie das Rissbildungsverhalten und das Mitwirken des Betons auf Zug. Übergeordnetes Ziel war es, einen wesentlichen Schritt in Richtung energieeffizientes und nachhaltiges Bauen durch die Ermöglichung von monolithischen und gut recycelbaren Biegebauteilen aus ILC zu gehen.

In dem Versuchsprogramm musste zunächst das Zusammenwirken von ILC und Bewehrung erforscht werden. Dies erfolgte anhand von Ausziehversuchen und Stabzugversuchen. Im Anschluss wurden ILC-Balken hergestellt, um das Trag- und Verformungsverhalten zu untersuchen. Innerhalb der Versuchsreihen wurden der Betontyp (ILC600 bis ILC800), der Bewehrungsdurchmesser (8 und 12 mm) und das Bewehrungsmaterial (Stahl, Glasfaserkomposit) variiert. Zur Aus- und Bewertung der Versuchsergebnisse wurden diverse Frisch- und Festbetoneigenschaften ermittelt.

Aus den Ergebnissen zum Verbundverhalten konnte ein allgemeingültiges Verbundgesetz von ILC entwickelt werden. Das Verbundverhalten ist abhängig vom sogenannten mesoskopischen Tragverhalten. ILC verhält sich eher spröde, wodurch das Verbundverhalten als "starr" bezeichnet wird. Normalbeton verhält sich dagegen eher "weich". Durch

| EIGENSCHAFT | ILC600 | ILC650 | ILC700 | ILC750 | ILC800 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| FRISCHROHDICHTE ρ_{frisch} [g/cm ³] | 872 | 906 | 947 | 1009 | 1075 |
| TROCKENROHDICHTE ρ_{trocken} [g/cm ³] | 619 | 674 | 711 | 766 | 809 |
| LUFTPORENGEHALT LP [%] | 25% | 25% | 23% | 21% | 21% |
| SETZFLUSSMASS s_m [mm] | 624 | 664 | 627 | 629 | 591 |
| WÜRFELDRUCKFESTIGKEIT 100MM $f_{\text{c},100}$ [MPa] | 6.16 | 7.16 | 8.96 | 10.86 | 13.26 |
| WÜRFELDRUCKFESTIGKEIT 150MM $f_{\text{c},150}$ [MPa] | 6.49 | 7.51 | 9.6 | 11.35 | 13.36 |
| ZYLINDERFESTIGKEIT $f_{\text{cm,cyl}}$ [MPa] | 5.3 | 7.35 | 9.41 | 11.26 | 12.96 |
| ZUGFESTIGKEIT f_{ctm} [MPa] | 0.65 | 0.71 | 0.76 | 0.82 | 0.87 |
| ELASTIZITÄTSMODUL E_{cm} [MPa] | 2300 | 2700 | 3100 | 3500 | 3900 |
| BRUCHDEHNUNG $\epsilon_{\text{cm,br}}$ [%] | 2.4 | 2.7 | 3.0 | 3.2 | 3.5 |
| WÄRMELEITFÄHIGKEIT $\lambda_{\text{m,10}}$ [W/(mK)] | 0.141 | 0.153 | 0.166 | 0.178 | 0.193 |

Abb. 31: Eigenschaften der Infraleichtbeton-Rezepturen¹

einen "starrten" Verbund werden Rissbreiten und Durchbiegungen klein gehalten, was durch die Stabzug- und Balkenversuche bestätigt werden konnte. Die durch die Norm gegebene Berechnungsmethode zur Bestimmung des Bemessungswerts der Verbundspannung liefert für ILC konservative Werte und kann somit angewendet werden.

Die Rissentwicklung bewehrter Betonbauteile ist eher zufälliger Natur. Um eine unplanmäßig große Rissbildung ausschließen zu können, spielen die Rissabstände und -breiten eine große Rolle. Die Stabzugversuche zeigten ein günstiges Rissverhalten, gekennzeichnet durch gleichmäßige Rissverteilung bestehend aus geringen Rissabständen und Rissbreiten. Das günstige Rissverhalten konnte durch die Balkenversuche bestätigt werden. Wiederum liefern die bekannten Gleichungen aus der Norm, hier allerdings zur Bestimmung der Rissbreite, konservative Ergebnisse.

Durch die Ergebnisse der Balkenversuche kann nun das Trag- und Verformungsverhalten wirklichkeitsnah beschrieben wer-

den. Das bedeutet für die Praxis, dass mit Hilfe der entwickelten Berechnungsmethoden Biegebalken aus ILC dimensioniert werden können, in Hinblick auf die Tragfähigkeit die maximal erforderlichen Durchbiegungen sowie die maximalen Rissbreiten. Außerdem konnte trotz des spröden Materialverhaltens ein duktileres Versagen beobachtet werden. Duktilität bedeutet eine Vorankündigung des Versagens bzw. das Ausschöpfen vorhandener Tragreserven durch plastische Verformungen. Duktileres Verhalten wird angestrebt, weil eine Versagensankündigung im Ernstfall eine Evakuierung oder Maßnahmen zur Ertüchtigung erlauben. Durch die Norm wird eine Mindestduktilität gefordert, die von ILC-Balken eingehalten wird. Durch dieses Forschungsprojekt wurden neben dem Biegetragverhalten von ILC-Bauteilen umfassende Erkenntnisse zum Materialverhalten erlangt. Biegeträger sind ein wichtiger Bestandteil einer ILC-Fassade, weshalb es diese Lücke dringend zu schließen galt. Diese Arbeit dient als Grundlage einer Biegebemessung und erweitert somit für die Zukunft das Anwendungsspektrum von ILC.

INFRALEICHTBETON IM GESCHOSSWOHNUNGSBAU
Um die Akzeptanz und Anwendung von Infraleichtbeton in der Praxis zu unterstützen, wurde das zweijährige Forschungsvorhaben "Infraleichtbeton im Geschosswohnungsbau" (INBIG) initiiert. Dabei untersuchte ein interdisziplinäres Team aus Architekten (Fachgebiet Baukonstruktion und Entwerfen, Prof. Regine Leibinger) und Bauingenieuren (Fachgebiet Entwerfen und Konstruieren-Massivbau, Prof. Mike Schlaich) der TU Berlin die architektonischen und baukonstruktiven Potentiale des Materials für den Einsatz im Geschosswohnungsbau. Im Rahmen des Projektes wurden zunächst für prägnante Typen des Geschosswohnungsbaus exemplarische Entwürfe erstellt, wobei das materialgerechte Entwerfen immer im Vordergrund stand. Betrachtet wurden die Baulückenschließung, der Zeilenbau und das Punkthaus. Dabei war die enge Zusammenarbeit zwischen Architekten und Bauingenieuren besonders wichtig, um die Fragestellungen aus den speziellen Eigenschaften des Infraleichtbetons entwerflich erörtern zu können.

Anhand der Typenentwürfe wurden verschiedene Parameter untersucht. Je nach Festigkeit der gewählten ILC-Rezeptur wurden zum Beispiel realisierbare Geschosshöhen und mögliche Stützweiten von biegebeanspruchten Bauteilen wie Fensterstürzen

ermittelt. Ein weiterer wesentlicher Punkt war die Bestimmung von erforderlichen Wandstärken zur Einhaltung der Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV). Dabei wurde der verschärfte Energie-Standard für Neubauten der EnEV 2014¹³, gültig ab 01.01.2016, zugrunde gelegt. Die EnEV-Anforderungen wurden für alle typologischen Entwürfe mit ILC-Wandstärken zwischen 50cm und 60cm erfüllt. Im Anschluss an die Entwurfsphase wurden charakteristische Details ausgewählt und baukonstruktiv untersucht. Dabei ging es vorrangig um möglichst einfache, robuste Konstruktionen, die durch geringe Komplexität wenig fehleranfällig sind. Je nach Erfordernis wurden die Details bauphysikalisch berechnet und hinsichtlich ihrer Wärmebrückenwirkung optimiert. Einige der untersuchten Bauelemente wurden als Prototypen im Maßstab 1:1 gebaut.

Abb. 32 zeigt exemplarisch einen Balkon aus Infraleichtbeton, der direkt, ohne zusätzliches Element zur thermischen Trennung, in der innenliegenden Geschossdecke aus Normalbeton rückverankert wird (vgl. Abb. 33). Die in den verschiedenen Projektphasen gewonnenen Erkenntnisse wurden in einem Abschlussbericht zusammengefasst und veröffentlicht.¹² Zusätzlich ist die Publikation eines Leitfadens geplant, der Planern, Bauherren und Bauunternehmern als grundlegendes Werkzeug für



Abb. 32: Prototyp ILC-Balkon, INBIG

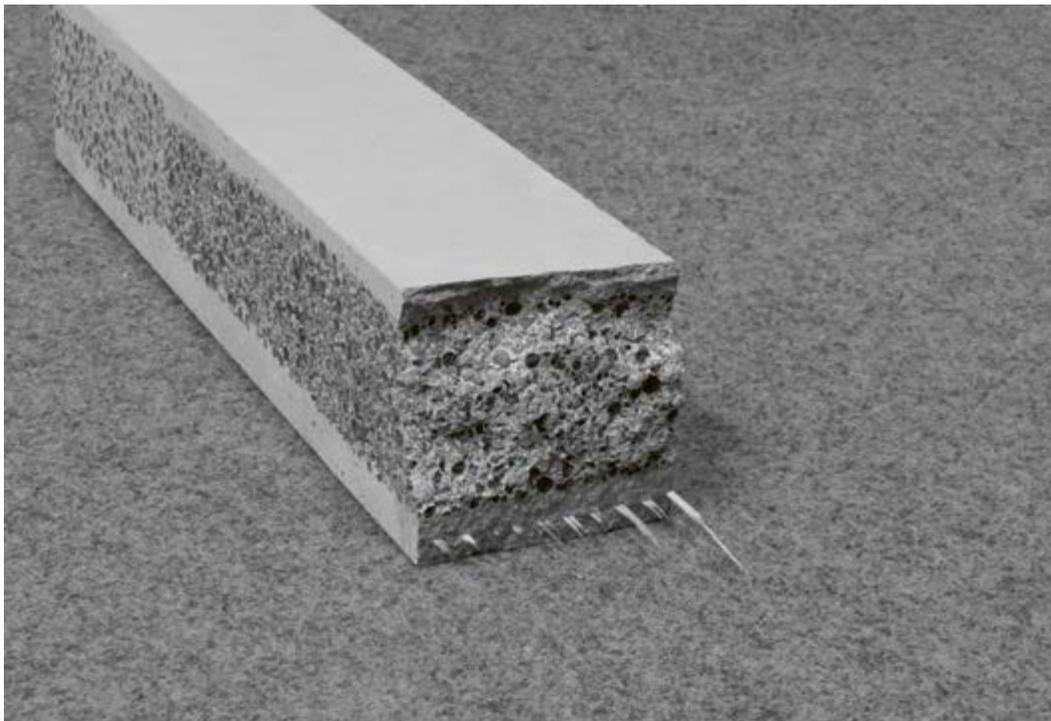


Abb. 33: Funktional geschichteter Infrleichtbeton mit Textilbewehrung

den Umgang mit Infrleichtbeton dienen und dessen Anwendungsspektrum und architektonisches Potential aufzeigen soll.

C³INFRA LIGHT

Die Aktivitäten des Teilvorhabens "C³Infra-light" beinhalten konstruktive und materielle Untersuchungen für Wandaufbauten für verschiedene Fassadentypen mit Carbonbewehrung in Form von theoretischen Analysen und anschließenden experimentellen Klein- und Großversuchen. Die Partner im Teilvorhaben sind die Solidian GmbH sowie das Architektur Institut Leipzig der HTWK Leipzig. Unterstützung erhält das Vorhaben durch die assoziierten Partner Deutsche Basalt Faser GmbH, Evonik Resource Efficiency GmbH und Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e. V.

Nach den Voruntersuchungen zu den materiellen Anforderungen konnten die Festbetoneigenschaften von ILC durch eine weitere Optimierung des Mixdesigns verbessert werden. Die Druckfestigkeit konnte beispielsweise ausgehend von den Ausgangswerten in Abb. 31 nochmals um etwa 30 % gesteigert werden. Durch die Zugabe von Basaltfasern konnte das Schwindmaß um etwa 20 % reduziert werden. Das Zusammenwirken von ILC und Basaltbewehrung wurde durch Pullout-Tests und Balkenversuche untersucht.

Das Verbund- und Biegetragverhalten von ILC mit Basaltbewehrung ist aufgrund von ähnlicher Materialcharakteristik vergleichbar mit GFK-bewehrten ILC-Bauteilen. Für die geplanten mehrschichtigen Wand-Prototypen wurden Haft- und Scherzugversuche durchgeführt, um die Interaktion zwischen ILC und Feinbeton als Deckschicht zu untersuchen. Ziel hierbei ist es, einen optimierten Querschnitt (vgl. Abb. 29) zu entwickeln und experimentell zu untersuchen, welcher den Anforderungen der Energieeinsparverordnung gerecht wird und dabei auch für übliche Belastungen aus dem Geschosswohnungsbau die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit und Tragfähigkeit erfüllt.

MULTIFUNKTIONALE LEICHTBETONBAUTEILE MIT INHOMOGENEN EIGENSCHAFTEN

In allen Bereichen werden die Energie- und Ressourceneffizienz sowie die damit verbundene Nachhaltigkeit immer wichtiger. Der Bau und der Betrieb von Gebäuden sind in der Regel mit sehr großem Energie- und Materialaufwand verbunden. Eine Möglichkeit zur Effizienzsteigerung bietet der Einsatz von High-Tech-Baustoffen, um Materialien besser auszunutzen. Dabei sollen zum Beispiel Materialeigenschaften in Bauteilen so angepasst werden, dass sie der geforderten Funktion entsprechen (performance follows function). Ausgangspunkt für das dreijährige Forschungs-

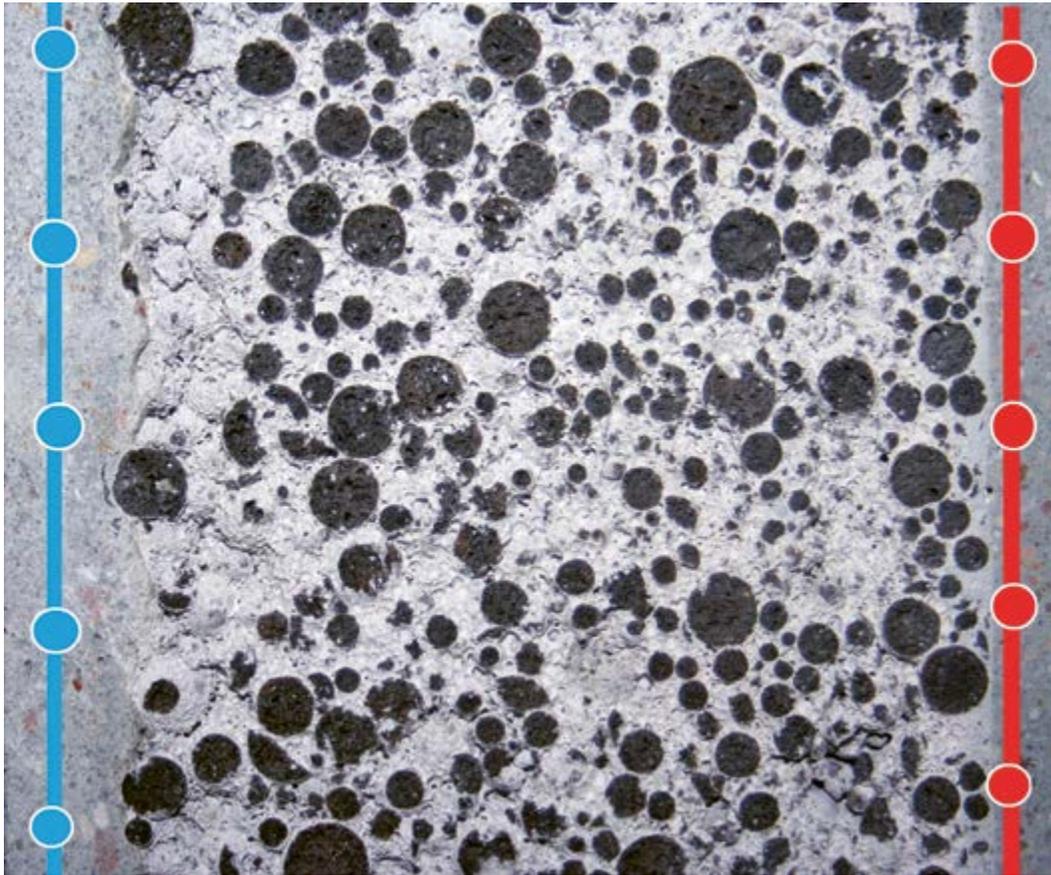


Abb. 34: Prinzip der multifunktionalen Wand: Hochfeste Schale und „infraleichter“ Kern sowie Kapillarrohmmatten mit warmem (rot) bzw. kaltem (blau) Wasser

vorhaben ist der Infraleichtbeton, dessen bisherige Forschungsarbeit eine solide Grundlage für dieses geplante Vorhaben bietet. In einem multidisziplinären Team werden konstruktive Ingenieure, Materialtechnologen, Bauphysiker und Partner aus der Industrie Leichtbetonwände mit weiteren Funktionalitäten versehen. In Zusammenarbeit von Heidelberg Cement, Sika Deutschland, Transsolar Energietechnik, Schlaich Bergermann Partner und der TU Berlin wird dabei das Problem einer bisher nicht an die Umwelteinflüsse anpassungsfähigen Gebäudehülle betrachtet. Vorbild soll hier die menschliche Haut sein, die durch Wärmen, Kühlen und sogar Beatmen wichtige Funktionen, nicht nur für die Behaglichkeit, übernimmt. Für bis-

herige Bauweisen würde es im übertragenen Sinne zum Vorbild der Haut bedeuten, ganzjährig eine Winterbekleidung zu tragen. Dem gegenüber sollen nun monolithische Wandaufbauten mit inhomogenen Eigenschaften entwickelt werden, die nicht nur wärmen, kühlen und Diffusionsoffenheit bieten können, sondern darüber hinaus auch Schadstoffe durch Photokatalyse zersetzen.

Durch die Vermeidung von mehrschichtigen Wandkonstruktionen werden die Bauabläufe vereinfacht und somit auch Kosten eingespart, Wartungsarbeiten nahezu ausgeschlossen und das Rezyklieren nach dem Rückbau vereinfacht. Für die Erschließung neuer Geschäftsfelder werden hierbei auch baupraktische Aspekte, angemessene

Bauteilabmessungen und Herstellungskosten mit einbezogen. Durch das Vorhaben wird eine ganzheitliche Lösung für eine Bauweise angestrebt, die ressourcensparend, umweltfreundlich, funktional, ästhetisch, rezyklierbar und nachhaltig ist.

- 1 Vgl. ESCSI: Lightweight Concrete - History, Applications, Economics. USA 1971.
- 2 Vgl. Cassinello, P., Hückler, A., Schlaich, M.: Evolution of Lightweight Concrete. From Eduardo Torroja's 1949 International Competition to date. In: Cassinello, P. (Hg.): Eduardo Torroja 1949. Strategy to industrialise housing in post-World War II. Madrid, S. 341–352.
- 3 Vgl. Schlaich, M., Hückler, A.: Infraleichtbeton – Die Entwicklung zum Hochleistungsleichtbeton. Massivbau im Wandel (2014), S. 179–191.
- 4 DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010. Berlin: Beuth Verlag (31.01.2011).
- 5 Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden. EnEV 2014 2014.
- 6 vgl. Filipaj, P.: Architektonisches Potenzial von Dämmbeton. Zürich: vdf-Hochschulverl 2010.
- 7 Vgl. Schlaich, M., Zareef, M. E.: Infraleichtbeton. Beton- und Stahlbetonbau 103 (2008), S. 175–182.
- 8 Zareef, M. A. M. E. (Hg.): Conceptual and structural design of buildings made of lightweight and infra-lightweight concrete 2010.
- 9 Vgl. o. V.: "House of cards" with smart materials wins Global Innovation prize. <http://www.holcimfoundation.org/Article/house-of-cards-with-smart-materials-wins-global-innovation-prize>, September 2013.
- 10 Vgl. Schlaich, M., Hückler, A.: Infraleichtbeton 2.0. Beton- und Stahlbetonbau 107 (2012), S. 757–766.
- 11 Hückler, A.: Trag- und Verformungsverhalten von biegebeanspruchten Bauteilen aus Infraleichtbeton (ILC). Göttingen, Niedersachs: Sierke Verlag 2016.
- 12 Leibinger, R., Schlaich, M., Lösch, C., Rieseberg, P., Ballestrem, M.: Infraleichtbeton im Geschosswohnungsbau (INBIG). Abschlussbericht zum Forschungsprojekt. Zukunft Bau, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 25.04.2016.
- 13 Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden. EnEV 2014 2014.

MONOLITHISCH BAUEN & DER GEBÄUDEENERGIEBEDARF
ENERGIEDESIGN MIT MONOLITHISCHEN GEBÄUDEHÜLLEN

Tim Lükking

INTERVIEW MIT
MATTHIAS
SCHULER UND
MAX BAUER



Abb. 35: Ebenenbündel ausgehend aus einem Trägerpunkt bestehend aus einer gefalteten Dachfläche, einer geraden Dachfläche und einer Giebelseite im Haus 36 von MBA/S Matthias Bauer Associates

DAS BÜRO **TRANSSOLAR ENERGIETECNIK** IST INTERNATIONAL BEKANNT FÜR DIE ENTWICKLUNG VON INNOVATIVEN KLIMA- UND ENERGIEKONZEPTEN, DIE SPEZIFISCH AUF DIE RAHMENBEDINGUNGEN DER JEWEILIGEN PROJEKTE ENTWICKELT WERDEN. DIESE EXPERTISE HAT DAS BÜRO AUCH IN EINIGE ABGESCHLOSSENE UND NOCH LAUFENDE BAU- UND FORSCHUNGSPROJEKTE MIT LEICHTBETON EINGEBRACHT.

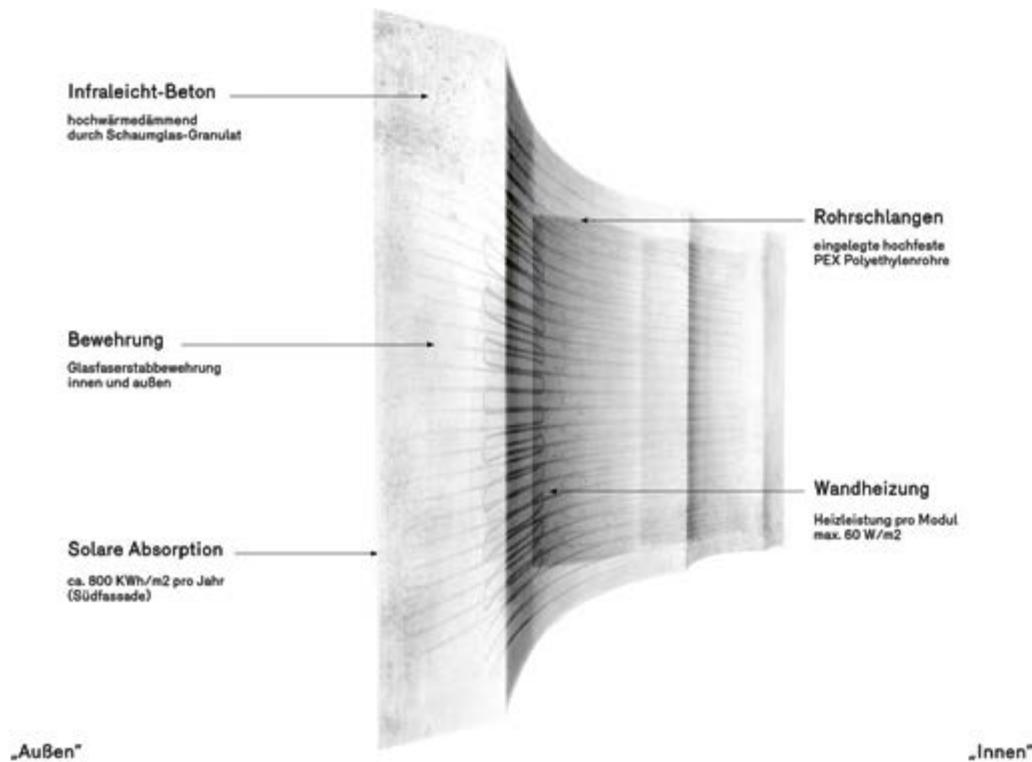


Abb. 36: Thermisch aktivierte Ultraleichtbetonwand, Holcim Innovation Award 2012

| | ROHDICHTE KG/M ³ | SPEZIFISCHE WÄRMEKAPAZITÄT J/KGK | WÄRMELEITFÄHIGKEIT W/MK |
|--------------------|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| HOCHLOCHZIEGEL | 600-650 | 1000 | 0.07-1.00 |
| ULTRALEICHTBETON | 600-800 | 870 | 0.14-0.22 |
| POROSIERTER ZIEGEL | 600-800 | 1000 | 0.07-0.18 |
| PORENBETON | 200-800 | 1000 | 0.08-0.25 |

Abb. 37: Eigenschaften von Materialien für einschichtige Wandaufbauten

Monolithisch Bauen impliziert – vermeintlich – Einfachheit im Planen und Bauen. In der Zeichnung gibt es lediglich zwei Linien, zwischen denen sich eine Schraffur aufspannt; auf der Baustelle bringen Betonbauer eine Leichtbetonmischung in die Schalung ein, die ausgeschalt das fertige Bauteil bildet oder eine Maurerkolonne mauert eine Ziegelwand auf, ohne anschließend in zahlreichen weiteren Schritten ein Wärmedämmverbundsystem applizieren zu müssen. Das wäre eine Einfachheit, von der heutige PlanerInnen häufig träumen und die auf konstruktiver Ebene die derzeit häufig nur scheinbare Simplizität manch eines minimalistischen Bauwerks fortführen könnte, unter dessen homogenisierender Oberfläche sich eine komplexe Schichtung unterschiedlichster Baustoffe befindet. So schadensanfällig die falsch ausgeführte Hülle eines Passivhausbaus ist, so sehr scheinen die Bewohner bzw. Nutzer von Passivhäusern mit deren "Bedienung" überfordert. Projekte wie 2226 von baumschlagler eberle architekten (siehe auch Artikel "Gesch(l)icht" von Markus Stevens) oder das von Ihnen bearbeitete Haus 36 in Stuttgart von MBA/S mit einer Gebäudehülle aus Leichtbeton hingegen scheinen keine haustechnisch hochgerüsteten, fragilen Gebilde zu sein. Lässt sich das so vereinfacht feststellen, dass einschichtige Gebäudehüllen durch ihre niedrige Temperaturleitfähigkeit, also dem Verhältnis von einer geringen Wärmeleitfähigkeit zu einer verhältnismäßig hohen Speicherkapazität, einfache Gebäude-Klimakonzepte für den mitteleuropäischen Raum unterstützen?

Transsolar An dieser Stelle muss zwischen der Einflussnahme einer Gebäudehülle auf den Innenraum des Gebäudes und den städtischen Raum unterschieden werden. Wird das Augenmerk ausschließlich auf den Innenraum gelegt, so muss ehrlicherweise gesagt werden, dass ein mehrschichtiger Wandaufbau mit einer schweren Ebene zum Innenraum diesbezüglich Vorteile vorweist. Dies ist durch die getrennte Zugänglichkeit der Speicherkapazität sowie der wärmedämmenden Ebene zu begründen. Einschichtige Gebäudehüllen vereinen beide Funktionen hingegen in einer Ebene, was eine reduzierte Zugänglichkeit der thermischen Masse der Wandflächen nach sich zieht. Wird darüber hinaus allerdings der Einfluss einer Gebäudehülle auf das städtische Klima berücksichtigt, so bietet die einschichtige Gebäudehülle

den Vorteil, dass die Außenflächen damit auch Speicherkapazität für den städtischen Raum bilden. Dadurch können diese Gebäudehüllen, im Gegensatz zu mehrschichtigen Gebäudehüllen, bei welchen die Wärmedämmung die äußerste Ebene bildet, einer städtischen Überhitzung entgegenwirken.

Bei einschichtigen Wandaufbauten kann zwischen unterschiedlichen Materialien differenziert werden. Die Unterschiede zwischen verschiedenen Materialien für einschichtige Wandaufbauten sind in der Tabelle (vgl. Abb. 37) exemplarisch an vier Materialien aufgeführt: Hochlochziegel, Ultraleichtbeton, porosierter Ziegel, Porenbeton. Wie die Ausführung verdeutlicht, besitzen diese Stoffe jeweils unterschiedliche volumetrische Energiedichten. Dabei schneidet der Ultraleichtbeton mit einer Rohdichte von 800 kg/m^3 , welcher häufig noch eine Außenseiterrolle im monolithischen Bauen einnimmt, beispielsweise besser ab als Hochlochziegel mit einer Rohdichte von 650 kg/m^3 . Diese Ausführung verdeutlicht, dass der Ultraleichtbeton durch eine Ort betonverarbeitung und die Herstellung großflächiger Fertigteile mit der Möglichkeit einer Integration von wassergeführten Aktivierungssystemen Vorteile gegenüber herkömmlichen Materialien für monolithische Außenwände aufweist und somit in der Zukunft mit Sicherheit eine wesentliche Rolle in diesem Bereich des Bauens einnehmen wird.

Bei den eingangs erwähnten Projekten 2226 und Haus H36 handelt es sich einmal um ein mehrgeschossiges Bürogebäude und einmal um ein freistehendes Einfamilienhaus. Scheinbar eignen sich einschichtige Außenwände für das gesamte Bauspektrum – oder gibt es aus energietechnischer Sicht aufgrund der Nutzungen doch Objekte, für die sich monolithische Bauweisen eher anbieten oder eben weniger eignen?

Transsolar Grundsätzlich kann gesagt werden, dass sich einschichtige Außenwände sowohl für Nichtwohngebäude als auch für Wohngebäude eignen. Die Vorteile von einschichtigen Bauteilen liegen insbesondere in der Speicherkapazität nach außen, die eine nächtliche Abkühlung der

Wandoberflächen und damit eine Taupunkt-Unterschreitung deutlich gegenüber einem Wärmedämmverbundsystem mit leichtem Deckputz reduziert. Damit lässt sich der Zusatz von auswaschbaren Fungiziden in den Putzsystemen vermeiden, ohne dass es zu großflächigem Befall von Algen oder Flechten kommt. Grundsätzlich kann definiert werden, dass für eine Nachtauskühlung Decken und andere interne Bauteile wie Wände eine weitaus wichtigere Rolle spielen als die Außenwände eines Gebäudes. Dies bedeutet: mit einem vernünftigen Energiekonzept kann die monolithische Bauweise für jegliche Nutzung angewendet werden.

Kritiker der geschichteten Bauweise bemängeln unter anderem häufig, dass solare Zugewinne durch die Dämmstoffe verhindert werden, weil diese keine nennenswerte Speichermasse haben. Es gibt zumindest einen Leichtbetonanbieter, der sich diesen Ansatz aneignet und in einer Informationsbroschüre darauf hinweist, dass die klassische U-Wert-Berechnung über die Wärmeleitfähigkeit deswegen nicht sinnvoll ist und darum einen dynamischen U-Wert für sein Produkt ausweist. Gibt es einen entsprechenden positiven Effekt gegenüber WDV- oder VHF-Systemen? Die Auswirkungen müssten doch eigentlich in Zusammenhang mit Faktoren wie Ausrichtung oder Helligkeit der Oberfläche stehen, wovon in der Broschüre jedoch nichts vermerkt ist.

Transsolar Da diese Diskussion immer wieder geführt wird, wurden für das Haus H36 bezüglich des dynamischen U-Werts Untersuchungen durchgeführt. Diese wurden mittels thermischer Simulation umgesetzt. Es wurde dafür ein einfaches Gebäude nach dem „Schuh-schachtelprinzip“ generiert. Dafür wurde ein Gebäude mit vier Außenwänden, einem Flachdach und einer Bodenplatte modelliert. Dabei wurde in jede der vier Himmelsrichtungen eine Außenwand orientiert. In der Simulation wurde auf interne sowie solare Lasten im Innenraum verzichtet. Die Ermittlung des dynamischen U-Wertes zeigte, dass bei einem Absorptionsgrad von 50% dieser lediglich um ca. 2% besser war als der statisch ermittelte U-Wert. Erhöht man den Absorptionsgrad auf 80%, steigt diese Verbesserung auf 35%

an. Im Einsatz für die Randbedingungen des Haus H36 ergaben sich nur Verbesserungen des U-Wertes um ca. 5%. Daraus ergab sich die Schlussfolgerung, dass, wenn zusätzlich interne sowie solare Lasten für den Innenraum berücksichtigt werden, die Einflüsse des dynamischen U-Wertes nahezu vernachlässigbar erscheinen.

Andere Untersuchungen haben gezeigt, dass der dynamische U-Wert insbesondere bei Verglasungen eine entscheidende Rolle spielt. Dabei konnte ermittelt werden, dass durch die solare Wärmeabsorption in der Wandtiefe der dynamische U-Wert einer 50 cm monolithischen Glaswand um ca. 50% besser ist als der statisch berechnete U-Wert.

Lassen sich wirksame, sinnvolle konkrete Entwurfsempfehlungen aus der Thematik der solaren Zugewinne ableiten? Sollte man Nordwände zum Beispiel dicker gestalten oder hat es einen spürbaren Effekt, wenn man sie ein wenig verdreht, so dass sie selbst im Winter bei klarem Wetter zumindest eine gewisse Zeit besonnt werden? Welche Erkenntnisse haben Sie in Ihren durchgeführten Projekten in diesem Bereich gewonnen?

Transsolar Im Bereich der Verglasung wird ein solches Vorgehen bereits praktiziert. Häufig werden für Südfassaden andere Gläser eingesetzt als beispielsweise in einer Nordfassade. Da es äußerst umstritten ist, ob es einen dynamischen U-Wert für Wände gibt, ist auch die Antwort auf die ideale Bauteildicke nicht pauschal zu beantworten. Eine Überlegung wäre allerdings beispielsweise Südwände dünner auszubilden, um in den Wintermonaten die Gewinne für den Innenraum durch indirekte solare Einträge durch die Wand zu erhöhen. Da ein solches Vorgehen u.a. auch Einfluss auf das bauphysikalische sowie statische Verhalten nimmt, muss abgewägt werden, ob der Aufwand im Verhältnis zu den Vorteilen steht.

Bei einem Einfamilienhaus mit einer Leichtbetonhülle in der Schweiz musste der Bauherr nachträglich das einschichtig ausgeführte flach geneigte Dach mit einer speziellen reflektierenden Farbe anstreichen, da es zu einer sommerlichen Überhitzung kam. Gibt es Situationen, die man vermeiden soll?

Transsolar Diese Problematik ist uns durchaus bekannt und wurde für das Haus H36 explizit beachtet. Grundsätzlich kann natürlich gesagt werden, dass dunkle Oberflächenfarben insbesondere im Dachbereich vermieden werden sollten. Dies bedeutet, die Absorption des Daches sollte – auch aus Gründen der städtischen Aufwärmung – so niedrig wie möglich gehalten werden.

Darüber hinaus kann einer sommerlichen Überhitzung mit einem dicken Dachaufbau entgegengewirkt werden. Dies bedeutet, es sollte ausreichend Speicherkapazität vorgesehen werden.

Zusätzlich wurde im Haus H36 eine sogenannte "Aktivierung" eingesetzt. Diese besteht aus Rohrschlangen, welche oberflächennah an der Innenseite des Daches in den Beton eingebracht wurden. Eine Durchströmung dieser Rohre im Sommer mit frei gekühltem Wasser aus den fünf Erdsonden mit 50 m Tiefe bietet die Möglichkeit, die Wärmeeinträge in das Gebäude zu verringern.

Bei Leichtbetonwänden werden häufig im Konzept aktivierende Maßnahmen vorgesehen, indem Schläuche nahe der inneren Oberfläche zum Heizen und Kühlen und auf der äußeren Seite für die Ausbildung eines Massivabsorbers vorgesehen sind. So war es zum Beispiel bei dem Beitrag "Smart Material House" für die IBA in Hamburg (siehe auch Artikel "Infraleichtbetonforschung – Forschung für die Anwendung") und auch Haus H36 sollte in den ersten Planungen sowohl innen als auch außen aktiviert werden. Sowohl bei dem IBA-Prototypen als auch beim Haus H36 wurden schlussendlich nur auf der Innenseite die Schlaufen eingebracht. Aus Sicht der Wartung und der unterschiedlichen Lebenszyklen ist es auf den ersten Blick nicht sinnvoll, Schläuche in eine Betonwand einzulegen. Können Sie den Einfluss auf das Energiesystem beschreiben? Was leistet die Aktivierung?

Transsolar Diese Aussage ist in dieser Form nicht ganz richtig. Beim gebauten IBA-Wand-Prototypen, an welchem unter anderem auch Barkow Leibinger sowie Mike Schlaich beteiligt waren, wurde sowohl die Innenseite als auch die Außenseite aktiviert. (siehe Schema Abb. 36) Beim Haus H36 wurde in der Tat nur die Innenseite zur Entwärmung



Abb. 38: Fenster-Kernbohrungen im Haus H36

aktiviert. Der Vorteil einer Aktivierung durch wandoberflächennahe Rohrschlangen auf der Außenseite ist der, dass sie im Winter eine aktive Dämmung darstellt und im Sommer zur nächtlichen Wärmeabgabe genutzt werden kann. Es kommt demnach also zu keiner Beeinträchtigung der Speicherfähigkeit. Natürlich wird häufig argumentiert, dass der Effekt einer aktiven Dämmung abhängig von der Quelltemperatur ist. Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass bereits mit einer Quelltemperatur von 5°C der Effekt der aktiven Dämmung so groß ist, dass eine Verjüngung des Leichtbetons von 65 cm auf 40 cm erfolgen kann und die Beeinflussung des Raumes durch außen ungefähr äquivalent ist. Dieses Beispiel verdeutlicht, dass eine Aktivierung zwei wesentliche Vorteile mit sich bringt: Zum einen kann Material und damit Kosten gespart werden und zum anderen kann mehr vermietbare oder verkaufbare Wohn-/Gewerbe-Fläche innerhalb der gleichen Kubatur erzielt werden. Bezüglich der Wartung kann ein solches System mit einer Fußbodenheizung verglichen werden. Diese Systeme laufen über Jahre problemlos, da die Rohre im Beton gegenüber UV-Strahlung oder einer mechanischen Beanspruchung geschützt sind. Sollte es dennoch zu einer Abnutzung oder Beschädigung der Rohre kommen, kann heute mittlerweile mit einem thermisch-chemischen Verfahren, bei welchem ein heißes Fluid in den Kreislauf eingebracht wird, eine Reparatur erfolgen. Es können dadurch beispielsweise Risse versiegelt werden. Wird bedacht, dass die Lebenszeit von solchen Systemen ca. 30 Jahre beträgt, kann durch dieses aufgeführte Verfahren die Lebenszeit in jedem Fall verdoppelt werden.

Nun möchte ich noch auf das Thema Fenster zu sprechen kommen. Welche Rolle spielen Fenster beim Entwickeln des Energiekonzepts bei monolithischen Außenwänden? Gibt es ein Optimum oder ein Limit an Fensterfläche?

Transsolar Grundsätzlich kann gesagt werden, dass beim monolithischen Bauen der Fensterflächenanteil in jedem Fall berücksichtigt werden sollte. Dieser spielt zu einem aufgrund der solaren Lasten eine Rolle und im Wohnungsbau auch aufgrund des $H'T$ -Wertes, welcher durch die EnEV¹ vorgeschrieben wird. Wie bereits erwähnt, spielen bezüglich der sommerlichen Überhitzung allerdings Decken und andere interne Massen wie Wände eine wesentlich wichtigere Rolle als die Außenwände. Auch der $H'T$ kann bei Gebäuden mit monolithischen Außenwänden und größeren Fensterflächen eingehalten werden, wobei dann andere Ausgleichsmaßnahmen, wie beispielsweise verbesserte Verglasungen oder dickere Außenwände bzw. bestimmte Rohdichten des Betons, eingehalten werden müssen. Zusammenfassend kann also festgehalten werden, dass bei einem schlüssigen Gesamtkonzept der Fensterflächenanteil auch bei Gebäuden mit monolithischen Außenwänden durchaus variiert werden kann, allerdings durch die limitierte Dämmwirkung einer monolithischen Bauweise eher am unteren Rand der Skala zu finden ist.

Im Haus H36 gibt es diese runden Fenster, deren Öffnungen mittels Kernbohrung hergestellt wurden (siehe Abb.38). Teilweise sind sie als Fixverglasung außen flächenbündig eingeklebt, teilweise innenseitig mit Öffnungsflügeln positioniert. Das klingt erst einmal nach dem Traum eines jeden Architekten: ein Fenster einfach dort zu positionieren, wo es für den Entwurf gut ist. Von der baukonstruktiven Seite bekommt man das Fenster überall befestigt und bei der Beobachtung der bisherigen realisierten Beispiele scheint es auch aus bauphysikalischer Sicht unproblematisch zu sein. Gerade diese kleinen Durchbrüche durch die Wand mit einer Fensterscheibe im „kalten Bereich“ der Wand müssten doch aufgrund der mangelnden Luftzirkulation kritisch sein. Andererseits haben bei dem Projekt die großen, außenbündig eingelassenen Fenster meist eine dämmend wirkende

holzverkleidete Laibung. Funktionieren die kleinen, außenbündigen Fenster nur wegen der Aktivierung?

Transsolar Was für den Architekten der Traum ist, ist aus bauphysikalischer Sicht in diesem Fall das Problem. Denn genau diese kleinen runden Öffnungen mit außenbündigen Fenstern stellen eine konstruktive Wärmebrücke dar. Bauphysikalisch gesehen sind diese Öffnungen damit äußerst kritisch zu bewerten. Ein Kondensatausfall in Räumen mit erhöhter Feuchte kann an diesen "Fenstern" nur durch eine elektrische Begleitheizung um die Öffnungen verhindert werden. Dieses Beispiel zeigt, dass auch im monolithischen Bauen gewisse Grenzen bestehen und Probleme entstehen können.

Eine letzte Frage noch zu einem Forschungsthema. Zusammen u.a. mit der TU Berlin starten Sie nun ein Projekt zu multifunktionalen, inhomogenen Leichtbetonbauteilen. Das Prinzip der Inhomogenität hat Werner Sobek mit seinem Team schon bearbeitet, Sie überlagern es noch mit weiteren Eigenschaften. Diese Bauteile können sicherlich nicht mehr handwerklich hergestellt werden, sondern müssen wie auch immer durch eine digitale Produktionskette generiert werden und verlieren damit die leichte Verständlichkeit heutiger homogener, monolithischer Außenwände. Können Sie uns schon einen Ausblick geben, welche Veränderungen für das Energiedesign eines Gebäudes ein entsprechendes System bedeutet und welche gestalterischen Möglichkeiten Architektinnen und Architekten damit zukünftig hätten?

Transsolar In dem von Ihnen angesprochenen Forschungsprojekt geht es in erster Linie um Grundlagenforschung. Ziel ist es, mit den Forschungspartnern der TU Berlin, Heidelberger Zement, der Sika AG und schlaich bergemann partner auf tragwerkstechnischer, bauphysikalischer und materieller Ebene neue und verbesserte Eigenschaften des Baustoffes zu erarbeiten. Dabei zählt zu unserem Aufgabenbereich insbesondere die Forschung bezüglich des Verhaltens des aktivierten Ultraleichtbetons. Wir sehen es als äußerst interessant an, inwieweit

unterschiedliche Dichten des Materials die Wärmeleitfähigkeit der Wand beeinflussen können und damit Vorteile im Bereich der aktiven Dämmung erzielt werden können. Darüber hinaus könnte durch eine solche Verdichtung im Außenbereich das Hydrophobieren des Bauteils eventuell vermieden werden.

Wir freuen uns sehr Teil des Forschungsteams zu sein und erhoffen uns in Zusammenarbeit mit den anderen Forschungspartnern eine Weiterentwicklung des Ultraleichtbetons, um damit einen wesentlichen Beitrag zum monolithischen Bauen leisten zu können.

Vielen Dank für dieses Interview!

¹ EnEV steht für Energieeinsparverordnung. Diese regelt in Deutschland die bautechnischen Anforderungen, die hinsichtlich Gebäudeenergieeffizienz zu erfüllen sind. Sie ist mit der in Österreich geltenden OIB Richtlinie 6 vergleichbar.

MASSIVER DURCHBLICK
FENSTERÖFFNUNGEN IN MONOLITHISCHEN WÄNDEN

Tim Lükking



Abb. 39: Haus H36, Stuttgart, von MBA/S. Die runden Fenster wurden mittels Kernbohrung angelegt.



Abb. 40: Haus Meuli, Fläsch, von Bearth & Deplazes Architekten

Fenster sind ja immer so ein Thema; sie dienen der Belichtung, regelmäßig auch der Belüftung und ab und zu bieten sie einen wirklich lohnenswerten Ausblick. So hat man das Gefühl, dass sie häufig ein wenig unmotiviert daherkommen, weil aus baukonstruktiven und damit einhergehenden Kostengründen eine Einbaulage irgendwo mittig der Öffnungstiefe gewählt wird. Daraus folgt außen eine schmale Fensterbank, auf der hier und da noch Geranien oder Ähnliches zu finden sind, die aber vor allem als Landeplatz und Lagerstätte von Schwebestoffen bis zum nächsten Regenschauer dient. Innenseitig gibt es auch eine Fensterbank – manchmal ist diese ebenfalls blumig oder anderweitig bestückt, vielfach bleibt sie frei. Gibt es einen Unterschied, wenn man nun eine Öffnung für ein Gebäude mit einer einschichtigen Leichtbetonwand plant?

GRUNDÜBERLEGUNGEN ZUR LAGE DES FENSTERELEMENTS IN DER ÖFFNUNG

Schauen wir uns die technischen Anforderungen an, die im Kontext eines Fensters entstehen. Fangen wir mit der Befestigung an. Die Leichtbetonwand ist durchgehend tragfähig, beim Setzen eines Dübels muss natürlich eine Mindestbetonüberdeckung gewährleistet sein. Falls es tatsächlich sehr knapp ist, könnte das Einlegen einer Ankerschiene in die Schalung eine Lösung darstellen. Somit führt die Befestigung zu kei-

ner Einschränkung in der Detailplanung. Die Ziele Dampfdiffusion und Luftdichtheit lassen sich ebenfalls in jeder Lage gut erfüllen. Beim Witterungseinfluss sind zwei Aspekte zu berücksichtigen: einerseits werden die Anschlüsse von Fensterelement zur Wand stärker beansprucht, je weiter außen das Fenster liegt, andererseits erhöht sich das Risiko des Eindringens von Wasser in das Bauteil vor allem im Bereich schwach geneigter Fensterbänken aus Leichtbeton, je weiter innen das Fenster liegt. Eine regelmäßige Begutachtung dieser Schwachstellen ist in beiden Fällen zu empfehlen. Aber auch durch diese Aspekte wird die Fensterposition nicht eingeschränkt. Bleibt zuletzt noch der Wärmeschutz.

Für den Sommerfall kann sich eine Position tief in der Laibung vorteilhaft auswirken, wenn dadurch die Fensterfläche zusätzlich verschattet wird. Außerdem ist so auch der verdeckte Einbau einer außen liegenden Verschattungsmaßnahme möglich, falls erwünscht. Eine äußere Lage erhöht tendenziell das Risiko, dass das Fenster zu einer verstärkten Raumerwärmung beiträgt. Die Faktoren sind zahlreich und lassen sich teilweise z.B. durch die Wahl einer entsprechenden Glasbeschichtung beeinflussen.

DIE VEREINFACHUNG DES WINTERFALLS

Unter stationären, also theoretisch dauerhaft stabilen Außenbedingungen (d.h.



Abb. 41: Hanghaus, Altstätten, von Himmelhoch. Außenbündig eingeklebte Dreifach-Verglasungen.

mit einer konstanten Außen- und Innentemperatur und ohne die Berücksichtigung solarer Zugewinne) existiert in einer einschichtigen Außenwand ein lineares Temperaturgefälle (vgl. Abb. 44). Je dicker die Wand ist, desto langsamer verändert sich die Temperatur im Bauteil. Wird in die Öffnung ein Element wie z.B. ein Fenster mit Rahmen eingesetzt, dann entscheidet, vereinfacht gesagt, der Abstand zur inneren und äußeren Wandoberfläche und die Überlappung mit dem Bauteil über die bauphysikalische Anfälligkeit des Details. Je näher das Fensterelement an der inneren Oberfläche ist, desto geringer wird das Risiko der Kondensatbildung. Sprich: bei einer dicken Außenwand ist eine innenbündige Fensterlage besonders sicher, bei einer außenbündigen sollte zur Vermeidung

von Kondensat die Wand besonders dünn sein.

Das System wurde für diese Annahmen sehr stark vereinfacht, trotzdem sind diese Rückschlüsse auch in der wesentlich komplexeren Wirklichkeit gültig. Bevor ich nach dieser Beschäftigung mit den Grundlagen auf Beispiele aus der Praxis eingehe, eine erste Anmerkung zur architektonischen Ausgestaltung der Fensteröffnungen. Die dicken Wände und das anfangs formbare Material verleiten dazu, mit der Laibung zu spielen. Schrägt man diese aus gestalterischen Gründen an, erzielt man damit den gleichen Effekt wie mit einer dünneren Wand. Bei einem innenbündig angelegten Fenster verschlechtert sich die Lage demnach aus bauhygienischer Sicht, bei einem außenseitig positionierten Fenster ent-



Abb. 42: Hanghaus, Altstätten, von Himmelhoch. Ausblick durch die Übereck-Verglasung.

spannt sich das Risiko zur Schadensbildung hingegen ein wenig.

EIN FENSTER AUF DER INNENSEITE DER WAND

Als Startpunkt für ein Fenster auf der Innenseite wähle ich den Klassiker des modernen Leichtbetonsbaus, das Haus Meuli in Fläsch von dem Architekturbüro Bearth und Deplazes (vgl. Abb. 43 und Leitartikel "Monolithisch Bauen" von Andrea Deplazes und Andreas Kohne Seite 8 bis 17). Der Fensterrahmen liegt bei diesem Haus in einer Aussparung der Wand. Von außen gesehen wird er damit komplett verdeckt und das Loch in der Gebäudehülle somit stark betont.¹ Von innen betrachtet liegt der Fensterstock bündig in der Fläche der Leichtbetonwand, der Öffnungsflügel verspringt um Materialstärke in den Innenraum. Beim Blick nach außen entsteht somit der Effekt eines Bildes, dessen Rahmen

das Fenster bildet. Es wird also weniger die Öffnung selbst, sondern vielmehr der Ausblick betont. Bauphysikalisch gesehen ist diese Variante die Beste, solange der Leichtbeton eine höhere Wärmeleitfähigkeit als der Fensterrahmen (in diesem Fall Holz) aufweist (vgl. Abb. 43, Mitte). Wie könnte jedoch eine gestalterische Lösung aussehen, bei der der Waddurchbruch sowohl von innen als auch von außen als solcher wahrgenommen wird?

Der erste Ansatz ist vielleicht, dass man das Fensterelement in die Öffnung hineinstellt. Bauphysikalisch ist das bei den verbesserten Leichtbetonrezepturen mit einem Lambda von 0,22 W/mK oder niedriger für den Grazer Raum durchaus möglich. Bei einer angenommenen Vollholz-Rahmentiefe von 7 cm reicht diese Überdeckung, um das Kondensatrisiko für den Norm-Fall auszuschließen (siehe Abb.35, links). Von innen wäre dieses Hineinstellen in die Öffnung jedoch nur spürbar, wenn man das Element weiter in die Öffnung stellt. Dadurch gewinnt das Fensterelement jedoch auch von außen an zusätzlicher Präsenz über die Reflektion der Glasscheibe hinaus. Ganz optimal erscheint dieser Ansatz deswegen nicht. Die Architekten Selina Walder und Georg Nickisch haben für das Refugi Lieptgas eine andere Lösung gewählt. Um das Fensterelement als eigenständiges Element gegenüber der ausgehöhlten Masse

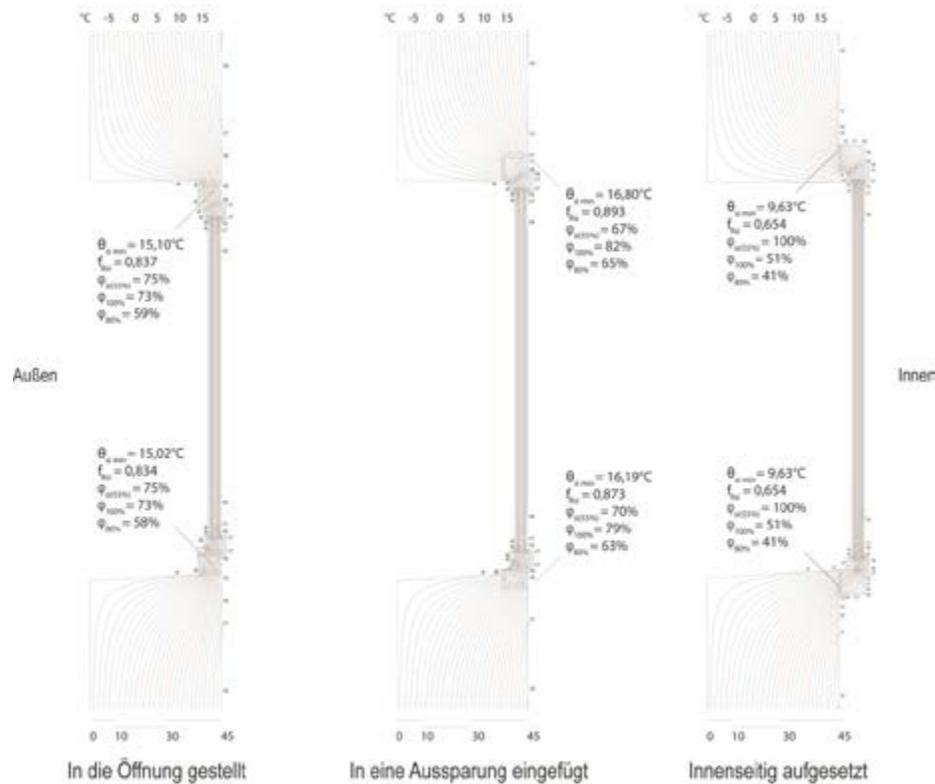


Abb. 43: Isothermische Untersuchung zu unterschiedlichen Fensterpositionen auf der Innenseite der Außenwand.

des Leichtbetonbaukörpers hervorzuheben, haben die Architekten es innenseitig aufgesetzt. Lediglich der untere Rand ragt konstruktiv bedingt ein wenig in die Wandöffnung hinein, damit das Wasser auf die im Gefälle angelegte Laibungsfläche geführt wird. Auf diese ist übrigens wie beim Dach ein kunststoffgebundener Zement aufgespachtelt worden, um das Risiko zu verringern, dass Wasser eindringt. Dieses Versetzen des Rahmens an die Innenseite bedeutet, dass kalte Luft mit den eigentlich warmen Zonen der Wand unmittelbar in Kontakt gerät. Daraus resultiert eine viel extremere Krümmung der Isothermen und somit würde es ohne Gegenmaßnahme tatsächlich zu einem Kondensatproblem kommen (vgl. Abb. 43, rechts). Aus diesem Grund wurde ein kleiner Dämmkeil in die Schalung eingelegt, der nun durch den Fensterrahmen verdeckt wird. Um das Bild

des unabhängigen Fensterelements zu ermöglichen, musste also das Betonvolumen manipuliert werden, so dass "die Wärme spazieren geführt wird", wie die Architektin Selina Walder es so schön formulierte, (vgl. Abb. 45). Um diesen Umweg nicht einplanen zu müssen, wäre eine weitere Reduktion der Wärmeleitfähigkeit des Leichtbetons notwendig oder der Rahmen, also die Kontaktfläche mit dem besseren Dämmstoff, wäre zu verbreitern.

DAS ANDERE EXTREM

DAS AUSSENSEITIGE FENSTER

Wechseln wir von der inneren Wandoberfläche auf die äußere. Der Grund für außenbündige Fenster kann beispielsweise in der Betonung der Kubatur und Form des Baukörpers liegen. Diese sind dann jedoch aus bauphysikalischer Sicht im kritischen Bereich, in der kalten Zone der Außenwand.

Beim Volta Zentrum in Basel von Buchner Bründler Architekten gibt es außenbündige Scheiben. Im Sockelgeschoss existieren Gewerbeflächen, wie zum Beispiel ein Supermarkt. Bei dieser Nutzung entsteht eine erhöhte Wärmeemission, so dass die Wand stärker aufgeheizt und damit das Kondensatrisiko reduziert wird. In den oberen Wohngeschossen dient die äußere Scheibe allein dem Schallschutz, für die thermische Trennung existiert ein Fensterelement auf der inneren Seite.² Somit tritt auch hier der kritische bauphysikalische Fall nicht ein.

Es gibt sie aber, die Gebäude mit "richtigen" außenbündigen Fenstern in einer Leichtbetonhülle. Viel publiziert wurde in den vergangenen Monaten das Haus H36 in Stuttgart von MBA/S.³ Besonders auffällig daran sind die runden Öffnungen, die teils mit innenbündig angeordneten, zu öffnenden Elementen abgeschlossen werden und teils außenbündig eingeklebte Fixverglasungen aufweisen (vgl. Abb. 39). Die Öffnungen entstanden durch Kernbohrungen, so dass in der Laibungsfläche die leichten Zuschlagstoffe (Gesteinskörnungen) erkennbar sind. (Dazu mehr in einem Interview mit Transsolar, Seite 102 bis 115.) Eher unbekannt ist ein drei Jahre zuvor gebautes, dreigeschossiges Haus im Schweizer Altstätten vom Büro Himmelhoch, das

mit derselben Leichtbetonmischung errichtet wurde. Während in dessen beiden unteren Geschossen eine Wohnung ist, vereinigt das gesamte obere Stockwerk ein einzelner Büroraum. Über die nördliche Ecke erstreckt sich außenbündig ein Fenster, eine dreifache Fixverglasung mittels Silikon eingeklebt (vgl. Abb. 41 und 42). Dafür wurde in der nur 40cm tiefen Außenwand seitlich und oben im Beton eine Aussparung mit 5cm Tiefe und einem Versatz von 3cm ausgeführt. Im unteren Bereich wurde ein Metallwinkel eingesetzt, gegen den auf Höhe des Estrichs ein Zementüberzug aufgebracht wurde. Während der Planungsphase hat der Bauphysiker den planenden Architekten, der ebenfalls Bauherr und jetziger Nutzer ist, darauf hingewiesen, dass diese Detaillösung im Winter zu Kondensatproblemen führen wird.

Dem Architekten war das egal. Er wollte diese Ecke aus ästhetischen Gründen so haben – Kondensat werde er im Notfall als Nutzer einfach wegwischen. Seine praktischen Erfahrungen mit dem Fenster in den ersten Wintern waren, dass er nie zu einem Lappen greifen musste, um Feuchtigkeit zu entfernen. Gemäß der Wärmebrückensimulation würde sich bei Außentemperaturen von -10 °C im Randbereich des Fensters eine Temperatur von unter 10 °C einstellen, die bei normgerechten Betrachtungen zu einem Feuchteausfall führt.

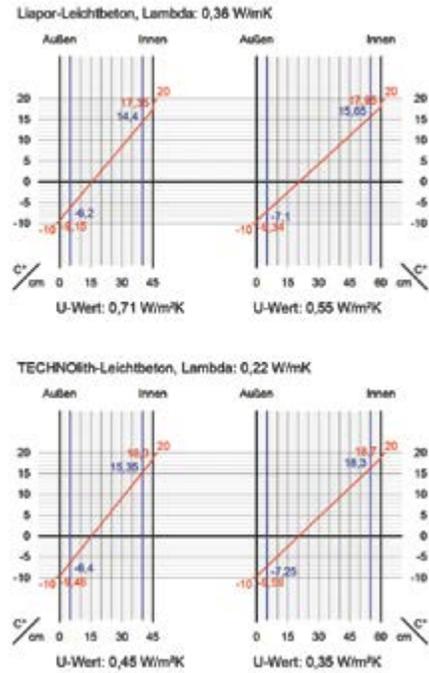


Abb. 44: Schematische Darstellung des linearen Wärmeverlaufs in einem einschichtigen Bauteil bei unterschiedlichen Dicken und Wärmeleitfähigkeiten

Die Wand ist in diesem Fall nicht aktiviert, so dass sich dadurch kein weiterer Effekt ergibt. Vorteilhaft wirkt sich in diesem Fall sicherlich die Nutzung des Raumes aus; ein Büro mit wenigen Menschen im Innenraum sorgt dafür, dass wenig Feuchtigkeit zur Luft hinzugefügt wird. Es gab keine Pflanzen im Raum, die den Luftfeuchtegehalt zusätzlich anheben. Es ließe sich darüber spekulieren, inwiefern der Leichtbeton aufgrund seiner porösen Oberflächenstruktur eine wesentlich verbesserte Feuchteaufnahme gegenüber Normalbeton aufweist und dadurch die Luftfeuchte und damit das Kondensationsrisiko weiter reduziert.

Wahrscheinlicher ist, dass die erhöhte Trägheit des Baustoffs und die daraus resultierenden höheren tatsächlichen Temperaturen im Inneren des Bauteils, als es der stationäre, lineare Verlauf ausweist, für die Kondensationsfreiheit verantwortlich sind. An dieser Stelle wäre definitiv weitere Grundlagenforschung notwendig, um den Mög-

lichkeiten des Baustoffs hinsichtlich der Detaillierungsfreiheit weiter auf den Grund zu gehen. Anzunehmen ist jedoch, dass jeder cm mehr an Wandstärke das Kondensationsrisiko steigert.

Abschließen möchte ich an dieser Stelle mit einer konstruktiven Anmerkung zu der großflächigen Eckverglasung: Damit der Durchblick dauerhaft ungetrübt möglich ist, wurden die außenbündigen Fensterscheiben außenseitig mit einer Folie eingebaut. Dadurch wurde erfolgreich verhindert, dass Regenwasser Zement auf die Fensterscheibe trägt und es zu einer Alkali-Aggregat-Reaktion kommt, wodurch die Fensterscheibe an den entsprechenden Stellen erblindet wäre. Nach einem halben Jahr wurde die Folie entfernt, dank dieser Maßnahme ermöglicht das Fenster einen ungetrühten Ausblick in die Umgebung.

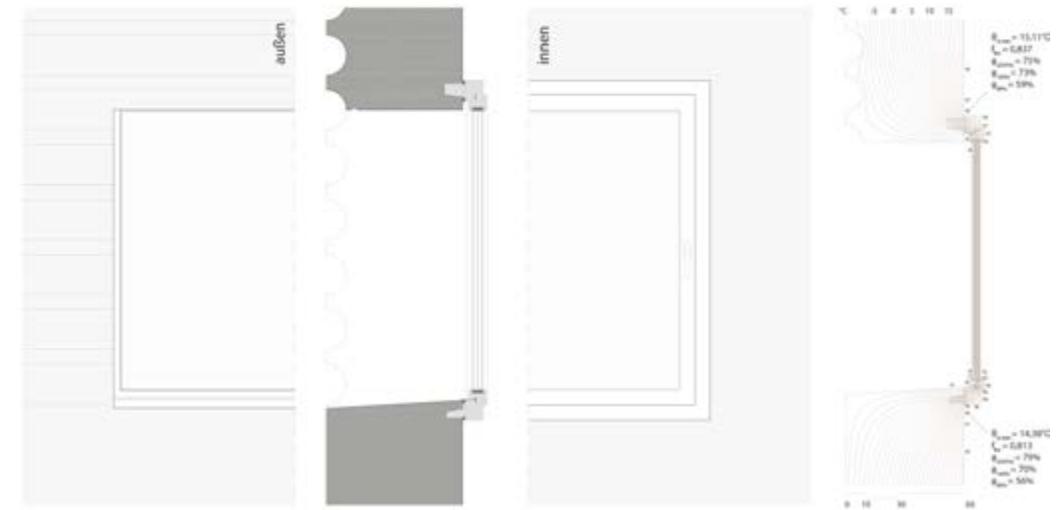


Abb. 45: Isothermische Untersuchung des Refugi Lieptgas-Fensterdetails

1 Man beachte auch die Fensterbank, die als Rinne aus Beton ausgebildet wurde und mittig durch einen kleinen Speier entwässert wird. Dadurch wird die Verschmutzung an der Fensterbankkante aufgrund von Schwebstoffen verhindert.

2 Vgl. „Wohn- und Geschäftshaus in Basel“ in DETAIL 4/2011, Seite 366 – 371

3 Vgl. Haus 36 in Stuttgart. Wände und Dach aus Dämmbeton. Online im Internet unter: <https://www.baunetzwissen.de/daemnstoffe/objekte/wohnen/haus-36-in-stuttgart-3965273> (Stand: 30.12.2016) oder Monolith in Hanglage: Haus 36 in Stuttgart. Online im Internet unter: <http://www.detail.de/artikel/monolith-in-hanglage-haus-36-in-stuttgart-21170/> (Stand: 30.12.2016)

Sämtliche Wärmebrückenuntersuchungen wurden mit der Software flixo unter der Annahme einer Innentemperatur von 20 °C und einer Außentemperatur von -10 °C gemacht.

ALLES SCHON EINMAL DAGEWESEN?
GEDANKEN ZUM MONOLITHISCHEN BAUEN

Peter Maydl



Abb. 46: Gefügedichter Leichtbeton von Technopor mit einem Lambda von $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ und Glasschaumschotter als Gesteinskörnung

Betrachtet man die in jüngster Zeit verstärkt zu beobachtenden Aktivitäten in Forschung und Produktentwicklung, erhält man den Eindruck, monolithisches Bauen gewinne wieder an Bedeutung. Doch ist dies in Zeiten immer breiter werdenden Anforderungsprofils an Bauprodukte, das anscheinend nur mehr durch Verbundwerkstoffe erfüllt werden kann, realistisch? Es erscheint sinnvoll, Chancen und Potentiale näher zu beleuchten.

Was bedeutet eigentlich "monolithisch"? Wörtlich genommen ist es völlig klar: "einsteinig", also aus einem Baustoff hergestellte Produkte bzw. Bauteile. Z.B. monolithische Bodenplatten gem. ÖNORM B 2211, deren Oberfläche zugleich die Nuttschicht darstellt. Oder einschaliges Ziegelmauerwerk aus ungelochten NF-Ziegeln. Sind mit Mineralwolle verfüllte Hochlochziegel, mit Klebemörtel verbunden, auch noch als monolithisch anzusehen? In der Antike war massives Natursteinmauerwerk Standard, wenn man griechische Tempel oder römische Viadukte, Amphitheater o.Ä. betrachtet. Andere Bauweisen hätten Kriege, Naturkatastrophen oder schlicht und einfach den Zahn der Zeit nicht überlebt. Auch wenn dieser im mediterranen Raum nicht der Karies alpiner Wasser- und Frosteinwirkung ausgesetzt ist. Naturstein wurde in den folgenden Jahrhunderten von monolithischem

Ziegelmauerwerk ersetzt, vielfach verblendet mit Vorsatzschalen aus Naturstein, um den Glanz massiven (=monolithischen) Natursteinmauerwerks vorzutäuschen, das meist nur mehr bei Kirchen, Monumental- oder Infrastrukturbauwerken zum Einsatz kam. Die Ursachen dieser Entwicklung waren wohl primär wirtschaftlicher Natur, war doch die Gewinnung hochwertigen Natursteins teuer und der Transport aufwendig. Schließlich "rezyklierten" nicht nur die alten Griechen etwa durch Erdbeben zerstörte Tempel und bauten daraus neue. Eines der wenigen Beispiele, wie Bauteilrecycling sinnvoll und effizient betrieben werden kann. Doch auch die Griechen "schummelten" schon ein wenig und erfanden mit dem "emplekton" eine Vorstufe des Mantelbetons, der von den Römern als "opus caementitium" verbreitet und zum Namensgeber für einen der wichtigsten heutigen Massenbaustoffe wurde. War die letzten Jahrhunderte massives (ungelochtes) Ziegelmauerwerk der Wandbaustoff, wurde es seit dem Ende der Gründerzeit zunehmend durch Beton ersetzt, insbesondere nach dem 2. Weltkrieg. Zerstörung und wirtschaftliche Not erforderten Bauweisen, die unter dem Motto "rasch und billig" auf interessierte Bauherren stießen.

Bis heute liegen niedrige Herstellungskosten ohne Rücksicht auf die Lebenszykluskosten im Fokus vieler Auftraggeber. Fand

in den ersten Nachkriegsjahren aus der Trümmerschuttverwertung kommender Ziegelsplitt Verwendung, wurde dieser vor allem in Österreich durch Hochofenschlacke aus der aufstrebenden Eisen- und Stahlindustrie ersetzt, insbesondere Hüttenbims und Granulat (Hüttensand). Industrieller Abfall, der heute als Sekundärbaustoff bezeichnet wird. Mit diesem Beton wurden in den 50er und 60er Jahren in Deutschland und Österreich tragende und (damals) ausreichend dämmende Außenwände – monolithisch – hergestellt. In Ortbeton wurde diese Bauweise „Schüttbetonbauweise“ genannt, später wurde der Beton auch bei Fertigteilen eingesetzt. Die ÖNORM B 3353 definierte Schüttbeton als "Leichtbeton mit haufwerksporigem oder geschlossenem Gefüge für tragende Wände". Die sukzessive Verschärfung der Wärmeschutzbestimmungen im Hochbau, ausgelöst durch die erste Ölkrise 1973, führte zu einem raschen Ende dieser wirtschaftlichen (monolithischen) Leichtbetonbauweise, bei der mittlerweile Betone mit Rohdichten deutlich unter 2000 kg/m³ zum Einsatz kamen.

In den letzten Jahre sind wieder verschiedene Versuche zur Wiederbelebung des Leichtbetons zu beobachten, die sich – mit höchsten betontechnologischen Ansprüchen – als "Gradientenbeton" oder "Infraleichtbeton" präsentieren. Zu Grunde liegt

meist das Bestreben, durch Variation der Eigenschaften eines Werkstoffs mit einem einzigen je Bauteil auszukommen und die richtigen Eigenschaften an der richtigen Stelle im Bauteilquerschnitt zu platzieren. Also bei biegebeanspruchten Bauteilen in den Randbereichen Beton mit hoher Festigkeit und zwangsläufig hoher Dichte, in Querschnittsmitte etwa durch stärkere Porosierung Beton mit geringerer Rohdichte und niedriger Festigkeit.

Was sind die Hintergründe dieser aktuellen Entwicklung? Begünstigen etwa veränderte Rahmenbedingungen die Entwicklung monolithischer Bauweisen? Die Anforderungen an Baustoffe und Bauprodukte sind in den letzten Jahrzehnten beträchtlich gestiegen. Prägten durch nahezu zwei Jahrtausende die drei Grundanforderungen von Vitruv (firmitas, venustas, utilitas) das Bauen, so gelten seit 20 Jahren die sechs wesentlichen Anforderungen der alten Europäischen Bauproduktenrichtlinie, die nunmehr Grundanforderungen heißen und in der Bauprodukteverordnung 2011 durch eine siebente ergänzt worden sind, die sich allerdings erst langsam herumspricht: Bauwerke müssen rezyklierbar, dauerhaft sein und es müssen umweltverträgliche Rohstoffe und Sekundärbaustoffe verwendet werden. Wesentliche Eigenschaften von Wandbildnern sind bzw. betreffen heute als technisch-funktionale Eigenschaften:

Festigkeit, Wärmeschutz (winterlicher und sommerlicher!), Schallschutz, Feuchteschutz, Brandschutz; künftig weiters Dauerhaftigkeit, Kreislauffähigkeit, stoffliche und energetische Ressourcenschonung Emissionsarmut und Gesundheitsschutz etc. Die Kombination aller jeweils relevanten technisch-funktionalen Eigenschaften gestaltet sich wegen des meist hohen Anforderungsprofils schwierig, aber nicht unmöglich. Die Kreislauffähigkeit (also Demontierbarkeit, Trennbarkeit, Rezyklierbarkeit) ist bei monolithischen Baustoffen / Bauprodukten durch den fehlenden Trennungsaufwand wesentlich erleichtert. Die heute meist zu beobachtende Materialvielfalt von Bauprodukten verbunden mit dem schrankenlosen Einsatz von Werkstoffverbunden macht eine wirtschaftliche Aufbereitung unter den aktuellen Rahmenbedingungen in der Regel unmöglich. Dazu sind – jedenfalls in Österreich – die Preise insbesondere für mineralische Primärbaustoffe zu niedrig.

FAZIT

Unabhängig davon, wie man zu verschiedenen Intentionen der Europäischen Kommission auch stehen mag, die Vorgaben der europäischen Politik zur Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung auch im Bauwesen sind klar: Energieeffizienz in allen Bereichen (nicht nur im Betrieb von Gebäuden, auch in der Herstellung von

Bauprodukten), Kreislaufwirtschaft, Schadstoffarmut und Lebenszyklusorientierung.

Neben Richtlinien und Strategien (Abfallrahmenrichtlinie, Endenergieeffizienzrichtlinie, Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa, u.v.a.m.) setzt auch die "neue" Bauproduktenverordnung mit der Grundanforderung "nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen" einen rechtlich verbindlichen Rahmen, auch wenn dieser noch nicht in vollem Umfang gelebt wird. Ein harmonisiertes Regelwerk legt den Rahmen und die Methoden zur Bewertung der ökologischen, ökonomischen und sozialen Nachhaltigkeit fest, wie z.B. mit der EN 15804 "Umweltproduktdeklarationen". In jüngster Zeit versucht die Europäische Kommission überdies, einen einheitlichen Rahmen für die Bewertung der Umweltwirkungen aller Produkte (nicht nur von Bauprodukten) zu etablieren, den "PEF – Product Environmental Footprint".

Monolithische Bauprodukte und Bauweisen punkten in diesem Kontext mit geringer Materialvielfalt, Vermeidung von Stoffverbunden und verbesserter Rezyklierbarkeit. Erschwert wird allerdings die Erreichung aller Anforderungen in einem Bauteil, doch ist die Frage zu stellen, ob dies wirklich immer notwendig und sinnvoll ist. In diesem Zusammenhang drängt sich immer wieder die Frage auf, ob es Sinn

macht, die Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle mit großem Materialeinsatz nahezu auf Null zu reduzieren oder mit reduzierten Konstruktionen in Verbindung mit aktiver und passiver Solarenergienutzung eine ganzheitlich effiziente Lösung zu suchen. Ganz im Sinne des Prinzips von Vilfredo Pareto: 80 % des Ziels mit 20 % des Aufwands.

Die (Weiter-)Entwicklung von monolithischen Baustoffen, Produkten und letzten Endes Bauweisen erfordert einen frühzeitigen Dialog von Architekten, Bauingenieuren, Bauprodukteherzeugern und Verbänden unter Einbeziehung betroffener Sparten wie z.B. der Recyclingwirtschaft.

ARCHITEKTUR

134

Robert Kalb

MONOLITHISCHE SYMBIOSE VON
TRADITION & MODERNE

144

Marcus Stevens

DIE UNERWARTETE LEICHTIGKEIT
DES S(T)EINS

154

Claudia Volberg

HAUS M.
DIE EINFACHHEIT DES SEINS

164

Ulrike Tinnacher

HAUS T.
DÄMMBETON AM WEINBERG

174

Claudia Gerhäuser

ELEFANTENHAUT
NEUAPOSTOLISCHE KIRCHE WIEN
PENZING

182

Marisol Vidal

EIN URBANER FINDLING
DAS VOLTA ZENTRUM BASEL

188

Tim Lüking

ZEITGEMÄSSES LOW-TECH

MONOLITHISCHE SYMBIOSE VON TRADITION & MODERNE
DAS ETWAS ANDERE HOLZHAUS IN KÄRNTEN

Robert Kalb

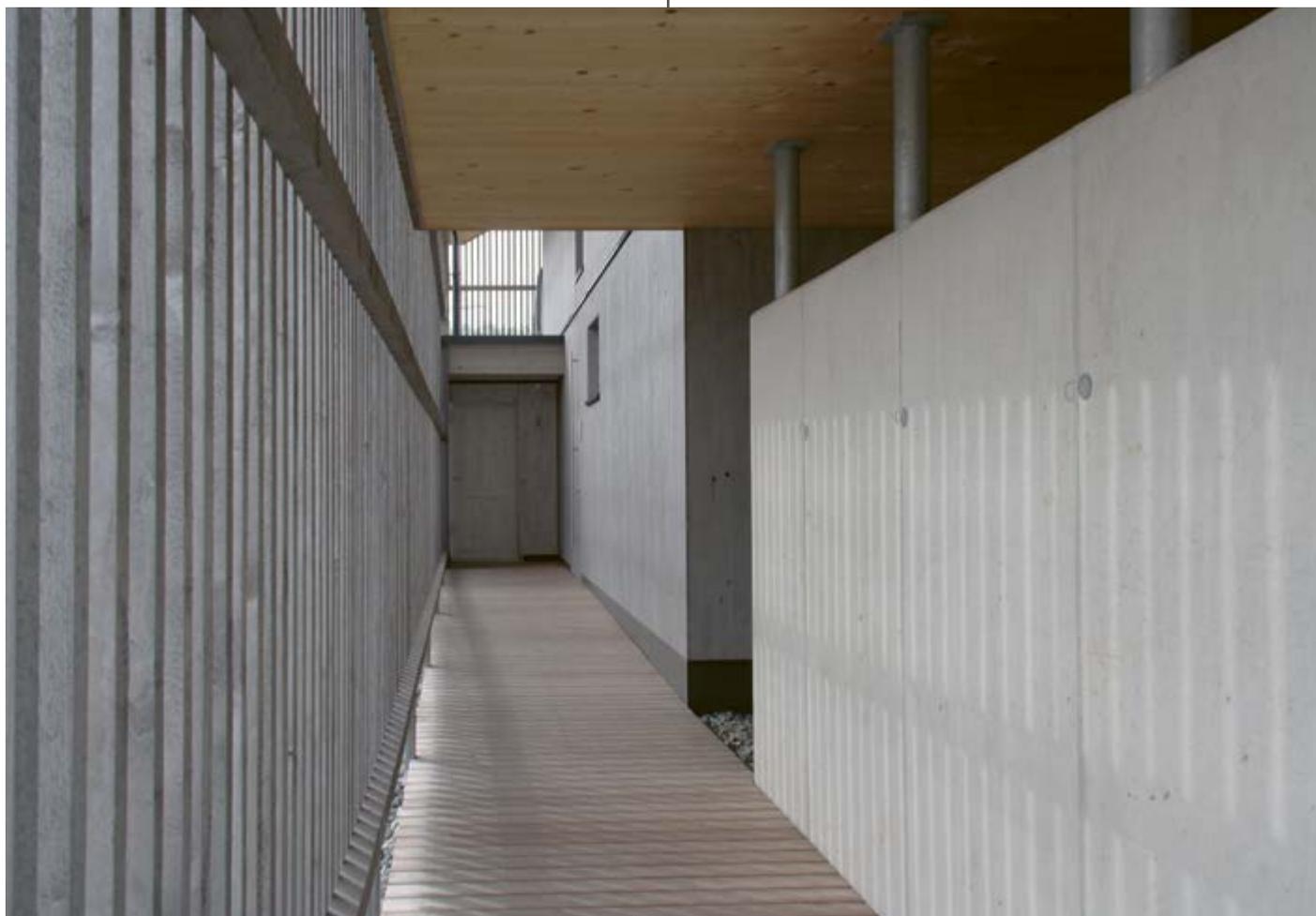


Abb. 47: Eingangsbereich des Hauses mit Lichtspiel durch die vorgesetzte Lärchenholzfassade



Abb. 48: Blick vom Eingangsbereich auf die Treppe

Wenn von monolithischen Außenwänden gesprochen wird, entstehen in der Regel zuerst Assoziationen mit den Baustoffen Leichtbeton, Ziegel oder auch Lehm. Das liegt nicht zuletzt am Wortursprung: mono lithos – der eine Stein. Erweitert man den Begriff jedoch für homogene Bauteile, wird sehr schnell deutlich, dass der Baustoff Holz unbedingt eine nähere Betrachtung erfahren sollte. Auch in diesem Bereich finden Entwicklungen zu einschichtigen Außenwandkonstruktionen statt.

Das Einfamilienhaus von Familie W. in monolithischer Holzbauweise ist so ein Haus. Es ist für fünf Personen ausgelegt und verbindet Tradition und Moderne in einer ausgewogenen Symbiose. Als Prototyp für ein neues Holzbausystem der Firma Stora Enso wird es von verleimten Brettsperrholzelementen (CLT) bestimmt. Wichtig für die Bauherren war vor allem ein individuelles Design, welches auf eigenen Ideen basierend in enger Zusammenarbeit mit dem Architekten Mario del Carlo umgesetzt wurde. So sollte ausreichend Platz für die gesamte Familie vorhanden sein und ein offenes, freies Wohngefühl vermittelt werden. Es entstand ein zweistöckiges Gebäude ohne Unterkellerung. Angeschlossen wurden eine Garage und Abstellräume. Diese drei Teile wurden durch eine vorgesetzte Lamellenfassade verbunden, die außerdem für die nötige Privatheit sorgt. Im Februar

2015 bezogen das Ehepaar und seine drei Kinder das Haus in Klagenfurt-Viktring.

MODERNER HOLZBAU

Holz erlebt in letzter Zeit eine Renaissance. Die moderne Zeit hat viele neue Möglichkeiten zur Konstruktion und Verarbeitung dieses schon seit Jahrhunderten bekannten Werkstoffes hervorgebracht. Deswegen wird Holz inzwischen nicht nur für Scheunen oder Almhütten verwendet, sondern auch für die unterschiedlichsten Typologien, wie Museen, Sporthallen, Universitätsgebäude, bis hin zu Kindergärten, Schulen und natürlich nach wie vor Einfamilienhäusern. Einige Vorteile der Verwendung von Holz liegen auf der Hand, wie zum Beispiel die gute CO₂-Bilanz, dass es sich um einen nachwachsenden Rohstoff handelt und er in den meisten Gegenden unserer Erde verfügbar ist. Tatsächlich bietet Holz viele Vorteile, kann mit den konventionellen Aufbauten mithalten oder sie sogar übertreffen. Im Brandfall bildet Holz (wenn es als Vollholz eingesetzt wird) eine natürliche brandhemmende Schicht. Durch dieses Verhalten ist es bereits jetzt möglich F180-Wände herzustellen. Auch das bauphysikalische Verhalten ist in vielen Bereichen positiv. So kann Holz geringe Mengen an Tauwasser aufnehmen und es langsam wieder abgeben und hat dabei einen höheren Dämmwert als konventioneller Ziegel oder Beton. Zudem wird es gleichzeitig als



Abb. 49: Die zwei Ebenen der Fassade: die tragende und dämmende Massivholzwand aus Brettsperholz und davor liegend die offene Lärchenholzschalung für Witterungs- und Sichtschutz

Dämm- und Konstruktionsstoff verwendet. Ein Großteil von Projekten im Holzbau wird nach wie vor als Holzrahmenkonstruktion ausgeführt, wobei der Anteil der Vollholzkonstruktionen jedoch zunimmt. Dabei ist nicht mehr von der klassischen Blockhütte die Rede, vielmehr werden mehrere Lagen durch unterschiedlichste Techniken (leimen, nageln, dübeln) zu einem ausgesteiften Wand- oder Deckenelement kombiniert. Das hier vorgestellte Projekt ist ein Prototyp für diese Bauweise.

HAUSFÜHRUNG

Die Erschließung des Hauses erfolgt trockenen Fußes durch einen Gang, welcher vom Carport hinter den Lamellen zum Eingang führt. An den Eingangsbereich schließt sich rechter Hand die Garderobe, ein Technikraum und das WC an, die vom Wohnbereich abgetrennt sind. Des Weiteren befindet sich im Erdgeschoss das Wohnzimmer und die Küche mit Essbereich. Durch beide gelangt man in den im hinteren Teil des Grundstückes gelegenen Garten mit überdachter Terrasse und Abstellräumen. Das Obergeschoss besteht aus dem Elternschlafzimmer mit Zugang zum Balkon sowie einem Bad und den beiden Räumen für die Kinder, die ebenfalls einen Balkon haben. Der Zwischenraum an der Giebelseite zum Balkon bzw. im Bereich der Terrasse wurde genutzt, um dort eine Schaukel zu befestigen. Wie bei den Fenstern ist hier die vor-

gesetzte Fassade ausgespart. Dies dient der nötigen Belichtung des Innenraumes. Durch zusätzlich angebrachte Schiebeelemente könnte in Zukunft der Lichteinfall reguliert und der Entwurf abgerundet werden.

SICHTBARE HOLZKONSTRUKTION INNEN & AUSSEN

Die Lamellen der vorgesetzten Fassade werden als äußere Schicht zu einem wesentlichen Bestandteil des Entwurfes. Sie ermöglichen eine reduzierte Gebäudeform und ziehen durch die durchgehende Verwendung die einzelnen Baukörper zu einem Objekt zusammen. Einen Reiz üben sie in der Dunkelheit aus, wenn sie das Licht der Fenster weichzeichnend in die Fassade übertragen. Durch diese Verbindung von Gestaltung und konstruktiver Notwendigkeit zu einem stimmigen Gesamtkonzept findet sich die monolithische Bauweise im Detail wie auch im Gebäudekörper wieder.

Der Innenraum wird wie der äußere Hülle ebenso vom Thema Holz bestimmt. Verkleidete und Holzoberflächen wechseln sich im Inneren ab, sodass das Holz eine starke Wirkung entwickelt. Der warme Eindruck des Holzfußbodens wird durch die Fußbodenheizung verstärkt. Auch das Interieur fügt sich nahtlos in den Innenraum ein. Dies wird im Bereich der Küche deutlich, welche schlichte, moderne Funktionalität und Design ausstrahlt, wodurch sich auch hier



Abb. 50: Ansicht des Einfamilienhauses bei Tag



Abb. 52: Ansicht des Einfamilienhauses bei Nacht

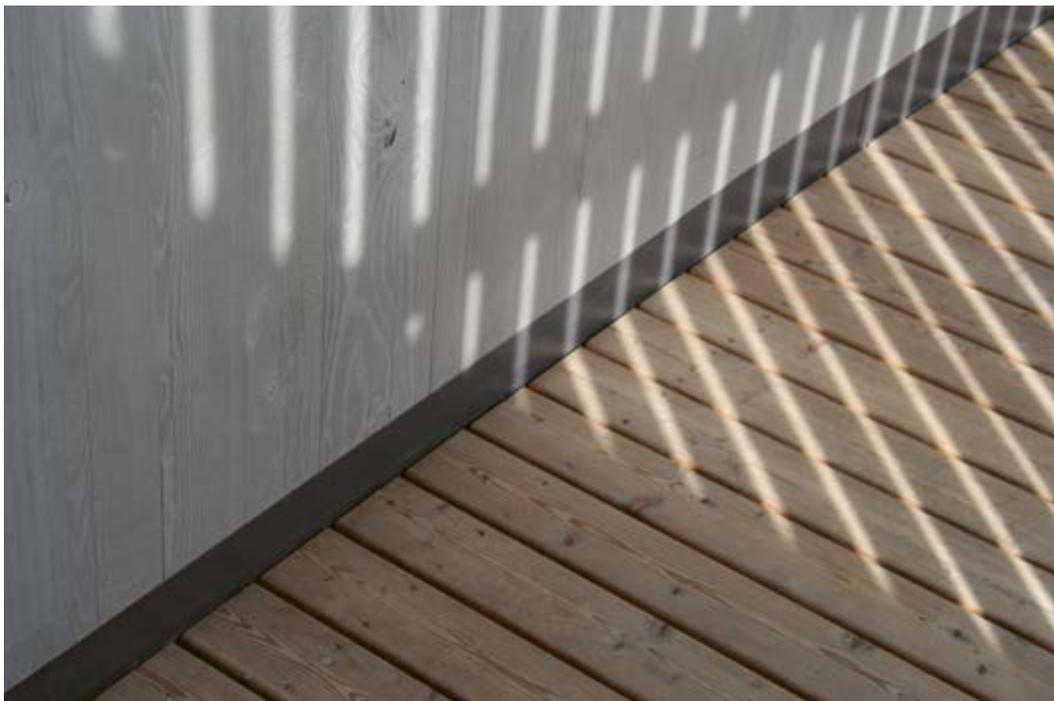


Abb. 51: Schattenwurf der Lärchenholzfassade im Eingangsbereich

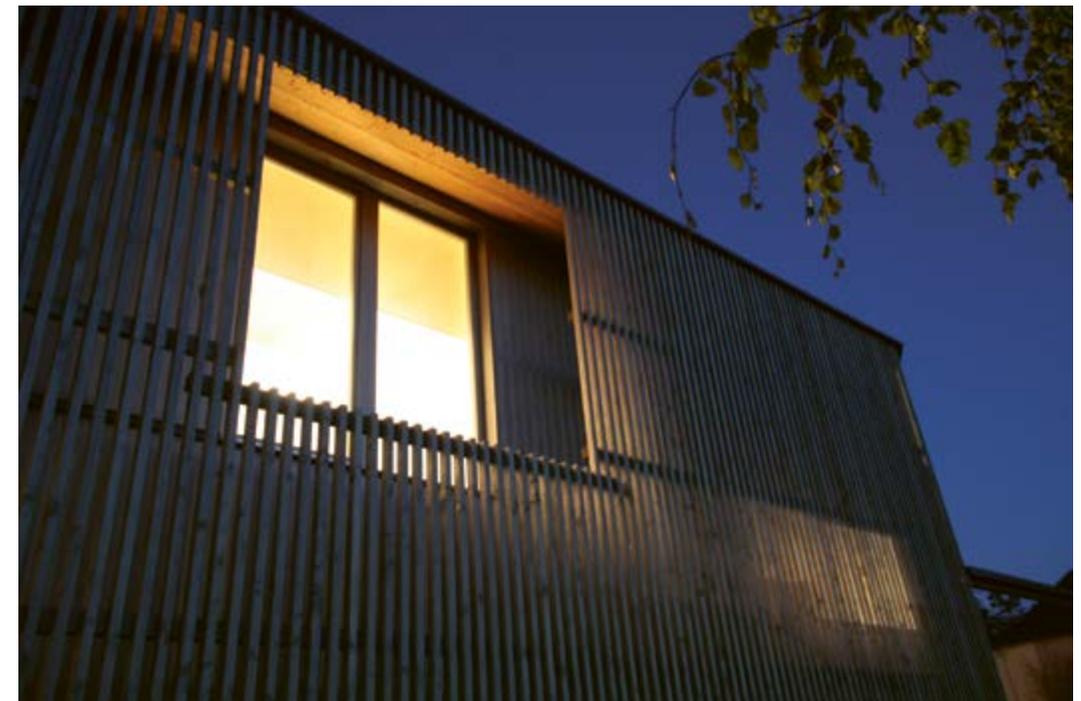


Abb. 53: Lichtspiel in der äußeren Fassadenebene durch beleuchtete Fenster in der inneren Fassadenebene



Abb. 54: Die Lärchenholzlatung als äußere Fassadenebene zieht den Baukörper zusammen und gibt ihm gleichzeitig eine Tiefe in der äußeren Schicht



Abb. 55: Grundriss Erdgeschoss (links) und Obergeschoss (rechts)

die monolithische Gestaltung wiederfindet. Durch das Verleimen von mehreren Holzlagen wurden ausgesteifte Wand- und Deckenelemente im Werk vorgefertigt. Diese wurden 2014 auf dem Grundstück von drei Zimmermännern und drei Mitgliedern der Bauherrenfamilie mit Winkeln auf der Bodenplatte befestigt. So waren insgesamt nur sechs Personen für die Errichtung des Rohbaus nötig. Innerhalb von vier Tagen war das Gebäude luftdicht.

Um den Wandelementen eine hohe Stabilität zu verleihen, wurden etagenhohe Fenster und Türen verwendet. Es war also nicht nötig mit Aussparungen in den Elementen zu arbeiten, da diese einfach von einer Öffnung zur nächsten reichen.

Dem traditionellen Holzbau folgend kommt ein Satteldach zum Einsatz. Die typischen überstehenden Sparren wurden mit Hilfe der vorgesetzten Fassade (Abstand zwischen 70 cm und 130 cm) verbunden und so kaschiert. Die Lamellen der vorgesetzten Fassade schützen die eigentliche Außenwand vor Regen und anderen Witterungseinflüssen und gehören damit zum konstruktiven Holzschutz. Die Dachentwässerung erfolgt über Kastenrinnen, welche für den Betrachter unsichtbar angebracht sind.

Mit 28 cm erscheinen die Außenwände verhältnismäßig dünn und erreichen dennoch einen U-Wert von $0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$. Es zeigt sich wieder, dass Holz sowohl ein guter Konstruktions- als auch Dämmstoff ist. In Kombination mit einer zusätzlichen Zellulosedämmung wird im Dachbereich sogar ein U-Wert von $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ möglich. Insgesamt erreicht das Gebäude nach den Planungen im Energieausweis jeweils die Note B (HWBSK, PEBSK, CO₂SK, fGEE), wodurch das Haus nicht gefördert werden konnte. Inzwischen hat das Haus eineinhalb Winter hinter sich. Die vereinzelt vorhandene anfängliche Skepsis ist gewichen, denn es hat sich herausgestellt, dass es wie prognostiziert funktioniert. Der Heizwärmebedarf und damit die Heizkosten blieben im berechneten Rahmen.

HARMONISCHES GESAMTKONZEPT

Dieses Wohnhaus spiegelt den Trend des monolithischen Bauens im modernen Holzbau wider und zeigt, dass sich Tradition und Neuentwicklungen widerspruchlos verbinden lassen. Das Konzept der monolithischen Bauweise wird in diesem Projekt nicht nur im Detail, sondern auch in der Außen- und Innengestaltung konsequent angewandt und schafft damit ein stimmiges Design als Beispiel für modernes Wohnen mit traditionellen Wurzeln.

DIE UNERWARTETE LEICHTIGKEIT DES S[T]EINS
DAS HAUS S48 IN GRAZ UND SEINE RÄUMLICHE ENTFALTUNGSTAKTIK

Marcus Stevens



Architektur *Feyerlik / Fritzer*
Standort *Graz (A)*
Fertigstellung *2014*

Abb. 56: *Haus S48 in Graz – Ansicht Straßenseite*



Abb. 57: Gartenfassade Zubau

Der Monolith oder Ein-Stein: massiv, schwer, ruhend, kompakt, körperlich. Bilder werden wach: Eindrücke einer Architektur des Erdigen wie die Lehmstrukturen von Ghadames oder der erhabenen Architektur ägyptischer Pyramiden, der kargen Architektur steinerne Rustici im Tessin oder des trutzig Wehrhaften eines Comlogans Castle. Steinerne Schichtungen, auf dem Boden lagernd: das Monolithische birgt das Archaische und findet seit der Moderne eine materielle Entsprechung in der Vorliebe von ArchitektInnen für den Baustoff Beton. Man denke an Bo Bards Centro Deportivo, Le Corbusiers Kirche in Ronchamp, Märklis Museum La Congiunta, Böhms Kirche Maria Königin des Friedens oder Zumthors Bruder Klaus Kapelle. Auch wenn der Beton mehr leisten kann, so sind es gerade seine inhärente Plastizität und das Poché, in dem Negativ und Positiv ein Vexierbild desselben Volumens bilden, die zu massiven, dem Grund verhafteten Körperskulpturen reizen.

Eine unerwartete Umkehrung dieser Vorstellung haben jüngst die Architekten Feyferlik / Fritzer mit der Hauserweiterung S48 in Graz realisiert; und zwar unter Verwendung eines Betons, der paradigmatisch für die aktuelle Wiederentdeckung des monolithischen Bauens in Zeiten bildhafter Oberflächen und mehrschichtiger Wandsysteme steht: dem Dämmbeton. Ausgangspunkt des Projektes war die Suche

eines Grazer Bauherrenpaares nach adäquatem Wohnraum. Obwohl ursprünglich eine Altbauwohnung anvisiert wurde, fiel der Blick unerwartet auf ein kleines, verlassenes Grundstück in zentraler Innenstadtlage. Mit einem geradezu winzigen Vorstadthäuschen hatte es vor allem durch ein Servitut ein einschneidendes Manko. Allein der verwilderte Garten, welcher durch jenes Servitut vom Haus abgeschnitten wurde und als Gsettn sein Dasein fristete, bot trotz seiner Enge einen Hauch von Raumpotential. Wie könnte man diesen Garten mit dem Bestandshaus wieder zusammenknüpfen und so einen qualitätvollen Wohnraum schaffen? Diese Frage bildet den gedanklichen Grundstein des Projektes und fand seine konzeptuelle Antwort in der Kombination von situativer "As Found"-Pragmatik, dem Prinzip des Schwebens und der Herstellung eines raumhaltigen Probestückes. Entstanden ist ein Entfaltungsspiel, bei dem Raumstruktur und Technologie örtlich ineinandergreifen. Das Bestandshaus, erbaut in den 30er Jahren des 20. Jh. und immer wieder ergänzt, bot auf einer Grundfläche von 50 m² nur wenig Platz für die gewünschte Doppelnutzung mit Wohnen und Arbeiten. Als bestehende Raumressource wurde es von den Architekten allerdings sine qua non akzeptiert. So verlangte die Wohnidee des Bauherrenpaares von einer gründerzeitlichen Altbauwohnung mit ihren typischen enfiladeartigen Raumkonfigurationen und



Abb. 58: Dämmbetonwand und Oberlichter

großzügigen Höhen nach einer Raumerweiterung mittels Zubau im Gartenbereich. Um dies zu ermöglichen, war – durch das Servitut bedingt – ein architektonisches Manöver nötig. Ein angesetzter Erker im Obergeschoss des Bestandes eröffnete dafür eine überraschenderweise bereits angelegte Anschlussoption, um den Servitutsweg in der Höhe zu überwinden und so den Wohnraum in den Gartenteil auszudehnen. Dieser pragmatischen „As Found“-Logik folgend wurde der nun vom Bestandshaus erschließbare Zubau konsequenterweise vom Gartengrund abgehoben und mit einer leichten Brückenkonstruktion in einer Ebene mit dem Obergeschoss angeschlossen. Damit konnte eine horizontale Entfaltung des Wohnraumes aus dem beengten Altbaukorsett im Sinne eines urbanen „flat-living“ ermöglicht werden: eine Transformation des Häuschens zur schwebenden Stadtwohnung.

Dieses Abheben der Wohnung wurde architektonisch durch eine massive, homogene Ausbildung des Zubaus in Sichtbeton überhöht. Hierin liegt die eigentliche tektonische Spannung der Erweiterung. So entsteht vom Straßenraum der überraschende Eindruck eines über dem Gelände schwebenden Steins. Tatsächlich wird dieser Eindruck verstärkt durch das beinahe Verschwinden der Gründungselemente, indem sie in ihrer reduzierten Ausbildung, be-

stehend aus zwei filigranen Betonschotten und einer V-förmigen Stütze aus Stahl, weit unter den Körper geschoben werden, so dass sie geschickt in der Geländetopographie abtauchen. So wird dem massiven Betonkörper eine unerwartete Leichtigkeit verliehen und die geschulten Wahrnehmungsmuster irritiert, indem plötzlich Erfahrungen von Schwere und Leichtigkeit verkehrt werden. Es ist diese architektonische Geste des Hauses, die en passant zum Staunen und Schauen anregt und so mit dem Kontext in Dialog tritt.

Gleichzeitig entsteht dadurch auch eine unerwartet reiche räumliche Verflechtung. So wird der Garten des Grundstücks durch das abgehobene Betonmassiv qualifiziert, welches die gesamte Fläche freihält und einen zwar gedrungenen, aber geschützten Außenraum bildet. In der Möglichkeit des geduckten Unterlaufens wird das Schweben des schweren Steins nochmals räumlich erfahrbar. Die erhöhte Lage des Gartens zum Straßenraum wiederum bildet eine topographische, aber keine visuelle Grenze und vernetzt Grundstück mit Stadtraum. Unterhalb der Verbindungsbrücke zwischen Bestand und Zubau werden Servitutsweg und Stellplatz zur quasi halböffentlichen Verteilerzone, indem auf Straßenniveau die Asphaltfläche in das Grundstück hineinläuft. Einzige Barriere zum Privaten bildet auch hier nur der Höhenversatz durch



Abb. 59: Blick in den Garten aus dem Wohnbereich im Zubau

eine 1 - 1,5 m hohe Natursteinwand sowie eine massive Freitreppe. Visuell gleitet der Blick bis in den Garten hindurch und eine weitere Abstufung zum Privaten wird lediglich subtil durch den Einsatz von Holzbelägen gekennzeichnet. So zweigt eine leichte, durchlässige Stahltreppe mit Holzstufen von der Verteilerzone ab und führt über eine Wendung direkt auf die Brückenkonstruktion, die als Veranda und Küchenbereich sowohl das strukturelle als auch programmatische Bindeglied des Wohnraums zwischen Bestand und Zubau sowie innen und außen bildet.

Hier offenbart sich die durch den schwebenden Zubau gewonnene räumliche Weite der Wohnung. Denn im Gegensatz zum äußeren Erscheinungsbild, welches sich als additive Komposition artikuliert, verflüssigen sich die Teile im Innern zu einem räum-

lichen dynamischen Kontinuum und entfalten eine großzügige Raumsequenz, die nur noch in der Ausprägung der Oberflächen und Größe der Öffnungen zwischen Altbau und Neubau differenziert. Der schwebende Zustand des Wohnraums wird dabei unterstützt durch großflächige Verglasungen in Richtung Garten sowie einen Ganzglaserker im Bestand, der den Wohnraum punktuell in die Straße erweitert. Die räumliche Entfaltung erreicht ihren Höhepunkt in der Öffnung des schwebenden Zubaus über raumhohe Verglasungen zum Garten und erweitert den Wohnraum optisch über die rückseitige Grundstücksmauer hinweg bis in den benachbarten Schulpark. Lediglich eine niedrige Sitzbrüstung aus Holz bindet den Raum ab, der ansonsten auch im Innenraum die Massivität des Betons fortführt. Um diese Massivität des Zubaus noch authentischer und die Irritation des leichten

Stein noch perfekter zu machen, ließen sich die Architekten auf den Versuch ein, den Körper wirklich monolithisch zu fakturieren, indem sie ihn weitestgehend (bis auf Decke und Boden aus budgetären Gründen) als Dämmbetonkonstruktion ausbildeten. Eine bis dato außer in der Schweiz kaum realisierte Bauweise, bei der einem Leichtzement Zuschläge wie Blähton, Schaumglas oder Sinterasche beigemischt werden und der Beton wärmedämmende Eigenschaften erhält. Ein hybrider, gefügedichter Baustoff entsteht, der Statik, Witterungsschutz und eben den in unseren Breiten geforderten Wärmeschutz vereint. Die dadurch erhöhten Wandstärken unterstützen so auch den monolithischen Charakter. Dabei griffen die Architekten auf ein früheres, nicht realisiertes Projekt zurück, den Pfarrsaal Mariazell, für den bereits Materialproben in Dämmbeton erstellt worden waren. Da bereits diese Proben vor Ort die Sensibilität des Materials in Bezug auf seine Verarbeitung zeigten, entschlossen sich die Architekten experimentierfreudig die Gelegenheit zu nutzen und das Projekt S48 quasi als weitere Musterstellung zu antizipieren.

Tatsächlich stellt das Haus aus heutiger Sicht, neben einem weiteren Wohnhaus in Oberösterreich, ein Pionierprojekt dar, bei dem sich der Materialversuch als wichtiger Lernprozess erwiesen hat. Denn

während man in Mariazell mehr auf das Schalungsbild achtete, zeigte das Material beim Bau des S48 seine stoffliche Komplexität. Trotz der Einbindung zweier Experten, darunter ein Schweizer, der schon für Peter Zumthor Betone entwickelte, gab sich das Material unberechenbar. Zum Einsatz kam auf Empfehlung der Experten eine Technolit-Dämmbetonmischung mit Technopor-Glaschaumgranulat und Kalksteinmehl. Zweimal musste betoniert werden, denn beim ersten Versuch ließ sich der Beton nicht korrekt einbringen. Die Gründe sind durchaus komplex.

So kann es schon beim Transport des Betons zu Reibung der Granulate kommen, der die wärmedämmenden Eigenschaften verändert; durch die geringe Dichte der Leichtzuschläge entstehen Entmischungsphänomene und bei falschem Timing bindet der Beton zu früh ab, so dass trotz Flächenrüttlung und niedriger Schüttlage keine entsprechende Verdichtung möglich ist. Schlussendlich war es eine ungeeignete Bewehrungslage, bei der die Granulate zwischen den Stahlstäben hängen blieben. Beim zweiten Versuch war das Einbringen erfolgreich. Allerdings verklebten Abschnitte der Betonhaut aufgrund der hohen Hitzentwicklung mit der Kunststoffoberfläche der Schalung zu einem etwas ruppigen Schalbild. So dokumentiert das jetzige Ergebnis auch einen Lernprozess



Abb. 60: Blick vom Wohnbereich durch den Küchen- und Eingangsbereich in das Wohnzimmer im Bestandsgebäude

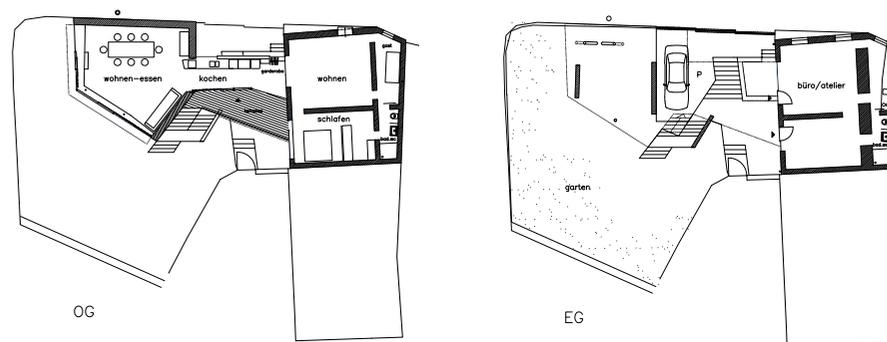


Abb. 61: Grundriss Obergeschoss und Erdgeschoss

und zeigte, dass der Teufel hier nicht im Detail, sondern im Material steckt. Der unperfekte Charakter der 45 cm starken Dämmbetonwände unterstreicht in seiner Rauheit das Monolithische und macht schlussendlich die Irritation des Schwebens erst glaubhaft. Nähert man sich diesen Wänden, wird jedoch der Unterschied zum normalen Sichtbeton deutlich in der porösen Sichtbeton in der porösen Oberfläche deutlich, welche mit ihrer erdigen Tönung eine warme Raumatmosphäre ausstrahlt, die auch akustisch wirksam ist.

So beweist das Haus S48 im Zusammenspiel von Raumstruktur und Technologie auf unpräzise Art, dass das Bauen mit Dämmbeton nicht primär an tradierte Bilder von Felsgestein anknüpfen muss, sondern es im Sinne seiner stofflichen Natur auch lohnt, über die Qualitäten des Leichten in Bezug auf das monolithische Bauen nachzudenken. In einem Interview sagte der Schweizer Architekturlehrer Luigi Snozzi einst: „Ein guter Architekt lügt, Probleme, ..., lässt er verschwinden“¹. In diesem Sinne besitzt das Haus S48 auch etwas Mieseanisches: die Herausforderung von Sehgewohnheiten und die unerwartete Leichtigkeit des S(t)eins.

¹ Interview Luigi Snozzi in der Bauwelt, Ausgabe 10/2011, Bauweltverlag, S.30-35

HAUS M.
DIE EINFACHHEIT DES SEINS

Claudia Volberg



Abb. 62: Lage Haus M. im Garten



Abb. 63: Innenansicht Obergeschoss

“Der sich verändernde Aggregatzustand eines Materials – wer wäre nicht schon dieser Magie erlegen? Flüssiges wird fest, gelenktes Fließen gerät zum Monolithen.”¹

Die Faszination für diese Eigenschaft von Stahlbeton und damit verbundene Möglichkeiten bewegt Architekten und Ingenieure seit seinen Anfängen. Neben einer bis in die 1990er Jahre hineinreichende negative Rezeption von Sichtbeton im Wohnbau konnten die einschichtigen Aufbauten aus Beton bereits ab Mitte der 1970er Jahre aufgrund steigender bauphysikalischer Anforderungen nicht mehr ausgeführt werden. Nach dem Revival des Sichtbetons konnten die erhöhten Anforderungen nur über eine Mehrschichtigkeit bzw. Mehrschaligkeit erreicht werden. In den letzten Jahren wird allerdings der Ruf zu einer Abkehr vom “Einpacken” der Gebäude anhand von Dämmung immer lauter. Dies geht mit einem steigenden Bewusstsein für die Notwendigkeit einer Rückbesinnung zu einer einfachen, logischen und gleichzeitig sinnlichen Architektur einher, die für ressourcenschonendes und langfristiges Bauen steht. Dieser Paradigmenwechsel führte unter anderem zu einer intensiven Forschung im Bereich des Dämmbetons, um in einer Schicht und durch ein Material die Vielfalt an technologischen Anforderungen erfüllen zu können. Die neusten Entwicklungen in diesem Bereich ermöglichen zumindest den

Einsatz von Dämmbetonwänden aus “einem Guss”, die monolithische Bauweise in ihrer Massivität darstellen. Dem einschichtigen Aufbau entsprechend müssen Detailpunkte der Anschlüsse neu und kohärent mit den Eigenschaften und Merkmalen des Monolithischen entwickelt werden. Es mag trotz eines Paradigmenwechsels gegenüber Sichtbeton weiterhin eine ambivalente Haltung in der Gesellschaft bestehen, aber unumstritten steht monolithisches Bauen in Sichtbeton nach wie vor für das Kompakte und Solide.

Dass – wie oftmals angenommen – diese Faszination für die Formsprache von Beton nicht nur von den Architekten ausgeht, zeigt das Projekt Haus M in Graz. Hier war es die Bauherrschaft, die mit der Vorstellung des Monolithischen des Sichtbetons für ein eigenes Haus an die Architekten von projektCC herantrat. Für sie war die Schlichtheit und gleichzeitige Präsenz ihres neuen Hauses ein wichtiger Aspekt in ihrem Verständnis von Eigenheim. Die Vorstellung erweckt Bilder von Vitruvs Beschreibung der Urhütte als eine “konstruktive Einfachheit und natürliche Sinnlichkeit”².

Die Parzelle des Hauses liegt im nordöstlichen Grazer Stadtteil Ries. Hier schließen Wald, Felder und Wiesen an die dichte Stadtbebauung an, die sich nach und nach in die ländliche Struktur des Hügellandes

der Südoststeiermark auflöst. Dieser Übergangsbereich zwischen Stadt und Land bildet den Kontext für Haus M.

Aufgrund der Zentrumsnähe und dem hohen Naherholungswert entwickelte sich dieser Teil von Graz zu einem sehr beliebten Wohngebiet. Die im Laufe der Jahre sehr heterogene Baustruktur zeigt neben bunten Einfamilienhäusern aus der Gartenstadtbewegung, Bungalowbauten der 1960er Jahre, Holzhäusern der 1990er auch Neubauten mit roter Putzfassade und runden Betonstützen. Die einzige Gemeinsamkeit ist die Positionierung der Baukörper an der Straßenflucht, die zum einen das Gebäude in den Vordergrund stellt und zum anderen die Abschottung des Gartens bewirkt. Ein Grundstück bricht jedoch aus dieser Anordnung heraus. Hinter einem alten Baumbestand, am Hang angeschmiegt, fast nicht wahrnehmbar, liegt Haus M von projektCC. Unpräzise steht es inmitten der Vegetation und doch selbstbewusst und präsent im Potpourri der umliegenden Bebauung.

Inmitten dieser heterogenen Bebauung wirkt der rechteckige Körper aus Sichtbeton „beruhigend neutral“³. Über seine plastische Formensprache, die im Gegensatz zur Vegetation und Topografie steht, wird eine Spannung aufgebaut, die Volumen und Topografie hervorhebt: „Wie ein Monolith,



Abb. 64: Tiefe Fensterlaibung in monolithischer Bauweise

der auf der auf Wiese zu liegen kam“, wie Architekt Harald Kloiber von projektCC es treffend beschreibt.

Die Positionierung des Gebäudes scheint wie selbstverständlich; erst bei näherem Studieren der Parzelle wird die fast unmöglich zu lösende Aufgabe bewusst, da das Gelände zum einen konkav geneigt und zum anderen lang und schmal geschnitten ist. Die einzuhaltenden gesetzlichen Abstandsgrenzen verschärfen die Bedingungen zusätzlich. Jedoch verfügt das Grundstück gleichzeitig über eine optimale Ausrichtung, einen bemerkenswerten alten Baumbestand und einen einzigartigen Blick auf die Hügel des Leechwaldes. Für projektCC liegt hierin die Besonderheit und somit der Hauptfokus des Projektes: das Erleben und Eintauchen in die Landschaft. Durch die Wechselwirkung von Aus- und Einblick in die Landschaft – ob in den nahen Garten oder weiter entfernt liegenden Wald – wird über die Architektur das Spezifische des Ortes bewusst gemacht.

Die Gebäudeorganisation, die Schichtung und Verteilung der Nutzungsebenen erfolgt anhand der Blickbeziehungen mit dem Außenraum.

Bereits das Beschreiten des Weges, der von der Straße durch den Garten hinauf zum Haus führt, macht ein erstes Erleben der Landschaft möglich. Die Längsausrichtung des Baukörpers ist zum einen eine logische Konsequenz aus der schmalen rechteckigen Form der Parzelle und zum anderen ermöglicht sie Blickbeziehungen aus und in das Haus herzustellen. Der Körper wächst aus dem Hang heraus, was über ein Passieren des Gebäudes an seiner westlichen Längsseite zum Betreten des Gebäudes erlebbar wird. Der Eingang auf der Westseite wird durch eine horizontale Scheibe, die gleichzeitig das Vordach bildet, artikuliert. Im unteren Geschoss, über das das Gebäude betreten wird, liegen die Schlaf- und Arbeitszimmer mit nach Westen und Osten in den Garten ausgerichteten Fenstern. Im hinteren Bereich schmiegen sich Abstellräume in den Hang hinein. Zwischen die beiden Schichten im Norden und Süden ist ein Eingangsbereich geschaltet, der seitlich über raumhohe Schrankelemente abgegrenzt wird. Im Osten und Westen – wo sich die Eingangstür befindet – lassen große raumbreite Glasfronten den Garten im Inneren erleben und geben einen Teil des Innenlebens des Hauses

preis. In seiner Mitte befindet sich eine einläufige Betonfertigteiltreppe, die die vertikale Verbindung der beiden Ebenen herstellt. Visuell und räumlich wird diese Wahrnehmung über das Treppengeländer aus Eichenholz verstärkt, das als vertikale Scheibe ausgeführt wurde. Anhand einer Betonwand, die sich perpendicular zur Treppe in den Raum schiebt, wird die Bewegung durch das Gebäude gelenkt. Hinter dem Wandelement befindet sich nach Osten hin ein Nasszellenbereich. So wird der vordere Bereich freigespielt, um einen großzügigen Eingangsbereich zu schaffen. Diese T-Form der raumstrukturellen Elemente – Scheibe und Treppe – stellt die Verteilerzone im horizontalen sowie im vertikalen Sinne heraus und ist der Drehpunkt des Gebäudes.

Sind die unteren Räume in sich geschlossene individuelle Rückzugsbereiche, so ist der obere Bereich ein fließender offener Raum, der sich fast über die gesamte Fläche des Untergeschosses spannt. Hier befindet sich der Wohn- und Essbereich des Hauses. Die Küchenzeile und die Wandscheibe des Geländers der abgehenden Treppe zonen den Raum, ohne ihn zu teilen. Sie sind wie die Einbauten im Erdgeschoss aus geöltem Eichenholz. Der Bodenbelag des geschliffenen Estrichs wird in der Einheit mit den Betonoberflächen der Wände und Decken gelesen. Die Kombination



Abb. 65: Kontext des Hauses – im Hintergrund der Leechwald



Abb. 66: Blick von Ostseite des Gartens

der Holz- und Betonelemente spricht eine in sich schlüssige Sprache, die eine warme, nicht sterile Raumatmosphäre bildet. Aufgrund der Offenheit des Raumes sowie Einheit der Materialität wird ein Raumgefühl von Weite und Spannung vermittelt. Es ist ein Raum, der zum geselligen Miteinander, aber auch zur gemeinsamen Stille einlädt.

Die Ausgrenzung der heterogenen Bebauung der nahen Umgebung wird im Inneren zum einen über die relativ niedrige Raumhöhe und zum anderen über die Größe und Positionierung sowie Rahmung der Fenster aus geöltem Eichenholz, die so den Ausblick klar begrenzen, geschaffen. Auf der Süd- und Nordseite sind große Fensterfronten angeordnet, die fast die gesamten Stirnseiten des Raumes einnehmen, um einen weiten Blick auf den gegenüberliegenden Leechwald und in den Garten hinein zu bieten. Kleinere schmale Öffnungen in den Längsseiten lassen Licht von Westen und Osten her in den Raum fließen und richten das Auge gezielt auf den alten Baumbestand und die Blumenwiese.

Betreten wird der Garten über die Fensterfront im Süden. Eine Terrasse aus großformatigen Betonfertigteileplatten bildet einen stufenlosen direkten Übergang zu der dahinterliegenden Blumenwiese des Gartens. Aufgrund der massiven groben Platten, die die Sprache des Gebäudes sprechen als

auch ein Element des Gartenbaus sind, wird die Fläche der Terrasse als Übergangszone vom Volumen in die Topografie gelesen. Die Wahrnehmung des Körpers als eingeschossiger Kubus ermöglicht unterschiedliche Raumerlebnisse in der Bewegung durch den Garten und setzt das Gebäude in Dialog mit der Landschaft. Das Spezifische des Ortes wird über den Kontrast des Volumens zur Topografie lesbar. Das Zulassen eines wilden Gartens könnte nach Harald Kloiber diesen Gegensatz noch unterstützen. Die gewählte plastische schnörkellose Formensprache der Architektur lässt die Natürlichkeit des Gartens umso stärker hervortreten.

Das Projekt lebt von der Gratwanderung zwischen roh und geschliffen, zwischen natürlicher und künstlich hergestellter Struktur. Diesem Ansatz zufolge ist auch die Oberflächengestaltung der Wände und Decken ausgeführt worden. Aufgrund des monolithischen Ansatzes des Projektes wurden zwei unterschiedliche Betone mit verschiedenen statischen und bauphysikalischen Eigenschaften eingesetzt: die Wände aus Dämmbeton und die Decken aus roh belassenem Stahlbeton. Trotz dieser technologischen Verschiedenheit bilden sie in ihrer Materialität und Haptik eine Einheit.

Im Falle der Wände aus Dämmbeton wurde ein Schalungssystem aus Dokaplex-Platten



Abb. 67: Eingangsbereich mit Blick nach Westen

gewählt, um ein weniger grobes Erscheinungsbild der Wandflächen zu erhalten, was durch die genaue Festlegung der Schalungsfugen und Positionierung der Ankerlöcher unterstützt wurde. Von Seiten der Architekten war eine gröbere, weniger kunstfertige Betonoberfläche mit mehr Störungen angedacht gewesen. Doch das Resultat ist stimmig mit dem Gesamtkonzept, denn weiterhin wird die Aufmerksamkeit auf den zu okkupierenden und adaptierbaren Raum gelenkt. Die gute Zusammenarbeit mit dem Betonbauer und handwerkliches Können werden in der Betonqualität deutlich. Denn der Prozess des Verdichtens ist bei Dämmbeton aufgrund seiner Zusammensetzung ein komplexerer Vorgang. Die Schließung der Ankerlöcher durch eine Zementmischung, die mit dem Ton der Wand abgestimmt wurde, unterstreicht das Bestreben nach Einheitlichkeit im Wandbild.

Die Decken sind anhand der Zementbeimischung dem Ton des Dämmbetons der

Wände angeglichen, so dass ein ungeübtes Auge den Unterschied nicht wahrnimmt. Bei näherem Betrachten kann jedoch eine leicht rötliche Färbung der Deckenunterseite wahrgenommen werden. Es sind die Spuren einer Abfärbung der Armierung, die kein konstruktives Problem darstellten, aber nachträglich aus ästhetischen Gründen weitgehend abgeschliffen wurden. Ein "Fehler", der nur wieder bezeugt, dass Beton ein alchimistischer Prozess ist, dessen natürliche Reaktionen auch einen sehr geübten Baumeister überraschen und ratlos machen können. Doch genau diese kleine Imperfektion unterstreicht den Reiz des unfertigen Sichtbetons, gibt ihm ein spannendes Eigenleben, ohne zu dominieren. Die Besonderheit der Decken liegt in ihrer Ausbildung als Kühl- und Heizdecken. Hierdurch sind weder die raumhohen Fensterfronten durch Heizkörper gestört noch mussten Einschnitte in die wichtigen raumstrukturellen Elemente wie Wände und Decken vorgenommen werden. Abgesehen

davon gibt dieses System ein angenehmes Raumklima und entspricht in der Form der langsamen Abgabe der Wärme und Kälte dem der massiven Bauweise.

Die Besonderheit des Projektes liegt in der technischen und ästhetischen Kunstfertigkeit, ein Gleichgewicht zwischen Steuerung und Belassen der betonspezifischen Form- und Farbfindung im Prozess des Wechsels des Aggregatzustandes zu finden. Die Wahl des Dämmbetons hat die Lesbarkeit des Hauses als Monolithen ermöglicht, der über die Antithese zur Landschaft die Besonderheit des Ortes deutlich macht. Der kompakte Baukörper inmitten der Vegetation des Gartens gibt den Bewohnern eine Bühne, die bespielt, verändert und benutzt werden soll, ohne an Kongruenz und Aussagekraft zu verlieren. In ihrer Interaktion mit der Landschaft wird hier eine spezielle eigene Verbindung zwischen Bewohnern und Ort aufgebaut. In dieser Unaufdringlichkeit und Konstanz liegt die Stärke des Projektes.

Die Vorkehrung sicherheitshalber in den Eckbereichen der Decken zusätzliche Heizrohre gegen Kondensatbildung einzusetzen, zeigt die noch "junge" Praxiserfahrung mit Dämmbetonbauten. Langzeiterfahrungen und die daraus resultierenden Rückschlüsse werden in den nächsten Jahren aufgenommen werden können, wenn die erste Generation der Bauten aus den verschiedenen Zusammensetzungen des Dämmbetons die erste Zehn-Jahres-Hürde überschritten haben. Ob sich Dämmbeton in Österreich allerdings auch im Mehrfamilienhausbau und größeren Objekten etablieren wird, werden die nächsten Jahre zeigen; erstrebenswert wäre eine Entwicklung hin zu einer "konstruktiven Einfachheit" auch in dieser Art von Bauaufgaben.

1 Zraggen, Antoine. "Beinahe ewig – Beton ist unumkehrbar", Kunst + Architektur in der Schweiz, Nummer 4, 2009, S. 48-49.

2 Vgl. Beschreibung der Analyse des Begriffes Heim in: Gill, Julia. Individualisierung als Standard. Bielefeld: Transkript Verlag, 2010, S. 28-29.

3 Walter Maria Förderer in einem Gespräch über seine Bauten aus Beton im Jahre 1975; in: Bächer, Max. Walter M. Förderer. Architecture – Sculpture. Architektur – Skulptur. Neuchâtel: Ed. du Griffon, 1975, S. 72.

HAUS T.
DÄMMBETON AM WEINBERG

Ulrike Tinnacher



Architektur *Ulrike Tinnacher*
Standort *Gamlitz (A)*
Fertigstellung 2015

Abb. 68: Einbettung des Gebäudes in seine Umgebung



Abb. 69: Herausgewachsen aus der Erde

Eingebettet in sanfter, südsteirischer Hügellandschaft liegt das Wohnhaus T auf einer Bergkuppe und fügt sich wie selbstverständlich in die umgebenden Weingärten ein. Trotz der exponierten Lage bildet es aufgrund der Materialität und seiner formalen Zurückhaltung eine Einheit mit der Landschaft. Selbstbewusst, den Giebel Richtung Tal gerichtet, ruht es am Hang.

Der Ausgangspunkt für das Einfamilienhaus bildet ein Bestandsgebäude aus den 60er Jahren, das bis auf den darunterliegenden Gewölbekeller aus Stein zur Gänze abgetragen wurde. Das neue Gebäude gliedert sich formal und funktional in zwei Baukörper: ein prägnantes Giebeldachhaus aus monolithischem Sichtbeton wird durch einen flachen, transparenten Baukörper ergänzt.

Über den Steinkeller des ursprünglichen Winzerhauses wurde ein Quader mit Steildach gesetzt – eine Hommage an das ehemalige Gebäude, das in gleicher Ausrichtung und ähnlicher Kubatur an dem leicht geneigten Nordhang gestanden hatte. Von außen wirkt das Gebäude aufgrund seiner simplen Materialität sehr ruhig und zurückhaltend. Neben dem Kupfer, aus dem das Dach und die filigranen Fensterbänke gefertigt sind, kommt der braungraue bis rosa changierende Farbton des Sichtbetons optimal zur Geltung. Je nach Jahreszeit und Lichtstimmung verändert sich die

Farbgebung der Materialien und erzeugt einen Kontrast oder ein homogenes Bild mit der umgebenden Landschaft. Die archaische Formensprache des minimalistischen Giebelhauses findet Unterstützung durch seine soliden Mauern, die in monolithischer Bauweise aus Leichtbeton entstanden sind. Die Oberfläche der sägerauen Holzbretterschalung, mit Hilfe derer der flüssige Beton in Form gebracht wurde, strukturiert das Gebäude dezent in vertikaler Richtung. Das Gebäude scheint, wie die umliegenden Rebstöcke, aus dem Boden zu wachsen und sich als zweitrangig in die Natur einzuordnen.

Sowohl hinsichtlich Optik als auch Funktionalität erfüllt das verwendete Baumaterial die Wünsche und Bedürfnisse seiner Bewohner. Die 50cm starken Leichtbetonwände werden den thermischen Anforderungen durch den Zuschlag von Blähton gerecht. Während die Betonwände im Sommer einen kühlenden Effekt aufweisen, speichern sie im Winter die Heizenergie und strahlen sie als behagliche Wärme in den Raum zurück. Betrachtet man das Gebäude von außen, wird die Tiefe der Wände aufgrund der wandinnenseitig positionierten Fenster an den Laibungen der quadratischen Öffnungen spürbar. Das Dach wurde ebenfalls aus Leichtbeton hergestellt, als Schutz vor Feuchtigkeit dient eine Kupferhaut mit Hinterlüftung.



Abb. 70: Windgeschützter Außenbereich



Abb. 72: Transparenz im Bereich der Schnittstelle



Abb. 71: Behandlung der 5. Fassade



Abb. 73: Glas als transparente Trennwand im massiven Baukörper

Die Kupferhaut setzt sich am zweiten Teil des Gebäudes als Dachabschluss des Flachdachs und im Garagentor fort. In orthogonaler Richtung trifft dieser zweite Baukörper als flacher, langgezogener Ergänzungsbau auf das Giebelhaus. Dieser raumhoch verglaste Teil des Einfamilienhauses mit seinem auskragenden Flachdach aus sichtbarem Vollholz lässt die umgebende Landschaft in das Gebäude diffundieren. Die Glashülle bildet somit keine Grenze zwischen außen und innen; Natur und Gebautes gehen fließend ineinander über.

Unter dem auskragenden Flachdach mit extensiver Begrünung betritt man das Haus über den nordseitig gelegenen Eingang. Im Inneren verweben sich Bereiche wie Vorraum, Küche, Wohnen und Essen in ihren räumlichen und funktionalen Aus-

formulierungen. Es gibt keine Türen, Schwellen oder Wände, die den Raum begrenzen. Sollte doch der Wunsch nach Geschlossenheit bestehen, können flexible Möbelwände den Wohnbereich von Küche und Vorraum trennen. Diese Möbelwände lagern hinter dem Küchenblock und der Garderobe, welche als geschwärzte Lärchenholzboxen im Raum stehen. Eine Servicezone mit kleinem Badezimmer, Toilette und Abstellraum trennen den Wohnbereich von der im Gebäude untergebrachten Garage.

Der beinahe dreiseitig verglaste Wohnbereich wirkt trotz seiner Großzügigkeit und Transparenz – der Horizont scheint die gefühlte Grenze des Wohnens zu sein – sehr intim und uneinsichtig. Die umgebende hügelige Topographie, das Grundstück in

Alleinlage sowie eine Sackstraße als Zufahrt ermöglichen diese scheinbare Widersprüchlichkeit bei einem 360°-Panorama.

Die Beschattung des Wohnbereichs ist durch das auskragende Flachdach oder alternativ durch Senkrechtmarkisen gegeben. Diese Verschattung befindet sich am Rand des Dachabschlusses mit rund einem Meter Abstand zur Glasfassade. Bei heruntergelassenen Markisen wird so der dazwischenliegende Raum als Erweiterung des Innenraums verstanden. Abends kann dieser Raum über ein Lichtband in der auskragenden Decke definiert werden und lässt somit abermals die Grenze zwischen außen und innen verschwinden.

An der Schnittstelle von Wohnebene und Satteldachhaus gelangt man über eine offene Treppe nach unten in den alten Gewölbekeller oder hinauf zur Galerie mit offenem Giebel. Hier setzt sich die vertikale Struktur des Betons fugenlos von den Wänden über die Dachschrägen des offenen Giebels fort. Das nördlich, im hintersten Bereich positionierte Schlafzimmer trennt sich räumlich von der Galerie durch zwei versetzte Boxen, in denen Bad und begehrter Kleiderschrank untergebracht sind.

Im Kontrast zur Wohnebene geben hier nur wenige Fenster, je eines pro Himmelsrichtung, vereinzelt ausgewählte Aus-

schnitte des Panoramas wieder und verleihen dem Gebäude einen introvertierten Charakter. Dementsprechend befinden sich in diesem Teil des Gebäudes die privaten Räumlichkeiten und Möglichkeiten zum Rückzug. Auch der braune Farbton und die haptische Textur der Sichtbetonwände vermitteln Behaglichkeit und ein Gefühl von Geborgenheit.

Der Beton erzeugt dank beinahe unmerklicher Luftblasen ein ungleichmäßig strukturiertes Bild auf den Wandoberflächen. Diese Poren versinnbildlichen die Eigenschaften eines Baustoffes, der eine natürliche Lebendigkeit in sich trägt und sich in ungehörter Form zeigt.

So wie der monolithische Dämmbeton mitunter die Archaik des Gebauten definiert, findet er durch die diametrale Transparenz des Zubaus ein kontemporäres Gegenüber. Die beiden ungleichen Körper ergänzen sich wechselseitig zu einem gemeinsamen Ganzen und kreieren im Inneren abwechslungsreiche Wohnsituationen und Aufenthaltsqualitäten. Die Authentizität der Materialien charakterisieren das Gebäude im selben Ausmaß, wie die Sand-, Kies- und Schotterkonglomeratböden der umliegenden Weinberge die Stilistik der Weine prägen.



Abb. 74: Schlafbereich



Abb. 75: Raumerlebnis im Bad

ELEFANTENHAUT
NEUAPOSTOLISCHE KIRCHE WIEN PENZING

Claudia Gerhäuser



Architektur *Veit Aschenbrenner Architekten*
Standort *Wien (A)*
Fertigstellung *2014*

Abb. 76: *Blick auf die Nord-Westseite der Kirche*

Das Gebäude der Neuapostolischen Kirchengemeinde Penzing in Wien liegt direkt hinterm Baumgartner Casino Park. Zwischen den Bäumen sind aus der Ferne nur Teile eines weiß-grauen glatten Baukörpers zu erkennen. Die flächige Materialität der Außenwand, Ton in Ton mit dem grauen Asphalt der Straße und der hellen Bürgersteigkante, fällt dabei besonders ins Auge – kaum abschätzbar, wie groß das Gebäude ist, das auf dem Eckgrundstück zwischen repräsentativen Villen 2014 von den Architekten Veit Aschenbrenner fertiggestellt wurde. Aus nächster Nähe wird klar, dass sich die Architektur den Villen ähnlich in ihrer Größe verhält, nicht aber in Form und Funktion. Statt repräsentativer Geste wurde hier ein aufstrebender und geschlossener Baukörper formuliert, der sich zur Straße ruhig und zum Garten hin offen artikuliert. Die scharfen Kanten des Baukörpers und das flächige Material prägen Straßen- und Gebäudebild.

Im Gegensatz zum realen Erscheinungsbild stellt sich der Baukörper unweigerlich wie ein großer grauer Elefant dar, würde man allein den Kommentaren über das Kirchengebäude glauben. Schon bei den Internetrecherchen fällt auf, wie ablehnend die Urteile über Material und Architektur sind. Von "eine Hässlichkeit hoch 2" bis "aber ein richtig hässlicher Betonklotz und sieht gar nicht wie eine Kirche aus" lesen



Abb. 77: Detail zum Materialkonzept im Kirchenraum

sich die Bewertungen durch Bewohner der Nachbarschaft eher negativ. Mitglieder der Gemeinde bestätigen, dass die Kirche polarisiert. Das Material Beton scheint immer noch mit einer Menge Unwissenheit und Ablehnung und ein Kirchenbau immer noch mit einer rückgewandten Vorstellung von Gotteshäusern konfrontiert zu sein, die mit Kirchturm, Eingangsportal und angsteinflößender Größe Gemeinden in ihrem Alltag als Gemeinschaft im Wege stehen. Dabei fordert der langfristige Betrieb einer Kirche insbesondere Kostenreduktion durch ein nachhaltiges Energiekonzept, leichte Zugänglichkeit für alle und unterschiedliche Gebrauchsräume, die Religionsunterricht ebenso angenehm machen, wie sie größere

Feste und Versammlungen zulassen. Ein zeitgenössisches Gotteshaus ist ein Gemeindehaus, ein praktisches Gebäude für das Gemeindeleben. Praktisch und gleichzeitig kontemplativ (sakral) zu sein, war die eigentliche Herausforderung des Neubaus, der seinen energietechnisch schlecht arbeitenden Vorgängerbau von 1972 ersetzen sollte. Diesen Anforderungen begegnen die Architektin Susanne Veit und der Architekt Oliver Aschenbrenner mit Dämmbeton, den sie als Material für die Außenwände einsetzen. Das lässt ihnen die Freiheit einer skulpturalen Form und verspricht eine bessere Energiebilanz. Statt einer mehrschichtigen Gebäudehülle schaffen sie Speichermasse, die solare Energiegewinne ermöglicht. Das passt zum Konzept, das Gebäude nach Norden hin geschlossen zu halten und nach Süden mit großen Glaselementen zu öffnen.

Im gesamten Gebäude bedienen sich Veit Aschenbrenner Architekten Grundmaterialien wie Beton als tragende Struktur, heimisches Holz für den Innenausbau und gebürstete Edelstahlbleche mit Glas und Terrazzo in den viel genutzten Räumen des Foyers und Treppenaufgangs. Die Ästhetik dieses Materialkonzepts erschließt sich spätestens beim zweiten Hingucken. Beispielsweise wenn man sich über die beim Bauprozess im Dämmbeton aufsteigenden Luftporen bewusst ist, die die Oberfläche zu einer natürlichen, nicht

synthetisch reproduzierbaren Fläche werden lassen. Diese Luftporen und Risse sind zwar aus technischer Sicht ein Mangel des Materials, aus gestalterischer Perspektive brechen sie allerdings die Monotonie der Oberflächen, die dem Beton so gerne angelastet wird. Lesbar wird, für den, der sich mit dem Bauprozess beschäftigt, dass die scheinbar kalte und unbewegliche Wand vormals eine weiche fließende Masse war, in der Luft nach oben steigt, und die sich in den unteren Abschnitten verdichtet. Keine künstlich erwirkte Struktur oder Dekoration verdeckt diesen Charakter. Letztendlich ist Beton immer noch simpler Sand plus Zuschlagstoffe, ein mineralisches Baumaterial, das wie im Falle der Neuapostolischen Kirche vor Ort seine Form erhält.

Was bleibt von der Vorstellung eines Elefanten, ist der gedankliche Vergleich der äußeren Gebäudehülle mit Elefantenhaut – die robust und unzählige Male gefaltet, dickhäutig, sämtlichen Angriffen trotzend, ein in sich homogenes, aber nie gleichförmig langweiliges Bild abgibt. Das Schöne liegt in dieser Haut.

Außen wie innen ist sie raumbestimmend, ästhetisch und atmosphärisch ebenso wie technisch. Die einschichtige Bauweise des Baukörpers, wobei Glasschaumschotterzuschlag im Beton dem Material dämmende Eigenschaften gibt, verweigert sich dem



Abb. 78: Fenster zwischen Kirchen- und Kinderraum



Abb. 79: Empore mit diffusem Lichteinfall durch Oberlicht

das Licht der Oberlichter tief in die Kapelle hinein. Dass die Kirche mit dem Konzept des monolithischen Fels – Glaube als Fels der Kirche – entworfen wurde, scheint logisch entwickelt und bewirkt auch vor Ort immer wieder entsprechende Assoziationen. Das ist für ArchitektInnen nachvollziehbar, aber nicht immer für Gemeindemitglieder. Im Gespräch wird erwähnt, dass die Kirche im Inneren eher einer Höhle ähnelt, als dass sie sich als festes Fundament vermittelt.

Wahnsinn mehrschichtiger Wärmeverbundfassaden und stellt spürbar einen engen Bezug zwischen äußerer Form und innerer Raumgestalt her.

Jedes weitere Material bleibt Zusatz und Ergänzung, so dass beispielsweise die Einbauten und Bestuhlung aus geölter Eiche gerade im direkten Kontrast zur grau-weißen Betonoberfläche ihre Raumwirkung entfalten können. Wie im Falle des Oberlichts auf der Empore, das eine schräg angeschnittene Laibung aus Eiche erhalten hat, scheint das Holz das einfallende Licht zu lenken, während die Wandoberfläche es zurück in den Raum reflektiert. Der Kirchenraum ist klein und warm. Aus Tageslichtüberlegungen wurden Oberlichter gesetzt, nordwestlich ausgerichtet, die diffuses Licht in die Innenräume holen. Statt Betonhärte schafft die fast steinerne Oberfläche Klarheit, Ruhe und reflektiert

Im alltäglichen Gebrauch des Gebäudes tritt dieser Entwurfsaspekt gänzlich in den Hintergrund. Die funktional differenzierte Aufteilung der Räume über verschiedene Niveaus hinweg und eine hervorragende Akustik für die Konzerte des Kirchenchores wiegen weit mehr, seit die Kirche genutzt wird. An die Elefantenhaut hat sich die Gemeinde gewöhnt, insbesondere auch, da man einen direkten Zusammenhang zwischen Material und der Qualität der Konzerte vermutet. „Wärme“ sei mittlerweile das, was die Gemeinde mit Material und Kirchengebäude verbindet.



Abb. 80: Äußere Fassade mit unregelmäßig verteilten Lufteinschlüssen.



Abb. 81: Lufteinschlüsse charakterisieren die Oberflächenstruktur und brechen die monoton glatte Außenerscheinung.



Abb. 82: Fassade als Leinwand für die Szenen, die sich vor ihr abspielen.



Abb. 83: Schalungsmuster und Verteilung der Lufteinschlüsse gliedern die Fassade. Die Lufteinschlüsse wirken wie eine natürliche Zeichnung.

EIN URBANER FINDLING
DAS VOLTA ZENTRUM IN BASEL

Marisol Vidal



Architektur *Buchner Bründler Architekten*
Standort *Basel (CH)*
Fertigstellung *2015*

Abb. 84: Blick auf das Volta Zentrum von Osten



Abb. 85: Eckpunkt am Vogesenplatz / Ecke Voltastraße

Ein dreieckiges Restgrundstück zwischen einem Kreisverkehr, einer Autobahnbrücke, einer Bahnstation und einer dichten Blockrandbebauung war die Ausgangssituation beim Wettbewerb "Neubebauung Volta Zentrum" im Jahr 2005. Unweit vom Novartis Campus gelegen, war die Lage im Quartier St. Johann am nördlichen Stadtrand von Basel so prominent wie anspruchsvoll. Das Gewinnerprojekt von Buchner Bründler Architekten setzte deswegen einen markanten Baukörper, der die Fragmentierung der Umgebung aufnimmt und in einem prägnanten Volumen vereint – kontextuell und ikonisch zugleich. Andreas Bründler: "Wir sehen unsere Gebäude zwar als eigenständige Objekte, aber im Entstehungsprozess sind immer auch der Kontext und die Reaktion darauf ein zentrales Motiv. Allerdings war die Kritik am Kontext für uns immer auch ein wichtiger Teil des Kontextualismus. Ein Gebäude soll auch die Möglichkeit haben, einen Ort zu verändern."²

Wie in vielen anderen Projekten von Buchner Bründler Architekten scheint hier die Form aus einem massiven Block herausgeschnitzt zu sein. "Wir haben stark am Modell entworfen", sagt Daniel Buchner.¹ Nur so ist die Entstehung dieser Skulptur möglich, die von jeder Seite anders zu sein scheint und trotzdem auf Eigenständigkeit und Identität nicht verzich-

ten muss. Die monolithische Materialität ist hier die Kraft, die aus mehreren unterschiedlichen Fassaden – mal scharfkantig, mal abgerundet, mal vertikal gefaltet – einen einzigen Baukörper bildet. Die Masse faltet sich auch einmal horizontal, um den Niveauunterschied zwischen der Autobahnbrücke und dem tiefer liegenden Vogesenplatz mit einer größeren Öffnung zu verbinden, und bildet dabei einen an sich widersprüchlichen Eckpunkt an der Ecke zur Voltastraße, der aber von der Massivität der Stirnseite etwas aufgefangen wird.

Die Materialität der Fassade bindet auch die unterschiedlichen Nutzungen zusammen, die sich vertikal vom Coop Supermarkt über Büros bis hin zu 74 Wohnungen unterschiedlicher Größe entwickeln. Die Höhe der Öffnungen und ihre Proportionen bleiben zwar konstant, aber die Position der verglasten Elemente variiert: außenbündig in den öffentlicheren Nutzungen, innenbündig in den Wohnungen, bis zu drei Meter zurückversetzt in den Loggien. Die so entstandenen Schattenspiele tragen zusammen mit den schwarzen Rahmen der Verglasungen zum massiven, monolithischen Eindruck bei. Alle anderen Details ordnen sich ebenso dem Gesamtbild unter: es gibt keine sichtbare Verblechung der Attika und keinen Sockel. Das Wegfallen von Bauelementen, die als selbstverständlich gelten, ist oft bei den Details von Buchner Bründler



Abb. 86: Öffnung zum Vogesenplatz. Im Hintergrund die Autobahnzufahrt Luzerneriring.

Architekten zu finden. Es ist immer wieder erstaunlich, wie viel Freiheitsraum sie innerhalb des Normenwerks finden, um einmalige, extrem reduzierte Lösungen zu ermöglichen. Diese werden aber nicht in Szene gesetzt, sondern wirken absichtlich auf dem ersten Blick völlig selbstverständlich und unspektakulär.

Selbstverständlich wirkt auch die Fassade, obwohl sie erst nach Durchführung zahlreicher Tests und Versuche entwickelt werden konnte. Eine einzige Schicht aus 40cm Dämmbeton übernimmt alle statischen und thermischen³ Aufgaben. Zum Einsatz kam ein Liapor-Leichtbeton mit Zuschlag

der Korngruppe 0/8 Millimeter, welcher mit Liaver der Korngruppe 1/4 Millimeter verschnitten ist.⁴ Damit wurden bei einer Frischbetonrohddichte von ca. 950 kg/m³ sowohl eine Druckfestigkeit von 10-12 MPa als auch eine Wärmeleitfähigkeit von 0,27 W/mK erreicht. Weiters sind alle geankerten Metallteile (Schrauben, Dübel usw.) aus Edelstahl, um etwaige Wärmebrücken zu verringern.⁵

Die standardisierten Schalungsformate werden durch den großen Öffnungsanteil in den Hintergrund gerückt. Die Betonierabschnitte sind zwar erkennbar, aber die homogene, poröse Oberfläche verdrängt die Geschos-

sigkeit in eine zweite Ebene, um den monolithischen Eindruck nicht zu gefährden. Die Ausführung fand mit gewohnter Schweizer Qualität statt, die Faltungen sind scharfkantig und präzise umgesetzt. Eine helle Lasur gleicht etwaige Unregelmäßigkeiten aus und reduziert die Feuchtigkeitsaufnahme des Betons. Die haptischen Qualitäten der porösen Oberfläche wären mit einer dünneren Schicht nicht zu erreichen gewesen. Vor allem dort, wo die Laibungen sichtbar werden (zum Beispiel im Bereich der Loggien), profitiert der Baukörper von der ungewöhnlichen Bauteilstärke. Das Volta Zentrum war eines der ersten Projekte, bei denen Dämmbeton im dichten städtebaulichen Kontext eingesetzt wurde, und ist wahrscheinlich derzeit das größte Dämmbetonbauwerk. Seine Werte liegen aber nicht nur in diesem Innovationscharakter, sondern vor allem in der durchgehenden Kohärenz zwischen der genialen entwerferischen Lösung und

ihrer materiellen Umsetzung. Mittlerweile hat der Einsatz von Dämmbeton in zahlreichen Einfamilien- und Ferienhausprojekten in ländlicher Umgebung seine Fähigkeit, einen Dialog mit der umgebenden Landschaft einzugehen, ausreichend unter Beweis gestellt. Buchner Bründler Architekten zeigen mit dem VoltaZentrum, wozu Dämmbeton im dichten städtischen Kontext fähig ist.

1 "The good, the bad and the ugly im Basler Norden: im Basler St. Johann-Quartier lassen drei markante Wohnbauten das Loch über der Nordtangente zusammenwachsen". Simon. Hochparterre: Zeitschrift für Architektur und Design. 5/2010. p.18-26

2 "Buchner Bründler. Bauten". Ruby et. al. Zurich: gta verlag, 2012. ISBN: 978-3-85676-297-1, p.20

3 Die Dämmleistung des Betons erfüllte zu der Zeit der Einreichung alle thermischen Anforderungen. Diese wurden in der Zwischenzeit restriktiver, so dass dieser Wandaufbau heutzutage nicht mehr möglich wäre.

4 Weitere Infos aus der Pressemitteilung von LIAPOR (10.2010): Konsistenzklasse C3, E-Modul von rund 5-6 GPa. Um eine gleichmäßige Verteilung der Liapor-Blähtonkugeln in der Matrix zu erhalten und ein Aufschwimmen der Körnung zu verhindern, kamen als Betonzusatzmittel ein Fließmittel, ein Luftporenbildner und ein Stabilisierungsmittel zum Einsatz.

5 "Wohn- und Geschäftshaus in Basel". DETAIL 4/2011. p.370

ZEITGEMÄßES LOW-TECH
DIE REICHHALTIGE DETAILARMUT DES REFUGI LIEPTGAS

Tim Lükking



Architektur *Selina Walder & Georg Nickisch*
Standort *Flims (CH)*
Fertigstellung *2012*

Abb. 87: Blick durch das Dachflächenfenster des Nachfolgers des alten Maiensässhäuschens nach außen



Abb. 88: Außenansicht des Refugi Lieptgas

Der Graubündner Ort Flims dürfte ArchitektInnen vor allem als Heimat der Olgiatis bekannt sein, deren Arbeiten sich auch im Ortsbild wiederfinden. Der Sohn Valerio, Professor in Mendrisio und an der Harvard University in Cambridge, wird eher als weltweit tätiger Architekt ob seiner publizierten und ausgezeichneten internationalen Projekte wahrgenommen. In Flims hat er jedoch ein Büro und dort transformierte er das Gelbe Haus auf sensible Weise. Sein Vater Rudolf setzte vor etwa 50 Jahren bedeutende Akzente durch die gestalterische Übersetzung historischer Entwurfsprinzipien in die Architekturmoderne. Einige dieser architekturgeschichtlich bedeutenden Wohnhäuser stehen im unteren Stadtteil von Flims-Waldhaus. Bricht man von dieser Siedlung nach Osten zu einem Spaziergang in den Flimser Wald auf, passiert man am Übergang zwischen Siedlung und Wald ein neues architektonisches Kleinod.

An dieser Stelle befand sich ein für die Region typisches Ensemble aus einer Scheune und einem Maiensässhäuschen. Diese Häuser nutzten die bäuerlichen Familien oder ihre Bediensteten ab Mai mit dem Almauftrieb. Entsprechend der baulichen Tradition waren beide Objekte Strickbauten – Blockhütten aus Rundhölzern. Den Standort des Maiensässhäuschens bestimmten mehrere große Felsbrocken. Sie

bildeten eine Grube, in der vor Ort hergestellter Käse kühl gelagert werden konnte. Diese verschattete, feucht-kalte Situierung wirkte sich jedoch zusammen mit der fehlenden Bewirtschaftung negativ auf den Blockhausbau aus und so war das Haus in einem schlechten baulichen Zustand.

DER EINDRUCK EINES MAIENSÄSSHÄUSCHENS

Die ursprüngliche Nutzung von Maiensässhäuschen als bäuerliche "Sommerresidenz" auf der Alm ist heute nicht mehr gegeben. Vor diesem Hintergrund stellt die Umnutzung von Maiensässhäuschen in Ferienhäuser einen üblichen Prozess dar, um das kulturell erhaltenswerte Bild entsprechender Ensembles beizubehalten. In der Regel werden dafür die bestehenden Objekte durch zeitgenössische Bauten im Holzbaukleidchen ersetzt. Die Architekten Selina Walder und Georg Nickisch entschieden sich jedoch, kein Replikat des Häuschens zu errichten, sondern das ursprüngliche Gebäude mittels Abdruck in Beton zu bewahren. Erreicht wurde dieses Ziel, indem die Außenwand des Strickbaus als Schalung für den neuen Baukörper genutzt wurde; die äußere Form des Nachfolgers zeichnet somit das Innenraumvolumen seines Vorgängers nach.

Herausgeschält findet sich nun an dieser Stelle ein gedrungenes Häuschen, dessen Erscheinung äußerlich durch horizontal

verlaufende Kanneluren geprägt wird. Faszinierend sind die Gebäudeecken. Wirkt die Innenecke einer Blockhütte noch profan, verdeutlicht ihr Negativabdruck sehr eindrucksvoll die geometrische Komplexität der Verschneidung. Bei näherer Betrachtung der Kehlen wird deutlich, wie hervorragend das ursprüngliche Maiensässhäuschen durch diesen Prozess konserviert wurde: der Beton zeichnet sehr präzise die Baumstämme mit ihren Holzäugen und sonstigen Fehlstellen nach. Unterbrochen wird die horizontale Gliederung durch die Abdrücke von Rundholzköpfen, die auf alte innenräumliche Strukturen verweisen. Bei dem Objekt könnte es sich um eine Skulptur Rachel Whitereads handeln, die die Leere des Innenraums in Massivität widerspiegelt, so wie das beispielsweise bei dem von Whiteread gestalteten Wiener Mahmal für die österreichischen jüdischen Opfer der Schoah der Fall ist. Im Gegensatz zu den Projekten der englischen Künstlerin, denen keine Nutzung eingeschrieben ist, verweisen bei dem Refugi Lieptgas zwei in das versteinerte Innenraumvolumen eingeschnittene Öffnungen auf die Anwesenheit eines neuen Innenraumes. Die Laibungen der Leichtbetonwände wurde eine glatte Schalung gewählt. Die Wand wird damit zum reduzierten Element, das keine Konkurrenz zu den anderen Einbauten und Möbeln aufbaut. Rechter Hand ist eine Küchenzeile, deren Arbeitsplatte inklusive Spüle auch betoniert wurde. Linker

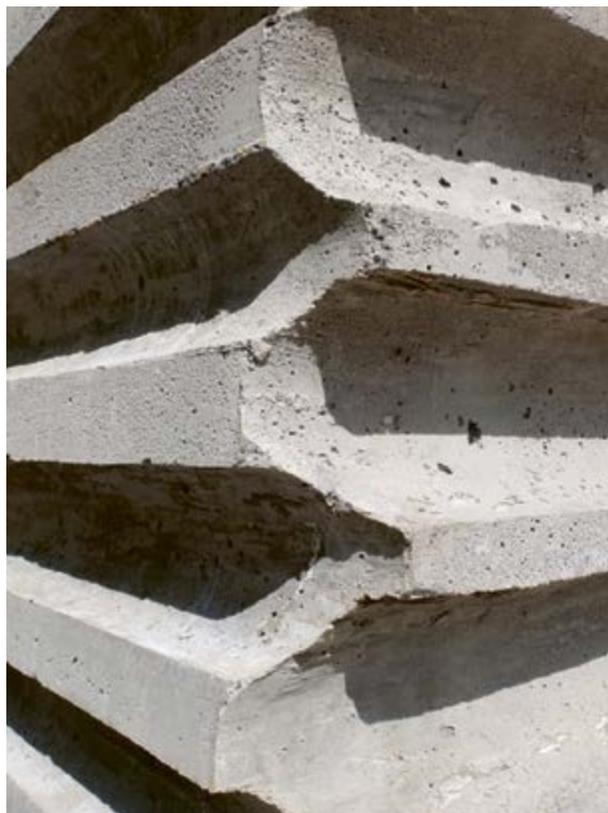


Abb. 89: Gebäudeecke durch Rundholz-Blockhüttenschalung

Abdrucks, da dadurch der betonierete Körper für sich steht; das Fenster und die Tür werden als hinzugefügte Elemente wahrgenommen. Ausgeführt wurde die einschichtige Wandausbildung mit einer Leichtbetonmischung, um den wärmeschutztechnischen Anforderungen gerecht zu werden.

DER INNENRAUM

Betritt man das Haus durch die Tür in der nördlichen Giebelwand – die Öffnung entspricht in der Lage und Größe der des alten Maiensässhäuschens –, gelangt man in dem Wohnraum. Für die innere Oberfläche der Leichtbetonwände wurde eine glatte Schalung gewählt. Die Wand wird damit zum reduzierten Element, das keine Konkurrenz zu den anderen Einbauten und Möbeln aufbaut. Rechter Hand ist eine Küchenzeile, deren Arbeitsplatte inklusive Spüle auch betoniert wurde. Linker

Hand befindet sich ein großes Fenster mit einem Tisch und einer Sitzbank davor, die sich ebenfalls als Betonelement aus der Wand entwickelt.

Die Öffnung gibt einen Blick auf eine Lichtung frei und lässt Morgensonne weit in den Raum hinein. An der anderen Giebelseite weicht die Wand in Teilen zurück und bildet damit eine Kaminnische. In der Dachfläche ermöglicht eine kreisrunde Öffnung den Blick in die Kronen der umgebenden Bäume. Dieser Raum ist ein Rückzugsort, der wohltdosierte Ausblicke in die Umgebung gewährt.

Neben der Küchenzeile öffnet sich die Wand für eine schmale Stiege ins Untergeschoß. Diese führt an einem Technikraum und dem Bad vorbei in einen Raum, der sich ob seiner Schlichtheit und Reduktion am ehesten vielleicht als Schlafkammer bezeichnen lässt. Fußboden, Wände, Decke: an fünf Seiten zeigt sich die Oberfläche zementgrau. Die sechste Seite besteht aus einem Fenster, das als Bilderrahmen fungiert. Der Ausblick beträgt keine eineinhalb Meter, dann wird er von großen, grauen Findlingen begrenzt. Unmittelbar vor dem Fenster in einem Betonsockel ausgeführt befindet sich die Badewanne.

Der Raum vermittelt eine absolute Introvertiertheit und bietet eine Abschottung

von der Umgebung. Gleichzeitig offenbart er durch die greifbare Nähe dieser robusten, schroffen Findlinge im Tageslicht eine unglaubliche Naturverbundenheit. Dieses kraftvolle Bild bindet den Blick derart, dass die anderen Möbel kaum wahrgenommen werden; sie drängen sich aber auch nicht auf. So findet der Wandschrank sein Volumen in der Außenwand und zeichnet sich nur über die aufgesetzte Tür aus Weißtannenholz ab. Das Material wurde mit einer hohen handwerklichen Verarbeitungsqualität für alle eingebauten Möbel, Türen und Fenster im Refugi Lieptgas genutzt.

Auf den ersten Blick scheint es sich bei dem Refugi Lieptgas um ein expressiv gestaltetes Objekt zu handeln, bei näherer Betrachtung wird jedoch schnell deutlich, dass es sich mit den präzise entwickelten und ausgeführten Details in die Tradition der sachlichen Schweizer Architekturen eingliedert. Ausgewählte Rahmenbedingungen und Lösungen in der Planung und der Ausführung sollen in der Folge näher betrachtet und erläutert werden.

BAUKONSTRUKTIVE FEINHEITEN

Für die Erinnerung an das ursprüngliche Maiensässhäuschen wurde dieses als Schalung für die einschichtig ausgeführten Leichtbetonwände genutzt und so bewahrt. Die gesamte neue Gebäudehülle be-



Abb. 90: Doppelter Schwalbenschwanz als mechanische Holzverbindung

steht von innen nach außen durchgehend aus einer homogenen Leichtbeton-Mischung von Misapor, die statt Kieselsteinen Blähton als Zuschlagstoff hat. Diese ermöglicht die Details, die eine Trennung von Hülle und ergänzenden Bauteilen unterstreichen.

Der leichte Zuschlag im Beton verringert zwar dessen Belastbarkeit, erhöht jedoch bedeutend seine wärmedämmenden Eigenschaften. Bewehrt wurde der Beton ausschließlich mit gewöhnlichem Baustahl. Das äußere Volumen des Refugi entspricht dem Innenraumvolumen des ursprünglichen Maiensässhäuschens. Selbstverständlich hat das Haus ein Satteldach wie sein Vorgängerbau, aber auch das ist ausschließlich betoniert worden. Was war bei der Ausführung zu beachten?

SCHALUNGSBAU

Ein Blockbau aus Rundhölzern lässt sich nicht ohne weiteres als Schalung verwenden. Zum einen schließen nicht alle Rundhölzer untereinander ausreichend dicht ab, zum anderen würde der Beton derart spitz zulaufen, dass er beim Ausschalen oder bei späterer mechanischer Einwirkung oder Bewitterung sehr leicht abbrechen würde. Aus diesem Grund wurden Bretter zwischen den Rundhölzern eingefügt, so dass der frische Beton beim Einbringen nicht mehr austreten konnte und die Spitzen zwischen den Kehlen abgeflacht sind. Zu-

sätzlich wurden die Rundhölzer im Vorfeld intensiv gewässert, so dass sie ihr maximales Volumen erreichten. Die Rundhölzer quollen also durch freies Wasser beim Betonieren nicht weiter auf. Ansonsten hätte dies zu einem hohen Druck auf den Beton geführt und das Ausschalen erschwert oder sogar die Oberfläche geschädigt. Trotz dieser Maßnahmen war das Ausschalen aufgrund der Schalungsgeometrie, also der Form der Rundholzwand, sehr aufwändig. Um Abbrüche beim Beton zu vermeiden, wurden die Stämme der Länge nach aufgetrennt, so dass ein horizontal durchgehender Spalt entstand. Mit Zwingen wurde danach Stamm für Stamm zusammengedrückt, der jeweilige Spalt also geschlossen. Dadurch löste sich der Stamm vom Beton und konnte ohne Schädigung entfernt werden. Das klingt an sich simpel. Allein bei dem Gedankenspiel, Zwingen an halb einbetonierten Rundhölzern anzusetzen, wird das ganze Unterfangen schon schwieriger.

DACHARBEITEN

Die Herstellung der einschichtigen Außenhülle war aber nicht nur im Bereich der Wand schwierig, auch das Dach erforderte einen erhöhten Arbeitsaufwand. Für die Dachebene wurde wegen der Neigung eine untere und eine obere Schalung benötigt. Erschwert wurde dieser Arbeitsabschnitt dadurch, dass Leichtbeton wegen seiner Zusammensetzung in kleinen Etappen



Abb. 91: Felsenbild vor Badewanne im Schlafbereich

eingbracht und verdichtet werden muss. Während die untere Schalung und die Bewehrung im Vorfeld komplett hergestellt wurden, musste die obere Schalung sukzessive ergänzt werden. Andernfalls wäre die richtige Positionierung der Rüttelflasche zum optimalen Verdichten nicht gesichert gewesen. In Abschnitten von 30 cm schalen, Beton einbringen, verdichten und wieder von vorn, ist keine Hexerei; aber selbst bei bestmöglicher Zusammenarbeit gestaltet sich dieser Ablauf aufwendiger und zeintensiver als ein konventionelles Vorgehen.

Um das gestalterische Konzept zu unterstreichen, durfte das Dach auch nur betont sein. Anstelle einer konventionellen Dachhaut, also Dachpfannen oder eine Dichtungsbahn, haben die Architekten sich entschieden, im Dachbereich und bei der Fensterlaibung eine Schicht aus kunststoffgebundenen Zement aufzuspachteln. Dieser gewährleistet eine größere Sicherheit gegenüber eindringender Feuchte als der pure Leichtbeton.

ÖFFNUNGEN

Das Fenster im Erdgeschoss und die Eingangstür sind hinter dem Durchbruch auf der Innenseite angeordnet. Dadurch soll unterstrichen werden, dass Hülle und verschließendes Element losgelöst voneinander entstanden sind. Tür und Fenster könnten lediglich aus funktionalen Gründen hinzuge-

fügt worden sein. Entfernte man diese, bliebe eine reine Betonskulptur übrig.

Bauphysikalisch wäre die Lösung theoretisch bei diesen beiden Öffnung sogar derart realisierbar. Tatsächlich wird die Wärme durch einen eingelassenen, verdeckten Dämmkeil spazieren geführt. Das Dachflächenfenster für den Ausblick in die Baumkronen wurde außen aufgesetzt. Um einen ungehinderten Blick durch die kreisrunde Aussparung zu erhalten, wurde der rechteckige Rahmen mit mehr als 10 cm Abstand zum Rand der Öffnung ausgeführt. An dieser Stelle ist es aus bauphysikalischer Sicht unbedingt notwendig, dass der Rahmen durch eine im Beton eingelassene Dämmung ergänzt wird. Ansonsten wäre die am Rahmen anschließende innere Oberfläche so kalt, dass Kondensat droht. Tatsächlich ist das Kondensatrisko in der Luftkammer zwischen Dachflächenfenster und Dachoberfläche besonders groß, da die nach oben aufsteigende feucht-warme Luft in diesem Bereich bedeutend abkühlt. Bisher sind entsprechende Probleme nicht aufgetreten.

TÜREN

Ein weiteres, liebevoll gestaltetes Detail findet sich an den Türen zum Bad und des Kleiderschranks. Sie wurden von einem Schweizer Tischler aus Weißtannenholz gefertigt. Die Türblätter bestehen aus zwei



Abb. 92: Innen aufgesetzter Fensterrahmen

Lagen gehobelter Bretter, die miteinander durch quer verlaufende Bretter über einen doppelten Schwalbenschwanz verbunden sind. Die handwerklich präzise ausgeführte Konstruktion wird an der Schmalseite der Türen sichtbar. Die Scharniere wurden so angeordnet, dass sie im geschlossenen Zustand durch die Türblätter verdeckt werden. Nichts lenkt somit von der fein gemaserten Holzfläche ab. Während die Schranktür gänzlich ohne Griff auskommt – zum Öffnen der Tür muss man das Blatt an der Seite anfassen –, hat die Badezimmertür einen einfachen Edelstahl-Schieber, mit dem sich auch gleichzeitig die Tür verschließen lässt. Dieser ist zwischen den beiden Bretterlagen eingelassen und zeichnet sich außen nur durch einen Rundstahl in einem Langloch ab. Auch dieses feine Detail reiht sich in die reduzierte Gestaltung des Refugi Lieptgas ein.

FAZIT

Obwohl es sich bei dem Refugi Lieptgas nur um ein kleines Objekt handelt, lässt sich vieles falsch machen. Selina Walder und Georg Nikisch haben es jedoch geschafft, die Details schlüssig und angenehm visuell zurückhaltend auszubilden. Dieses kleine Schmuckkästchen wird damit zu einem Destillat der möglichen Bauqualität im Alpenraum.

Im Gespräch äußerte die Architektin Selina Walder die Hoffnung, dass das Refugi Lieptgas wie die Felsbrocken im umgebenden FlimserWald bald von Moos erobert wird und sich so weiter in die Umgebung einbettet. Es ist nur ein ganz kleines Häuschen, das die Architektin und ihr Partner mit einem großartigen Gespür für den Ort und das Detail geplant haben. Es war von den Architekten nicht als Architekturmonument gedacht. Dieses Wort ist auch zu groß und schwer für solch ein kleines Häuschen, obwohl das Refugi diesem Ausdruck dank seiner Kompaktheit und massiven Hülle standhalten könnte. Der eingangs verwendete Begriff "Kleinod" trifft es sicherlich am besten.

ANHANG

KAPITEL 05

AUTORINNEN

– **MATTHIAS BALLESTREM**, geboren 1975 in Köln (D), studierte an der TU Berlin und dem SCI-Arc in Los Angeles Architektur. Von 2002 bis 2005 arbeitete er bei Barkow Leibinger in Berlin. Seit 2006 ist er als Architekt selbständig und in der Entwurfslehre tätig, unter anderem als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU Berlin, als Dozent im GADD des CIEE und 2010 als Gastprofessor an der Cornell University. Im Jahr 2011 war er Stipendiat der Deutschen Akademie Villa Massimo in Rom. Er hat über implizite Raumwahrnehmung promoviert und ist seit 2013 Gastprofessor für Baukonstruktion und Entwerfen am Institut für Architektur der TU Berlin.

– **ANDREA DEPLAZES**, geboren 1960 in Chur (CH), studierte an der ETH Zürich Architektur und betreibt mit Valentin Bearth das Büro Bearth & Deplazes Architekten. Seit 1996 ist er Mitglied des Bundes Schweizer Architekten BSA und seit 1997 Professor für Architektur + Konstruktion an der ETH Zürich, Departement Architektur. 2005-2007 war er Vorsteher des Departements.

– **CLAUDIA GERHÄUSSER**, geboren 1979 in Wuppertal (D), ist Autorin, Architektin und Lehrende auf dem Gebiet der Materialien und Prozesse im architektonischen Entwurf. Als Universitätsassistentin am Institut für Raumgestaltung der TU Graz verantwortete sie Forschung und Lehre, die Vorlesungsreihe "Ressourcen und Materialien in der Architektur" und editierte Teile des Buchs "Raum_Atmosphärische Informationen", eines der 15 Besten Bücher Österreichs 2015. Sie hat an der Bauhaus Universität Weimar und am Fashion Institute of Technology in New York studiert und war u.a. Gastvortragende an der Lebanese American University Beirut (LAU) und der Xi'an Jiaotong Liverpool University Suzhou, China. Aufbauend auf ihren Erfahrungen als Fulbright Stipendiatin fördert sie den internationalen akademischen Austausch, ist Mitbegründerin der Künstlergruppe oiXplorer und Kuratorin des Architekturprogramms im FORUM STADTPARK Graz. Für GAM #13 "spatial expeditions" war sie eine der Gastredakteurinnen.

– **CHRISTIAN HOFSTADLER**, geboren 1967 in Hartberg (A), studierte Wirtschaftsingenieurwesen/Bauwesen an der Technischen Universität Graz. 1999 promovierte und 2005 habilitierte er an der TU Graz. Er ist dort am Institut für

Baubetrieb und Bauwirtschaft als Associate Professor (Lehrbefugnis für das Fach Baubetrieb) tätig und beschäftigt sich in Lehre, Forschung und in der Zusammenarbeit mit der Baupraxis intensiv mit dem Baubetrieb und Sichtbeton.

– **ALEX HÜCKLER** geboren 1977 in Berlin (D), ist diplomierter Bauingenieur in den Bereichen konstruktiver Wasserbau und konstruktiver Ingenieurbau. Nach internationalen Erfahrungen im geotechnischen Bereich, zunächst als Offshore Ingenieur und anschließend im Engineering Consulting der Öl- und Gasindustrie, arbeitete er als Tragwerksplaner in Berlin. Seit 2010 ist Alex Hückler mit wissenschaftlichen Aufgaben an der Technischen Universität Berlin am Fachgebiet Entwerfen und Konstruieren – Massivbau betraut und stellte 2015 seine Dissertation fertig.

– **ROBERT KALB**, geboren 1988 in Dresden (D), studierte an der TU Dresden Werkstoffwissenschaft und anschließend Architektur an der HTW Dresden (DE), der Tongji University Shanghai (CN) und der FH Joanneum Graz (A). In seiner Masterarbeit setzte er sich mit monolithischen Außenwandssystemen aus Holz auseinander. Seit 2015 arbeitet er für die Galerie Gmurzynska in Zug und St. Moritz in der Schweiz.

– **ANDREAS KOHNE**, geboren 1972 in Basel (CH), studierte an der ETH Zürich Architektur und ist seit 2007 als Architekt selbständig nach Mitarbeit bei Giuliani Hönger Architekten in Zürich und Steinmann & Schmid Architekten in Basel. Seit 2007 ist er Assistent, seit 2012 Oberassistent bei Prof. Andrea Deplazes, ETH Zürich.

– **CLAUDIA LÖSCH**, geboren 1976 in Stuttgart (D), studierte in Karlsruhe, London und Aachen Bauingenieurwesen und Wirtschaftsingenieurwesen. Nach mehrjähriger Tätigkeit in einem mittelständischen Ingenieurbüro arbeitete sie im Ausland als beratende Ingenieurin im Bereich Umweltschutztechnik. Seit 2014 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Entwerfen und Konstruieren – Massivbau der TU Berlin bei Professor Mike Schlaich und forscht im Bereich des Infralichtbetons.

– **TIM LÜKING**, geboren 1975 in Bielefeld (D), absolvierte eine Ausbildung zum Zimmerer, bevor er Architektur an der Bauhaus-Universität Weimar studierte. Nach dem Studium arbeitete er zuerst selbständig und in einem Architekturbüro, bevor er 2008 als Universitätsassistent am Institut für Architekturtechnologie der TU Graz anfang. Seit 2014 ist er hauptberuflich Lehrender des Masterstudiengangs Architektur an der FH Joanneum. Parallel dazu hatte er bis Februar 2017 einen Lehrauftrag im Bereich Baukonstruktion an der TU Graz. Tim Lükning promoviert zum Thema einschichtige Gebäudehüllen. In seiner Arbeit analysiert er Vor- und Nachteile sowie u.a. Detaillösungen, Energieverbrauch und Wiederverwertung entsprechender Konstruktionen.

– **PETER MAYDL**, geboren 1949 in Linz (A), studierte Bauingenieurwesen an der TU Wien und arbeitete anschließend ebenda am Institut für Werkstoffkunde und Materialprüfung. Er promovierte 1982 und habilitierte 1991 zum Universitätsdozenten für Baustofflehre und Baustoffprüfung. Von 1982 bis 2003 führte er als Zivilingenieur für Bauwesen ein eigenes Büro für Tragwerksplanung in Wien mit einem Schwerpunkt auf Bauwerkssanierung. Seit 1995 ist Maydl allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger. Von 2002 bis 2015 war er Vorstand des Instituts für Materialprüfung und Baustofftechnologie an der TU Graz sowie Leiter der TVFA – Akkreditierte Prüf-, Inspektions- und Zertifizierungsstelle. Seit 2016 führt er seine Tätigkeit als Zivilingenieur für Bauwesen fort. Er ist Mitglied in zahlreichen nationalen und internationalen Fachgremien mit dem Schwerpunkt Nachhaltiges Bauen.

– **MIKE SCHLAICH**, geboren 1960 in Cleveland, Ohio (USA), studierte und promovierte an der ETH Zürich. Seit 1993 ist er bei schlaich bergemann partner tätig, seit 2004 ordentlicher Professor der TU Berlin, Lehrstuhl Entwerfen und Konstruieren – Massivbau. Er ist Spezialist für Leichtbau und hat für seine weltweiten Projekte zahlreiche Auszeichnungen erhalten.

– **MARCUS STEVENS**, geboren 1979 in Stendal (D), studierte Architektur an der Technischen Universität Dresden und an der KTH Stockholm. Er war

Mitarbeiter in den Architekturbüros Heinle, Wischler und Partner Freie Architekten, Rohdecan Architekten und r+b landschaft s architektur in Dresden sowie hohensinn architektur in Graz. Zu seinen Schwerpunkten gehören Wettbewerbsbearbeitung, Entwurfs- und Ausführungsplanungen. Von 2012 bis 2016 war er als Universitätsassistent am Institut für Architekturtechnologie der TU Graz mit dem Fokus Entwurf und Bautechnologie tätig. Aktuell arbeitet er als Projektarchitekt im Büro RiegerArchitektur in Dresden sowie an eigenen Projekten.

– **ULRIKE TINNACHER**, geboren 1987 in Graz (A), studierte Architektur an der TU Graz und der KTH in Stockholm. Während des Studiums sammelte sie Bauerfahrung bei der Umsetzung verschiedener Um- und Ausbauten in der Steiermark. Kurz nach ihrem Studienabschluss stellte sie Haus T fertig, welches mehrfach publiziert und 2016 beim Architekturpreis des Landes Steiermark mit einer Anerkennung ausgezeichnet wurde. Nach ihrem Studium arbeitete Ulrike Tinnacher bei balloon architekten in Graz und als selbstständige Architektin in Hamburg. Seit Anfang 2017 ist sie bei Brassel Architekten in Zürich tätig.

– **MARISOL VIDAL**, geboren 1974 in Cartagena (ES), studierte Architektur an der Escuela Técnica Superior de Arquitectura in Valencia (ES). Anschließend arbeitete sie bei Riegler Riewe Architekten, u.a. bei der Ausführungsplanung des Hauptbahnhofs in Innsbruck. Seit 2003 ist sie am Institut für Architekturtechnologie TU Graz sowohl in der Lehre als auch in der Forschung tätig. Ihr Schwerpunkt liegt in beiden Fällen auf den Zusammenhängen zwischen Entwurf und Konstruktion, mit besonderem Fokus auf Sichtbetonbauten.

– **CLAUDIA VOLBERG**, geboren am 1975 in Lima (PE), absolvierte ihr Architekturstudium an der RWTH Aachen. Sie sammelte Erfahrung in internationalen Architekturbüros in Spanien sowie als PR Direktorin bei Dellekamp Arquitectos in Mexiko Stadt. Bei Diener & Diener Architekten in Basel vertiefte sie ihre praktischen Kenntnisse des Architekturschaffens. Es folgte ein postgraduiertes Masterstudiengang an der ETSA Barcelona in Architekturtheorie und Architekturgeschichte. Seit 2014 lehrt und forscht sie am

Institut für Architekturtechnologie der TU Graz mit Schwerpunkt auf der Wechselwirkung zwischen Konstruktion und Entwerfen unter spezifischer Anwendung der Materialien. Derzeit arbeitet sie an ihrer Dissertation mit dem Thema "Aktive Alterung von Beton – Terrassenhaussiedlungen der Spätmoderne". Als Vorstandsmitglied der Zentralvereinigung der ArchitektInnen Österreichs (Steiermark) engagiert sich Claudia Volberg in der Architekturvermittlung.

INTERVIEWPARTNER

– **MAX BAUER**, geboren 1988 in Ulm (D), studierte an der Hochschule Ulm sowie der Hochschule Augsburg Energiesysteme und Energie Effizienz Design. Seit seinem Studienabschluss 2015, bei welchem er im Zuge seiner Masterthesis, in Kooperation mit der Firma WICONA, messtechnische Untersuchungen im Bereich der Fassade durchführte, arbeitet er bei Transsolar Energietechnik GmbH. Er ist dort Projekt-Ingenieur im Bereich thermischer Simulationen sowie messtechnischer Untersuchungen.

– **MATTHIAS SCHULER**, geboren 1958 in Schwäbisch Gmünd (D), absolvierte ein Maschinenbaustudium an der Universität Stuttgart mit Schwerpunkt Technologien zur rationellen Energienutzung. Er ist einer der Firmengründer der Transsolar Energietechnik GmbH und seitdem Geschäftsführer und Gesellschafter. Von 2008 bis 2014 war Matthias Schuler Adjunct Professor für Environmental Technologies an der Graduate School of Design, Harvard University, Cambridge. Er ist heute ein international anerkannter Visionär, der das Konzept der integrierten Planung zum Grundsatz seiner Arbeitsweise erklärt hat und das KlimaEngineering in Deutschland eingeführt hat.

– **FREDERIK THÖNNESSEN**, geboren 1965 in Graz (A), machte 1985 seine Matura an der HTL Ortweinschule Graz, Schwerpunkt Hochbau. Anschließend arbeitete er vier Jahre als Bautechniker in Statik und Planung. 1991 wechselte er als technischer und kaufmännischer Angestellter zu der Wienerberger Ziegelindustrie GmbH.

– **GERNOT WEISS**, geboren 1981 in Klagenfurt (A), studierte an der FH Salzburg Holztechnik und Holzwirtschaft mit Schwerpunkt Holzbau. Seit 2006 ist er in der österreichischen Holzindustrie tätig – zunächst im Brettschichtholz-Bereich und seit 2007 für Stora Enso im Bereich Brettsperrholz. In dieser Zeit war er in verschiedenen stets vertriebsnahen Rollen tätig und hatte zuletzt die Rolle des CLT Sales Directors inne. Seit Januar 2017 arbeitet er als Produktmanager für CLT.

BILDNACHWEIS

| | | | |
|--|----|---|-----|
| Abb. 01: Bearth & Deplazes Architekten: Haus Meuli Fläsch (CH), 2002; ©Feiner | 09 | Abb. 32: Prototyp ILC-Balkon, INBIG; ©TU Berlin, FG Baukonstruktion und Entwerfen (Prof. Leibinger) / FG Entwerfen und Konstruieren – Massivbau (Prof. Schlaich) | 98 |
| Abb. 02: Bet Giyorgis, Felsenkirche in Lalibela (Äthiopien), 12. Jahrhundert; ©Giustino CC BY 2.0, http://flickr.com/photos/86497274@N00/38849107/ | 10 | Abb. 33: Funktional geschichteter Infraleichtbeton mit Textilbewehrung; ©TU Berlin, FG Baukonstruktion und Entwerfen (Prof. Leibinger) / FG Entwerfen und Konstruieren – Massivbau (Prof. Schlaich) | 98 |
| Abb. 03: Bet Giyorgis, Lalibela (Äthiopien), von Nordosten betrachtet; ©A.Davey CC BY 2.0, https://www.flickr.com/photos/adavey/3278917075 | 12 | Abb. 34: Prinzip der multifunktionalen Wand: Hochfeste Schale und „infraleichter“ Kern sowie Kapillarrohrrahmen mit warmem (rot) bzw. kaltem (blau) Wasser; ©TU Berlin, FG Entwerfen und Konstruieren – Massivbau (Prof. Schlaich) | 100 |
| Abb. 04: Andrea Deplazes, Architektur konstruieren, 4. Auflage 2013, Birkhäuser Verlag Basel; ©Professur Deplazes, Departement Architektur, ETH Zürich | 14 | Abb. 35: Ebenenbündel ausgehend aus einem Trägerpunkt bestehend aus einer gefalteten Dachfläche, eine geraden Dachfläche und einer Giebelseite im Haus 36 von MBA/S Matthias Bauer Associates; ©Tim Lüking | 103 |
| Abb. 05: Archetypen der Konstruktion: Massivbau – Filigranbau, Faltpaket zum Buch: Andrea Deplazes, Architektur konstruieren, 4. Auflage 2013, Birkhäuser Verlag; ©Professur Deplazes, Departement Architektur, ETH Zürich | 17 | Abb. 36: Thermisch aktivierte Ultraleichtbetonwand, Holcim Innovation Award 2012; ©Barkow Leibinger Architekten, Mike Schlaich und Transsolar..... | 106 |
| Abb. 06: Die Fassade als programmierte Oberfläche; ©Matthias Graf von Ballestrem | 19 | Abb. 37: Eigenschaften von Materialien für einschichtige Wandaufbauten; ©Transsolar | 106 |
| Abb. 07: Lichtspiel der offenen Lerchenholzlattung; ©Tim Lüking | 27 | Abb. 38: Fenster-Kernbohrungen im Haus H36; ©Tim Lüking | 112 |
| Abb. 08: Moderne Übersetzung klassischer Bauformen mit einschichtiger Massivholzaußenwand im Haus H32 von LP architektur; © Volker Wortmeyer | 30 | Abb. 39: Haus 36, Stuttgart, von MBA/S. Die runden Fenster wurden mittels Kernbohrung angelegt; ©Tim Lüking..... | 117 |
| Abb. 09: Innenraum des Hyperkubus-Prototypen von WG3; ©Karin Lernbeiß Lupispuma | 34 | Abb. 40: Haus Meuli, Fläsch, von Bearth & Deplazes Architekten. Innenbündige Fensterelemente; ©Tim Lüking..... | 118 |
| Abb. 10: Der Hyperkubus als mobile Kleinwohneinheit basierend auf einer einschichtigen Brettsperreholzaußenwand; ©Karin Lernbeiß Lupispuma | 35 | Abb. 41: Hanghaus, Altstätten, von Himmelhoch. Außenbündig eingeklebte Dreifach-Verglasungen; ©Tim Lüking..... | 120 |
| Abb. 11: Beispiel Klinkerfassade der Wohnanlage Verwalter von baumschlagler eberle architekten; ©Nobert Prommer VÖZ..... | 41 | Abb. 42: Hanghaus, Altstätten, von Himmelhoch. Ausblick durch die Übereck-Verglasung; ©Tim Lüking..... | 121 |
| Abb. 12: Entwicklung vom Vollziegel zum gedämmten Hochlochziegel; ©Wienerberger Ziegelindustrie GmbH | 44 | Abb. 43: Isothermische Untersuchung zu unterschiedlichen Fensterpositionen auf der Innenseite der Außenwand; ©Tim Lüking | 122 |
| Abb. 13: Architekt DI Christian Lenz nutzt bei dem Wohnbauprojekt in Dornbirn Oberdorf Ziegel in unterschiedlichen Brauntönen für eine markante bewegte Fassade; ©Nobert Prommer VÖZ..... | 48 | Abb. 44: Schematische Darstellung des linearen Wärmeverlaufs in einem einschichtigen Bauteil bei unterschiedlichen Dicken und Wärmeleitfähigkeiten; © Tim Lüking..... | 124 |
| Abb. 14: Das Fugenbild für die Ziegel wurde von Architekt DI Christian Lenz vergeben, um von nah und fern eine hohe Lebendigkeit zu erhalten ©Nobert Prommer VÖZ | 52 | Abb. 45: Isothermische Untersuchung des Refugi Lieptgas-Fensterdetails; ©Tim Lüking | 125 |
| Abb. 15: Massivholzsystem Thoma Holz 100: profilierte Brettschichten mittels Holzdübel verbunden; ©Tim Lüking..... | 57 | Abb. 46: Gefügedichteter Leichtbeton von Technopor mit einem Lambda von 0,22 W/m ² K und Glasschaumschotter als Gesteinskörnung; ©Tim Lüking..... | 127 |
| Abb. 16: Kapelle mit Lehmwänden von Marte.Marte in Batschuns; © Tim Lüking..... | 58 | Abb. 47: Eingangsbereich des Hauses mit Lichtspiel durch die vorgesetzte Lärchenholzfassade; ©Tim Lüking..... | 135 |
| Abb. 17: Innenecke einer Leichtbetonwand: links eine geneigte Fläche mit mehr Luftporen; ©Tim Lüking | 60 | Abb. 48: Blick vom Eingangsbereich auf die Treppe; ©Tim Lüking..... | 136 |
| Abb. 18: Massive Glasbausteine beim Mahnmahl Puerta de Atocha von Estudio FAM in Madrid; ©SCHOTT AG | 62 | Abb. 49: Die zwei Ebenen der Fassade: die tragende und dämmende Massivholzwand aus Brettsperreholz und davor liegend die offene Lärchenholz- schalung für Witterungs- und Sichtschutz ©Tim Lüking..... | 138 |
| Abb. 19: Cura Cosmetics, ATP Innsbruck; ©Thomas Bause | 67 | Abb. 50: Ansicht des Einfamilienhauses bei Tag; ©Tim Lüking..... | 140 |
| Abb. 20: Haus 2226 Lustenau, Dietmar Eberle; ©archphoto inc. be baumschlagler eberle..... | 68 | Abb. 51: Schattenwurf der Lärchenholzfassade im Eingangsbereich; ©Tim Lüking..... | 140 |
| Abb. 21: Mittelpunktsbibliothek Köpenick, Bruno Fioretti Marquez; ©Christoph Rokitta | 70 | Abb. 52: Ansicht des Einfamilienhauses bei Nacht; ©Tim Lüking..... | 141 |
| Abb. 22: Künstlerhaus Marktoberndorf, Bearth Deplazes; ©Ralph Feiner..... | 72 | Abb. 53: Lichtspiel in der äußeren Fassadenebene durch beleuchtete Fenster in der inneren Fassadenebene; ©Tim Lüking..... | 141 |
| Abb. 23: Nationalparkzentrum von Valerio Olgiati in Zernez, Schweiz (2008); ©Subaru 2009 | 79 | Abb. 54: Die Lärchenholzlattung als äußere Fassadenebene zieht den Baukörper zusammen und gibt ihm gleichzeitig eine Tiefe in der äußeren Schicht © Tim Lüking..... | 142 |
| Abb. 24: Schmuckornamente in Form von Ginkoblättern zieren die Wände des Goethe-Gymnasium in Regensburg; ©Liapor | 80 | Abb. 55: Grundriss Erdgeschoss (links) und Obergeschoss (rechts); © Robert Kalb nach Mario del Carlo..... | 142 |
| Abb. 25: Linienstraße 40: Wohn- und Geschäftshaus in Berlin Mitte von Bundschuh Architekten (2010); ©Liapor | 82 | Abb. 56: Haus S48 in Graz – Ansicht Straßenseite; ©paul ott fotografiert | 145 |
| Abb. 26: Verbergen von Fugen in den Schalungssystemen macht monolithisches Bauen sehr technik- und arbeitsintensiv und somit teuer; ©Christian Hofstadler | 85 | Abb. 57: Gartenfassade Zubau; ©paul ott fotografiert | 146 |
| Abb. 27: Die notwendige Produktionsleistung sollte unter Erreichung der höchstmöglichen Produktivität erzielt werden und hängt vom effizienten Einsatz der Produktionsfaktoren ab; ©Christian Hofstadler..... | 86 | Abb. 58: Dämmbetonwand und Oberlichter; ©paul ott fotografiert | 148 |
| Abb. 28: 4-Punkt-Biegeversuche am Infraleichtbeton-Balken nach Versagen der Bewehrung; ©TU Berlin, FG Entwerfen und Konstruieren – Massivbau (Prof. Schlaich) TU Berlin, FG Entwerfen und Konstruieren – Massivbau (Prof. Schlaich)..... | 91 | Abb. 59: Blick in den Garten aus dem Wohnbereich im Zubau; ©paul ott fotografiert | 150 |
| Abb. 29: Historische Entwicklung der Leistungsfähigkeit von Leichtbeton; ©HÜCKLER, A.: Trag- und Verformungsverhalten von biegebeanspruchten Bauteilen aus Infraleichtbeton (ILC). Dissertation. 1. Auflage. Göttingen: Sierke Verlag, 2016 | 92 | Abb. 60: Blick vom Wohnbereich durch den Küchen- und Eingangsbereich in das Wohnzimmer im Bestandsgebäude; ©paul ott fotografiert | 152 |
| Abb. 30: Smart Material House, 2. Platz Global Holcim Award; Prototyp aus Infraleichtbeton; ©Barkow Leibinger Architekten | 94 | Abb. 61: Grundriss Obergeschoss und Erdgeschoss; ©Feyferlik Fritzer | 152 |
| Abb. 31: Eigenschaften der Infraleichtbeton-Rezepturen; ©HÜCKLER, A.: Trag- und Verformungsverhalten von biegebeanspruchten Bauteilen aus Infraleichtbeton (ILC). Dissertation. 1. Auflage. Göttingen: Sierke Verlag, 2016 | 96 | Abb. 62: Lage Haus M. im Garten; ©Erika Petric..... | 155 |
| | | Abb. 63: Innenansicht Obergeschoss; © Erika Petric..... | 156 |
| | | Abb. 64: Tiefe Fensterlaibung in monolithischer Bauweise; ©Erika Petric | 158 |

| | |
|---|-----|
| Abb. 65: Kontext des Hauses – im Hintergrund der Leechwald; ©Erika Petric | 160 |
| Abb. 66: Blick von Ostseite des Gartens; © Erika Petric | 160 |
| Abb. 67: Eingangsbereich mit Blick nach Westen; ©Erika Petric..... | 162 |
| Abb. 68: Einbettung des Gebäudes in seine Umgebung; ©Simon Oberhofer..... | 165 |
| Abb. 69: Herausgewachsen aus der Erde; © Simon Oberhofer | 166 |
| Abb. 70: Windgeschützter Außenbereich; © Simon Oberhofer | 168 |
| Abb. 71: Behandlung der 5. Fassade; ©Simon Oberhofer | 168 |
| Abb. 72:Transparenz im Bereich der Schnittstelle ; © Simon Oberhofer | 169 |
| Abb. 73: Glas als transparente Trennwand im massiven Baukörper; ©Simon Oberhofer | 170 |
| Abb. 74: Schlafbereich; ©Simon Oberhofer..... | 172 |
| Abb. 75: Raumerlebnis im Bad; © Simon Oberhofer..... | 173 |
| Abb. 76: Blick auf die Nord-Westseite der Kirche; ©Claudia Gerhäuser | 175 |
| Abb. 77: Detail zum Materialkonzept im Kirchenraum; ©Claudia Gerhäuser | 176 |
| Abb. 78: Fenster zwischen Kirchen- und Kinderraum; ©Claudia Gerhäuser | 178 |
| Abb. 79: Empore mit diffusem Lichteinfall durch Oberlicht; ©Claudia Gerhäuser | 179 |
| Abb. 80: Äußere Fassade mit unregelmäßig verteilten Lufteinschlüssen; ©Claudia Gerhäuser..... | 180 |
| Abb. 81: Lufteinschlüsse charakterisieren die Oberflächenstruktur und brechen die monoton glatte Außenerscheinung; ©Claudia Gerhäuser | 180 |
| Abb. 82: Fassade als Leinwand für die Szenen, die sich vor ihr abspielen; ©Claudia Gerhäuser | 181 |
| Abb. 83: Schalungsmuster und Verteilung der Lufteinschlüsse gliedern die Fassade. Die Lufteinschlüsse wirken wie eine natürliche Zeichnung; ©Claudia Gerhäuser | 181 |
| Abb. 84: Blick auf das Volta Zentrum von Osten; ©Fabian Reisenberger | 182 |
| Abb. 85: Eckpunkt am Vogesenplatz / Ecke Voltastraße; ©Philipp Schnitzhofer..... | 184 |
| Abb. 86: Öffnung zum Vogesenplatz. Im Hintergrund die Autobahnzufahrt Luzernerberg; ©Fabian Reisenberger..... | 186 |
| Abb. 87: Blick durch das Dachflächenfenster des Nachfolgers des alten Maiensässhäuschens nach außen; ©Tim Lükling..... | 189 |
| Abb. 88: Außenansicht des Refugi Lieptgas; ©Tim Lükling..... | 190 |
| Abb. 89: Gebäudeecke durch Rundholz-Blockhütenschalung; ©Tim Lükling | 192 |
| Abb. 90: Doppelter Schwalbenschwanz als mechanische Holzverbindung; ©Tim Lükling..... | 194 |
| Abb. 91: Felsenbild vor Badewanne im Schlafbereich; © Tim Lükling..... | 196 |
| Abb. 92: Innen aufgesetzter Fensterrahmen; © Tim Lükling | 198 |

GEFÖRDERT VON



MIT UNTERSTÜTZUNG VON




HERAUSGEGEBEN VON Tim Lüking

HERAUSGEGEBEN FÜR GAT - Verein zur Förderung steirischer Architektur im Internet

GESTALTUNG Katharina Mauthner

LEKTORAT Yvonne Bormes

DRUCK Prime Rate Kft., Budapest, Ungarn

VERWENDETE SCHRIFTEN Univers 45 Light / 55 Roman; Carrosserie Bold / Light

PAPIER Munken Lynx 90g; Keaykolour Original Seal 300g

©2017 Verlag der Technischen Universität Graz; www.ub.tugraz.at/Verlag

ISBN (print) 978-3-85125-511-9

ISBN (e-book) 978-3-85125-512-6

DOI 10.3217/978-3-85125-511-9



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung 3.0 International Lizenz.
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/at/>

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://www.dnb.de> abrufbar.

MONOLITHISCH BAUEN. EINE BAUWEISE, DIE NACH STABILITÄT UND DAUERHAFTIGKEIT KLINGT UND BIS IN DIE ZWEITE HÄLFTE DES 20. JAHRHUNDERTS GÄNGIG WAR, GERIET DURCH DIE STEIGENDEN ANFORDERUNGEN DES WÄRMESCHUTZES EINIGE JAHRZEHNTE LANG INS HINTERTREFFEN. DANK EINER WEITERENTWICKLUNG DER BAUSTOFFE WIRD ES HEUTE WIEDER ZU EINER ATTRAKTIVEN OPTION. ZUM AKTUELLEN STAND LIEFERN VERSCHIEDENE PROTAGONISTEN BEITRÄGE AUS UNTERSCHIEDLICHEN PERSPEKTIVEN, UM DEN VIELFÄLTIGEN ASPEKTEN MONOLITHISCHER WANDKONSTRUKTIONEN GERECHT ZU WERDEN. NEBEN THEORETISCHEN UND TECHNISCHEN ASPEKTEN WERDEN EXEMPLARISCH SIEBEN GEBÄUDE VORGESTELLT, DEREN AUSSENWÄNDE MIT EINSCHICHTIGEN AUFBAUTEN REALISIERT WURDEN.

MIT BEITRÄGEN VON MATTHIAS BALLESTREM, MAX BAUER, ANDREA DEPLAZES, CLAUDIA GERHÄUSSER, CHRISTIAN HOFSTADLER, ALEX HÜCKLER, ROBERT KALB, ANDREAS KOHNE, CLAUDIA LÖSCH, TIM LÜKING, PETER MAYDL, MIKE SCHLAICH, MATTHIAS SCHULER, MARCUS STEVENS, FREDERIK THÖNNESSEN, ULRIKE TINNACHER, MARISOL VIDAL, CLAUDIA VOLBERG UND GERNOT WEISS.

ISBN 978-3-85125-511-9



9 783851 255119