

Farbige Holzfassaden im urbanen Kontext





bauwerk.

Vorwort

Farbige Holzfassaden im urbanen Kontext

Das Bauen mit Holz erlebt seit Jahren einen neuen Aufschwung und eine besondere Aufmerksamkeit im baukulturellen Zusammenhang. Nicht zuletzt trägt hierzu ein derzeit intensiv geführter und gesellschaftlich notwendiger Diskurs über den Beitrag der Bauwirtschaft zur sichtbaren und spürbaren Klimaveränderung des Planeten Erde und deren Folgen bei.

Die Gründe für die neue Beliebtheit des Bauens mit Holz sind vielfältig und naheliegend. Da ist zum einen der leicht nachvollziehbare und wesentliche Beitrag zum Klimaschutz und zum anderen die aktive Transformation von traditionellen Handwerkstechniken hin zu modernen Verarbeitungsmethoden der Bauindustrie, die den Holzbau immer wirtschaftlicher machen. Der zeitgenössische ingenieurmäßige Holzbau reagiert dabei – stets begleitet durch eine fortschreitende praxisorientierte Forschung – auf die ständig komplexer werdenden Belange heutiger Bauvorschriften und Baustandards. Zusammen mit immer präziser werdenden Planungsmethoden und dank witterungsunabhängiger Vorfertigungsprozesse führen diese Faktoren zu einer immer höheren Akzeptanz des Materials bei Bauherren und Nutzern. Mit dieser steigenden Akzeptanz gewinnt der Baustoff Holz eine gänzlich neue Bedeutung, die sich spürbar und sichtlich weg von einem nur ländlich geprägten Baustoff hin zu einem mehr und mehr urbanen Baumaterial bewegt.

Bislang werden städtische Quartiere und Fassaden, bis auf wenige von Fachwerken geprägte Kleinstädte, spontan eher mit anderen Baustoffen als Holz in Verbindung gebracht. Das klassische Bild der europäischen Stadt wird traditionell mit Mauerwerks- und Putzfassaden assoziiert. Mit Blick in die europäische Stadtbaugeschichte ist dies bemerkenswert, da viele Städte bis Mitte des 19. Jahrhunderts zu einem großen Teil von Gebäuden mit hohen Holzanteilen geprägt waren. Die Industrialisierung und damit einhergehend der Einzug neuer Baumaterialien, aber auch neuer verschärfter Bauvorschriften, haben neben vielen Brandkatastrophen den Baustoff Holz in den meisten Städten mehr und mehr verdrängt. Jedoch ist die alte Holzbautradition zuweilen in etlichen Städten Europas, die ohne größere Kriegszerstörungen durch den Zweiten Weltkrieg blieben, noch ausgeprägt zu erleben.

Insbesondere in skandinavischen Städten, in denen der Einsatz von Holz konstruktiv immer besonders naheliegend war, besteht eine besondere Affinität und bis heute bewahrte Tradition zur farblichen Gestaltung dieses auch häufig für Fassaden verwendeten Materials.

Diese einprägsame und zugleich schöne Tradition bringt die Erkenntnis mit sich, dass neben dem nachhaltigen Einsatz von Holzwerkstoffen beim Bauen in der Stadt auch dem Thema der Farbigkeit zunehmend wieder eine bedeutendere Rolle zukommt. Farbe kann die Akzeptanz und kontextuelle Einfügung von Holzbauten in gewachsene städtische Quartiere erleichtern – so die These dieses auf Farbe bei Holzfassaden im urbanen Kontext fokussierten Forschungsprojekts.

Ein exemplarisches großes innerstädtisches Bauvorhaben des Projektentwicklers bauwerk für Wohnen und gewerbliche Nutzungen gleichermaßen entsteht derzeit in einem Gründerzeit- und Nachkriegsquartier in München-Neuhausen. Das Projekt von Allmann Sattler Wappner Architekten bietet mit seiner architektonischen Konzeption und seinen gestalterischen Absichten in Form eines Holzhybridbaus eine perfekte Ausgangslage für diese spezifisch wissenschaftliche Untersuchung, welche bauwerk an der Professur für Entwerfen und Baukonstruktion am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) in Auftrag gegeben hat.

Sowohl im Projekt als auch in der vorliegenden Arbeit geht es neben historischen, gestalterischen, baukonstruktiven und weiteren technischen und architektonischen Gesichtspunkten auch um die vielfältige Wirkung von „Farbe am Bau“ auf das Erleben und Verhalten der Menschen. Farbe ist und war schon immer ein besonderes Kommunikationssystem im Zusammenhang mit der menschlichen Sehfähigkeit. Der Betrachter erhält über den Werkstoff Holz als auch das Farbbild eine Reihe an baukulturell geprägten Informationen wie zum Beispiel über Regionalität, Klima, Wohlstand, Fortschritt, Bildung und handwerkliche Traditionen.

Diese Kenntnisse und der gesellschaftlich forcierte ökologische Schub für das Bauen mit Holz in der Stadt bilden zusammengefasst den Nährboden für eine erfolgreiche Renaissance und Zukunft eines wiedererwachten farbigen Holzbaus in der europäischen Stadt. Mithilfe dieser Untersuchung soll an einem aktuellen Bauprojekt in München aufgezeigt und Mut gemacht werden, diese reaktivierte Tradition fachlich, inhaltlich und sinnlich anzureichern und somit erfolgreich weiter voranzubringen.

Professur für Entwerfen und Baukonstruktion am KIT in Karlsruhe

Professor Ludwig Wappner
Dr. Falk Schneemann
Peter Hoffmann

6 Inhalt

Vorwort	4
Einleitung	9
Kontext	12
Warum Holz als Baustoff?	12
Megatrend Ökologie und Umwelt	15
Megatrend Technik und Digitalisierung	21
Megatrend Schaffen von Wohnraum	25
Sekundäreffekt	25
Holz in der Stadt	28
Die Fassade – eine Frage des Ausdrucks	33
Die gestalterische Haltung – Kultur und Technik	33
Die Fassade des Holzbaus – Herleitung	33
Die farbige Holzfassade – Begründung	38
Die farbige Holzfassade – Gestaltungselemente	38
Holz und Farbe	44
Abgrenzung vom urbanen zum ländlichen Holzbau	44
Natürliche Farbe von Holz, Veränderung und Schutz	44
Schadfaktoren	47
Konstruktiver Holzschutz	48
Chemischer Holzschutz und Modifizierung	51
Farbsysteme und Oberflächenvergütung	51
Unterhalt, Wartung und Pflege	53
Fazit	57
Literaturverzeichnis	58
Abbildungsverzeichnis	60



Wohn- und Bürogebäude „Vinzent“, München

Der Baustoff Holz ist einer der ältesten und traditionsreichsten in Mitteleuropa. Hiervon zeugen Gebäudetypen wie die Pfahlbauten oder das Fachwerkhaus. Von diesen frühen Anfängen des Bauens mit Holz lässt sich eine durchgängige Entwicklung bis in die Gegenwart aufzeigen. Sie beinhaltet beispielsweise mittelalterliche Fachwerkbauten, industrielle Bauten des 19. Jahrhunderts, bürgerlich-romantische Bauten des Biedermeiers, die klassische Moderne der 1920er-Jahre¹ oder das Aufblühen einer modern-regionalistischen Architektur im deutschsprachigen Alpenraum der 1970er-Jahre.

Einleitung

Bezeichnend für das Bauen mit Holz ist dabei stets eine enge Verflechtung handwerklicher und bautechnischer Aspekte mit dem Ausdruck der jeweiligen Architektur und Baukultur. Besonders die Tatsache, dass der Baustoff Holz lange Zeit ausschließlich als lineares Brett oder linearer Balken von begrenzten Abmessungen zur Verfügung stand und Maßnahmen des konstruktiven Holzschutzes wie das Abschrägen von Schalungen und Abdecken von Stirnholz notwendig waren, haben den Holzbau in seiner Erscheinung geprägt. Dabei kann durch die Wiederholung von Elementen wie Brettern, eventuell verstärkt durch geometrische Bearbeitungen wie schräge Schnitte, ein ornamentaler Ausdruck, der mit dem eines Textils zu vergleichen ist, entstehen. Diese „Konstruktionsmuster“ sind Ausdruck einer Wechselwirkung zwischen Technik, Gestaltung und Kultur.

Aktuell erlebt der Holzbau einen Boom, der seit den 2000er-Jahren stets an Dynamik und Relevanz gewonnen hat. Angestoßen und getragen wird diese neue Popularität von technischen Innovationen², Änderungen in der Baugesetzgebung und einem enormen gesellschaftlichen und politischen Willen, ökologischen und ressourcenschonenden Bauweisen angesichts des nicht mehr zu verleugnenden Klimawandels den Vorzug zu geben. Diese Entwicklungen führen dazu, dass der Holzbau auch im urbanen Kontext vermehrt Anwendung findet. Beispielhaft dafür sind Pilotprojekte zu ersten Holzhochhäusern und Holzgebäude, die als Teil von Blockrandstrukturen entstehen. Sie zeigen, dass der Holzbau nun endlich auch im Zentrum der Städte angekommen ist.

Schon in seiner Frühzeit wurde der Holzbau im urbanen Kontext angewendet, was sich im nahezu symbiotischen Verhältnis des Fachwerkhauses mit der mittelalterlichen Stadt Europas zeigt. Dann jedoch verschwand der Holzbau weitestgehend aus der Stadt bzw. zog er sich auf wenig sichtbare Anwendungen wie Dach- oder Deckenkonstruktionen zurück. Wenn der Baustoff Holz jetzt zurück in die Stadt findet, wirft das eine zentrale Frage auf: Welche stilistische Ausdrucksform wird dem zeitgenössischen,

urbanen Holzbau gerecht? Der ländliche Holzbau und seine Fassade verfügen über eine feine Grammatik, die konstruktiv und gestalterisch überzeugt und das in unseren Sehgewohnheiten und unserer Baukultur verankerte Bild vom Holzbau prägt.

Im urbanen Holzbau zeigt sich eine andere Situation. Zum einen muss sich der Holzbau hier konstruktiv anderen Anforderungen stellen, genannt seien Brandschutz und Umwelteinflüsse, zum anderen erscheint der Ausdruck einer vergrauenden Holzfassade im Kontext einer Großstadt nicht unbedingt das ideale gestalterische Mittel. Neben den genannten funktionalen Problemen scheint ein Grund dafür zu sein, dass der Holzbau sich im lauterem, rauerem und großmaßstäblichen Kontext oft nicht behaupten kann und in unserer Baukultur nach wie vor mit anderen Assoziationen beim Bauen verknüpft ist. Wie bei jeder gestalterischen und kulturellen Fragestellung gibt es hier jedoch kein absolutes Richtig oder Falsch und die soeben vorgenommene Einschätzung entbehrt nicht einer subjektiven Komponente. Da aber schlicht überzeugende Beispiele fehlen, die beweisen, dass sich der Holzbau in seiner natürlichen Farbgebung in den städtischen Kontext einfügt, erscheint die Aussage, dass der Holzbau im städtischen Kontext einen anderen Ausdruck verlangt als im ländlichen, auch jenseits subjektiver Einschätzungen durchaus haltbar.

Die Antworten auf die Frage nach einer „urbanen Holzfassade“ fallen als Konsequenz dieser These („Eine natürliche Holzfassade behauptet sich in der Stadt schwer“) denn auch verschieden aus. Manche Holzbauten werden mit geeigneten, meist hinterlüfteten Trägerplatten versehen und anschließend verputzt, andere werden mit einer metallischen Haut oder Platten aus Verbundwerkstoffen versehen. Eine weitere Möglichkeit ist es, durch einen ökologischen farbigen Anstrich den Ausdruck von Konstruktion und Gestaltung des Holzbaues an den urbanen Kontext anzupassen. Dieser Weg wurde z. B. für das innovative innerstädtische Wohn- und Gewerbeprojekt „Vinzent“ von Allmann Sattler Wappner Architekten in München gewählt. Hintergrund ist der

¹ Es handelt sich zwar eher um Ausnahmen, trotzdem befassten sich auch Protagonisten der klassischen Moderne wie Konrad Wachsmann oder Richard Döcker mit seinem Haus für die Weißenhofsiedlung mit dem Holzbau.

² Z. B. neue digitale Bearbeitungsmethoden und neue Konstruktionsmethoden wie Deckensysteme.



Haus zur Goldenen Waage, Frankfurt am Main

Glaube an eine gestalterische und konstruktive Ehrlichkeit, in dem Sinne, dass gute Gestaltung und guter Ausdruck nur aus dem Wesen und der intrinsischen Logik der Dinge heraus entwickelt werden können: Auch in einer Stadt wie München, deren Gebäude hauptsächlich in Putztechnik gestaltet wurden, sollte ein Holzbau als solcher erkenn- und lesbar sein soll. In anderen Worten bedeutet das: Ein Holzbau erhält seinen Ausdruck auch in der Stadt am besten dadurch, dass die Fassade das verwendete Material Holz ganz offensichtlich zeigt. Nur so kann der Holzbau seinen Charakter – und auch seine Schönheit – schlüssig zum Ausdruck bringen. Dabei erscheint, so hier die These, eine nachhaltig ökologische Farbe ein geeignetes Mittel, um diese Holzfassade gestalterisch und technisch in den spezifischen Kontext Stadt einzufügen.

Die vorliegende Forschungsarbeit ist in Zusammenarbeit mit Allmann Sattler Wappner Architekten in München an der Professur für Baukonstruktion und Entwerfen des Karlsruher Institutes für Technologie von Ludwig Wappner entstanden. Sie widmet sich den konstruktiven und gestalterischen Hintergründen einer farbigen, urbanen Holzfassade, setzt sie in einen historischen und baukulturellen Kontext und liefert eine systematische Betrachtung und Einschätzung der technischen Fragestellungen. Dabei sollen keine Patentlösungen angeboten werden, denn die Verfasser, die sich allesamt als entwerfende, forschende und lehrende Architekten verstehen, sind sich bewusst, dass dies in der Kompaktheit dieser Arbeit weder möglich noch erstrebenswert ist. Sehr wohl soll aber eine Haltung aufgezeigt werden, die auf einer schlüssigen baukulturellen und baukünstlerischen Position sowie historischen Betrachtungen und bautechnischen bzw. baukonstruktiven Überlegungen basiert und so einen Beitrag zur aktuellen Diskussion des Bauens mit Holz in der Stadt leisten will. Die kompakte Publikation will dabei versuchen, beim interessierten und vorgebildeten Laien und insbesondere beim Bewohner eines Hauses mit Variationen des Baustoffs Holz, ein Verständnis für die Zusammenhänge und Hintergründe des Themas zu schaffen. Gleichzeitig sollen dadurch der Fachwelt Denkanstöße und Fachwissen vermittelt werden. Dabei wird zunächst die aktuelle Lage des Holzbaues im Allgemeinen umrissen, um dann näher auf das Thema der Fassade einzugehen.

Flankiert wird diese Arbeit durch intensive, von Prof. Dr. Swantje Duthweiler an der Hochschule in Weihenstephan durchgeführte Betrachtungen zur „passenden Farbigkeit“ von begrünten Holzfassaden im urbanen Kontext. Diese Untersuchungen und das Projekt „Vinzent“ sind parallel und in regem Austausch

entstanden. Die wissenschaftlichen Untersuchungen untermauern und begründen damit die am Projekt „Vinzent“ getroffenen Entscheidungen. Diese Untersuchung kann aber auch für sich selbst stehen und soll so Wissen, Akzeptanz und Inspiration für die Bauaufgabe des urbanen Holzbaus liefern.

Kontext

Warum Holz als Baustoff?

Bauen mit Holz als nachhaltiger Boom
mit gesellschaftlicher Relevanz

12 Das Bauen mit Holz erlebt derzeit einen regelrechten Boom, der sich sowohl quantitativ – z. B. durch die Anzahl der für Holzgebäude erteilten Baugenehmigungen³ – als auch qualitativ – z. B. dadurch, dass inzwischen auch Hochhäuser komplett aus Holz realisiert werden⁴ – belegen lässt. Dieser Boom erscheint aus heutiger Perspektive als logische Konsequenz einer jahrzehntelangen, intensiven Materialforschung und bautechnischen Entwicklung, die auf die aktuell drängenden Fragen der Klimaveränderung nun schon belastbare und zukunftsweisende Antworten geben können. Geprägt von Behelfsbauten und den einfachen Holzbauten der 1960er- und 1970er-Jahre war das Image des Holzbaues zunächst eher schlecht; im Vergleich zum Massivbau war er günstig, hatte aber funktionale Defizite und war weniger dauerhaft. Dies verbesserte sich zunächst in kleinen Schritten, dann jedoch mit einer zunehmenden Dynamik. Diese Dynamik ist Ausdruck der Tatsache, dass der Holzbau von gesellschaftlichen Megatrends – also Trends, die eine Dauer von mindestens mehreren Jahrzehnten und Auswirkungen auf alle gesellschaftlichen Bereiche haben – positiv konnotiert und getragen wird.⁵ Diese Trends sind die zunehmende Wichtigkeit von Ökologie und ein gesteigertes Umweltbewusstsein, das Fortschreiten der Technisierung und Digitalisierung sowie das Schaffen von Raum zum Wohnen und Arbeiten. Sie alle finden im Holzbau synergetisch zusammen und führen dazu, dass der Holzbau im aktuellen gesellschaftlichen Diskurs immer mehr Raum einnimmt und damit auch Baukultur und Gestaltung Antworten auf die sich ergebenden Fragestellungen finden müssen. Dabei steht die Suche nach einem angemessenen Ausdruck des modernen Holzbaues im Vordergrund.

³ Statistisches Bundesamt: Anteil der genehmigten Wohngebäude in Holzbauweise an allen genehmigten Wohngebäuden in Deutschland in den Jahren 2003 bis 2020, online verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/456639/umfrage/quote-der-genehmigten-wohngebäude-in-holzbauweise-in-deutschland/>, zuletzt aufgerufen am 03.11.2021.

⁴ Zum Beispiel das Projekt „Roots“ in Hamburg, das Projekt „HoHo“ in Wien oder „Carl“ in Pforzheim.

⁵ Vgl. Zukunftsinstitut: Megatrends, online verfügbar unter: www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrends, zuletzt aufgerufen am 23.11.2021.





Holzschneflermuseum Resenhof, Bernau im Schwarzwald

Megatrend Ökologie und Umwelt

Über die ökologischen Vorteile des Bauens mit Holz – von CO₂ bis zur Kreislaufwirtschaft

Wie groß die Hoffnungen sind, die auf den ökologisch vorteilhaften Eigenschaften des Baustoffes Holz und seinen weiteren Entwicklungen ruhen, zeigte sich in der am 16. September 2020 gehaltenen Rede der Präsidentin der Europäischen Kommission, Ursula von der Leyen. Sie sprach bei der Plenartagung des europäischen Parlamentes zur Lage der europäischen Union über das Thema „Die Welt von morgen schaffen: Eine vitale Union in einer fragilen Welt“⁶. Von der Leyen proklamiert in ihrer Rede den „European Green Deal“, dessen Ziel es ist, Europa bis 2050 zum ersten klimaneutralen Kontinent der Welt zu machen. Von der Leyen weist dabei auf die wichtige Rolle der Gebäude hin, „in denen wir wohnen und arbeiten“ und dass durch die Verwendung des Baustoffes Holz der Bausektor zumindest teilweise in der Lage wäre, CO₂ zu binden, statt auszustoßen. Von der Leyens Rede zeigt damit auf, welche Hoffnungen auf der Weiterentwicklung des Holzbaues ruhen. Besondere Kraft erhält die Entwicklung dadurch, dass sie von verschiedensten Teilen und Institutionen der Gesellschaft getragen wird. Auch wenn die Motivationen bei näherer Betrachtung selbstverständlich verschiedene sind, so ist doch erstaunlich, wie sehr hier die Politik auf unterschiedlichen Ebenen, die Fachwelt aus Architekten und Ingenieuren sowie die breite Bevölkerung – besonders die Jugend mit ihrem enormen ökologischen Bewusstsein – an einem Strang ziehen. Auch wenn die Ökologie, wie angedeutet, nicht der einzige Grund für den Erfolg und die zunehmende Verwendung des Baustoffes Holz ist, sollen die ökologischen Potenziale des Baustoffes im Folgenden zuerst aufgezeigt werden.

Verfügbarkeit von Holz

Bei vielen Baustoffen zeigt sich schon heute eine Verknappung aufgrund einer begrenzten Verfügbarkeit. Diese schlägt sich zunächst in steigenden Preisen nieder, wobei die tatsächliche Verknappung oft durch einen globalen und spekulativen Markt verschärft wird. Der Rohstoffpreis von Kupfer zum Beispiel hat sich zwischen 2016 und 2021 ungefähr verdoppelt⁷. Besonders problematisch ist jedoch, dass viele Baustoffe, anders als die recyclingfähigen Metalle, nach einmaligem Gebrauch

schlicht nicht wiederverwendet werden können. Dies gilt zum Beispiel für Kies und Sand. Da beide nach der Verarbeitung zu Beton nicht wieder in den Ursprungszustand zurückgeführt werden können und nur bestimmte Kiese und Sande überhaupt für die Betonherstellung geeignet sind, zeigt sich inzwischen eine globale Knappheit der beiden Baustoffe⁸. Ganz anders bei Holz: Es wächst sowohl aus nationaler als auch aus globaler Perspektive in einer Menge nach, die jeglichen durch die Bauindustrie zu erwartenden Bedarf derzeit noch deutlich übersteigt⁹. Das Bauen mit Holz ist demnach in dem Sinne zukunftsfähig, dass die Handlungsoptionen und natürlich nachwachsenden Ressourcen zukünftiger Generationen nicht eingeschränkt werden. Außerdem kann sich Europa dadurch relativ autark mit Baustoffen versorgen, was nicht darüber hinwegtäuschen soll, dass auch der Holzmarkt ein internationaler und daher auch der Preis für das regionale Produkt Holz deutlichen Schwankungen unterworfen ist.

Kreislaufgerechtigkeit und Sortenreinheit

Die Kreislaufgerechtigkeit¹⁰ eines Baustoffes oder Bauteiles kann auf verschiedenen Ebenen erreicht werden. Die Wiederverwendung ganzer Bauteile unabhängig von ihrer Komplexität soll hier als „Stufe 1“ bezeichnet werden. Balkenbauteile, Fensterelemente oder Steinmaterialien können am Ende des Lebenszyklus eines Gebäudes weitestgehend zerstörungsfrei ausgebaut, aufgearbeitet und an anderer Stelle wieder eingebaut werden. Das Potenzial dieser Herangehensweise, die auch als „urban mining“ bezeichnet wird, ist enorm, auch wenn sie gewisse Einschränkungen mit sich bringt: Zum einen muss in der Regel eine geometrische Passgenauigkeit gegeben sein, zum anderen genügen

6 Leyen, Ursula von der: Rede zur Lage der Union 2020, online verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/soteu_2020_de.pdf, zuletzt aufgerufen am 23.11.2021.

7 Vgl. www.boerse-frankfurt.de/rohstoff/kupfer, zuletzt aufgerufen am 23.11.2021.

8 Vgl. Hillebrandt, Annette; Seggewies, Johanna Katharina: Recyclingpotenziale von Baustoffen, in: Atlas Recycling. Gebäude als Materialressource, München 2018, Detail Verlag, S. 62.

9 Wegener, Gerd: Ressource Holz, in: Atlas Mehrgeschossiger Holzbau, München 2018, Detail Verlag, S. 14–15.

10 Kreislaufgerechte Materialien oder Bauteile können durch Wiederverwendung oder Wiederverwertung mehrere Nutzungszyklen durchlaufen und / oder ohne negative Auswirkungen wieder dem biologischen Kreislauf z. B. durch Kompostierung zugeführt werden.

gerade komplexere Bauteile immer weniger den aktuellen Anforderungen wie Wärmeschutz, Schallschutz oder Brandschutz oder sie verschleiben, sodass hier kein dauerhaft wirksamer Kreislauf entstehen kann.

Die „Stufe 2“ der Kreislaufgerechtigkeit ist eine konsequente Trennung der Baustoffe nach deren Gebrauch. Notwendige Grundlage hierfür ist das sortenreine Konstruieren, das sich der leider noch immer anhaltenden Tendenz zum Verkleben und

16 Vermischen von Baustoffen (z. B. in Fassadensystemen, Sandwichelementen, Dichtungssystemen, verklebten Böden etc.) widersetzt und die Trennung nach Gebrauch überhaupt erst erlaubt. Voneinander getrennt, können die Baustoffe einer Wiederverwertung zugeführt werden, indem sie z. B. eingeschmolzen oder zerkleinert werden. Auch hier liegen einige Beschränkungen auf der Hand: Die Prozesse der Wiederverwertung sind teils energieintensiv, viele Baustoffe eignen sich erst gar nicht für einen derartigen Kreislauf und oft bleiben Verunreinigungen zurück, sodass auch hier die Qualität der wiederverwertbaren Baustoffe abnimmt und nicht von einem dauerhaft stabilen Kreislauf gesprochen werden kann.

Nur die „Stufe 3“ der Kreislaufgerechtigkeit wird ihrem Namen vollumfänglich gerecht. Diese ist erreicht, wenn ein Baustoff durch Kompostieren oder Verbrennen ohne negative Nebeneffekte für die Umwelt wieder vollständig in den Stoffkreislauf unseres Planeten zurückgeführt werden kann, sich sozusagen spurlos im Kreislauf auflöst. Neben Holz ist dies nur bei sehr wenigen Baustoffen der Fall, so zum Beispiel bei Lehm. Holz ist deshalb kreislaufgerecht, weil bei seiner Verbrennung nur das CO₂ frei wird, welches der Baum während seines Wachstums aufgenommen hat. Bedingung ist, dass das Holz nicht durch Lacke, Leime oder andere chemische Produkte dauerhaft verunreinigt wurde. Dann führen das Verbrennen oder Kompostieren unweigerlich auch zu einer Verunreinigung der Umwelt.

CO₂-Bilanz von Holz

Ein Kubikmeter Holz enthält ungefähr 250 Kilogramm Kohlenstoff bzw. 900 Kilogramm CO₂, was etwa der Emissionsmenge von 5000 Kilometern Autofahren entspricht. Dieses CO₂ wird beim Wachstum des Holzes der Atmosphäre entzogen. Der Klimaschutz-Effekt vergrößert sich noch, wenn man bedenkt, dass der Baustoff Holz ein Substitut für einen anderen Baustoff wie Stahlbeton ist, bei dessen Herstellung viel CO₂ entsteht. Die Verwen-

dung des Baustoffes Holz führt also zu einer Einsparung von ungefähr 1,6 Tonnen CO₂ je Kubikmeter.¹¹

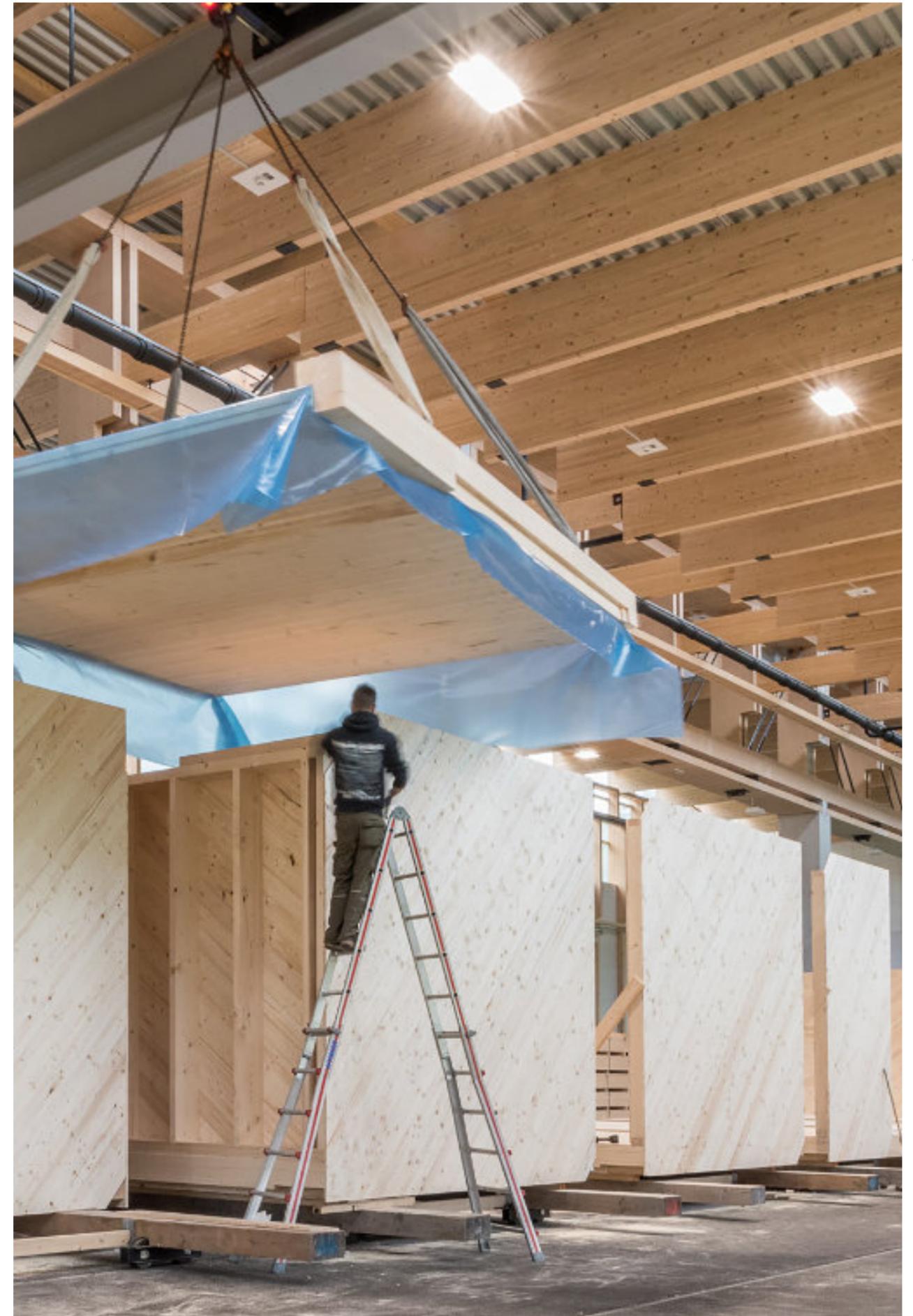
Energiebilanz von Holz

Neben der positiven CO₂-Bilanz bietet Holz auch eine hervorragende Energiebilanz. Für seine Herstellung muss kaum Energie aufgewendet werden, für die Verarbeitung wird im Vergleich zu anderen Baustoffen relativ wenig Energie benötigt und auch der Transport ist dadurch, dass Holz meist regional verfügbar ist, wenig energieintensiv. Nicht zuletzt hat Holz relativ gute wärmedämmende Eigenschaften und trägt so dazu bei, dass thermisch hochwertige Gebäudehüllen entstehen können. Sogar das Tragwerk ist dabei eine wesentlich geringere Schwachstelle als bei Beton- oder Stahlkonstruktionen.

Dauerhaftigkeit und Lebenszyklus

Um die Dauerhaftigkeit von Holz zu belegen, werden meist Jahrhunderte alte Holzbauten als Beispiel herangezogen. Natürlich trifft das zu, hier soll jedoch speziell die Dauerhaftigkeit von Holzfassaden aufgezeigt werden. Der Massivbau reagiert häufig mit Wärmedämmverbundsystemen auf die thermischen Anforderungen, die heute an Gebäudehüllen gestellt werden. Diese Systeme und besonders ihre oft verputzten Oberflächen haben aber eine äußerst beschränkte Lebensdauer, die mit zunehmender Dämmstärke weiter abnimmt. Aktuelle Studien gehen für diese Systeme von einer Lebensdauer von nur noch 4 bis 20 Jahren aus.¹² Ganz anders bei Holzverschalungen: Bei gut ausgeführtem konstruktivem Holzschutz besitzen sie eine nahezu unbeschränkte Lebensdauer. Weiter kann eine Holzfassade, wenn sie ausgebessert oder ersetzt werden muss, also in Teilen oder im Ganzen das Ende ihres Lebenszyklus erreicht hat, problemlos und nachhaltig entsorgt werden. Dem gegenüber steht eine ökologisch fragwürdige und zunehmend

¹¹ Selberherr, Julia: Holzbau für institutionelle Investoren. Aktuelle Marktentwicklungen und zukünftige Chancen, in: Rinke, Mario; Krammer, Martin (Hg.): Architektur fertigen. Konstruktiver Holzelementbau, Zürich 2020, Triest Verlag, S. 15.
¹² Joanneum, FH (Graz): Studie „Fassadensysteme im Fokus der Lebenszyklus betrachtung“, S. 46: „War in früheren Jahren eine Reinigung/Renovierung nach 10 bis 20 Jahren notwendig, aufgrund des sehr langsamen Algenwachstums, ist heutzutage im schlechtesten Fall von 2 bis 4 Jahren auszugehen.“ Online verfügbar unter: https://www.wko.at/branchen/stmk/gewerbe-handwerk/bau/Final_Studie-Fassadensysteme-im-Fokus-der-Lebenszyklusbet_2.pdf, zuletzt aufgerufen am 23.11.2021.



Vorfertigung sortenreiner Raummodule



Abbund von Konstruktionsvollhölzern für ein sortenreines Tiny-House

kostspielige Deponieentsorgung bei Wärmedämmverbundsystemen. Der Baustoff Holz punktet also doppelt: bei der reinen Lebensdauer und in Hinblick auf die ökonomische sowie ökologische Bilanz des Lebenszyklus.

Natürlicher Baustoff und Emissionsfreiheit

Dem natürlichen Baustoff Holz wird eine Steigerung des Wohlbefindens zugeschrieben. Tatsächlich belegen Studien, dass die Zufriedenheit mit dem Wohnklima bei Bewohnern eines Holzgebäudes höher ist als bei Bewohnern von Massivbauten.¹³ Ein wichtiger Grund hierfür ist, dass der Holzbau es zunehmend schafft, auf Chemie zu verzichten und trotzdem die Belange des Holzschutzes, des Brandschutzes und der Bauphysik zu erfüllen. Auch konstruktiv gelingt es zunehmend, auf Leime und Kleber zu verzichten und zum Beispiel Holzbalken durch formschlüssige monomaterielle Verbindungen¹⁴ zu fügen oder das im Holz vorhandene natürliche Lignin als natürlichen Klebstoff für Plattenwerkstoffe zu verwenden. Diese Reduktion bzw. vollständige Vermeidung von Leim und damit Chemie führt zu einer Reduktion der chemischen Emissionen in die Raumluft und damit zu einer Reduzierung gesundheitsschädlicher Effekte auf die Nutzer des Gebäudes und die Umwelt.

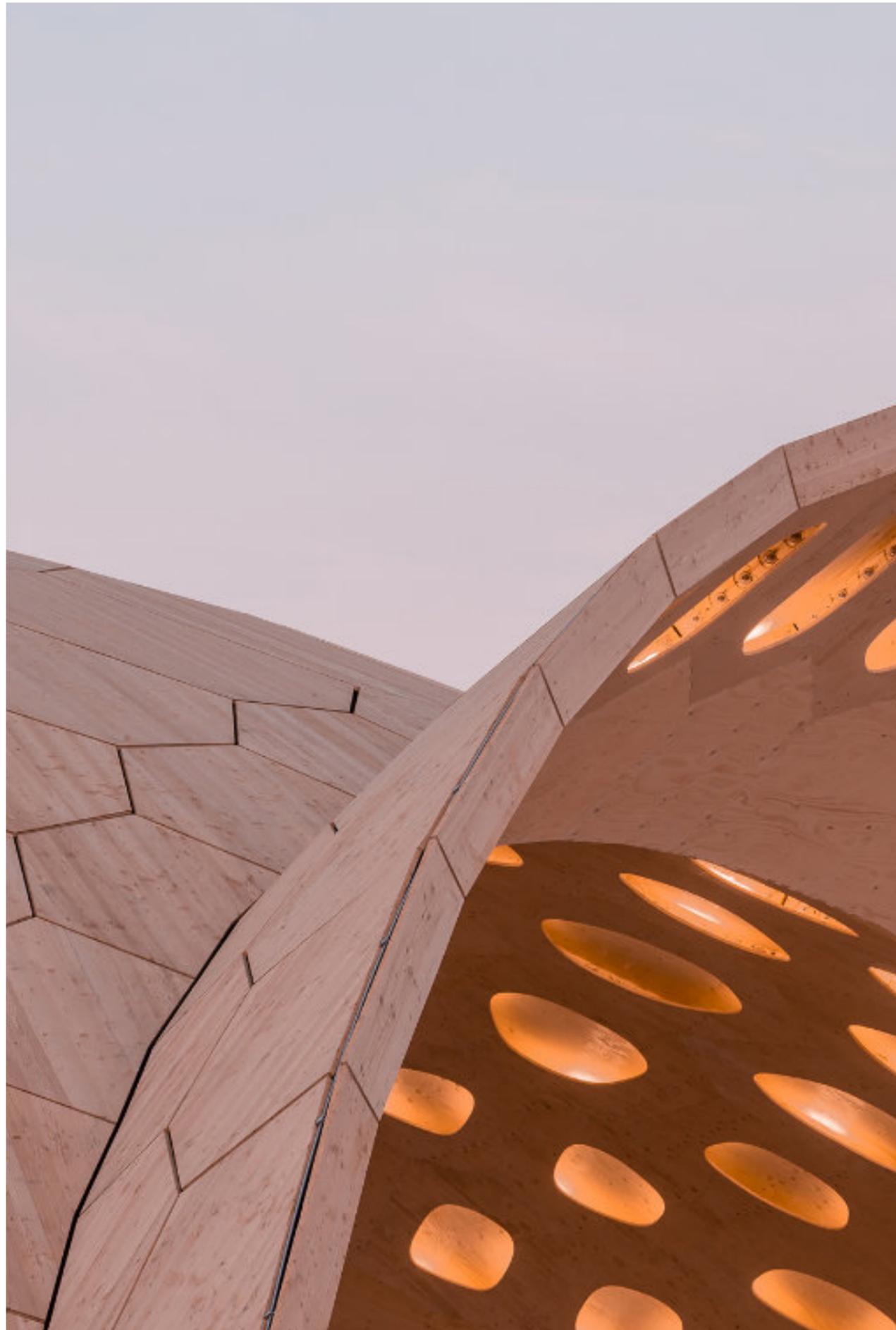
Eine ganz andere Form der Emissionsreduktion, die der Holzbau ebenfalls mit sich bringt, soll hier ebenfalls erwähnt werden: Aufgrund des hohen Grades an Vorfertigung und der guten Bearbeitbarkeit des Werkstoffes bedeutet es für die Baustellen weniger Lärmemission über einen kürzeren Zeitraum, als dies bei Baustellen von Massivbauten normalerweise der Fall ist. Dies ist besonders dann von Vorteil, wenn in einer dicht bebauten städtischen Umgebung gearbeitet wird.

Effizienz

Dass der Holzbau nahezu keine Abfälle produziert, gilt nicht nur am Ende des Lebenszyklus eines Gebäudes, sondern schon bei der „Produktion“ des Baustoffes im Wald, dem Herstellen der Halbzeuge wie Balken und Platten, der Vorfertigung im Werk und der Baustelle selbst. Bei all diesen Schritten fallen nur wenige Reste an, und diese können unmittelbar einer weiteren Verwertung zugeführt werden, sei es als Rohstoff für Plattenmaterialien, als Dämmstoff oder nur als Brennstoff.

¹³ Selberherr, Julia: Holzbau für institutionelle Investoren. Aktuelle Marktentwicklungen und zukünftige Chancen, in: Rinke, Mario; Krammer, Martin (Hg.): Architektur fertigen. Konstruktiver Holzelementbau, Zürich 2020, Triest Verlag, S. 15.

¹⁴ Monomateriale Verbindungen sind z. B. Zapfenverbindungen von Holzbalken deren Kraftschluss ohne Verbindungsmittel aus anderen Materialien wie Nägel oder Schrauben zustande kommt.



Bionische Pavillons auf der Bundesgartenschau Heilbronn

Megatrend Technik und Digitalisierung

Über die Synergie von Holzbau und Digitalisierung
– von Handwerk und Computern

Die Technisierung, besonders in der Ausprägung der Digitalisierung, ist ein gesellschaftlicher Megatrend, der Wohnen, Arbeiten, aber auch unser Privatleben prägt und zu enormen gesellschaftlichen Veränderungen und Umwälzungen führt. Der Baustoff Holz konnte von beidem weit stärker profitieren als der Massiv- oder Stahlbau, aber auch der Ziegelbau. Drei grundlegende Auswirkungen von Technisierung und Digitalisierung – oder auch der Industrie 4.0¹⁵ – sollen nun nachvollziehbar und kompakt aufgezeigt werden.

Von der Linie zur Fläche

Der Baustoff Holz liegt, wie bereits dargestellt, zunächst in Form von linearen Halbzeugen, das heißt Balken und Brettern, vor. Über Jahrhunderte hinweg prägte diese Tatsache die Konstruktion und den Ausdruck des Holzbaus. Dies änderte sich mit der Einführung von Holzhalbzeugen in Plattenform radikal. Inzwischen steht davon ein breites Sortiment zur Verfügung, das von Holzfaserverplatten zur Beplankung z. B. von Wandelementen bis zu vorgefertigten Brettstapelelementen für Decken reicht. Bemerkenswert ist dabei, dass es zunehmend gelingt, mit wenig oder gänzlich ohne Leim auszukommen. Die Techniken, die dabei zur Anwendung kommen, sind oft Transformationen traditioneller, handwerklicher Methoden durch Hochtechnologie. So wurde auf Grundlage des traditionellen Hartholznagels, wie er schon in historischen Fachwerkbauten Verwendung fand, ein System für Holzstapeldecken entwickelt¹⁶ oder auf Grundlage der formschlüssigen Fügungslogik des Schwalbenschwanzes ein leimfreies Herstellungsverfahren für Holzplatten.¹⁷

Digitalisierung

Die Digitalisierung wirkt auf verschiedene Art und Weise auf den Holzbau ein. Die vielleicht folgenreichste ergibt sich aus der guten Bearbeitbarkeit von Holz mit CNC-Fräsen.¹⁸ Schon mittelgroße Holzbaufirmen können so formschlüssige monomaterielle Verbindungen z. B. zwischen Holzbalken herstellen. Auch diese beruhen meist auf traditionellen

Fügungstechniken des Zimmererhandwerks (z. B. Zapfen, Schwalbenschwänze, Versätze oder Zinken), das heißt die Hölzer werden ohne Stahlteile oder Leim so zusammengesteckt, dass das Ergebnis kraftschlüssig ist. Bei handwerklicher Herstellung sind diese Verbindungen schon seit Jahrzehnten nicht mehr wirtschaftlich. Durch die Möglichkeiten der modernen CNC-Bearbeitung hat sich das allerdings geändert und der Holzbau erfährt dadurch eine Steigerung seiner wirtschaftlichen, ökologischen und nicht zuletzt ästhetischen Potenziale. Die so weit beschriebenen Auswirkungen des CNC-FräSENS beziehen sich auf die Fügung von Hölzern, die Morphologie des gesamten Bauwerkes bleibt davon relativ unberührt. Doch auch dies ändert sich. Bisher war es wirtschaftlich, große Mengen von gleichen Bauteilen zu fertigen. CAD und CNC erlauben heute, dass Bauteile beliebig variiert werden. Serien mit Stückzahl 1 haben durch die unmittelbare Kopplung von Entwurfsprozess (CAD) und Herstellungsprozess (CNC) weder wirtschaftliche noch planerische Nachteile. So können z. B. aus flächigen Holzelementen dreidimensionale Strukturen entstehen, die dem Panzer einer Schildkröte gleichen¹⁹ und bei denen sich alle Teile voneinander unterscheiden. Diese Prozesse finden derzeit fast ausschließlich in Versuchsbauten wie Pavillons Anwendung und versprechen ihre Potenziale erst in Zukunft voll zu entfalten. Diese Potenziale liegen wieder im wirtschaftlichen, technischen, natürlich aber auch im ästhetischen Bereich.

15 Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Artikel „Digitale Transformation in der Industrie“: „Wenn Bauteile eigenständig mit der Produktionsanlage kommunizieren und bei Bedarf selbst eine Reparatur veranlassen oder Material nachbestellen – wenn sich Menschen, Maschinen und industrielle Prozesse intelligent vernetzen, dann sprechen wir von Industrie 4.0.“, siehe: www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/industrie-40.html, zuletzt aufgerufen am 25.11.2021.

16 Vgl. Krötsch, Stefan; Huß, Wolfgang: Bauteile und Bauelemente, in: Atlas Mehrgeschossiger Holzbau (2017), S. 57.

17 Vgl. www.gfm-system.com/gfm-platte, zuletzt aufgerufen am 25.11.2021.

18 Das Bearbeiten von Holz mit computergesteuerten Fräsen erlaubt das wirtschaftliche Herstellen von geometrisch komplexen Teilen, aus denen z. B. monomaterielle Knotenpunkte konstruiert werden können. Vgl. Hudert, Markus; Pfeiffer, Sven: Rethinking Wood. Future Dimensions of Timber Assembly, Birkhäuser, Basel 2019.

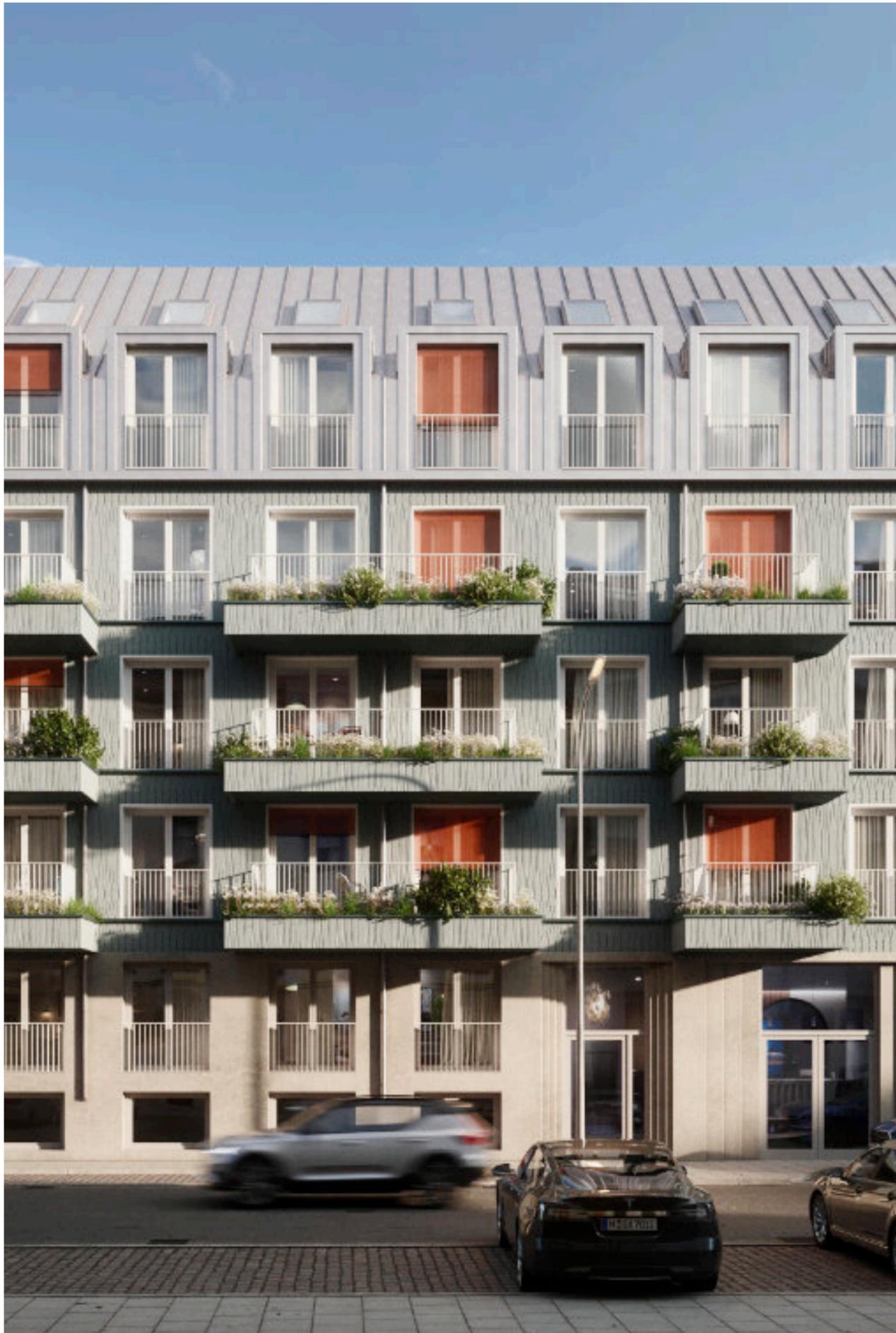
19 So z. B. der Pavillon auf der BUGA 2019 in Heilbronn von Achim Menges und dem Institut für computerbasiertes Entwerfen und Baufertigung der Universität Stuttgart.

Vorfertigung

Das Bearbeiten von Holz mit CNC-Maschinen kann nur im Werk, das heißt in einer vor Witterung geschützten, stationären Anlage geschehen. Die Teile müssen dort passgenau und individuell für jedes Projekt gefertigt werden. Genau das ist aber auch die traditionelle Arbeitsweise des Zimmermannshandwerks. Schon im Mittelalter wurden die einzelnen Hölzer einer Fachwerkkonstruktion auf dem Abbundplatz angerissen (also mit Bleistift alle vorzunehmenden Schnitte, Gratungen, Ausstemmungen etc. angezeichnet) und abgebunden, d. h. fertig bearbeitet. Erst wenn alle Hölzer fertig waren, wurde aufgerichtet, also alle Hölzer zu einem Gesamtbauwerk zusammengefügt. Die Vorfertigung war schon in der Vergangenheit ein essenzieller Bestandteil des Holzbaues und ist heute der entscheidende Vorteil bei seiner Technisierung und Digitalisierung. Im modernen Holzbau werden ganze Bauteile wie Wand- oder Dachelemente teils komplett mit Installationen, Dämmung, Fenstern usw. vorgefertigt. Bei Gebäudetypen mit einer hohen Anzahl an sich wiederholenden Räumen wie Hotels, Wohnheime oder auch Schulen werden diese immer öfter als komplett vorgefertigte Raumzellen aus dem Werk auf die Baustelle geliefert. Die Vorteile der Vorfertigung liegen auf der Hand: Die Arbeit im Werk statt auf der Baustelle ist witterungsgeschützt und erlaubt den Einsatz ganz anderer Techniken und Maschinen, eingeschlossen digitaler Methoden. Sie ist dadurch schneller, genauer und weniger fehleranfällig, sie spart Transport- und Arbeitswege. Ein Vorfertigungsgrad wie wir ihn inzwischen im Holzbau erleben, ist sonst nur mit Stahl möglich. Eine entsprechende Vorfertigung in Massivbauweise wäre durch das Gewicht der einzelnen Elemente schlicht nicht möglich.



Vorfertigung von Raummodulen



Wohn- und Bürogebäude „Vinzent“, München

Megatrend Schaffen von Wohnraum

Die Bedeutung des Holzbaus bei der Wohnraum-schaffung – effizient, modular, nachhaltig

Das Schaffen von Raum, vor allem zum Wohnen, ist derzeit eine der großen Herausforderungen, denen sich unsere Gesellschaft stellen muss. Der Mangel an Wohnraum ist nachweislich in vielen Städten in Deutschland eklatant und selbst wenn verschiedentlich ein Trend zum Wohnen und Arbeiten auf dem Land gesehen wird²⁰, steigt doch in erster Linie der Bedarf an neuem und bezahlbarem Wohnraum in und um unsere Städte. Dieser enorme Bedarf steht konträr zum Megatrend Umwelt und Ökologie, denn das Schaffen und Instandhalten von neuem gebautem Raum ist immer auch energieintensiv und bedeutet, dass Natur verdrängt oder gar vernichtet wird. Eine große Zahl von Bauaktivitäten findet sowohl als angemessene Innenentwicklung und Nachverdichtung im bestehenden städtischen Kontext²¹ statt, leider aber auch immer noch als Flächenverbrauch auf der „grünen Wiese“. Das besondere Potenzial des Holzbaues liegt nun darin, dass er zwischen den zunächst konträren Megatrends Umwelt und Ökologie sowie Schaffen von gebautem Raum vermittelt. Ein Allheilmittel ist dabei selbstverständlich auch der Holzbau nicht und doch kann er wie keine andere Bauweise dazu beitragen, die widersprüchlichen Anforderungen der Zeit bestmöglich und nachvollziehbar aufzulösen.

Sekundäreffekte

Von Baurecht, Brandschutz und konstruktivem Holzschutz

Mit den drei Megatrends Umwelt und Ökologie, Technisierung und Digitalisierung sowie Schaffen von gebautem Raum scheint hinlänglich begründet, warum der Holzbau nicht nur eine Mode, sondern ein anhaltender Trend ist, dessen Logik und Triebfedern tief in unserer Zeit verwurzelt sind. Aus diesen Megatrends heraus ergeben sich einige Sekundäreffekte, welche die weitere Entwicklung des Holzbaues mitbestimmen, darunter auch Fragestellungen – gerade im urbanen Kontext – hinsichtlich seines Ausdrucks und seiner gestalterischen Einfügung.

Das Baurecht, besonders in Form der Landesbauordnungen, hat dem Holzbau bisher einige Hindernisse in den Weg gelegt. Dies beruhte im Wesentlichen auf Bedenken hinsichtlich des Brandschutzes. Inzwischen ist aber klar, dass Holz im Brandfall anderen Baustoffen in vielen Belangen ebenbürtig, in einigen sogar überlegen ist. Da dies zunächst überraschen mag, sollen hier einige Gründe für diesen Sachverhalt genannt werden.

Wird ein Bauteil aus Holz einem Brand ausgesetzt bzw. gerät es selbst in Brand, so bildet sich an seiner Oberfläche eine Schicht aus Kohlestoff. Diese Schicht schützt das tieferliegende Holz, was dazu führt, dass z. B. ein Balken nur langsam und in einer gut zu errechnenden Geschwindigkeit abbrennt. Wird ein Balken oder anderes Bauteil entsprechend dieser Abbrandrate etwas überdimensioniert – es reichen wenige Zentimeter – so kann es auch während eines extremen Brands über die oft geforderten

²⁰ Vgl. Varga, Christine: Wem gehört die Zukunft – Stadt oder Land? online verfügbar unter: <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/wohnen/wem-gehört-die-zukunft-stadt-oder-land/>, zuletzt aufgerufen am 25.11.2021.

²¹ Vgl. Stiftung Baukultur: Besser Bauen in der Mitte. Ein Handbuch zur Innenentwicklung, online verfügbar unter: www.bundesstiftung-baukultur.de/publikationen/besser-bauen-handbuch, zuletzt aufgerufen am 25.11.2021.

90 oder 120 Minuten hinweg sicher seine Funktion erfüllen. Anders bei Stahl oder Stahlbeton: Stahl brennt zwar selbst nicht, wird aber beim Erreichen einer Temperatur von ca. 650 °C schlagartig weich, was zum Versagen von Tragwerken führt. Dieses schlagartige Versagen fürchtet die Feuerwehr bei ihren Einsätzen und schätzt im Gegensatz dazu den kontrollierten Abbrand des Holzes, auch gemäß dem Zimmermannsspruch „Holz spricht, bevor es bricht“, da der Einsturz von Holzkonstruktionen sich immer deutlich akustisch ankündigt. Ein weiterer Vorteil ist, dass Bauteile aus Holz die Hitze eines Brandes sehr gut eindämmen können. Die Kohlestoffschicht in Kombination mit der schlechten Wärmeleitfähigkeit und relativ geringen Dichte von Holz halten die Hitze gut zurück, sodass ein Brand sich weniger schnell ausbreitet und z. B. Rettungswege lang geschützt bleiben.

Beruhend auf diesen Erkenntnissen, einer Weiterentwicklung der Bautechnik und der Definition von Bauteilregelaufbauten mit festgelegtem Brandwiderstand fanden und finden schrittweise Novellen der Landesbauordnungen statt, die es inzwischen in fast allen Bundesländern erlauben, Geschosswohnungsbau und sogar Hochhäuser aus Holz zu errichten.

Nicht unähnlich verhält es sich mit dem Holzschutz. Über Jahrzehnte hinweg wurde versucht, der Gefahr von Fäulnis und Holzschädlingen mit zum Teil äußerst bedenklichen chemischen Produkten zu begegnen. Dies gelang nur teilweise und inzwischen hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass bei Auswahl geeigneter Hölzer und der Einhaltung von Grundregeln des konstruktiven Holzschutzes sowie der Bauphysik der Holzbau auch ohne Chemie weder Fäulnis noch Schädlinge fürchten muss. Dies ist umso interessanter, als gerade der konstruktive Holzschutz im historischen handwerklichen Holzbau auch Schmuck und Gestaltungselement war. Das schräge oder spitze Kappen von Schalungsbrettern, das Anbringen von Opferhölzern an der Stirn von Pfetten oder das Ausbilden von Tropfnasen an den Enden von Sparren sind Vorgehensweisen, in denen konstruktiver Holzschutz und Gestaltung untrennbar ineinander übergehen.

Eine weitere Tendenz des Bauens mit Holz, welche technische und gestalterische Aspekte vereint, ist die vermehrte Anwendung von Hybridkonstruktionen. Auch der historische Holzbau zeigt sich oft in Hybridkonstruktionen: So ist das Erdgeschoss vieler Bauern- und Fachwerkhäuser in Stein ausgeführt, die oberen Geschosse aber in Holz. Das Zusammenspiel der verschiedenen Baustoffe hybrider Konstruktionen ist heute komplexer, sorgt aber

auch dafür, dass der Holzbau leistungsfähiger und – wenn mit entsprechender Sorgfalt geplant – gestalterisch differenzierter und anspruchsvoller ist. Beispiele sind das Holzhochhaus mit Betonkern, der sowohl für das Tragwerk als auch für den Brandschutz Vorteile bietet, oder der Skelettbau aus Holz mit einer Holz-Beton-Verbunddecke, die größere Spannweiten und einen besseren Schallschutz erlaubt.

Ohne negative Seiten ist freilich auch der moderne Holzbau nicht. Ein Holzgebäude ist in der Erstellung weiterhin teurer als ein vergleichbarer Massivbau. Dies relativiert sich zwar, wenn man die Kosten über den Lebenszyklus des Gebäudes hinweg betrachtet und z. B. die Entsorgung der Baustoffe am Ende des Zyklus betrachtet.²² Trotzdem bleiben die Baukosten ein viel diskutiertes Thema beim aktuellen Baugeschehen. Weiter sind die Verschärfungen der Anforderungen besonders an den Schallschutz und die Bauphysik für den Holzbau eine besondere Herausforderung: Oft sind die Vorgaben nur schwer zu erfüllen und wenn doch, nur durch erhöhte Planungs- und Baukosten. Auch nehmen die Entwicklungen und die schiere Menge der Bauvorhaben im Holzbau so schnell zu, dass sowohl ein Mangel an kompetenten Planern als auch an Material in der Bauindustrie herrscht. Eine Herausforderung im Holzbau ist dabei vor allem die Notwendigkeit einer intensiven Vernetzung von Planung und Ausführung. Durch die höhere Technisierung spielen firmenspezifische Lösungen eine größere Rolle, was wiederum bedeutet, dass die ausführenden Firmen früher in den Planungsprozess einbezogen werden müssen als bisher. Außerdem treten Holzbaufirmen zunehmend als Generalunternehmer auf, tragen also die Verantwortung für die Ausführung des ganzen Projektes. Nehmen sie sich z. B. eine Fassadenbaufirma als Subunternehmer, bedeutet das in vielen Fällen aufgrund der hohen Vorfertigung, dass diese Firmen in den Hallen des Holzbauers ihre Leistungen erbringen, was Effizienz und Qualität steigert aber einen erhöhten Koordinationsaufwand bedeutet. All dies sind aber eher „überschaubare Herausforderungen“ des Holzbaues, die den enormen Aufwärtstrend nicht stoppen können.

²² Vgl. die Bilanzierungen verschiedener Konstruktionsweisen, in: Hillebrandt, Annette; Riegler-Floors, Petra; Rosen, Anja; Seggewies, Johanna-Katharina: Atlas Recycling (2018).



Produktion von Holz-Hybrid-Decken

Holz in der Stadt

Die Wiederkehr eines Baustoffes in die Urbanität

Die mittelalterliche europäische Stadt war bis auf wenige Ausnahmen vom Holzbau geprägt. Gebäude aus Stein hatten dadurch, dass sie Feuer und kriegerischen Angriffen besser Widerstand leisteten, zwar einen großen Vorteil, sie waren aber schlicht zu teuer und blieben daher Sakralbauten, Bauten der herrschenden Klasse sowie Wehrbauten vorbehalten. Noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts waren in Preußen 50 Prozent aller Gebäude vollständig aus Holz gebaut, 1883 waren es nur noch 10 Prozent.²³ Dies zeigt, wie die Industrialisierung den Holzbau zurückdrängte. Im 19. Jahrhundert kam der Stahlbau zu Blüte und Reife, im 20. Jahrhundert der Betonbau. Beide drängten den Holzbau zurück, in besonderem Maß in der Stadt. Ein anschauliches Beispiel sind öffentliche Bauten wie Theater in Paris. Diese waren lange aus Holz, was jedoch das Risiko von Bränden mit sich brachte. Die Regierung schrieb daraufhin einen Wettbewerb für ein feuersicheres Bausystem aus, woraufhin Anfang des 20. Jahrhunderts erste Theater aus Beton entstanden und der Holzbau nicht nur bei diesem Bautyp rasch zurückgedrängt wurde.²⁴

So ist es denn auch nicht verwunderlich, dass die Architekturavantgarde sich über viele Jahrzehnte hinweg mit Freude der neuen Möglichkeiten annahm, die Materialien wie Stahl, Beton und Glas ihr verschafften. Trotzdem erlebte der Holzbau nicht zu unterschätzende Zwischenblüten, da andere Materialien z. B. in den 1920er-Jahren knapp und damit teuer wurden. Firmen wie Christoph & Unmack oder Höntsch & Co. fertigten in dieser Zeit unter Bedingungen Holzhäuser, die auch aus heutiger Sicht als industriell bezeichnet werden können. Mit Konrad Wachsmann beschäftigte Christoph & Unmack einen namhaften Chefarchitekten, der dafür sorgte, dass die Werkssiedlung in Niesky in der Oberlausitz technisch und gestalterisch von höchster Qualität war. Dies bezeugen die bis heute gut erhaltenen Gebäude. Aus dem Jahr 1933 stammt die Kochenhofsiedlung in Stuttgart. Sie wurde als Bauausstellung unter dem Motto „Deutsches Holz für Hausbau und Wohnung“ unter Beteiligung namhafter Architekten wie Paul Schmitthenner und Paul Bonatz geplant. Ebenfalls aus den 1920er-Jahren stammen zahlreiche technische Innovationen im Kontext des Holzbaues: Es entstanden erste Verfahren zur Herstellung von Leimbindern²⁵ und als Folge davon erste

weitgespannte Hallen oder Funktürme aus Holz. Nicht ohne Bedeutung für den Holzbau in Deutschland blieben dann die Auswirkungen des Zweiten Weltkrieges. Die brennenden Innenstädte der Bombennächte wurden auch aufgrund ihrer verwinkelten Strukturen und der brennbaren Materialien zur tödlichen Falle. Architektur und Städtebau der Nachkriegszeit sollten eine Wiederholung dieser traumatischen Geschehnisse verhindern.²⁶ Dazu passten die lockeren städtebaulichen Setzungen des CIAM (Congrès Internationaux d'Architecture Moderne) mit Gebäuden aus Beton, Stahl und Glas und sicher keine Stadt aus Holz. Allgemein waren die Zeiten von Wiederaufbau und Wirtschaftswunder mit dem Holzbau wenig kompatibel. Die Zukunft des Bauens und der Technik wurde eher in der chemischen Industrie und im Bereich Kunststofftechnik gesehen, deren Höhepunkte in den 1960er-Jahren z. B. das „Futuro“, ein ufoförmiges Haus von Matti Suuronen, oder die Entwürfe von Verner Pantton waren.

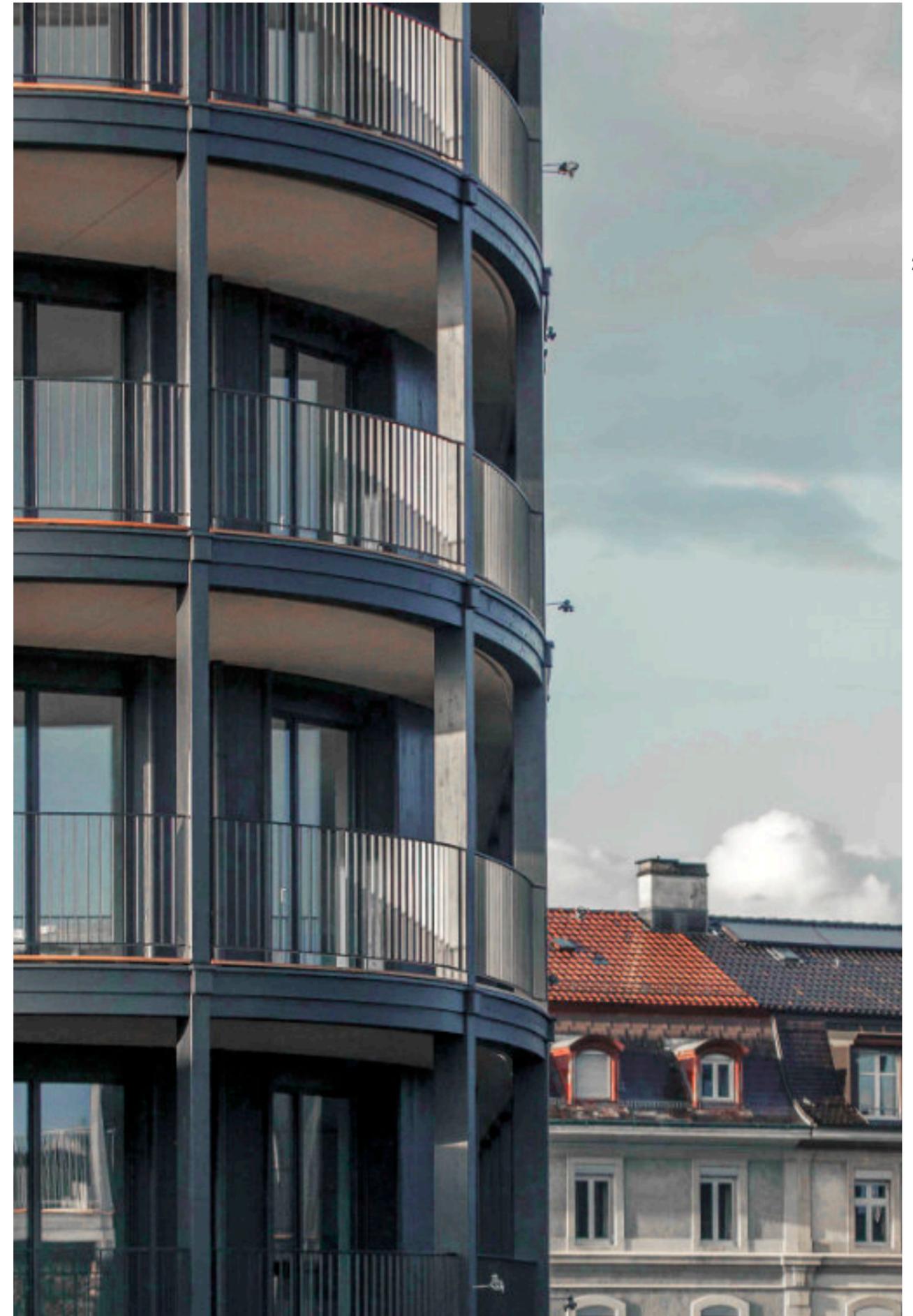
Dass dem Holzbau von Laien und in der Fachwelt wieder zunehmend Interesse und Wohlwollen entgegengebracht wurde, lässt sich zunächst im ländlichen Raum aufzeigen. Diese Trendwende ist Folge von aufkommenden gesellschaftlichen Megatrends und hat damit weder singuläre Auslöser noch lässt sie sich regional oder chronologisch fixieren. Sehr wohl kann gesagt werden, dass die Vorarlberger Bauschule ein international wirksamer Katalysator für den Holzbau war und nach wie vor ist. Die Wurzeln dieser auf Regionalität, Handwerk und einer minimalistischen Ästhetik beruhenden Architekturströmung reichen zurück bis in die 1960er-Jahre. Spätestens ab den frühen 1990er-Jahren strahlte Vorarlberg deutlich auch auf Deutschland ab und gab dem Holzbau einen breit getragenen Impuls, der sowohl bautechnischer als auch baukultureller und damit gestalterischer Natur war.

23 Rug, Wolfgang: Entwicklung der Holzhausindustrie, stark gekürzte und ergänzte Fassung eines Abschnittes aus dem Beitrag „100 Jahre Holzbauentwicklung“, in: 100 Jahre Bund Deutscher Zimmermeister (BDZ), Karlsruhe 2003, Bruderverlag, S. 1, online verfügbar unter: http://www.holzbau-statistik.de/ibr/downloads/03_gesch/Holzbauband_2006_Inhalt_Rug.pdf, zuletzt aufgerufen am 27.01.2022.

24 Collins, Peter: Concrete. The Vision of a new Architecture, Montreal 2004, McGill-Queen's University Press, S. 19–56.

25 Vgl. Drechsel, Walther: Turmbauwerke. Berechnungsgrundlagen und Bauausführungen, Berlin und Wiesbaden 1967, Bauverlag, S. 242.

26 Vgl. Gerbing, Chris; Greschat, Isabel; Timm, Christoph: Sie bauten eine neue Stadt. Der Neuaufbau Pforzheims nach 1945, Regensburg 2015, Schnell & Steiner Verlag.



Wohnen am Schaffhauser Rheinweg, Basel

Es ist kein Zufall, dass dieser Impuls aus Vorarlberg und damit einer ländlichen Region kam. Ebenso ist es kein Zufall, dass die Resonanz zunächst im ländlichen oder suburbanen Kontext erfolgte und Holz in der Stadt zunächst weiter nur als Sekundärbaustoff z. B. für Dächer Anwendung fand. Ein umfänglicher Erklärungsversuch für diese Entwicklung würde den Umfang der vorliegenden Arbeit sprengen, trotzdem sollen hier einige Gründe aufgeführt werden, die den Autoren essenziell erscheinen:

30

- Bis in die 1990er-Jahre hinein war der Holzbau ein eher wenig industrialisierter Zweig des Baugewerbes. Er „überwinterte“ damit eher in den kleineren handwerklichen Betrieben auf dem Land, denn in der großmaßstäblichen und industriell dominierten Bauindustrie, die den urbanen Raum bediente, war viel handwerkliches Wissen um den Holzbau verloren gegangen.

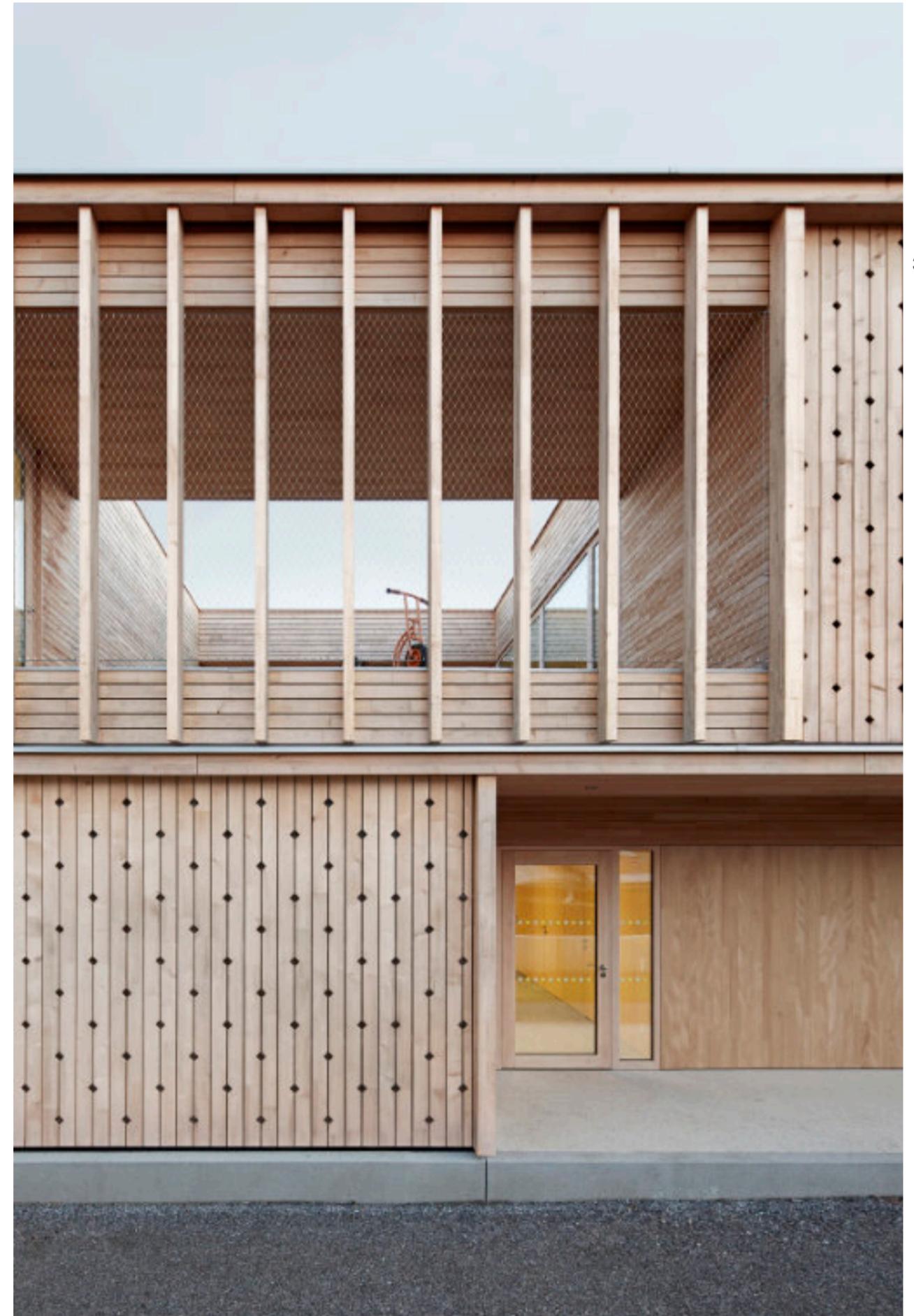
- Einigen bautechnischen Anforderungen der Stadt, allen voran dem Brandschutz, war der Holzbau zunächst schlicht nicht gewachsen. Dies hatte sich über Jahrzehnte auch auf die Baugesetzgebung ausgewirkt und den Status quo, dass der Holzbau für das urbane Bauen ungeeignet sei, verfestigt.

- Es war unausgesprochener Konsens sowohl in der Fachwelt als auch unter Laien, dass Holz aus ästhetischen bzw. gestalterischen Gründen „schlicht nicht in die Stadt passe“. Grund hierfür dürften Sehgewohnheiten gewesen sein, es fehlten Leitbilder und Beispiele, die ein Umdenken ermöglicht hätten. Das Bild der Stadt war weiterhin geprägt von Massivbauten, Stahl und Glas und trotz der Tatsache, dass die städtebaulichen Leitbilder der Moderne massiv zu bröckeln angefangen hatten, war die Sprache der städtischen Architektur und damit ihre Materialien dem Baustoff und der Ästhetik von Holz gegenüber schlicht nicht offen genug.

- Das Aufblühen der Holzbaukultur im deutschsprachigen Alpenraum verfestigte das Image und das Bild des „ländlichen Baustoffes“ eher noch. Zwar entstanden bei diesem ersten Aufblühen auch Gebäude wie Kindergärten, Supermärkte oder Sporthallen, trotzdem waren auch diese Bauten in ihrem Duktus dem Ländlichen und Suburbanen zugeordnet.

Wann der Holzbau seinen Weg zurück in die Stadt begann, lässt sich nicht genau sagen. Der initiale Impuls war, so hier die These, ein Resultat aus einer Wechselwirkung zwischen technischem Fortschritt und ökologischem Bewusstsein. Fahrt nahm

die Entwicklung in dem Moment auf, in dem erste Bundesländer durch Novellen ihrer Bauordnungen die Möglichkeit schufen, zunächst Geschosswohnungsbauten und inzwischen sogar Hochhäuser in Holz- oder Holzhybridbauweise auszuführen. Dem Holzbau zugute kam dann sicher auch, dass unsere Städte sich in einem umfassenden Transformationsprozess befinden: Ökologie, der Wandel der Mobilität und der enorme Druck zur Nachverdichtung schufen ein Klima, in dem typologische und bautechnische Innovation plötzlich wieder möglich, ja sogar gefragt waren. Der Holzbau schaffte es, sich in diesem Milieu „Gehör zu verschaffen“ und Nischen zu besetzen. Er eignet sich durch sein geringes Gewicht z. B. gut für Aufstockungen oder erlaubt durch den hohen Grad an Vorfertigung emissionsarme Baustellen – ein enormer Vorteil für die Akzeptanz von Nachverdichtungen. Der Holzbau ist also mit Dynamik zurück in der Stadt, somit auch zurück in der Urbanität der Zukunft. Er füllt nun wieder vermehrt Lücken in Blockrandbebauungen, setzt durch Hochhäuser städtebauliche Akzente und nutzt in Form von Aufstockungen oder Tiny Houses geschickt vorhandene und naheliegende Platzreserven aus. Was wir hier beobachten, ist aber kein abgeschlossener Prozess, sondern wir sehen die Stadt und den Holzbau im Wandel. Viele städtische Holzbauprojekte sind Prototypen, allen voran die Hochhäuser. Ein enormer planerischer Aufwand und nicht unerhebliche Kosten zeigen dies. Die Bautechnik und die in Deutschland zu rigoros gehandhabte Bauordnung wandeln sich ständig und wirken auf Gebäude aus Holz oder mit Holz im Verbund ein. Vor allem aber und diese Fragestellung steht im Zentrum der vorliegenden Überlegungen, sucht der Holzbau noch nach seinem spezifischen Ausdruck in der Stadt, einem Ausdruck, der das gestalterische Potenzial des Holzbaus ausnutzt, der die baukulturelle Genese des Baumaterials fortsetzt und dabei gleichzeitig den Holzbau fit macht für das rauere, lautere Umfeld der Großstadt.



31

Kindergarten am Engelbach, Lustenau

„Der Ausdruck des Holzbaues ist, wie bereits beschrieben, traditionell, geprägt durch die beschränkten Dimensionen von Balken und Brettern, in denen Holz zur Verfügung stand. Daraus ergibt sich, das Holz stets gefügt werden muss, dass das Große sich sichtbar aus vielen kleinen Elemente des Materials zusammensetzt. Darin ähnelt das Holz Textilien: Auch bei ihnen wird aus Kleinem (dem Faden) Großes erzeugt und aus der Logik dieses Prozesses ergibt sich ein Ausdruck und eine Ästhetik, die ornamentale Züge trägt.“

Die Fassade

Eine Frage des Ausdrucks

Die gestalterische Haltung – Kultur und Technik

Eine Verflechtung als Grundlage
von Baukultur und Schönheit

Was bisher aufgezeigt wurde, ist nichts anderes als eine technische Umwälzung des Bauens durch einen sich ebenfalls stark wandelnden Holzbau. Für Betrachtungen zur Fassade des urbanen Holzbau- es mag dies zunächst als sehr weit ausgeholt erscheinen. Doch die Autoren sind überzeugt, dass Baukultur und damit Architektur – wie jede kulturelle Leistung – eine Auseinandersetzung mit den Fragen, Umwälzungen und Tendenzen einer Zeit sind. Im Zentrum der beschriebenen Zusammenhänge und Umwälzungen stehen technische Fragen, angetrieben von gesellschaftlichen Trends. Dieser Wandel muss gestalterisch und damit baukulturell kanalisiert werden. Der Wandel des Holzbaus schlägt sich in Gebäudestrukturen und Typologien nieder, in Konstruktionsweisen und Details. Diese müssen gestaltet werden und sollen in der Fassade Ausdruck finden. Es entsteht also eine Wechselwirkung zwischen Gestaltung und Technik. Sie ist unabdingbar: Ohne die Gestaltung ist die Technik gleichsam orientierungslos, wenn Baukultur entstehen soll. Das lässt sich gut an der Leistung der Architekturavantgarde der 1920er-Jahre und damit am Beispiel Bauhaus aufzeigen. Eine damalige technische Innovation war der Skelettbau, der seine radikalste Anwendung im damals noch jungen Bautyp Hochhaus fand. Die Hochhäuser aber wurden mit historisierenden Fassaden versehen, die Gestaltung nahm sich des Skelettbauens nicht an. Damit klaffte zwischen Technik und Gestaltung eine tiefe Kluft, die dann Ludwig Mies van der Rohe schloss, als er die gestalterischen Potenziale des Skelettbauens erkannte, ihn mit einer gläsernen Fassade versah und das Skelett zum Gestaltungselement erhob²⁷. Die hier geführte Diskussion um den Ausdruck des Holzbaues in der Stadt ist weit weniger divergent und dramatisch, nirgends wird der

Holzbau in großem Stil mit historisierenden Fassaden versehen. Doch das Beispiel aus den 1920er-Jahren zeigt gut, welche grundsätzlichen Überlegungen angestellt werden müssen, damit der Holzbau in der Stadt zu einem ihm angemessenen Ausdruck finden kann.

Die Fassade des Holzbaus – Herleitung

Von Fügungen und dem Reichtum
der konstruktiven Logik

Der Ausdruck des Holzbaues ist, wie bereits beschrieben, traditionell, geprägt durch die beschränkten Dimensionen von Balken und Brettern, in denen Holz zur Verfügung stand. Daraus ergibt sich, das Holz stets gefügt werden muss, dass das Große sich sichtbar aus vielen kleinen Elemente des Materials zusammensetzt. Darin ähnelt das Holz Textilien: Auch bei ihnen wird aus Kleinem (dem Faden) Großes erzeugt und aus der Logik dieses Prozesses ergibt sich ein Ausdruck und eine Ästhetik, die ornamentale Züge trägt. Dies gilt auch für die volle und sehr große Bandbreite der Anwendungen des Werkstoffes Holz beim Bauen. Holz kann genauso gut als Verkleidung von Konstruktionen aus anderen Materialien dienen, wie es selbst Konstruktion sein kann. Es kann Teil eines heterogenen Materialkonzeptes und damit einer hybriden

²⁷ Vgl. Schneemann, Falk: Das Hochhaus als Gewebe von Gestaltung und Technik. Hochhäuser in Westdeutschland zwischen 1945 und 1980, Berlin 2021, Jovis Verlag, S. 60–67.

Konstruktion sein, aus ihm kann aber auch nahezu monomaterial gebaut werden, da es von der Dach- eindeckung über die Konstruktion bis zum Innen- ausbau für nahezu alle Anwendungen geeignet ist. Daraus ergibt sich, dass ein hölzernes Gebäude nicht notwendigerweise eine hölzerne Fassade hat und nicht hinter jeder hölzernen Fassade ein Holz- bau liegt.

34 Der Holzbau zeigt sich schon historisch oft als Teil einer hybriden Konstruktion. So haben Fachwerk- häuser oft ein massiv gemauertes Erdgeschoss oder Fachwerkgeschosse sitzen auf mehreren massiven Geschossen. Auch die hölzerne Kon- struktion des Schwarzwaldhauses ruht oft auf ei- nem massiven Erdgeschoss, das auch dazu dient, gegenüber dem Geländeverlauf zu vermitteln. Kon- struktionen wie das Schwarzwaldhaus bringen ihren hybriden Charakter selbstverständlich und gut lesbar zum Ausdruck, sodass jeder Betrachter die Logik verstehen kann. Das Zusammenspiel von Holz- und Massivbau ist Teil des Ausdrucks.

Trotzdem ist auch historisch betrachtet die Fassa- denverkleidung von Holzkonstruktionen oft nicht aus Holz. Schiefer oder metallische Verkleidungen können hier zum Schutz gegen Schlagregen auf der Wetterseite dienen oder werden als vollständige Gebäudehaut eingesetzt. Auch so kann, wie Bei- spiele zeigen, ein schlüssiger Ausdruck erreicht werden. Bedingung ist aber, dass die Verkleidun- gen die grundsätzliche Logik und Morphologie ei- nes Holzbaues nicht verbergen, sondern sie unter- stützen und mit ihr eine Einheit bilden. Dies kann z. B. der Fall sein, wenn die Rücksprünge auf Ebe- ne der Geschossdecken lesbar bleiben, eventuell unterstrichen von sichtbaren Balkenköpfen.

Dass eine Herleitung des Ausdrucks aus der kon- struktiven Logik des Holzbaues weder zu Eintönig- keit noch zu Vorhersehbarkeit führt, kann am Bei- spiel des Fachwerkhäuses aufgezeigt werden. Auf der Maßstabebene einer Stadt, eines Platzes oder eines Straßenzuges sorgt das Fachwerk für eine Einheitlichkeit der Bauten untereinander und wirkt damit stark identitätsstiftend. Mit seinen Schwellen, Pfetten, Pfosten, Diagonalen und Kreuzen ist er Ausdruck einer über Jahrhunderte entstandenen konstruktiven Logik, welche den Eigenschaften des Baustoffes Holz, den monomaterialen Verbindun- gen und den Anforderungen der Vorfertigung ebenso Ausdruck verleiht wie einem regionalen und individuellen Gestaltungswillen und einer bau- kulturellen Tradition. Die expressiven, aber relativ groben Andreaskreuze und Streben z. B. in Form des sogenannten „wildes Mannes“ des oberdeutschen Fachwerkes sind konstruktiv ebenso schlüssig wie



Kapelle Salgenreute



Fachwerk: Tragwerk und Ornament

die feinen französischen oder englischen Fachwerke mit ihren eng stehenden Ständern. Trotzdem ergibt sich eine gestalterische Varianz, die hier nur angedeutet werden kann. Dass diese Verschmelzung aus Technik und Gestaltung bei gleichzeitigem Reichtum verschiedener Ausdrucksformen dem Baustoff Holz auch jenseits der Architektur inzuwohnen scheint, soll durch einen Verweis auf den historischen Schiffsbau belegt werden. Auch hier folgen die Konstruktionen streng und mit hoher Disziplin den technischen Notwendigkeiten, trotzdem ist jedes Schiff Ausdruck von Herkunft und Zeit und so als gestaltetes Objekt unverwechselbar. Jenseits der konstruktiven Disziplin des Fachwerkes ist der Übergang zu Schmuck oder Ornament aber fließend: Zum einen wird die Struktur selbst z. B. durch die über das notwendige Maß hinausgehende Repetition von Auskreuzungen selbst zum Ornament, zum anderen werden die Balken manchmal durch Schnitzereien verziert und akzentuiert. Die Lesbarkeit und der Ausdruck des Fachwerkes leben vom Kontrast zu den Ausfachungen. Dabei ist es egal, ob dieser Ausdruck nur durch den Wechsel in der Materialität entsteht – das Holz steht dann im Kontrast zu Putz, Lehm oder Mauerwerk – oder durch Farben noch hervorgehoben wird. Überhaupt scheint das Fachwerk mit seiner Struktur die Menschen immer dazu angeregt zu haben, diese mit Farben weiter hervorzuheben. Klassisch zeigt sich dies zunächst im Beistrich, der die Struktur des Holzes farblich unterstreicht, bis zur ornamentalen Bemalung ganzer Fassaden. Grundsätzlich existiert das Fachwerk bei konstruktiv fast identischer Logik in den unterschiedlichsten Ausprägungen: von bescheidenen Bauten auf dem Land bis zu stolzen, reich bemalten Bürger- und Innungshäusern in der Stadt.

Eine andere, zunächst weniger komplex erscheinende, aber ebenso charakteristische Ausdrucksform des Holzbaues ist die der flächig-monomateriellen Fassade. Sie zeigt sich im traditionellen Holzbau am häufigsten in verschalteten Konstruktionen, aber auch in Sonderformen wie dem Strickbau, eine regionale Sonderform des Blockbaus, wobei hier Fassade

und Konstruktion identisch sind. Die hölzerne Verschalung des Holzbaues als Witterungsschutz und Gestaltungselement stellt nach wie vor eine Einheit von Konstruktion und Ausdruck dar. Auch wenn die Schalung das wahre Funktionieren der Konstruktion, nämlich die Kraftflüsse, verbirgt, so folgt auch sie selbst der textilhaften Logik des Holzes. Die begrenzten Dimensionen des Holzes, der konstruktive Holzschutz und die Spannweiten des Holzbaues zeigen auch hier deutlich den Charakter des Holzes und bilden auch hier eine Verwebung und Interferenz von Bautechnik und Gestaltung bzw. Kultur. Wie das Fachwerk, so kann auch die Schalung nahtlos und ohne erkennbare Grenze in Schmuck und Ornament übergehen. Auch der verschaltete Holzbau kennt sowohl den Ausdruck der natürlichen Farbigekeit des Holzes als auch den eines farbigen Anstrichs. Die natürliche Farbigekeit des verbauten Holzes existiert in verschiedenen Erscheinungsformen: Das homogene Vergrauen oder Versilbern, das einen monolithischen Ausdruck bewirkt, das vollständige oder teilweise Schwarzwerden oder auch der Erhalt der braunen, gelblichen oder rötlichen Farbtöne, die am stärksten mit Holz assoziiert werden. Demgegenüber steht der satt farbig gestrichene Holzbau, der traditionell besonders stark in Skandinavien verankert ist. Gründe hierfür könnten die durch das nordische Klima besonders hohen Anforderungen an den Witterungsschutz und ein Bedürfnis nach bunten Farben und Fröhlichkeit in den dunklen Zeiten des Jahres sein. Eine Sonderform des flächigen Ausdrucks des Holzbaues ist das Schindeln. Es führt zu einem feinen und kleinteiligen Überformen des Gebäudes, bei dem die handwerkliche Qualität sowohl der Schindeln selbst als auch ihrer Montage von Bedeutung ist. Hölzerne Verkleidungen übernehmen nicht nur den Schutz der darunterliegenden Konstruktion, sondern sie können darüber hinaus ganz oder in Teilen ausgetauscht werden, wenn dies als Folge von Witterungseinflüssen notwendig werden sollte.

Die farbige Holzfassade – Gestaltungselemente

Über die Bedeutung der Farbe beim Holzbau:
Ausdruck, Holzschutz und Begrünung

Bei der Suche nach einem zeitgenössischen Ausdruck für den urbanen Holzbau zeigt sich, dass einige konstruktive und gestalterische Kontinuitäten sich nicht weiterführen lassen, so wie der jahrhundertealte Genesepfad des Fachwerkhauses. Das Konstruktionsprinzip ist schlicht nicht mehr leistungsfähig genug, um unsere heutigen Anforderungen an Dämmwerte sowie Schall- und Brandschutz zu erfüllen. Erfüllen kann der Holzbau diese Anforderungen – wie der Massivbau übrigens meist auch – fast nur durch die Ausbildung vieler Schichten. Eine Außenwand in Holzständerbauweise, der heute gängigsten Konstruktionsart des Holzbaues, besteht aus einer Vielzahl solcher Schichten, die jeweils eine spezifische Aufgabe wie die des Tragwerkes, der Dämmung, der Bauphysik, des Brandschutzes etc. erfüllen.

Natürlich sind aber andere Kontinuitäten sehr wohl fortführ- und zeitgenössisch interpretierbar. Durch die technischen Weiterentwicklungen des Holzbaues zeigen sich außerdem neue Gestaltungspotenziale, die im Einklang mit dem Material Holz stehen. Glaubt man an das gestalterische Potenzial von Materialehrlichkeit und baukulturellen Kontinuitäten, so erscheint es nur folgerichtig, hieran anzuknüpfen, so wie es auch beim Projekt Vinzent von Allmann Sattler Wappner Architekten geschehen ist. Um das Repertoire aufzuzeigen, aus dem der urbane Holzbau dabei schöpfen kann, sollen nun einige Gestaltungsprinzipien des Holzbaus genannt werden, wobei der Gebrauch von Farbe, der hier im Zentrum der Betrachtung steht, diese Aufzählung abschließt.

Neue flächige Holzwerkstoffe

Der Holzbau erlebt einen Wandel weg von linearen Elementen wie Balken und Brettern hin zu flächigen Bauelementen wie Sperrholz und Brettstapeldecken. Dieser Wandel beruht auf neuen Methoden der Holzverarbeitung und geht Hand in Hand mit der Herausbildung vielschichtiger Bauteile. Er ändert unweigerlich auch den Ausdruck des Holzbaues und bietet entsprechendes Gestaltungspotenzial.

38 Die farbige Holzfassade – Begründung

Farbe als Eintrittskarte des Holzbaues in die Stadt

Bis zu diesem Punkt wurden die zwei prototypischen Ausdrucksweisen des Holzbaues – die in lineare Konstruktionselemente aufgelöste des Fachwerkes und die flächige z. B. einer Verschalung – in ihren Grundzügen erläutert. Diese Überlegungen zum traditionellen Ausdruck des Holzbaues zeigen auch, wie wichtig kulturell vorgeprägte Bilder und Sehgewohnheiten sind. bekannte und ebenfalls kulturell geprägte Bilder sind. Das prachtvolle Fachwerkhaus, der vergraute landwirtschaftliche Schuppen, das oxsenblutrote Schwedenhaus, das Schwarzwaldhaus, all dies sind Bilder, die sich tief ins Kulturgedächtnis einer Bevölkerung eingepägt haben und die unsere Wahrnehmungen, Erwartungen und sicher das gestalterische Herangehen einer Kultur an den Holzbau beeinflussen. Wenn wir aber zur Fragestellung der aktuellen Entwicklungen zurückkehren, wird deutlich, dass der Holzbau sich in seinem Ausdruck neu erfinden muss, um seine neue Position in der Stadt einnehmen und halten zu können. Im ländlichen bis suburbanen Kontext hat sich der Holzbau in diesem Sinne schon gefunden, wobei dies keinen statischen Zustand zur Folge hat: Die Genese von Bautechnik, Baukultur und Gestaltung befinden sich weiterhin in stetem Wandel. Zu deren Kontinuität haben unter anderem die Entwicklungen in Vorarlberg beigetragen. Der Holzbau hat dort einen Ausdruck gefunden, der zum einen seinem bautechnischen Stand (wie z. B. der Vorfabrikation) Ausdruck verleiht, der sich gleichzeitig in den kulturellen Kontext einfügt und der als selbstbewusst, identitätsstiftend und zeitgenössisch wahrgenommen wird. Prototypisch hierfür steht die Kombination von Flachdach und vergrauter, unbehandelter Schalung, wie sie auch von einfachen landwirtschaftlichen Bauten bekannt ist. Beim urbanen Holzbau auf dieselben Gestaltungsprinzipien wie beim ländlichen und suburbanen Holzbau zurückzugreifen, erscheint wie eingangs dargelegt unbefriedigend.



Wohn- und Bürogebäude „Vinzent“, München

Computergestützte Bearbeitungs- und Entwurfsmethoden (CAD und CNC) haben mannigfaltigen Einfluss auf den Holzbau. Mit ihrer Hilfe lassen sich z. B. monomaterielle Knotenpunkte fertigen, die die lange üblichen Stahlteile zur Ausbildung solcher Knoten ersetzen. Hieraus kann eine Materialästhetik entstehen, die an die alten handwerklichen Zimmermannsverbindungen erinnert und gleichzeitig ganz neue Formen entstehen lässt. Diese Art des

40 Fügens von Holz ist über das technische und gestalterische Potenzial hinaus wirtschaftlich und ökologisch, da mechanische und chemische Verbindungsmittel entfallen können.

Weiter ergeben sich aus den digitalen Methoden Möglichkeiten der Oberflächenbearbeitung und Formgebung, die es erlauben, den textilornamentalen Charakter des Werkstoffes gestalterisch hervorzuheben.

Konstruktiver Holzschutz

Konstruktiver Holzschutz zielt darauf ab, die Lebensdauer des Holzes dadurch zu erhöhen, dass Wasser entweder durch Anstrichen von Flächen rasch durch die Schwerkraft abgeführt wird oder die für das Eindringen von Feuchtigkeit sensiblen Stirnseiten des Holzes erst gar nicht erreicht. Traditionell wurde der konstruktive Holzschutz oft zum Gestaltungselement erhoben und weiterentwickelt. Mit der Expansion der Chemieindustrie wurde der konstruktive Holzschutz zugunsten des chemischen Holzschutzes zurückgedrängt. Dieser Prozess hat sich umgekehrt: Heute wird aus guten Gründen versucht, auf chemischen Holzschutz zu verzichten, was den konstruktiven Holzschutz wieder ins Zentrum rückt. Dies in Kombination mit den neuen Möglichkeiten der digitalen Holzbearbeitung ergibt ein enormes Gestaltungspotenzial.

Die Komplexität des Bauens hat auch dahingehend zugenommen, dass an Fassaden immer höhere Anforderungen gestellt werden und im Zusammenhang damit Bauteile oder Systeme wie Sonnenschutz integriert werden müssen. Durch ihre Filigranität und Flexibilität ist eine Holzfassade in hohem Maße dazu fähig, solche Elemente zu integrieren. Bei sorgfältiger Planung entsteht auch hier ein enormes Gestaltungspotenzial.

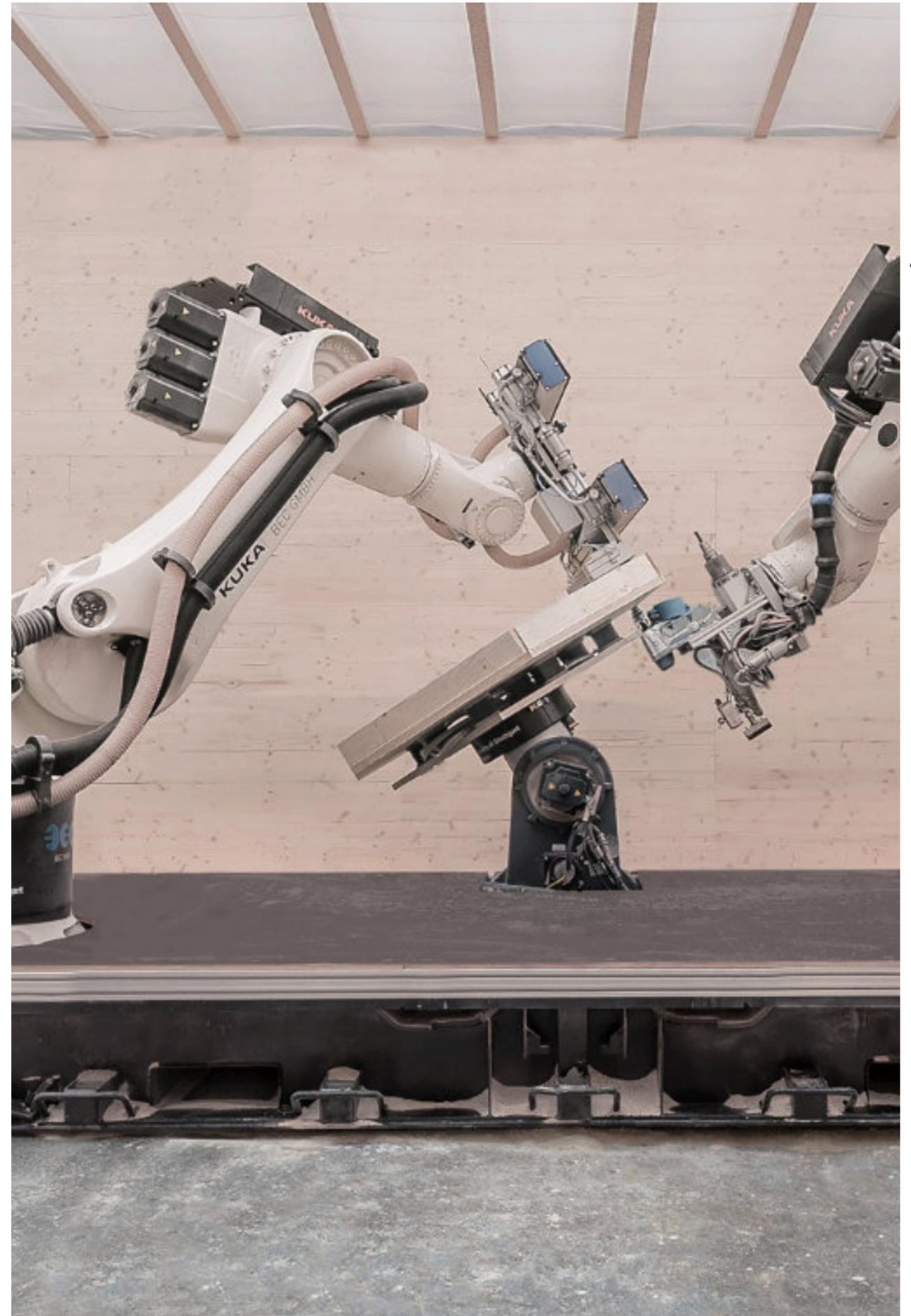
Kombination von Materialien

Die Anwendung von hybriden Konstruktionen und Bauteilen hat im Holzbau stets weiter zugenommen – eine Tatsache mit historischer Kontinuität. Beispiele des heutigen Bauens sind oft Holzgebäude mit Betontreppenkernen oder Holzdecken mit Stahlträgern. Was auch als „konstruktive Unsauberkeit“ betrachtet werden könnte, kann bei sorgfältiger Planung Teil des eigentlichen Gestaltungskonzeptes werden und so dem Bauen mit Holz einen gänzlich eigenen und zeitgemäßen Ausdruck geben.

Vorfertigung

Auch die Vorfertigung beruht auf einer Kontinuität von den Frühzeiten des Holzbaues bis heute. Auch heute noch bindet mancher Zimmermann seine Hölzer auf dem Abbundplatz ab, um sie dann zur Baustelle zu transportieren und das Gebäude aufzurichten. Moderne Methoden der Vorfertigung unterscheiden sich völlig von diesem Vorgehen, doch auch sie wirken auf die Morphologie, die Fügung und letzten Endes den Ausdruck eines Holzbaues ein.

Alle soweit besprochenen Gestaltungsprinzipien erscheinen für den urbanen und den ländlichen Kontext gleichermaßen geeignet. Hervorgehoben wurde aber auch, dass sich an den urbanen Holzbau andere gestalterische Anforderungen ergeben. Zwei Gestaltungsprinzipien scheinen den Autoren besonders geeignet, um dem Holzbau in der Stadt durch eine hölzerne Fassade einen angemessenen Ausdruck zu geben: Fassadenbegrünungen und identitätsstiftende Farbgestaltungen.



Roboterbasierte Produktion von Bauteilen



Wohn- und Bürogebäude „Vinzent“, München

Begrünung

Für die Begrünung von Fassaden lassen sich verschiedene historische Referenzen von Blumenkästen bis zu Berankungen mit Kletterhilfen aufzeigen. Die Begrünung war dabei stets Schmuck, sollte den Ausdruck und die Atmosphäre von Gebäuden unterstreichen und sicher oft auch den Wohlstand der Bewohner darstellen. Besonders in klimatisch wärmeren Regionen diente das Grün aber auch immer schon dazu, Schatten und ein angenehmeres Mikroklima zu erzeugen. Die Begrünung von Fassaden und Gebäuden war auch in den vergangenen Jahrzehnten immer wieder Thema; man denke nur an die Terrassenhäuser der 1970er-Jahre mit ihren Pflanztrögen aus Beton. Das Thema der Fassadenbegrünung rückte seit den 2000ern dann wieder vermehrt in den Fokus. Projekte wie das Caixa Forum von Herzog & de Meuron (Fertigstellung 2008) zeigten das gestalterische Potenzial von Fassadenbegrünung auf, das sich aus einer Kombination mit neuen technischen Möglichkeiten z.B. zur Bewässerung ergab. Parallel entwickelte sich ein Bewusstsein für den Klimawandel und das Mikroklima der Städte, worauf die Begrünung von Gebäuden eine durchaus sinnvolle Reaktion und Antwort schien. Projekte wie das Hochhaus „Bosco Verticale“ (Stefano Boeri, Fertigstellung 2014), dessen Fassaden unter anderem mit 900 Bäumen begrünt sind, setzten neue Maßstäbe hierfür. Zunächst nicht unkritisch erschien die Kombination von begrünter Fassade und Holzbau, da eine Begrünung immer das Speichern bzw. Vorhandensein von Wasser erfordert, was dem Holzbau prinzipiell nicht zuträglich ist. Inzwischen gibt es jedoch Pflanzsysteme, die hier für große Sicherheit sorgen und die Kombination von Begrünung und Holzbau nun ermöglichen. Aber auch auf den Brandschutz gilt es in diesem Zusammenhang besonders zu achten, bieten doch Pflanzen auch Nährstoff für Brandüberschläge. Dass die Kombination von Holzbau und Fassadenbegrünung besondere Synergien hervorruft, liegt auf der Hand. Zum einen unterstützen beide Ziele der Ökologie und des Stadtklimas. Wenn hier die gesetzten gesellschaftlich und politisch verankerten Ziele erreicht werden sollen, kann die Devise nicht sein „Holzbau oder Gebäudebegrünung“, sondern sie muss lauten „Holzbau und Begrünung“. Zum anderen liegt gerade in der Kombination von Begrünung und farbiger Holzfassade ein besonderes Gestaltungspotenzial: Die beiden natürlichen Materialien, von denen die Pflanze im Lauf des Jahres ihr Farbkleid auch verändert, erscheinen als äußerst reizvolle Kombination.

Farbigkeit

Warum eine mit natürlichen Farben oder Lasuren gestaltete Holzfassade im urbanen Holzbau als besonders prägnantes und stilbildendes Gestaltungselement betrachtet wird, wurde bereits umfangreich aufgezeigt und argumentativ belegt. Diese Argumentationen beruhen auf gestalterischen Gedanken, auf dem Herleiten einer historischen Kontinuität, aber auch auf bautechnischen Zusammenhängen: Zum Beispiel profitiert eine Holzoberfläche im städtischen Umfeld durchaus vom Schutz durch eine Farbschicht und fügt sich dadurch auch kontextuell wohltuend und harmonisch ins Stadtbild ein. Zwar kann die Haltbarkeit einer unbehandelten, natürlich vergrauenden Fassade bei richtiger Detaillierung und Ausführung sowie der Wahl der richtigen Hölzer als nahezu unbegrenzt betrachtet werden, aus den Anforderungen und Rahmenbedingungen des städtischen Holzbaues heraus ergibt sich aber auch ein durchaus anderes Bild, da das Umfeld Stadt das Holz anders beansprucht und sich dessen Haltbarkeit reduziert und die gestalterischen Rahmenbedingungen wie ausgeführt andere sind. Möglich gemacht wird die hier vertretene Gestaltungstrategie durch aktuelle und nachhaltig ökologische Entwicklungen im Bereich der Holzfarben und Lasuren. Die bis in die 1980er-Jahre praktizierten Verfahren der chemischen Holzbehandlung haben das Image von Farben im Holzbau nachhaltig geschädigt. Diese Systeme waren äußerst natur- und umweltschädlich. Wahrscheinlich ist die Popularität der unbehandelten Holzfassade auch durch das schlechte Image und die tatsächliche Schädlichkeit der chemischen Holzbehandlung zu erklären. Inzwischen gibt es jedoch Farben, die durch die Verwendung des Lösungsmittels Wasser und von natürlichen Pigmenten für Umwelt und Gesundheit völlig unbedenklich sind. Diese Farben behalten sehr lange ihre Strahlkraft und Schutzwirkung, sodass oft jahrzehntelang nicht neu gestrichen oder überarbeitet werden muss. Detailliertere Betrachtungen hierzu folgen im nächsten Kapitel.

44 Abgrenzung vom urbanen zum ländlichen Holzbau

Ein anderer Kontext, ein veränderter Ausdruck

Holz hat eine, je nach Sorte, sehr unterschiedliche natürliche Farbigkeit. Wird Holz verarbeitet und verbaut, verändert sich die Farbe des Holzes je nach Einbausituation, Ort und klimatischen Bedingungen stetig. Diese natürliche Farbigkeit von Holz ist uns im ländlichen Kontext sehr vertraut, wobei sie in den meisten mitteleuropäischen Städten, die sehr artifizuell und vom Menschen geschaffen sind, eher fremd wirkt. Grundlegend gilt es, an dieser Stelle zu differenzieren zwischen dem Einsatz des Materials Holz an sich, dem Zeigen des Materials nach außen und dem Einsatz von Farbe als Holzschutz oder gestalterisches Mittel.

Zur Zeit der Entstehung mittelalterlicher Städte – der ersten Blütezeit der mitteleuropäischen Stadt – waren die Fassaden der Gebäude von der natürlichen Farbigkeit ihrer Baumaterialien geprägt. Steine, Lehmziegel und naturbelassene Hölzer bestimmten das Erscheinungsbild der Städte. Meist waren nur repräsentative Gebäude wie Zunfthäuser und Rathäuser farbig gestrichen, da Pigmente damals sehr teuer und für Privatleute unerschwinglich waren. Mit dem Aufkommen industriell herstellbarer Pigmente im 18. Jahrhundert erhielten auch immer mehr bürgerliche Häuser farbige Anstriche.

In den historischen Städten wurde Holz vor allem konstruktiv in Gebäudetragwerken wie Decken oder Dächern sowie in den Wänden von Fachwerkhäusern verbaut, wo die hölzerne Konstruktion auch in der Fassade sichtbar wird. In vielen Stadthäusern, die während der Gründerzeit entstanden, wurde besonders in Decken und Innenwänden Holz als tragendes Material verbaut, nach außen aber kaum gezeigt.

Für den Einsatz von Holz im urbanen Kontext lässt sich feststellen, dass dieses nach wie vor meist nur als konstruktives und nur selten als gestalterisch sichtbares Material verwendet wird. Wird Holz nach

außen gezeigt, z. B. in den Skeletten von Fachwerkhäusern, Fensterläden oder Dachuntersichten, so ist dieses mittlerweile meist farblich gestaltet und Ausdruck von Individualität. Während vollflächige hölzerne Fassaden sowohl im historischen als auch im modernen Stadtbild eher die Ausnahme bilden, sind diese – sowohl farblich gestaltet und noch häufiger in ihrer natürlichen Farbigkeit belassen – im ländlichen Raum weit verbreitet. Die Individualisierung dieser naturbelassenen Fassaden findet darüber hinaus häufig in Form von Ornamentik statt.

Natürliche Farbe von Holz, Veränderung und Schutz

Über die natürlichen und chemischen Entstehungsfaktoren der Patina

Die im Holz enthaltenen Farbstoffe verleihen dem Material seine natürliche Farbigkeit, die sich im gelbrötlichen Spektrum von Zitronengelb (Gelbkiefer) über Rotbraun (Lärche) bis hin zu Schwarzbraun (Walnuss) bewegt. Chemisch betrachtet, besteht Holz im Wesentlichen aus Zellulose, Hemizellulose und Lignin. Das letztgenannte Biopolymer wird in den Zellwänden von Pflanzen eingelagert und führt zur Verholzung der Zellen (Lignifizierung). So ist es im Wesentlichen das Lignin, welches dem Holz seine Druckfestigkeit und seine natürliche Farbigkeit verleiht.

Wird unbehandeltes, verarbeitetes Holz über einen längeren Zeitraum UV-Strahlung ausgesetzt, so



Eingangspavillon Eriksberg Hotel & Nature Reserve



Wandel hölzerner Fassaden: Scheune im Allgäu

führt diese dazu, dass die komplexen Ligninmoleküle abgebaut werden, diese die Verbindung zur verbleibenden Holzstruktur verlieren und sich die Holzoberfläche dadurch dunkel verfärbt. In Folge direkter Beregnung werden die Bestandteile des Lignins vom Regenwasser ausgewaschen, wodurch die zurückbleibenden, photochemisch stabileren weißen Zellulosefasern das Holz gräulich-silbrig erscheinen lassen und der Effekt der Vergrauung eintritt. Die natürliche gleichmäßige Vergrauung einer Fassade ist dabei kaum möglich, da jeder Vor- oder Rücksprung dazu führt, dass eine unterschiedliche Bewitterungsbeanspruchung entsteht.

Je nach Exposition, regionalen Witterungseinflüssen und Luftqualität können Mikroorganismen, insbesondere Bläuepilze und andere, nicht holzspezifische Schimmelpilze, die Holzoberfläche besiedeln. Sie finden durch kondensierende Feuchte und Ablagerungen wie z. B. Staub oder Pollen ideale Lebensbedingungen vor und färben das Holz weiter ein. Da sich Bläuepilze nicht von Lignin oder Zellulose, sondern von nährstoffreichen Zellen im Splintholz ernähren, bleibt die Festigkeit des Holzes gewährleistet.

Durch Bläuepilz gefährdete Holzarten, zu denen die meisten Nadelhölzer zählen, können mit geeigneten Bläueschutzmitteln (chemischer Holzschutz) behandelt werden, um Verfärbungen vorzubeugen. Des Weiteren können chemische Holzschutzmittel vor weiteren Pilzarten und Insekten schützen, auf die an späterer Stelle genauer eingegangen wird. Um Verfärbungen nachhaltig vorzubeugen, muss Holz vor länger anhaltender Durchfeuchtung geschützt werden. Das geschieht mittels konstruktiver Maßnahmen wie z. B. Dachüberständen und durch eine gute Wasserableitung. Konstruktiver Holzschutz hat immer auch die Aufgabe, die Holzkonstruktion dauerhaft vor Feuchtigkeit zu schützen.²⁸

Grauverfärbungen, die auf den photochemischen Abbau von Lignin zurückzuführen sind, kann mit einem pigmentierten Beschichtungssystem wie z. B. Lasuren oder Lacken vorgebeugt werden. Die Pigmente legen sich dabei über die gefährdeten Holzfasern und schützen das darin enthaltene Lignin vor der Zersetzung durch Licht. Grundsätzlich ist der UV-Schutz von Lacken etwas höher als der von Lasuren, jedoch überdecken Lacke die natürliche Holzmaserung meist vollständig. Fehlstellen in der Lackschicht können außerdem zur Anreicherung von Feuchtigkeit unterhalb des Lacks und damit zu unbemerktem Pilzbefall führen.

Schadfaktoren

Von Pilzen und Mikroorganismen

Grundsätzlich muss zwischen biotischen und abiotischen Schadfaktoren unterschieden werden. Zu den abiotischen Faktoren gehören physikalische Schädigungen durch Feuchtigkeit oder Temperatur (Feuer), Schäden durch mechanische Überbelastung oder die bereits erwähnte UV-Strahlung sowie chemische Schädigungen, z. B. durch Salze. Die biotischen Schadfaktoren umfassen Pilze und Mikroorganismen sowie Insekten und Meerestiere.

Widmen wir uns dem Punkt „Pilze und Mikroorganismen“: Der für den Holzschutz relevanteste Faktor für das Wachstum von Pilzen ist die Feuchtigkeit des Holzes, da Pilze freies Wasser in den Zellen für ihre Entwicklung benötigen. Weitere wichtige Faktoren, die die Lebensbedingungen von Pilzen beeinflussen, sind die Qualität des Substrats bzw. der Nährstoffe, die je nach Holzart unterschiedlich ist. Aus holzschutztechnischer Sicht gilt es, zwischen holzerstörenden und Holzverfärbenden Pilzen zu unterscheiden, wobei die genaue biologische Einteilung der Arten hier nicht weiter behandelt werden soll.

Holzerstörende Pilze, meist Ständerpilze, haben sich im Laufe der Evolution darauf spezialisiert, die Hauptbestandteile der Holzzellwände (Zellulose, Hemizellulose und Lignin) mittels Enzymen abzubauen und zu verwerten. So wichtig diese Pilze für den natürlichen Kreislaufprozess sind, so stellen sie gleichzeitig eine der größten Gefahren für vom Menschen gebaute Holzkonstruktionen dar. Holzverfärbende Pilze dagegen ernähren sich von den nährstoffreichen Parenchymzellen im Splintholz, greifen aber die für die Festigkeit der Zellwände verantwortlichen Bestandteile (Zellulose, Hemizellulose

²⁸ Winter, Stefan: Schutzfunktionen, in: Atlas Mehrgeschossiger Holzbau (2017), S. 84.

und Lignin) dabei nicht an. Neben Pilzen können Mikroorganismen wie Algen und Bakterien zum Zersetzungs- oder Verfärbungsprozess von Holz beitragen.

Anders bei Insekten und Meerestieren: Während Pilze und Mikroorganismen eine Holzfeuchte ab einem Fasersättigungsbereich von mindestens 20 Prozent benötigen und die Bestandteile des Holzes meist enzymatisch zersetzen, kommen holzerstörende Insekten, vor allem Käfer, auch in trockenem Holz vor und zersetzen dieses mechanisch mit ihren Mundwerkzeugen. Das praktische Nachschlagewerk „Holzschutz“ unterscheidet holzerstörende Insekten nach ihrem Feuchtigkeitsbedürfnis: „Eine Beziehung zum Feuchtezustand des Holzes besitzen fast alle Holzinsekten. Hierauf begründet sich deren Einteilung in Trockenholz-, Frischholz- sowie Feucht- und Faulholzinsekten. (...) Trockenholzinsekten entwickeln sich im trockenen Bau- und Werkholz auf Holzlagern und in Gebäuden und vollziehen ihre gesamte Entwicklung in diesem Holz. Sie befallen ausschließlich trockenes Holz. (...) Zu den Frischholzinsekten werden solche Arten gezählt, welche gesunde Bäume mit baumsaftbedingter hoher Holzfeuchte befallen bzw. absterbendes oder frisch gefälltes Holz aufsuchen. (...) Die Feuchtholzinsekten sind auf eine Feuchtequelle angewiesen und gehen zumeist mit einem beginnenden Pilzbefall einher. Häufig handelt es sich hier um ungeschützt der Feuchtigkeit ausgesetztes Holz.“²⁹ Bei den meisten dieser holzerstörenden Insekten handelt es sich um Käfer, die den Großteil ihres Lebens im Holz verbringen. Neben den Käfern können einige Gattungen von Ameisen, Termiten und Meerestieren wie z. B. die Schiffsbohrmuschel dem Holz zur Gefahr werden.

Konstruktiver Holzschutz

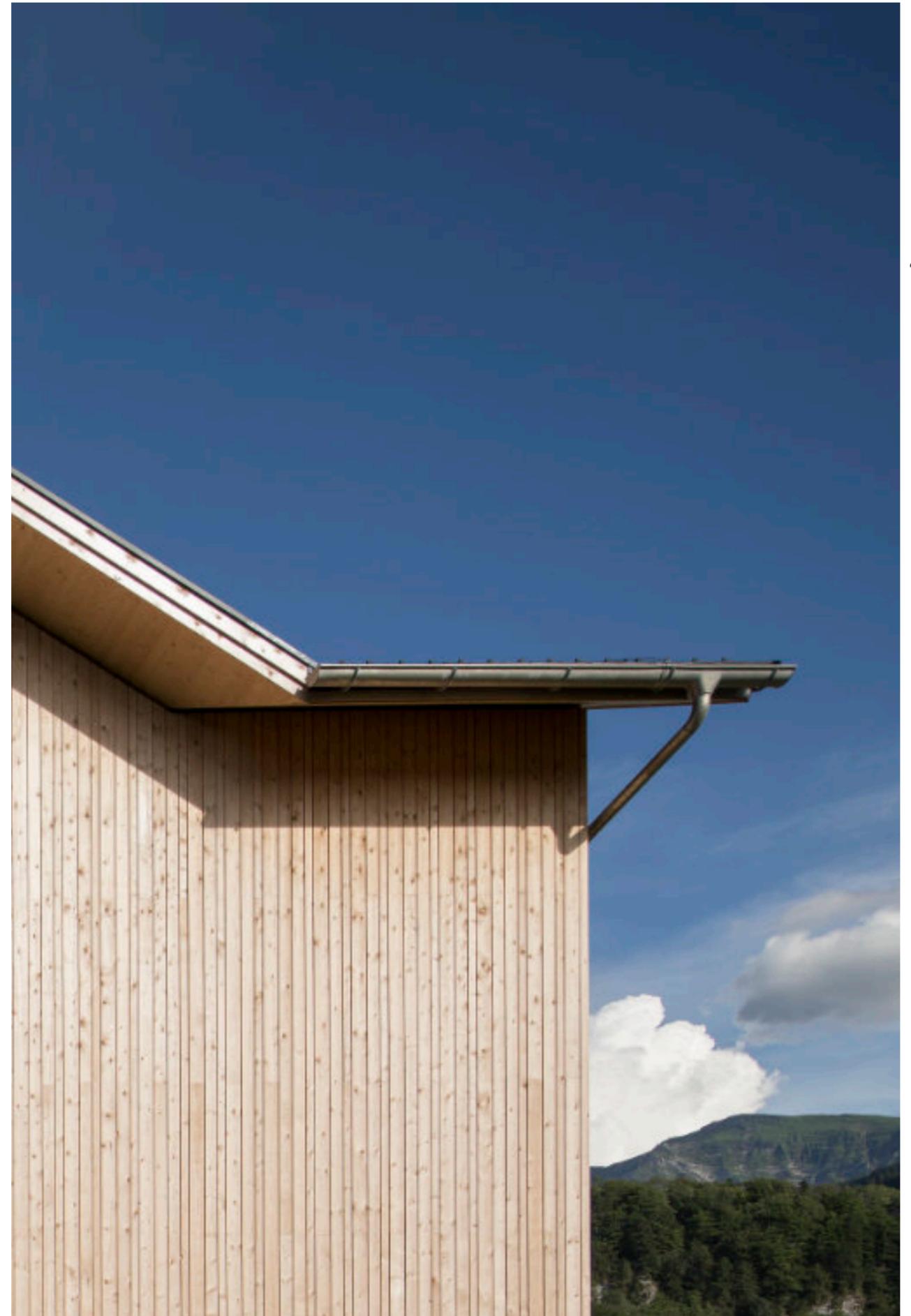
Tradition und Innovation im Zusammenhang mit Gestaltung und Haltbarkeit

Holz erlebt als einer der ältesten Baustoffe, die wir kennen, derzeit wieder eine Renaissance. Als natürliches Baumaterial hat Holz im aktuellen Diskurs um nachhaltiges Bauen einen hohen Stellenwert, ist aber eben auch dem schon beschriebenen natürlichen Kreislaufprozess unterworfen und wird in diesem letztendlich von spezialisierten Pilzen und Insekten in seine elementaren Bestandteile zerlegt. Dabei ist der konstruktive, also der bauliche Holzschutz dem chemischen Holzschutz grundsätzlich immer vorzuziehen.

Die Erkenntnis, Holz vor Feuchtigkeit schützen zu müssen, ist ähnlich alt wie der Holzbau selbst. Das zeigen weit überstehende Dächer von Höfen im Schwarzwald und Bregenzerwald oder überkragende Geschosse und Tropfkanten von historischen Fachwerkhäusern. Der baulich-konstruktive Holzschutz beginnt bereits mit Einschlag, Lagerung, Trocknung und Verarbeitung. Auch die Auswahl der für die jeweilige Einbausituation geeigneten Holzart und die Anordnung und Ausrichtung der Hölzer im Bauwerk spielen eine entscheidende Rolle hinsichtlich der Dauerhaftigkeit des gesamten Holzbaus. So wurden beispielsweise die „Wetterseiten“ der Bregenzerwälder Höfe meist mit Weißtannenholz verkleidet, weil dieses dauerhafter als das sonst verwendete Fichtenholz ist, auch wenn es aufgrund des höheren Wassergehalts nach dem Einschlag wesentlich schwerer und damit bei den Handwerkern nicht besonders beliebt war. Der Architekt und Experte für Architektur in Vorarlberg, Johann Peer hebt die Wichtigkeit des richtigen Zeitpunkts hervor: „Auf die richtigen Jahreszeiten, Mondphasen und Sternkonstellationen für den Zeitpunkt der Schlägerung jedwedem Holzes zu achten, spielte deshalb eine große Rolle, weil davon dessen Verarbeitungsgewicht und Haltbarkeit abhingen. Abgesehen davon bestimmte der aus komplexen Regelwerken zu errechnende ‚richtige Zeitpunkt‘ auch die Resistenz des Holzes gegen Schädlingsbefall.“³⁰ Weiter spielt neben der Holzart auch die Qualität eine entscheidende Rolle. Langsame, dicht gewachsene und mit sehr harte Hölzer sind dabei wesentlich robuster und maßhaltiger als schnell gewachsenes Holz.

²⁹ Scheiding, Wolfram u. a.: Holzschutz. Holzkunde – Pilze und Insekten, konstruktive und chemische Maßnahmen, technische Regeln, Praxiswissen, München 2016, 2., akt. Auflage, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, S. 109 f.

³⁰ Peer, Johann: Holzschutz an den Bauernhäusern des Bregenzerwaldes, in: „zuschnitt 21“, proHolz Austria, März 2006, S. 4.



Dachüberstand als konstruktiver Holzschutz

„Per definitionem sind Holzschutzmittel Wirkstoffe oder wirkstoffhaltige Zubereitungen, die dazu bestimmt sind, einen Befall von Holz oder Holzwerkstoffen durch holzerstörende Organismen zu verhindern oder einen solchen Befall zu bekämpfen. Damit sind Holzschutzmittel klar abgegrenzt von Anstrichstoffen ohne Wirkstoffe wie Lacke, Lasuren oder Farben, die in erster Linie die Aufgabe haben, dekorativ zu wirken und das Holz physikalisch zu schützen.“³¹

Chemischer Holzschutz und Modifizierung

Für und Wider von Behandlungsmaßnahmen

Die Holzschutz-Expertin Notburga Pfabigan der Österreichischen Gesellschaft für Holzforschung definiert Holzschutz folgendermaßen: „Per definitionem sind Holzschutzmittel Wirkstoffe oder wirkstoffhaltige Zubereitungen, die dazu bestimmt sind, einen Befall von Holz oder Holzwerkstoffen durch holzerstörende Organismen zu verhindern oder einen solchen Befall zu bekämpfen. Damit sind Holzschutzmittel klar abgegrenzt von Anstrichstoffen ohne Wirkstoffe wie Lacke, Lasuren oder Farben, die in erster Linie die Aufgabe haben, dekorativ zu wirken und das Holz physikalisch zu schützen.“

Der chemische Holzschutz findet seine Anfänge im Einsatz von Pech und später, ab dem Mittelalter, im Bereich der Alchemie. Mit dem Aufkommen der chemischen Industrie im 20. Jahrhundert wurden teilweise hochtoxische Biozide entwickelt, deren schädliche Wirkung auf Menschen und Umwelt erst in den 70er- und 80er-Jahren³² deutlich und deren Einsatz seitdem immer weiter reduziert wurde. Entsprechend ihrer Wirksamkeit gegen die beschriebenen Schadfaktoren wie Pilze und Insekten werden Holzschutzmittel in vorbeugende und bekämpfende Produkte eingeteilt, wobei bekämpfende Mittel auch immer eine vorbeugende Wirkung haben. Eine weitere Möglichkeit, die biologische Dauerhaftigkeit von Holz zu verbessern, ist die chemische oder thermische Modifizierung, wobei hierbei die Zusammensetzung der Zellwände grundlegend verändert wird.

Bei der Wahl der richtigen chemischen Holzschutzmittel muss sorgfältig abgewogen werden, ob ein solcher Holzschutz – und wenn ja, in welcher Form – sinnvoll ist.

Farbsysteme und Oberflächenvergütung

Neue Systeme, bewährte Techniken und baukulturelle Traditionen

Sowohl bei ländlichen als auch urbanen Holzbauten hat das Färben aller Arten von Fassaden eine lange Tradition. Eines der bekanntesten Beispiele dürfte die weit bekannte „Ochsenblutmalerei“ sein, wobei die als Ochsenblut bezeichneten Farben meist keinen Tropfen Blut enthalten haben. Vielmehr wurden die Pigmente dieser Farben aus Eisenoxidprodukten oder rotem Ocker hergestellt. Die roten, im Blut enthaltenen Pigmente reagieren rasch mit Sauerstoff, wodurch eine Braunfärbung entsteht und sind daher kaum lichtecht.

Eine weitere, Jahrhunderte alte Methode, Holz zu konservieren und dabei optisch stark zu verändern, ist die aus Japan stammende Yakisugi-Methode, bei der die Holzoberfläche geflammt wird. Diese Methode wird seit einigen Jahren auch in Europa vermehrt eingesetzt und stellt eine Möglichkeit dar, Holz im städtischen Kontext einen besonderen Ausdruck zu verleihen, wie es z. B. bei Dominique Coulons Wohn- und Bürohaus in Straßburg gelungen ist.

Neben der gestalterischen Funktion schützen pigmentierte oder mit UV-Schutzmitteln ausgestattete Beschichtungen Holz vor den kurzwelligen Anteilen des Sonnenlichts. Häufig sind den Farbsystemen auch vorbeugende Holzschutzmittel gegen holzerstörende Organismen oder hydrophobierende Substanzen beigefügt. Besonders bei maßhaltigen Bauteilen wie Fenstern und Türen, aber auch bei Plattenwerkstoffen wie Sperrholzplatten spielt der Feuchteschutz eine wesentliche Rolle, um Feuchteschwankungen und damit verbundenen Dimensionsänderungen standhalten zu können. Im Wesentlichen bestimmt wird der Feuchteschutz durch die Schichtdicke des Anstrichs, weshalb für maßhaltige Bauteile meist dickere Schichten aufgetragen werden. Für weniger maßhaltige Bauteile wie Fassadenschalungen sollten zu große Schichtdicken vermieden werden, da sich im Bereich von Ästen oder Schadstellen im Holz schnell Risse in der Beschichtung und damit Feuchteansammlungen bilden können.

³¹ Notburga Pfabigan: Chemischer Holzschutz – Übel oder Notwendigkeit, in: „zuschnitt 21“, proHolz Austria, März 2006, S. 16.

³² Scheiding, Wolfram u. a.: Holzschutz. Holzkunde – Pilze und Insekten, konstruktive und chemische Maßnahmen, technische Regeln, Praxiswissen, München 2016, 2. akt. Auflage, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, S. 15.



Hofbebauung im Wettsteinquartier, Basel

Im Wesentlichen voneinander unterschieden werden Lacke und Lasuren aufgrund ihrer Transparenz. Deckende Lacke ergeben homogene Oberflächen, die die Struktur von gehobeltem Holz nicht mehr erkennen lassen, während die Struktur von sägerauem Holz auch unter mehreren Lackschichten sichtbar bleibt. Allerdings sollte jegliche Farbbehandlung im Außenbereich vorzugsweise auf feingesägten und nicht auf gehobelten Oberflächen erfolgen. Lasuren hingegen bilden je nach Pigmentgehalt transparente bis semitransparente Anstriche, die sowohl Farbigekeit als auch Struktur des Holzes durchscheinen lassen. Bedingt durch den bereits beschriebenen, vom UV-Licht hervorgerufenen Abbauprozess des Lignins müssen Holzoberflächen vor Licht geschützt werden. Im Bereich der Lasuren bieten nur transparente Eisenoxidpigmente – hierbei handelt es sich um sehr fein gemahlene Eisenoxidrot oder Eisenoxidgelb – ausreichend Schutz vor UV-Licht. Dr. Gerhard Grüll, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Holzforschung Austria schreibt dazu: „Daher beschränkt sich die anwendbare Farbtonpalette bei Lasuren auf Rot- und Brauntöne. Deckende Lacke sind in vielen bunten Farbtönen anwendbar und ergeben sehr dauerhafte Beschichtungen. Die Schichtdicke ist ein wesentliches Kriterium bei der Produktauswahl, da sie den Feuchteschutz, das Abwitterungsverhalten, die Wartungsintervalle und den Wartungsaufwand von Beschichtungen beeinflusst.“³³

Unterhalt, Wartung und Pflege

Die Relevanz der Lebenszyklusbetrachtung

Fassaden prägen die Erscheinungsbilder von Gebäuden und manchmal ganzer Städte und haben neben der ästhetischen Aufgabe auch diverse technische Aufgaben. Vor allem der Schutz der Baukonstruktion im weitesten Sinne vor Witterung und Umwelteinflüssen sei hier erwähnt. Wurde früher meist monolithisch gebaut, so sind die Fassadenaufbauten in den letzten Jahrzehnten immer komplexer und, bedingt durch höhere Wärmedämmstandards, auch immer dicker geworden. Im Bereich gedämmter Fassaden unterscheidet man im Wesentlichen zwischen vorgehängten hinterlüfteten Fassaden (VHF) und nicht hinterlüfteten Verbundfassaden, sogenannten Wärmedämmverbundsystemen (WDVS). Gepaart mit üblicherweise hohem Kostendruck führt die Komplexität von Fassadensystemen vor allem im Bereich der Verbundfassaden zu hoher Fehleranfälligkeit in der Ausführung und damit oft zu weitaus kürzeren Lebenszeiten als von Herstellerseiten angegeben. Der Aufbau von WDVS-Fassaden beruht auf geklebten und später verputzten Dämmstoffplatten auf monolithischen Mauern. Dabei können fast alle gängigen Dämmstoffe verwendet werden, aus Kostengründen kommen mit einem Marktanteil von ca. 76 Prozent allerdings überwiegend EPS-Hartschaumplatten, allgemein als „Styropor“ bekannt, zum Einsatz.³⁴ Im Gegensatz dazu werden vorgehängte hinterlüftete Fassaden – zu denen in der Regel auch die verschiedensten Holzfassaden gehören – mechanisch befestigt, was den Rückbau, Recycling und schlussendlich die sortenreine Trennung der Fassadenelemente weitaus einfacher macht als bei Wärmedämmverbundsystemen.

Zu Haltbarkeit und Kosten von Fassadensystemen ist es wichtig, den gesamten Lebenszyklus und nicht nur die Herstellungs-, sondern auch die Unterhalts- und Entsorgungskosten zu betrachten. Während die Herstellungskosten für ein WDVS mit einer EPS-Dämmung zweifellos günstiger sind als die Kosten für eine vorgehängte hinterlüftete Fassade, ist eine pauschale Aussage zu den unterschiedlichen Lebensdauern nur sehr schwer möglich, da

³³ Grüll, Gerhard: Oberflächenbehandlung von Holz im Außenbereich. Gestaltungsmittel mit Schutzfunktionen, in: „zuschnitt 21“, proHolz Austria, März 2006, S. 12. online verfügbar unter: <https://www.proholz.at/zuschnitt/21/oberflaechenbehandlung-von-holz-im-aussenbereich>, zuletzt aufgerufen am 30.11.2021.

³⁴ Online verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/310349/umfrage/anteil-der-verbauten-daemmstoffarten-in-deutschland/>, zuletzt aufgerufen am 30.11.2021.

diese stark von der Art der jeweiligen Ausführung abhängen. Im Regelfall kann bei korrekt ausgeführten WDVS-Fassaden ein Renovierungsintervall von 20 Jahren und eine Gesamtlebensdauer von 60 Jahren angenommen werden.³⁵ Auch die Lebensdauer von vorgehängten Fassaden ist in der Regel stark vom gewählten Dämmstoff und Fassadenmaterial abhängig. Da hier die vorgehängte Fassade in der Regel mechanisch befestigt ist, kann diese verhältnismäßig schnell getauscht und sortenrein entsorgt werden. Die Dämmung kann in vielen Fällen auf der tragenden Wand verbleiben und im Bedarfsfall aufgedoppelt werden. Im Gegensatz zu diesen mechanisch befestigten Fassaden werden die Bestandteile von Wärmedämmverbundsystemen miteinander verklebt, was Renovierung und vor allem den selektiven Rückbau wesentlich erschwert. Durch die sehr aufwändige Trennung und Deponierung von nicht trennbaren Abfällen entstehen bei der Entsorgung von WDVS meist höhere Kosten als bei VHF.

Eine Studie des Instituts für Bauplanung und Bauwirtschaft an der FH Joanneum in Graz hat fünf verschiedene Fassadenaufbauten, u. a. eine mit EPS ausgeführte WDVS-Fassade und eine vorgehängte, unbehandelte Lärchenholzassade miteinander verglichen und kam zu dem Ergebnis, dass die Holzassade bei Betrachtung des gesamten Lebenszyklus über einen Zeitraum von 30 Jahren ca. zehn Prozent günstiger abschneidet als das Wärmedämmverbundsystem.³⁶

Der Holzassade an sich kann also eine sehr lange Haltbarkeit bescheinigt werden, die durch eine Oberflächenbehandlung noch verbessert wird. Je nach Art der Oberflächenbehandlung, Pigmentgehalt, Witterungseinflüssen und Exposition müssen Lasuren im Regelfall alle zwei bis sechs Jahre, Lacke nach maximal 15 Jahren gewartet bzw. der Anstrich erneuert werden.³⁷ Professor Stefan Winter, Inhaber des Lehrstuhls für Holzbau und Baukonstruktion an der TU München schreibt dazu: „Bei feingesägten Oberflächen mit einer industriellen Farbbehandlung und einer diffusionsoffenen, idealerweise nicht filmbildenden Beschichtung (...) lassen sich sogar Farbstandzeiten von mehr als 20 Jahren erreichen.“³⁸

Die meisten konventionellen Holzbeschichtungssysteme basieren auf organischen Bindemitteln wie Harzen, Ölen oder Kunststoffen, die nicht dauerhaft UV-stabil sind. Mit andauernder UV-Exposition werden diese Bindemittel abgebaut, was zu Rissen in der Beschichtung und zu einer Verfärbung derselben führt. Durch diese Risse kann Feuchtigkeit zwischen Holzoberfläche und Beschichtung

gelangen und damit Nährboden für unentdeckte Pilze werden.

Mit der Entwicklung von anorganischen, also mineralischen Beschichtungssystemen ist es der Firma KEIM nach 20 Jahren Forschung gelungen, das für mineralische Untergründe - wie beispielsweise Putzoberflächen – bewährte Prinzip von Silikatfarben auf den organischen Werkstoff Holz zu übertragen. Eine ölige Grundierung, die feinteilige silikatische Komponenten enthält, dringt in die Holzoberfläche ein und stellt damit die Haftbrücke für mineralische Farbbeschichtungen her.

„Silikatfarben bestehen aus anorganischen Bindemitteln, mineralischen Füllstoffen und anorganischen Farbpigmenten. Ihre Abbindung erfolgt anhand einer chemischen Reaktion des Bindemittels mit mineralischen Reaktionspartnern im Untergrund, die sich unlösbar miteinander verbinden. Silikatfarben haben sich auf mineralischen Baustoffen als extrem wetterbeständig und dauerhaft erwiesen. Mit ihrer typischen kalkmatten Optik und den rein anorganisch pigmentierten Farbtönen haben sie sich in der Pflege, dem Schutz und der Gestaltung von Gebäuden besonders bewährt.“³⁹

Diese für Holzoberflächen bis dato einzigartige und patentierte Oberflächenbeschichtung verspricht eine weitaus längere Haltbarkeit als konventionelle Beschichtungssysteme. Besonders hervorzuheben ist, dass der Hersteller angibt, dass zu renovierende Oberflächen vor einer erneuten Beschichtung nicht angeschliffen, sondern lediglich grob gereinigt werden müssen.⁴⁰

Die stetige Entwicklung neuer und erfreulicherweise ökologisch immer besserer Oberflächenbeschichtungen lässt auf eine in Zukunft zunehmende Akzeptanz von Holzfassaden hoffen. Gebündelt mit einer sich immer schneller in der Gesellschaft manifestierenden ökologischen Sensibilität sowie einem erkennbaren politischen Willen, wie beispielsweise dem Kreislaufwirtschaftsgesetz,⁴¹ macht große Hoffnung auf eine positive Entwicklung des Holzbaus auch im städtischen Kontext.

35 Albrecht, Wolfgang; Schwitalla, Christoph: Rückbau, Recycling und Verwertung von WDVS; Studie Fraunhofer IBP, 2014, S. 28, online verfügbar unter: <http://publica.fraunhofer.de/documents/N-377363.html>, zuletzt aufgerufen am 30.11.2021.

36 FH Joanneum, Institut Bauplanung und Bauwirtschaft: Fassadensysteme im Fokus der Lebenszyklusbetrachtung, S. 84 f.

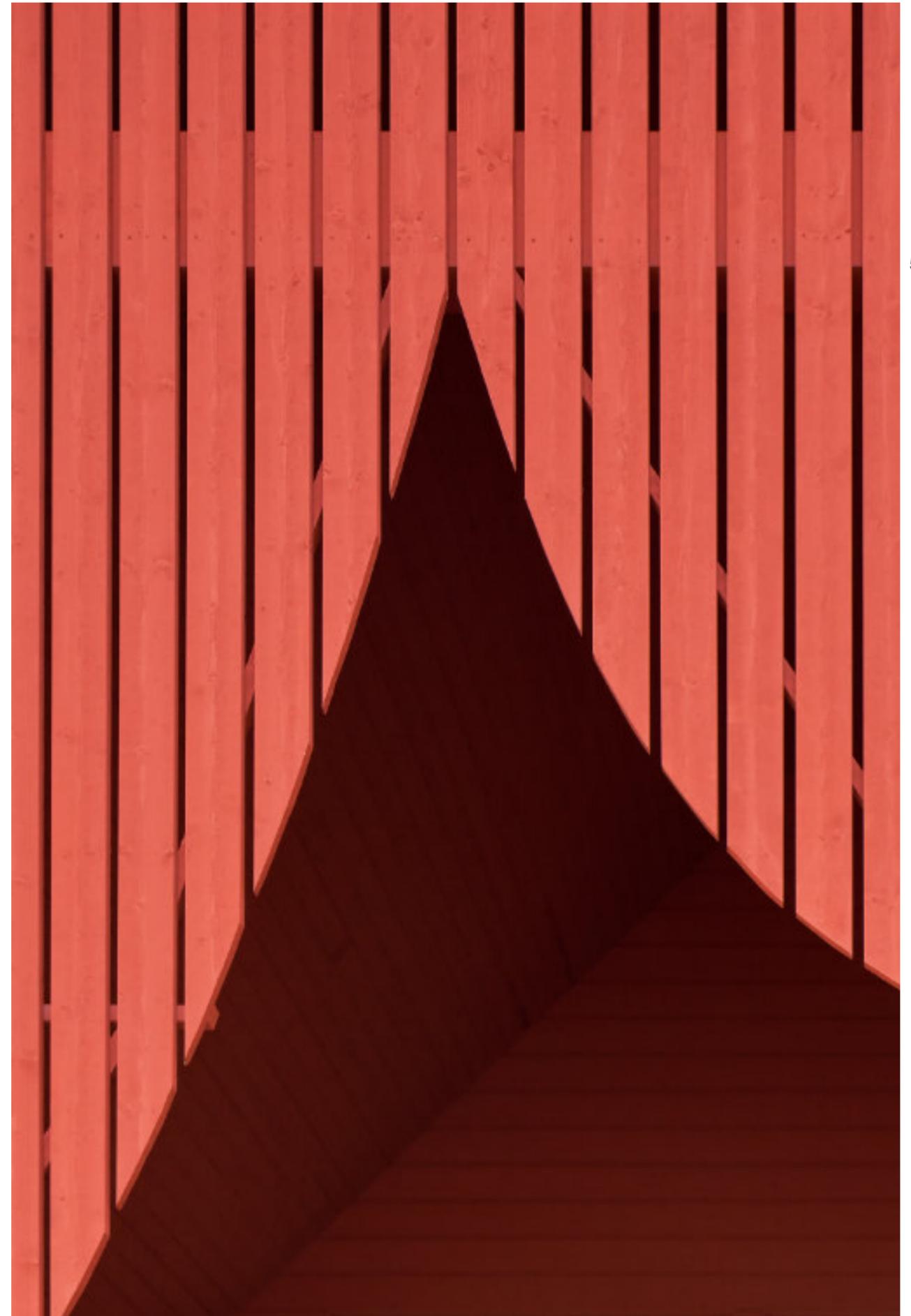
37 Brandstätter, Manfred: Holzfassaden. Langzeituntersuchung zum Abwitterungsverhalten, Holzforschung Austria, Heft 11/1, März 2013.

38 Winter, Stefan: Schutzfunktionen, in: Atlas Mehrgeschossiger Holzbau (2017), S. 85.

39 Online verfügbar unter: <https://www.keim.com/de-de/farbthemen/mineralischer-holzschutz/>, zuletzt aufgerufen am 31.01.2022.

40 Online verfügbar unter: <https://baufachzeitung.com/keimfarben-peter-treitz/2019022717/>, zuletzt aufgerufen am 31.01.2022.

41 Online verfügbar unter: <https://www.bmu.de/gesetz/kreislaufwirtschaftsgesetz>, zuletzt aufgerufen am 31.01.2022.



Eingangspavillon Eriksberg Hotel & Nature Reserve



Wohn- und Bürogebäude „Vinzent“, München

Fazit

Es hat sich abschließend im Zusammenhang mit dieser wissenschaftlichen Auseinandersetzung zum Thema der Farbigkeit von Holzbauten gezeigt, dass der Baustoff Holz in der Stadt wieder zunehmend an Akzeptanz gewinnt und vermehrt zum Einsatz kommt. Lange bestehende Sorgen und Vorurteile z. B. bezüglich des Brandschutzes, des Unterhalts und der Langlebigkeit konnten mittlerweile in Projekten unterschiedlichster Größenordnung und Nutzung empirisch und praktisch widerlegt werden. Demgegenüber haben die zahlreichen Vorteile des Holzbaus, beispielsweise in puncto Ökologie und Vorfertigung, dazu geführt, dass das Vertrauen in den Holzbau zurückgekehrt ist und das Bauen mit dem nachhaltigen Rohstoff in den letzten Jahren stark an Ansehen und Akzeptanz gewonnen hat.

Innovative und zukunftsweisende Gebäudeensembles wie das Wohn- und Gewerbeprojekt „Vinzent“ von Allmann Sattler Wappner Architekten in München-Neuhausen reihen sich ein in eine Vielzahl bereits realisierter innerstädtischer Holzgebäude. Auf Basis intensiver und kontextueller Analysen von benachbarten Häusern im umgebenden Stadtquartier von Neuhausen wurden farbige Holzfassaden geplant und entwickelt, die die umgebenden Putzstrukturen mit dem für den Ort bislang eher untypischen Baustoff Holz überlagern und neu interpretieren. Die Verwandtschaft zwischen den traditionell eher farbigen Putzfassaden wird subtil über die Möglichkeiten und Potenziale mineralischer Holzfarbbeschichtung hergestellt und fortgeschrieben.

Die Frage nach einem neuen stilbildenden Ausdruck, der dem aufkeimenden urbanen Bauen mit Holz in der Stadt je nach Standort und Umgebung entsprechend gerecht wird, kann aktuell noch nicht abschließend geklärt werden. Forschungsprojekte mit längeren Untersuchungszeiträumen und umfassender wissenschaftlicher Auswertung sind hier in Zukunft wichtig. Die intensive theoretische Auseinandersetzung mit dem Thema und die praktischen Erkenntnisse aus dem real wachsenden Projekt Vinzent zeigen in einer finalen Betrachtung dieser wissenschaftlichen Zusammenstellung, dass die Farbigkeit von Holzfas-saden als durchaus richtungsweisendes stilistisches Merkmal des urbanen Bauens in der europäischen Stadt des 21. Jahrhunderts mehr und mehr Einzug halten und positiv konnotiert sein wird.

Albrecht, Wolfgang; Schwitalla, Christoph: **Rückbau, Recycling und Verwertung von WDVS**; Studie Fraunhofer IBP; 2014, online verfügbar unter: <http://publica.fraunhofer.de/documents/N-377363.html>

Bundesministerium für Wirtschaft und Industrie: **Digitale Transformation in der Industrie**, online verfügbar unter: www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/industrie-40.html

Brandstätter, Manfred: **Holzfassaden**. Langzeituntersuchung zum Abwitterungsverhalten, Holzforschung Austria, Heft 11/1, März 2013.

Collins, Peter: **Concrete. The Vision of a new Architecture**, Montreal 2004, McGill-Queen's University Press.

Drechsel, Walther: **Turmbauwerke. Berechnungsgrundlagen und Bauausführungen**, Berlin und Wiesbaden 1967, Bauverlag.

Gerbing, Chris; Greschat, Isabel; Timm, Christoph: **Sie bauten eine neue Stadt. Der Neuaufbau Pforzheims nach 1945**, Regensburg 2015, Schnell & Steiner Verlag.

Grüll, Gerhard: **Oberflächenbehandlung von Holz im Außenbereich. Gestaltungsmittel mit Schutzfunktionen**, in: „zuschnitt 21“, proHolz Austria, März 2006, online verfügbar unter: <https://www.proholz.at/zuschnitt/21/oberflaechenbehandlung-von-holz-im-aussenbereich>

Hillebrandt, Annette; Riegler-Floors, Petra; Rosen, Anja; Seggewies, Johanna-Katharina: **Atlas Recycling. Gebäude als Materialressource**, München 2018, Detail Verlag.

Hudert, Markus; Pfeiffer, Sven: **Rethinking Wood. Future Dimensions of Timber Assembly**, Berlin, 2019.

Joanneum, FH (Graz): **Fassadensysteme im Fokus der Lebenszyklusbetrachtung**, online verfügbar unter: www.wko.at/branchen/stmk/gewerbe-handwerk/bau/Final_Studie-Fassadensysteme-im-Fokus-der-Lebenszyklusbet_2.pdf

Johann, Peer: **Holzschutz an den Bauernhäusern des Bregenzerwaldes**, in: „zuschnitt 21“, proHolz Austria, März 2006, online verfügbar unter: <https://www.proholz.at/zuschnitt/21/holzschutz-an-den-bauernhaeusern-des-bregenzerwaldes>

Kaufmann, Herrmann; Krötsch, Stefan; Winter, Stefan: **Atlas Mehrgeschossiger Holzbau**, München 2017, Detail Verlag.

Krötsch, Stefan; Huß, Wolfgang: **Bauteile und Bauelemente**, in: Atlas Mehrgeschossiger Holzbau (2017), S.50 ff.

Leyen, Ursula, von der: **Rede zur Lage der Union 2020**, online verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/soteu_2020_de.pdf

Notburga Pfabigan: **Chemischer Holzschutz – Übel oder Notwendigkeit**, in: „zuschnitt 21“, proHolz Austria, März 2006, online verfügbar unter: <https://www.proholz.at/zuschnitt/21/chemischer-holzschutz-uebel-oder-notwendigkeit/?L=1>

proHolz Austria: **Zuschnitt. Zeitschrift über Holz als Werkstoff und Werke in Holz**, online verfügbar unter: www.proholz.at/zuschnitt/ausgabe/liste

Rinke, Mario; Krammer, Martin (Hg.): **Architektur fertigen. Konstruktiver Holzelementbau**, Zürich 2020, Triest Verlag.

Rug, Wolfgang: **Entwicklung der Holzhausindustrie**, stark gekürzte und ergänzte Fassung eines Abschnittes aus dem Beitrag „100 Jahre Holzbauentwicklung“, in: 100 Jahre Bund Deutscher Zimmermeister (BDZ), Karlsruhe 2003, Bruderverlag, online verfügbar unter: http://www.holzbau-statik.de/ibr/downloads/03_gesch/Holzbauband_2006_Inhalt_Rug.pdf

Scheidung, Wolfram u. a.: **Holzschutz. Holzkunde – Pilze und Insekten, konstruktive und chemische Maßnahmen, technische Regeln, Praxiswissen**, München 2016, 2., akt. Auflage, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag

Schneemann, Falk: **Das Hochhaus als Gewebe von Gestaltung und Technik. Hochhäuser in Westdeutschland zwischen 1945 und 1980**, Berlin 2021, Jovis Verlag.

Selberherr, Julia: **Holzbau für institutionelle Investoren. Aktuelle Marktentwicklungen und zukünftige Chancen**, in: Rinke, Mario; Krammer, Martin (Hg.): **Architektur fertigen. Konstruktiver Holzelementbau**, Zürich 2020, Triest Verlag.

Statistisches Bundesamt: **Anteil der genehmigten Wohngebäude in Holzbauweise an allen genehmigten Wohngebäuden in Deutschland in den Jahren 2003 bis 2020**, online verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/456639/umfrage/quote-der-genehmigten-wohngebaeude-in-holzbauweise-in-deutschland/>

Stiftung Baukultur: **Besser Bauen in der Mitte. Ein Handbuch zur Innenentwicklung**, online verfügbar unter: <https://www.bundesstiftung-baukultur.de/publikationen/besser-bauen-handbuch>

Varga, Christine: **Wem gehört die Zukunft – Stadt oder Land?**, online verfügbar unter: www.zukunftsinstitut.de/artikel/wohnen/wem-gehört-die-zukunft-stadt-oder-land

Wegener, Gerd: **Ressource Holz**, in: Atlas Mehrgeschossiger Holzbau (2017), S.14 f.

Winter, Stefan: **Schutzfunktionen**, in: Atlas Mehrgeschossiger Holzbau (2017), S.72 f.

zukunftsinstitut: **Megatrends**, online verfügbar unter: www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrends

Seiten 1, 6-7, 24, 39, 42, 58

Wohn- und Bürogebäude "Vinzent", München,
Allmann Sattler Wappner Architekten,
Visualisierung: bloomimages

Seite 10

Haus zur Goldenen Waage, Frankfurt am Main,
2018, Jourdan & Müller Steinhauser – PAS
Architekten GmbH,
Foto: Uwe Dettmar

Seite 12-13

Der Wald - Ressource Holz,
Foto: Adobe Stock

Seite 14

Holzschneflermuseum Resenhof, Bernau im
Schwarzwald,
Foto: Peter Hoffmann

Seite 17

Vorfertigung sortenreiner Raummodule Kaufmann
Holzmodulbau, Reuthe, Österreich.
Foto: Kaufmann Zimmerei und Tischlerei GmbH

Seite 18

Abbund von Konstruktionsvollhölzern für ein sor-
tenreines Tiny-House, Design-Build-Projekt am
KIT Karlsruhe, 2021,
Foto: Peter Hoffmann

Seite 20

Bionische Pavillons auf der Bundesgartenschau
Heilbronn, Institut für Computerbasiertes
Entwerfen und Baufertigung (ICD) und Institut für
Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen
(ITKE), Universität Stuttgart, 2019,
Foto: ICD / ITKE

Seite 22-23

Vorfertigung von Raummodulen, Kaufmann
Holzmodulbau, Reuthe, Österreich,
Foto: Kaufmann Zimmerei und Tischlerei GmbH

Seiten 27

Produktion von Holz-Hybrid-Decken,
Foto: ERNE AG Holzbau, Laufenburg

Seite 29

Wohnen am Schaffhauser Rheinweg, Basel, Jessen
Vollenweider Architektur, Basel,
Foto: Jessen Vollenweider Architektur, Basel

Seite 31

Kindergarten am Engelbach, Lustenau, Österreich
2019, Architekten Innauer Matt,
Foto: Adolf Bereuter

Seite 35

Kapelle Salgenreute, Österreich 2016, Bernardo
Bader Architekten,
Foto: Adolf Bereuter

Seite 36

Fachwerk: Tragwerk und Ornament,
Foto: Adobe Stock

Seite 41

Roboterbasierte Produktion von Bauteilen,
Bionische Pavillons auf der Bundesgartenschau
Heilbronn, ICD und ITKE, Universität Stuttgart, 2019,
Foto: ICD / ITKE

Seite 45, 55

Eingangspavillon Eriksberg Hotel & Nature
Reserve, Blekinge, Schweden, Sandellsandberg,
Foto: Åke E:son Lindman

Seite 46

Wandel hölzerner Fassaden: Scheune im Allgäu,
Foto: Peter Hoffmann

Seite 49

Dachüberstand als konstruktiver Holzschutz, Haus
Mitanand, Bezau, Österreich, 2017, Hermann
Kaufmann Architekten,
Foto: Albrecht Schnabel

Seite 52

Hofbebauung im Wettsteinquartier, Basel,
Schweiz, 2021, Jessen Vollenweider Architektur,
Foto: Jessen Vollenweider Architektur



Wohn- und Bürogebäude „Vinzent“, München

Impressum

Auftraggeber

bauwerk.
Prinzregentenstraße 22
80538 München
+49 89 89674187
info@bauwerk.de
www.bauwerk.de

Herausgeber Inhalt und Gestaltung

Prof. Ludwig Wappner, Dipl.-Ing. Architekt und Stadtplaner
Dr. Ing. Falk Schneemann, Architekt
Dipl.-Ing. Peter Hoffmann, Architekt

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Fakultät für Architektur
Institut Entwerfen und Bautechnik IEB
Professur Baukonstruktion
+49 721 60842160
Englerstraße 7
76131 Karlsruhe
www.arch.kit.edu

Stand: 22.02.2022

Lektorat: Bernadette Lindebacher, Textbüro BeGoLi
Korrektorat: Dorothea Egger

Produktion: Holzer Druck und Medien GmbH + Co.KG
Weiler im Allgäu; klimaneutral gedruckt



bauwerk.

bauwerk.
Prinzregentenstraße 22
80538 München
+49 89 89674187
info@bauwerk.de
www.bauwerk.de

