

# **1. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung**

## **1. KlaHFT'14**

### **Tagungsband**

## **VERSORGEN und UMHÜLLEN im Holzbau**

### **Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik**



Technische Universität Graz  
Institut für Holzbau und Holztechnologie  
Klagenfurter Messe Betriebsgesellschaft mbH

Klagenfurt, am 4. September 2014

**Tagungsleitung**

Gerhard Schickhofer, Andreas Ringhofer

**Moderation**

Gerhard Schickhofer

**Veranstaltungsort**

Messe Klagenfurt | Messehalle 3, OG

Messeplatz 1

9021 Klagenfurt am Wörthersee

**Tagungsband | Gestaltung**

Gerhard Schickhofer

Andreas Ringhofer

Markus Tripolt

Auflage: 150 Stück

**Herausgeber**

Klagenfurter Messe Betriebsgesellschaft mbH

Messplatz 1, A-9021 Klagenfurt

Tel. +43 463 56800 - 61

Fax. +43 463 56800 - 29

[www.kaerntnermessen.at](http://www.kaerntnermessen.at)

Institut für Holzbau und Holztechnologie

Inffeldgasse 24, A-8010 Graz

Tel. +43 316 873 - 4601

Fax. +43 316 873 - 4619

[www.lignum.at](http://www.lignum.at)

Titelbilder: Vorgefertigtes Fassadenelement in Holzbauweise (Quelle: [www.nussmueller.at](http://www.nussmueller.at))

Leitungsführung in einem mehrgeschoßigen Wohnbau in Holz-Massivbauweise

(Quelle: TU Graz)

© 2014, Institut für Holzbau und Holztechnologie, TU Graz

[www.lignum.tugraz.at](http://www.lignum.tugraz.at)

ISBN: 978-3-200-03730-4

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Mit Genehmigung des Herausgebers ist es gestattet, diesen Tagungsband ganz oder teilweise auf fotomechanischem oder elektronischem Wege zu vervielfältigen.

Für den Inhalt der Einzelbeiträge sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich, der Herausgeber behält sich geringfügige Änderungen der Formatierung vor.

*Mind the gap...*

*London Subway (1969)*

...between “passive structures“ and “active components“.

## Motivation

Das in der Gesellschaft positiv besetzte Bauen mit Holz findet verstärkt Ausdruck in Form des mehrgeschossigen Wohn- und Bürobaus im städtischen Raum. Unzählige Beispiele in Städten wie Berlin, Dornbirn, Graz, Hamburg, London, Mailand, Melbourne, Stockholm, Växjö, Wien, Zürich und weitere belegen diesen Trend und bestätigen zudem die statisch-konstruktive und bauphysikalische Leistungsfähigkeit der Holzbauweisen im Allgemeinen und der Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz im Besonderen. Diese Einsatzbereiche fordern geradezu einen interdisziplinären Planungsprozess zur Erzielung geeigneter Antworten in Form von holzbau-adäquaten Lösungsansätzen aus den Fragestellungen aller relevanten Schnittstellenthemen ein. 'Holz ist nicht Beton', weshalb zwingend darauf zu achten ist, Gebäude- und Fassadentechniklösungen aus dem Stahlbeton- und Ziegel-Massivbau nicht ungeprüft für die Holzbauweisen zu übernehmen.

Ziel dieser neuen Fachtagungsreihe, organisiert und durchgeführt als Kooperationsveranstaltung der Klagenfurter Messe Betriebsgesellschaft mbH und der TU Graz | Institut für Holzbau und Holztechnologie, ist es, über den 'Tellerrand des Holzbau' zu blicken, um jene Schnittstellenthemen in das Zentrum zu rücken, die gegenwärtig nicht selten in unzureichender Weise bei Planung und Ausführung Berücksichtigung finden. Die 1. KlaHFT'14 widmet sich in Form einer halbtägigen Impulsveranstaltung diesen Themen. Die Fragestellungen und Beiträge reichen von der Theorie zur Praxis und umfassen die Schnittstellenfelder 'Gebäude- und Fassadentechnik im Holzbau'. Wie und wo sind wasserführende Leitungen in sowohl vertikal als auch horizontal geführten Ver- und Entsorgungskanälen in kompakter, leicht zugänglicher und damit wartbarer Form in einem Holzbau zu integrieren? Wie sieht eine Gebäudetechnikplanung für einen Geschosswohnbau in Holzbauweise aus und kann die Ausführung dieser Genüge leisten? Sind erprobte und zugelassene Wärmedämmverbundsysteme für Stahlbeton und Ziegel auch für Holz geeignet? Mit hochkarätigen Vortragenden aus der Wissenschaft, der Arch+Ing-community und der Wirtschaft widmet sich die 1. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2014 diesen so wichtigen und weiteren Schnittstellenfragen für einen qualitativen und dauerhaften Holzbau.



Univ.-Prof. DI Dr.techn.  
Gerhard Schickhofer



Vizebürgermeister Albert Gunzer  
Präsident der Kärntner Messen

# Inhalt des Tagungsbandes

- A **Gebäudetechnik für Geschossbauten in Holz-Massivbauweise**  
G. Schickhofer, G. Schmid
- B **Fokus Gebäudetechnik in BSP-Geschossbauten Londons**  
P. Zumbrunnen
- C **Gebäudetechnik im seriellen Holzbau**  
H. Kaufmann
- D **Lösungsansätze einer holzbau-adäquaten Gebäudetechnik in Geschossbauten**  
S. Nussmüller, W. Nussmüller
- E **Entwurfskonzepte zur Gebäudetechnik für Hotelbauten in Holzbauweise**  
H. Ronacher
- F **Dauerhafte Holz-Massivbauten durch interdisziplinäre Planung**  
A. Ringhofer



# **A Gebäudetchnik für Geschossbauten in Holz-Massivbauweise**

**G. Schickhofer, G. Schmid**



Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerhard Schickhofer

1990	Abschluss Diplomstudium Bauwesen   TU Graz
1994	Abschluss Doktorat   Bauingenieurwesen   TU Graz
1999	venia docendi   Dr. habil.
2002 – 01/2013	Lehrbefugnis für Holzbau- und Holztechnologie
seit 2004	Geschäftsführung und wissenschaftliche Leitung der holz.bau forschungs gmbh
	Professur und Leitung des Intituts für Holzbau und Holztechnologie   TU Graz



Dipl.-Ing. Gernot Schmid

2006 - 2011	Bachelorstudium – Bauingenieurwissenschaften   TU Graz
2011 - 2014	Masterstudium – konstruktiver Ingenieurbau
05-07/2014	Bauingenieurwissenschaften   TU Graz
seit 07/2014	wissenschaftlicher Projektmitarbeiter Institut für Holzbau und Holztechnologie   TU Graz Technik / Kalkulation Schmid Holzbau GmbH   Oberösterreich

## **Abstract**

Zu Beginn des vorliegenden Beitrages erfolgt eine Definition der Begriffe rund um die Versorgungstechnik und eine Abgrenzung zur Gebäudetechnik, wobei im Besonderen eine Schwerpunktsetzung auf wasserführende Leitungssysteme vorgenommen wird, da gerade diese zufolge eines undichten Leitungssystems und eines damit verbundenen unkontrollierbaren Wasseraustritts einen irreparablen Schaden an der Holzkonstruktion herbeiführen können. Danach befasst sich der Beitrag mit dem „Stand der Technik und des Wissens“ zur Thematik von wasserführenden Leitungssystemen. Es wird darauf eingegangen, in welcher Weise das Medium von den Zentralen | Übergabestationen – gewöhnlich in den Kellerräumen untergebracht – zu den Anlagenteilen | technischen Komponenten | Verbrauchern geführt werden können. Ebenfalls werden Hinweise angeführt, ob und inwieweit Ausführungsempfehlungen in anerkannten Literaturstellen auch für Holzkonstruktionen als geeignet betrachtet werden können. Zudem wird auf sechs Grundprinzipien einer holzbauadäquaten Gebäudetechnik eingegangen und abschließend werden anhand des Projekts „Timber\_in\_Town“ Leitdetails zur Gebäudetechnik zur Diskussion gestellt.

## **1 Einleitung**

Ähnlich den Adern und Nervensträngen in einem Organismus haben auch Leitungen – Rohre und Kabel – in einem Gebäude die Aufgaben zu erfüllen, die für die Versorgung und den Betrieb notwendigen Medien, z.B. in Form von Fluiden (Gase, Flüssigkeiten) oder elektrischer Energie, zu bzw. von den entsprechenden Verbrauchern zu transportieren. Dort wie da kennt man zentral geführte, optimal positionierte und geschützte Hauptversorgungsstränge. In der Gebäudetechnik spricht man von zentral und vertikal geführten Steigleitungen in den Versorgungsschächten. Was damit zum Ausdruck gebracht werden soll ist die Tatsache, dass die Gebäudetechnikplanung und im Besonderen die damit verbundene Leitungsführung bereits zu einem frühen Zeitpunkt bei Entwurf und Planung zu berücksichtigen ist und genügend Raum dafür vorgesehen werden muss. Wird dieser Planungsbedarf ignoriert, so wird die Positionierung von Leitungen wohl eher ein Spiel des Zufalls und es sollte dann auch nicht weiter verwundern, wenn damit zusammenhängende Ausführungsmängel und Bauschäden die Folge sind. Eine besondere Herausforderung stellt in diesem Zusammenhang die horizontale Leitungsführung von den Steigleitungen hin zu den Verbrauchern dar. Die heute in unseren Breiten im Geschosswohnbau häufig anzutreffende Form, Leitungen in ungeplanter und beliebiger Weise auf Basis von „Vor-Ort-Entscheidungen“ in den Fußboden aufbau zu „versenken“ und aus dem Gesichtsfeld zu verbannen, muss als Fehlentwicklung gedeutet werden.

Der vorliegende Beitrag stellt sich die Aufgabe, den „State of the Art“ anzusprechen und auf jene Grundprinzipien einzugehen, die für eine zugängliche und damit langfristig wartbare Gebäudetechnik unerlässlich sind. Die im Beitrag angesprochenen Prinzipien gelten nicht nur für Holzbauweisen, sondern auch für Tragstrukturen in Stahl-, Stahlbeton- oder Ziegelbauweise. Alle Bauweisen haben die unterschiedlichen Nutzungszeiträume bzw. Lebensdauern zwischen Rohbau | Tragstruktur, Ausbau und Gebäudetechnik gemein, weswegen die Trennung und Entkoppelung der Installationen von Tragwerk und Ausbau als maßgebendes Grundprinzip für alle Bauweisen und Materialien Gültigkeit besitzt. Für dauerhafte Tragstrukturen im Holzbau gilt zudem: Die Feuchtigkeit der Holzbauteile sollte stets im Bereich der Ausgleichsfeuchte und an keiner Stelle über 20 % zu liegen kommen, weswegen darauf zu achten ist, dass potenzielle Feuchtequellen von Holz fernzuhalten sind. A priori kann zwar davon ausgegangen werden, dass wasserführende Leitungen und Anschlüsse dicht gefügt sind; allerdings sind diese Leitungen in zugänglicher und kompakter Form in einem Holzbauwerk zu führen, damit im Falle eines Leitungsschadens und eines damit zusammenhängenden Wasseraustritts dieser sofort ersichtlich ist und in leicht zugänglicher Weise behoben werden kann. In diesem Zusammenhang muss klar festgehalten werden, dass ein Unterschied im Baustoffverhalten zwischen

Holz und Beton vorliegt und aus diesem Grunde die gegenwärtig publizierten und verwendeten Ausführungsvarianten nicht ungeprüft für Holzbauten übernommen werden sollten.

## 2 Erläuterung von Begriffen

Unter **Versorgungstechnik** können all jene Maßnahmen zusammengefasst werden, welche der energetischen und stofflichen Versorgung sowie der Entsorgung aller Produkte bzw. Medien einer Betrachtungseinheit dienen. Als Betrachtungseinheit versteht man neben den Gebäuden auch alle Bauwerke, Anlagen, Betriebsstätten und Einrichtungen, die nicht als Gebäude gelten. Schränkt man den Begriff auf Gebäude, Nichtwohngebäude und Industrieanlagen ein, so spricht man vom Teilgebiet der **Gebäudetechnik** respektive der **Technischen Gebäudeausrüstung (TGA)**, betrachtet man lediglich Wohn- und Bürobauten, so spricht man vom Teilgebiet der **Haustechnik**. Als Begriff für den vorliegenden Beitrag wird – trotzdem man sich vorwiegend mit Wohnbauten befasst – der allgemein gültige Begriff Gebäudetechnik verwendet.

Die Gebäudetechnik selbst kann gemäß [1] in drei Bereiche gegliedert werden: den **Zentralen**, den **Leitungen** und den **Anlagenteilen**. Die Zentralen verstehen sich als Schnittstellenräume zwischen den Gebäuden und der außerhalb liegenden Infrastruktur, welche als Übergabestationen der verschiedenen Medien fungieren. Die Anlagenteile umfassen haustechnische Geräte, Messinstrumente und Armaturen. Leitungen respektive Leitungsnetze verbinden die Zentralen mit den Anlagenteilen der Gebäudetechnik und dienen dem Transport der unterschiedlichen Medien in Form von Fluiden (Gase, Flüssigkeiten) oder elektrischer Energie. Im erst genannten Fall sprechen wir von Rohrleitungen, im Letzteren von Kabeln.

Hausladen et al. [6] erwähnen in ihrer Publikation den Begriff **Haustechnische Installationen**. Sie verwenden diesen zur Definition eines (Teil-) Bereiches der TGA und verstehen darunter einerseits den **Einbau** von technischen Anlagen und Einrichtungen für den Betrieb eines Gebäudes und andererseits **die Anlagen** selbst. Unter **Installation** (von lat. „installare“ = einbauen) werden Rohre, Leitungen und Kabel verstanden; haustechnische Geräte, Messinstrumente und Armaturen werden für eine Differenzierung unter dem Begriff **technische Komponenten** zusammengefasst. Im englischsprachigen Raum spricht man von so genannten „**active components** in buildings“ und von „**passive structures** of a building“. Unter „active components“ werden alle mechanischen und elektrischen Systeme in einem Gebäude verstanden (Gebäudetechnik), welche in Wechselwirkung mit den tragenden und nicht tragenden Elementen des Gebäudes – den „passive structures of a building“ – selbst stehen.

In der Abb. 2.1 sind die Begriffszusammenhänge anschaulich dargelegt, wobei der Überbegriff „Versorgungstechnik“, der Allgemeinbegriff „Gebäudetechnik“ und der Spezialbegriff „Haustechnik“ Verwendung findet. Der vorliegende Beitrag befasst sich mit dem Teilbereich der „Leitungen“, der damit verbundenen Leitungsführung sowie dem Leitungsmanagement innerhalb eines Gebäudes, wobei auf jene Leitungen fokussiert wird, die Flüssigkeiten als Medien zu transportieren haben (Heizungsleitungen, Trinkwasserleitungen, Sprinklerleitungen, Abwasserleitungen).

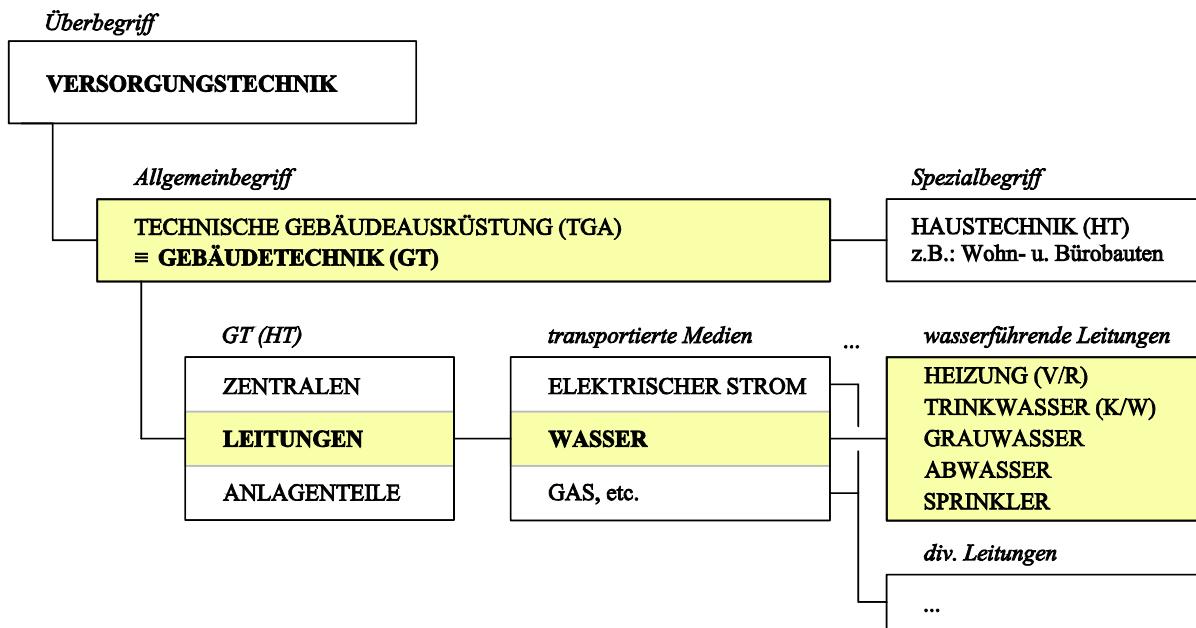


Abb. 2.1: Begriffszusammenhänge und Abgrenzung des im Beitrag behandelten Themengebiets (gelb hinterlegt)

In Abb. 2.2 werden die in diesem Beitrag verwendeten Begriffe nochmals am Beispiel eines Gebäudes, ausgestattet mit wasserführenden Installationen, schematisch aufgezeigt.

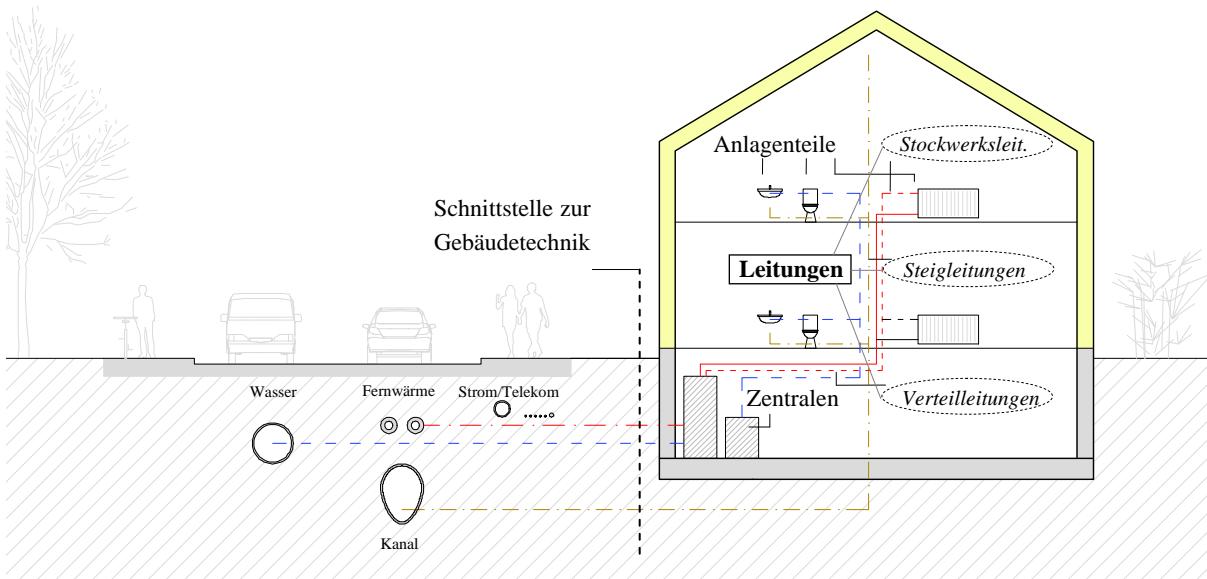


Abb. 2.2: Begriffe der Gebäudetechnik (schematische Darstellung)

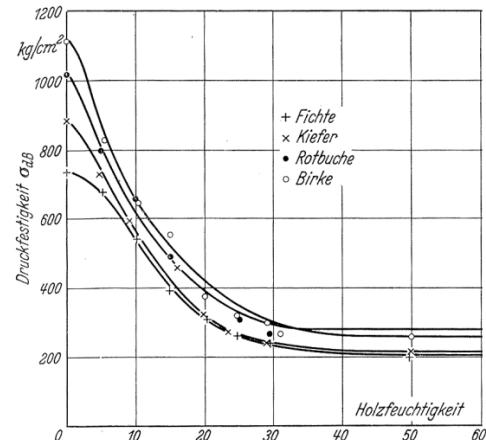
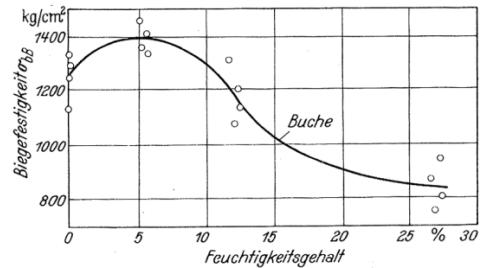
## 3 Stand des Wissens und der Technik

### 3.1 Einleitung

Wie bereits hervorgehoben, widmet sich der vorliegende Beitrag dem Teilbereich „Leitungen“, wobei im Besonderen auf die zu bzw. von den Verbrauchern (Anlagenteile) zu transportierenden Medien („Wärme“, „Trinkwasser“, „Löschwasser“, „Abwasser“), den damit verbundenen Leitungs- respektive Installationssystemen sowie auf deren Leitungsführung eingegangen werden soll.

Der Schwerpunkt dieses Beitrages liegt also auf diesen wasserführenden Leitungssystemen. Dies lässt sich mit den typischen Schäden und Problemen bei Installationen, welche auch Probleme für den Holzbau werden können, in Verbindung bringen. Oft sind es Planungs- und Ausführungsfehler, die von einer ungenügenden Dimensionierung der Leitungen, Problemen in der Trassenführung, fehlerhaften Anschlüssen bis hin zur Verwendung falscher Rohrleitungsmaterialien reichen. Ein großer Teil der Baumängel und -schäden kann letztlich auf den Bereich der Verteilleitungen – fehlerhafte Leitungsdimensionierung und Leitungsverlegung – zurückgeführt werden.

Im Zusammenhang mit der Leitungsverlegung sind der nicht fachgerechte Einbau sowie die lange nicht entdeckten Wasserschäden bei Leitungen in nicht zugänglichen Bereichen zu erwähnen. Dabei fallen weniger die Schäden an der Leitung selbst, sondern vielmehr die damit zusammenhängenden Folgeschäden an der Baukonstruktion ins Gewicht. Bekanntermaßen führt eine Feuchtigkeitszunahme des organischen Baustoffs Holz nicht nur zu einer Reduktion der Festigkeits- und Steifigkeitskenngrößen (siehe Abb. 3.1 re.). Bei ständig hohen Feuchtigkeiten ( $> \sim 20\%$ ) erfolgt letztendlich auch ein Abbau der Holzsubstanz durch Pilzbefall (siehe Abb. 3.1 li.).



**Abb. 3.1:** Bad/Duschbereich geöffnet – Wasserschäden an einer Holzkonstruktion (links)  
Zusammenhang zwischen Druckfestigkeit (rechts unten, [14]) bzw. Biegefestigkeit (rechts oben, [15]) und dem Holzfeuchtegehalt

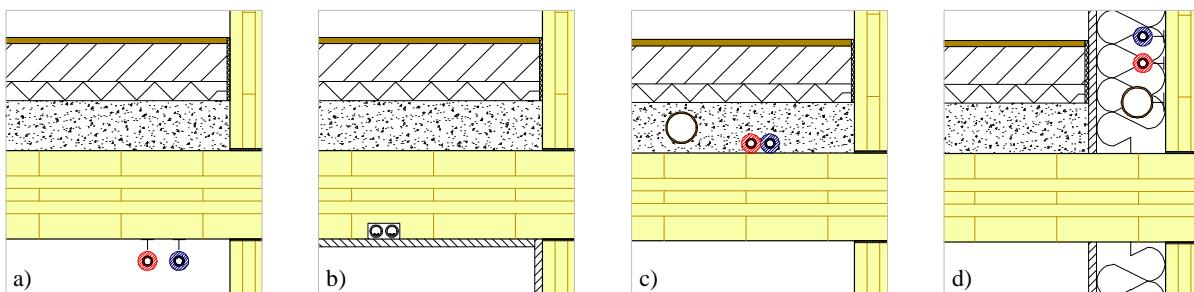
### 3.2 Leitungsführung im Wohnbau

Eine Planung der Leitungsführung in Gebäuden ist als interdisziplinärer, Gewerke übergreifender Prozess zu verstehen. Die Art und Weise der Leitungsführung betrifft nicht nur den mit der Ausführung beauftragten Sanitär-, Heizungs-, und Lüftungstechniker, sondern beeinflusst auch Themengebiete wie zum Beispiel die Konstruktion, die Statik sowie die Bauphysik. Aufgrund dieses nachvollziehbaren Spannungsfeldes und der fehlenden interdisziplinärer Zusammenarbeit hat sich jene Installationsweise als Standard im Wohnbau etabliert, welcher eine größtmögliche Unabhängigkeit zwischen den jeweiligen Gewerken gewährleistet. Als Beispiel hierfür ist die Verlegung der Leitungen in der Fußbodenkonstruktion, bzw. in der Ebene der Schüttung, zu nennen. Diese ermöglicht eine nahezu autonome Arbeitsweise der Gewerke, die Schnittstellen zueinander werden auf ein Minimum reduziert.

Bei Betrachtung von Gebäuden in Hinsicht auf Dauerhaftigkeit, Sanier-/Erneuerbarkeit, Flexibilität gegenüber Adaptionen und Nutzungsänderungen, sowie schlussendlich bei Beachtung der gesamten Lebenszykluskosten, ist dieser „Stand der Technik“ jedoch kritisch zu betrachten. Im Besonderen in Holzbauten sind zur Vermeidung von Feuchteschäden infolge interner Feuchtequellen die wasserführenden Leitungen von der Tragstruktur fernzuhalten. Neben der Gewährleistung des Feuchteschutzes würde eine zugängliche und kontrollierbare Leitungsführung eine Kosteneinsparung bei Sanierung oder Erneuerung ermöglichen. Im Folgenden werden in Wohnbauten häufig eingesetzte Varianten der Leitungsführung vorgestellt und deren Tauglichkeit für eine Anwendung im Holzbau diskutiert.

Leitungen im Gebäudeinneren können zum einen in „horizontale“ und „vertikale“ Leitungen eingeteilt werden und zum anderen können sie nach ihrer Einbausituation unterschieden werden in:

- sichtbar
- in Schlitten und Aussparungen
- hinter Vorsatzschalen
- in der (Fußboden-) Konstruktion
- als vorgefertigte Installationseinheiten



**Abb. 3.2:** Leitungsführung; a) sichtbar, b) in Aussparung, c) in der Fußbodenkonstruktion und d) hinter Vorsatzschale

Eine sichtbare Leitungsführung (siehe Abb. 3.2 a) und Abb. 3.3 li.) ist, vorwiegend aus optischen und gegebenenfalls aus Schallschutzgründen, in Wohnräumen nahezu nicht anzutreffen. Hinsichtlich Kontrollierbarkeit und Sanierbarkeit ist diese Verteilungsvariante jedoch als besonders positiv zu beurteilen.

Im Ziegel- und Stahlbeton-, aber auch im Holz-Massivbau findet die Installation in Schlitten und Aussparungen eine verbreitete Anwendung zur Verteilung von Leitungen kleineren Querschnitts (Elektroleitungen, siehe Abb. 3.2 b)), sowie kurzen Einzelleitungen der Sanitärinstallationen. In Bestandsgebäuden ist häufig die Führung der vertikalen Versorgungsleitungen in einzelnen

Wandschlitten, anstatt eines zentralen Versorgungsschachtes, anzutreffen. Aufgrund statisch-konstruktiver, sowie schalltechnischer Anforderungen setzen sich gemäß [1] jedoch zunehmend Installationen hinter einer Vorsatzschale (siehe Abb. 3.2 d) und Abb. 3.3 re.), insbesondere für Sanitärinstallationen, durch. Im Holz-Massivbau stellt die Verteilung in Schlitten grundsätzlich eine tragbare Lösung dar, sofern die anschließende Schlitzabdeckung (Wandbeplankung) ein Abzeichen von Wasserflecken an der Oberfläche ermöglicht. Geflieste Oberflächen sind zum Beispiel als ungeeignet zu erwähnen.

Bei der Verteilung hinter Vorsatzschalen werden die Leitungen frei vor der Wand (Vorwandinstallation), bzw. frei unter der Decke (abgehängte Decke) installiert und diese anschließend mit einer „vorgesetzten Schale“ verdeckt. Pistohl et al. [1] erwähnen die klare Trennung Bauwerk / Installation und die damit verbundene klare Arbeitsteilung zwischen Rohbau- und Ausbaugewerken. Weiters wird die zunehmende Verwendung von Vorwandinstallationen bei Neubauten im Massivbau, sowie bei Skelettbauten aus Holz, Stahl oder Stahlbeton angeführt. Im Speziellen wird diese als sinnvollste Installationsweise für die Unterbringung der Rohrleitungen für Sanitär-, Heizungs-, Lüftungs- und andere Installationen im Holzskelett- und Holztafelbau genannt. Eine Sanierung/Erneuerung von Vorwandinstallationen ist vielfach kostengünstig zu bewerkstelligen, jedoch können Feuchteinträge hinter der Vorsatzschale lange Zeit unentdeckt bleiben. Weitere Maßnahmen zum Feuchteschutz der Holztragstruktur, sowie zur Gewährleistung der Kontrollierbarkeit, können dazu beitragen, hohe Folgekosten zu vermeiden.



*Abb. 3.3: sichtbar (links) und hinter Vorsatzschale (rechts) installierte wasserführende Leitungen*

Vorgefertigte Installationseinheiten werden bereits im Werk mit den notwendigen Installationen versehen. Diese können unter anderem Fall- und Steigleitungen, Einbauteile (z.B. Absperrventile) und Einzel-Anschlussleitungen für diverse Anlagenteile beinhalten. Generell werden die Elemente projektbezogen und aus Leichtbeton hergestellt. Aufgrund der Vielzahl an möglichen Systemen ist eine Eignung für den Holzbau individuell zu betrachten. Die Abb. 3.4 re. zeigt eine vorgefertigte Installationseinheit (vertikaler Versorgungsschacht) in einem mineralischen Massivbau.

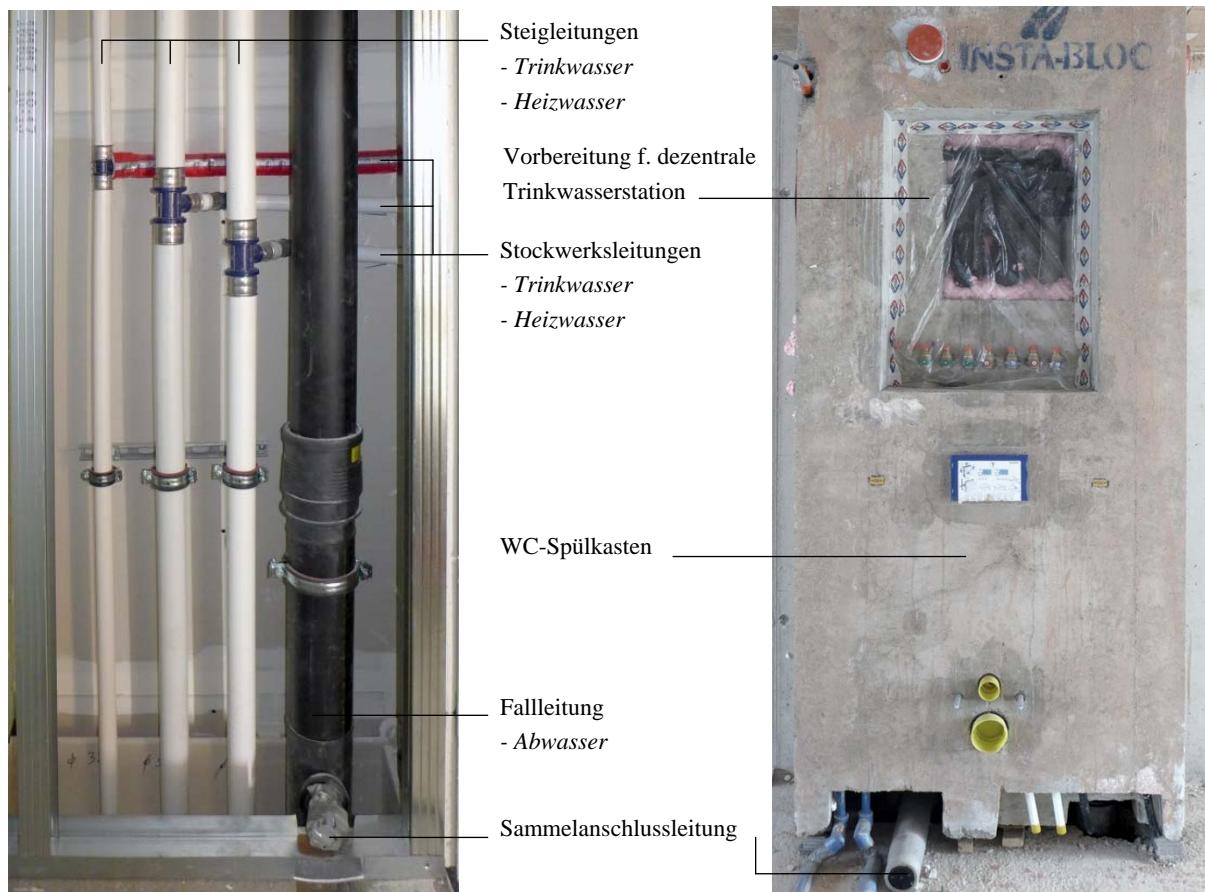
Besonders für die horizontale Verteilung von Leitungen über längere Distanzen wird vielfach die Installation in Bauteilkonstruktionen verwendet. Hierzu ist unter anderem die Führung von Leitungen in der Fußbodenkonstruktion zu zählen (siehe Abb. 3.2). Folgende Vorteile dieser Installationsweise sind hervorzuheben:

- einfache Verlegungsarbeiten
- kostengünstig bei Erstinstallation
- geringer Planungsaufwand der Leitungsführung

Bei eingehender Betrachtung ist die Führung in der Konstruktion, im Speziellen in der Fußbodenkonstruktion, für Wohnbauten in Holzbauweise aufgrund nachstehender Aspekte jedoch als nicht geeignet zu betrachten:

- aufwendige und kostenintensive Sanierung/Erneuerung
- keine Kontrollmöglichkeit der Leitungen
- kleinere und länger andauernde Undichtigkeiten können zu Schäden an der Holztragstruktur mit oftmals großem Schadensausmaß führen
- undefinierte, willkürliche Lage der Leitungen erschwert Umbauarbeiten (z. B. bei Nutzungsänderungen)

Die derzeit häufig verwendete „vertikale Verteilung“ der Leitungen in zentralen Versorgungsschächten (siehe Abb. 3.4 links) ist ebenfalls der Einbausituation „hinter Vorsatzschale“ zuzuordnen. Hierbei werden die Leitungen in der Regel frei vor der Wand in einer Schachtkonstruktion (aus Vorsatzschalen) geführt. Der zentrale vertikale Versorgungsschacht sollte in unmittelbarer Nähe zum WC angeordnet werden. Die Einzelanschlussleitung einer Toilette stellt im Regelfall die Abwasserleitung mit dem größten Durchmesser (DN90 oder DN100) dar und ist demnach möglichst kurz zu halten.



**Abb. 3.4:** zentraler vertikaler Versorgungsschacht ausgebildet hinter Vorsatzschale (links)  
vorgefertigte Installationseinheit mit integrierten vertikalen Versorgungsleitungen u. WC-Spülkasten (rechts)

Im Folgenden wird der Stand des Wissens und der Technik anhand der gesonderten Betrachtung der einzelnen wasserführenden Leitungstypen in einem Wohngebäude im Detail beleuchtet.

### 3.3 Trinkwasserleitungen

Pistohl et al. [1] unterscheiden zwischen

- Anschlussleitungen und erdverlegten Grundstücksleitungen sowie den
- Verbrauchsleitungen, den im Gebäude zu führenden Leitungen (den Innenleitungen, Abb. 2.2 u. Abb. 3.5), bestehend im Wesentlichen aus:
  - Verteilungsleitungen
  - Steigleitungen
  - Stockwerksleitungen und
  - Einzelleitungen.

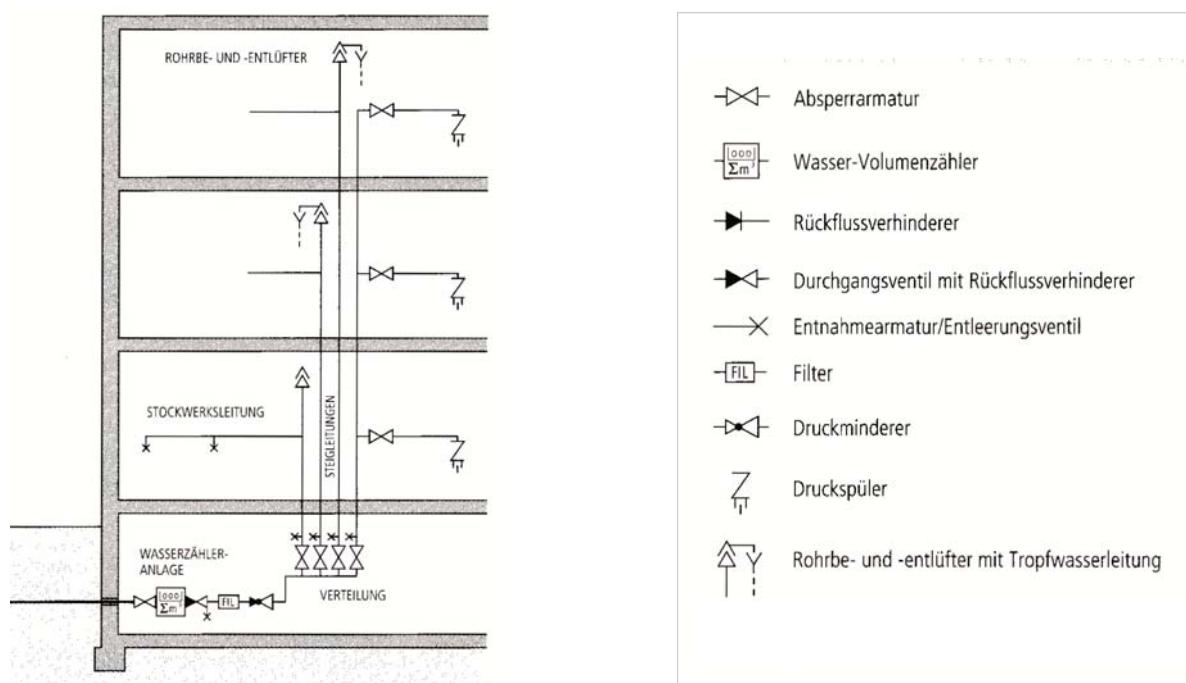
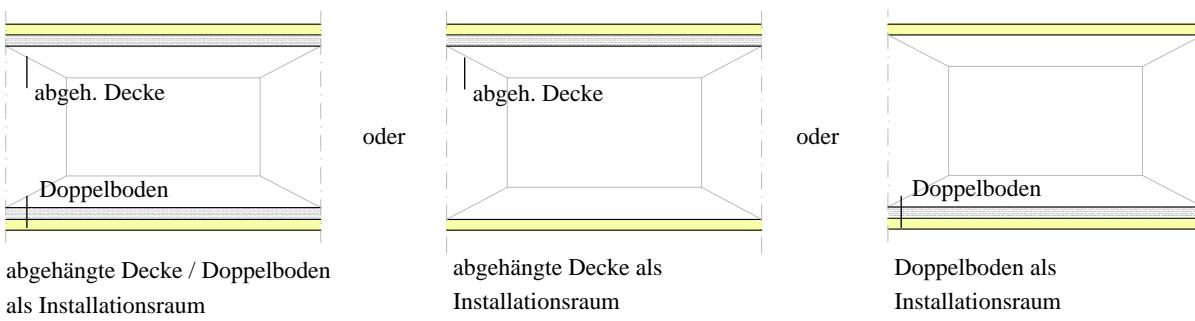


Abb. 3.5: Wasserleitungssystem im Gebäude [4]

Die horizontalen Verteilungsleitungen befinden sich in der Regel im Kellergeschoss und werden an der Kellerdecke „auf Putz“, zumeist in abgehängter Form an Rohrschellen, geführt. Die vertikalen Steigleitungen schließen an der so genannten „Verteilerbatterie“ der horizontalen Verteilungsleitung an (Fußpunkte der Steigleitungen) und werden nach Riccabona et al. [3], Pistohl et al. [1] und Brunk [2] in Wandschlitzten („unter Putz“, üblich in Wohnbauten in Ziegel- und Stahlbeton-Massivbauweise) oder in Installationsschächten (üblich in Wohnbauten in Holz-Skelettbauweise) angeordnet. Die einzeln absperrbaren horizontalen Stockwerksleitungen dienen der Versorgung einzelner Geschosse oder abgeschlossener Wohneinheiten, sollten kurz sein und können gemäß Brunk [2] in der abgehängten Decke und/oder in einem Doppelboden (siehe Abb. 3.6) geführt werden. Riccabona et al. [3] und Jens [7] nennen neben einer Leitungsführung in Decken auch eine mögliche, allerdings zu vermeidende, Verlegung in und unter der Fußbodenkonstruktion.



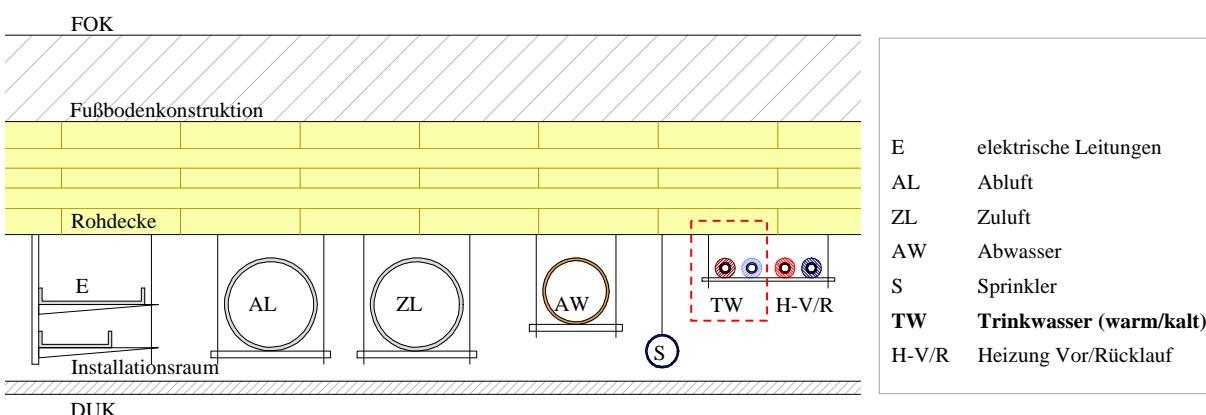
**Abb. 3.6:** Leitungsführung in der abgehängten Decke und/oder dem Doppelboden, angelehnt an [2]

In Abb. 3.7 wird die Verteilung der Trinkwasserleitungen, sowie weiterer Versorgungsleitungen, in einem abgehängten Deckensystem aufgezeigt. Betrachtet wird hierbei die Leitungsführung im Sanitärraum (Abb. 3.7 links) bzw. Vorraum (Abb. 3.7 rechts). Der Installationsraum in den Wohnräumen kann, je nach Art und Umfang der zu führenden Leitungen, geringer dimensioniert werden, bzw. gänzlich entfallen.



**Abb. 3.7:** Trink-, Heiz-, Abwasserleitungen sowie Lüftungsrohre in abgehängter Decke (links)  
Trink- und Heizwasserleitungen in abgehängter Decke (rechts)

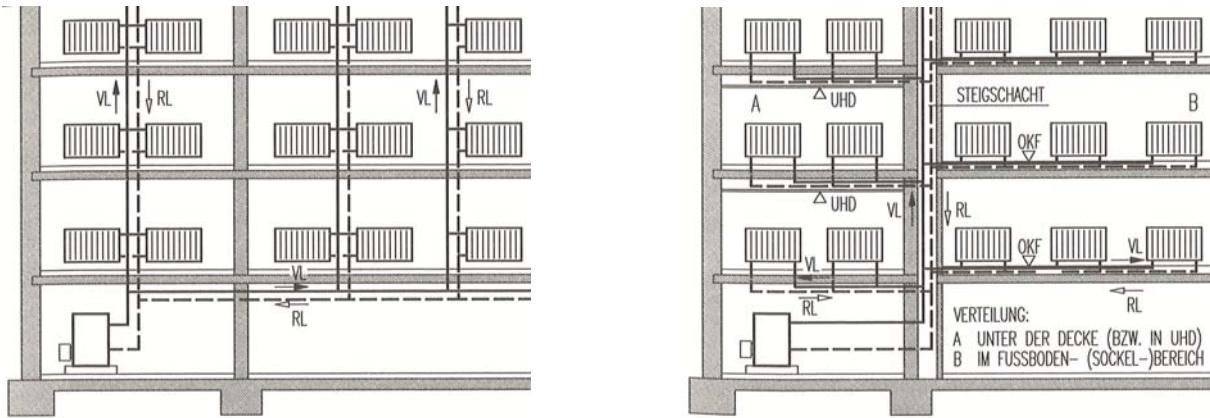
Zusammenfassend wird in Abb. 3.8 die Verteilung der Trinkwasserleitungen in einem abgehängten Deckensystem anhand eines Vertikalschnitts durch eine Wohnungstrenndecke aufgezeigt. Weiters soll die Möglichkeit der Führung verschiedenster Versorgungsleitungen in diesem System verdeutlicht werden.



**Abb. 3.8:** Installationen in abgehängtem Deckensystem, angelehnt an [2]

### 3.4 Heizungsleitungen

Pistohl et al. unterscheiden in [1] zwischen der so genannten senkrechten und der waagrechten Verteilung von Heizleitungen. Bei der senkrechten Verteilung werden die Heizkörper respektive -flächen direkt an die vertikal verlaufenden Steigstränge angeschlossen, wohingegen bei der waagrechten Verteilung eine vertikale Hauptverteilung geführt wird. An diese erfolgt die horizontale Anbindung der Heizflächen über waagrechte Leitungstrassen (siehe Abb. 3.9).



**Abb. 3.9:** senkrechte Verteilung der Heizleitungen (links) [1]  
horizontale Verteilung der Heizleitungen (rechts) [1]

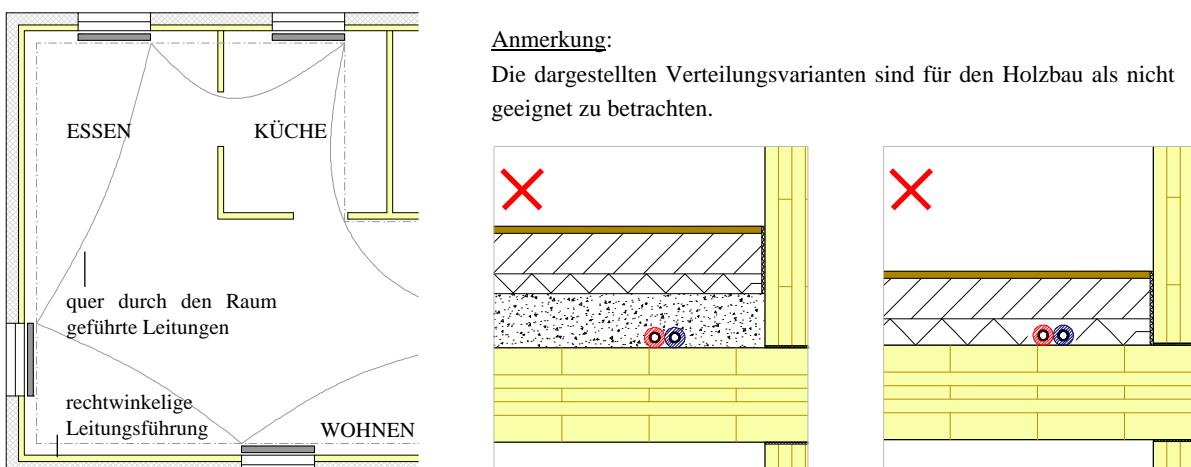
Die Verlegung und Anordnung der Heizrohrleitungen innerhalb eines Gebäudes erfolgt in vertikaler Richtung:

- frei vor der Wand („über Putz“),
- in Wandschlitten („unter Putz“), und/oder
- in Steigschächten,

sowie horizontal in Form einer Trassenführung:

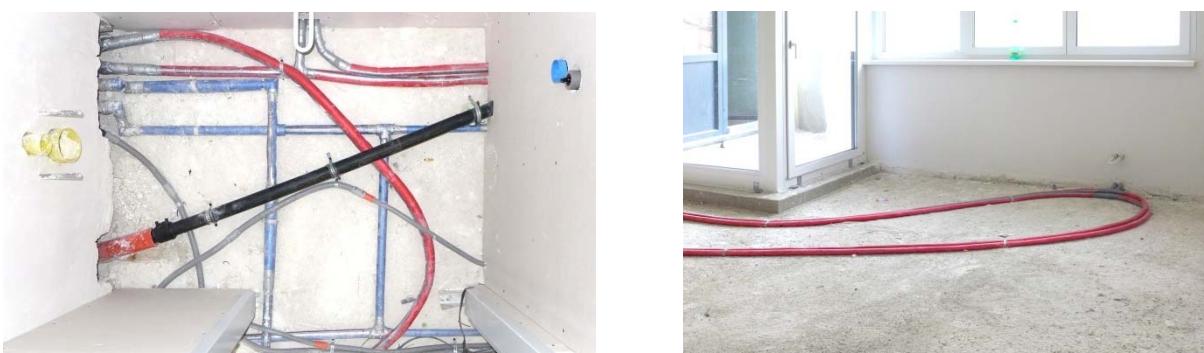
- frei unter der Decke,
- zwischen UK Rohdecke und abgehängter Decke,
- im Fußbodenbereich,
- in Sockelleisten,
- in Wandschlitten, oder
- hinter Vorsatzschalen

An dieser Stelle sei nochmals erwähnt, dass eine vertikale Verlegung in Wandschlitten und die horizontale Trassenführung oberhalb der Rohdecke im Fußbodenbereich auf Grund der ungenügenden Zugänglichkeit nicht zu empfehlen sind. Sowohl Pistohl et al. [1] als auch Riccabona et al. [3] befassen sich mit der waagrechten Leitungsführung in der Dämmschicht des Fußbodenbereiches. In [1] wird diese Form der Trassenführung gar als „sinnvoll“ erachtet und quer durch den Raum führende Heizleitungen werden als wirtschaftliche Lösung bezeichnet (siehe Abb. 3.10).



**Abb. 3.10:** quer durch den Raum in der Fußbodenkonstruktion (in der Ebene der Schüttung bzw. in der Trittschalldämmung) geführte Heizungsleitungen, angelehnt an [1]

In der Wohnbaupraxis führen diese Empfehlungen zu jener planlosen und nicht mehr kontrollierbaren sowie kaum wartbaren Verlegung im Fußbodenbereich (siehe Abb. 3.11). Nicht auszuschließende Schäden an diesen Leitungen können bei genügend langer Einwirkung von Feuchtigkeit auf eine Decke in Holzbauweise zu irreparablen Schäden führen.



**Abb. 3.11:** Praxisbeispiele - Leitungsführung auf der Rohdecke in der Fußbodenkonstruktion  
(blau / Trinkwasser, rot / Heizwasser, schwarz / Abwasser, grau / Strom)

Als Alternative zu dieser nicht zugänglichen Leitungsführung wird in der Literatur die Verlegung in Systemböden oder in vorgefertigten Sockelleistenprofilen (siehe Abb. 3.12) erwähnt.



**Abb. 3.12:** Heizkörperanschluss aus der Sockelleiste [26]

### 3.4.1 Raumheizflächen

Die Auswahl des Raumheizflächentyps entscheidet maßgebend die Art, Lage und Länge der Heizungsrohre. In Wohngebäuden stellen wasserführende Heizsysteme in Form einer zentralen Warmwasserpumpenheizung den Standard dar. Als Raumheizflächen werden hierbei häufig eingesetzt:

- Radiatoren
- Konvektoren
- Fußleistenheizungen
- Fußboden-/Wandheizungen

Den Fußbodenheizungen (siehe Abb. 3.13) in Wohngebäuden in Holz-Massivbauweise ist aufgrund ihrer unkontrollierbaren flächigen Ausbildung in der Fußbodenkonstruktion eine besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Aus Behaglichkeitsgründen, aufgrund des Entfalls sichtbarer Heizelemente, sowie angesichts deren Eignung bei Einsatz von Niedertemperatur-Heizsystemen werden diese vermehrt eingesetzt. Im Besonderen aus Gründen des Feuchteschutzes der Holz-Tragstruktur ist eine Verwendung von Fußbodenheizungen in Holzbauten ohne weitere Holzschutzmaßnahmen nicht zu empfehlen.



*Abb. 3.13: Fußbodenheizung in Wohngebäude in Holz-Massivbauweise*

Begünstigend ist jedoch festzuhalten, dass Heizsysteme aus geschlossenen und unter hohem Druck stehenden Kreisläufen bestehen. Undichtigkeiten äußern sich in einem Druckverlust im System, welcher an einem Manometer festgestellt werden kann. Da die undichte Stelle in Gebäuden in der Regel schwer auffindbar ist, wird jedoch vielfach das Sichtbarwerden des Feuchteschadens abgewartet. Als Alternative zur Fußbodenheizung ist die Ausführung einer Wandheizung zu empfehlen. Nachteilig hierbei ist der benötigte Wandflächenbedarf, positiv die rasche Abzeichnung von Undichtigkeiten an der Wandoberfläche bei geeigneter Ausführung (z.B. im Innenputz verlegt).

Im Besonderen für Gebäude mit sehr geringem Energiebedarf ist der Einsatz wasserfreier Heizsysteme anzudenken. Als gängige Energietransport-Medien sind Luft und der elektrische Strom zu nennen. Luftheizungen werden üblicherweise in Form einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit zusätzlichen Heizregistern realisiert. Vor allem aufgrund ökologischer Gesichtspunkte finden elektrische Heizsysteme kaum eine Verwendung in Wohnbauten. Ebenfalls ist der Einsatz von elektrischen Widerstandsheizungen gem. OIB-Richtlinie 6 [24] als Hauptheizsystem in Neubauten untersagt. Eine relativ junge Entwicklung im Bereich der Elektroheizungen stellen die Infrarotstrahlungsheizungen dar. Hierbei handelt es sich um Wandpaneele, welche eine Oberflächentemperatur von in etwa 60 °C bis 120 °C erreichen können und dadurch eine besonders hohe Wärmeabgabe in Form von Wärmestrahlung besitzen.

### 3.5 Sprinklerleitungen

Sprinkleranlagen finden in Wohnbauten in Österreich derzeit nahezu keine Verwendung. Studien zum Einsatz von Sprinkleranlagen in Wohngebäuden in den USA [11] und Kanada [12] zeigen jedoch deren große Vorteile hinsichtlich Personen- und Objektschutz. Im mehrgeschossigen Wohnbau in Holzbauweise gewinnt der Einsatz von Sprinkleranlagen zunehmend auch eine wirtschaftliche Bedeutung. In [13] wurde festgestellt, dass für einen achtgeschossigen Wohnbau in Holz-Massivbauweise mit Einsatz eines anlagentechnischen Brandschutzes (Sprinkler-/Vernebelungsanlage), die Kosten für den Rohbau und den erforderlichen Ausbau um 1,3 %, gegenüber einem System mit baulichem Brandschutz (Kapselung der Bauteile erforderlich), gesenkt werden könnten. Die Einsparung lässt sich vor allem durch den Entfall der geforderten Ausbauarbeiten entsprechend der OIB-Richtlinie 2 [23] erklären, sofern die geforderten Schutzziele im Rahmen eines individuellen Brandschutzkonzeptes erfüllt werden.

Nach Pistohl et al. [1] gehören Sprinkleranlagen zur Gruppe der Feuerlöscheinrichtungen, die über ein Netz festverlegter Rohrleitungen zu schützende Gefahrenbereiche unmittelbar mit Löschwasser versorgen. Im Brandfall erfolgt eine dezentrale Brandbekämpfung durch Öffnen der auf Temperatur reagierenden Wasserdüsen (Sprinkler), womit sowohl der Brand gelöscht als auch eine Brandausbreitung verhindert werden kann. Durch die Art der Brandbekämpfung bleiben Wasserschäden am Gebäude örtlich begrenzt. Am häufigsten kommen mit Wasser gefüllte so genannte ständig betriebsbereite Nassanlagen zum Einsatz. Ähnlich der Trinkwasserleitungen kennt man auch hier vertikale Steigleitungen sowie horizontale Stockwerksleitungen zur Versorgung der einzelnen Sprinkler. Die Sprinklerrohrnetzführung sollte in zugänglicher und übersichtlicher Weise frei unterhalb der sonstigen Installationen zwischen UK Rohdecke und abgehängter Decke erfolgen.



**Abb. 3.14:** a) und b) sichtbar an der Deckenunterseite installierte Sprinkleranlage  
c) zurückgesetzter und d) verdeckter Sprinklerkopf [28]

Erhebungen des Bundesverbandes Technischer Brandschutz e.V. (Deutschland) haben gezeigt, dass im Jahr 2013 70 % der gemeldeten Brände mit nur 1-2 Sprinklern gelöscht wurden [29]. Zu einem Großteil findet daher nur eine lokal sehr begrenzte Feuchteeinwirkung durch Löschmaßnahmen statt. Die Löschwassermenge ist dabei im Vergleich zu konventionellen Löschmaßnahmen durch die Feuerwehr sehr gering, wodurch keine aufwendigen Trocknungs- und Sanierungsmaßnahmen aufgrund der Löschwasserbeanspruchung zu erwarten sind.

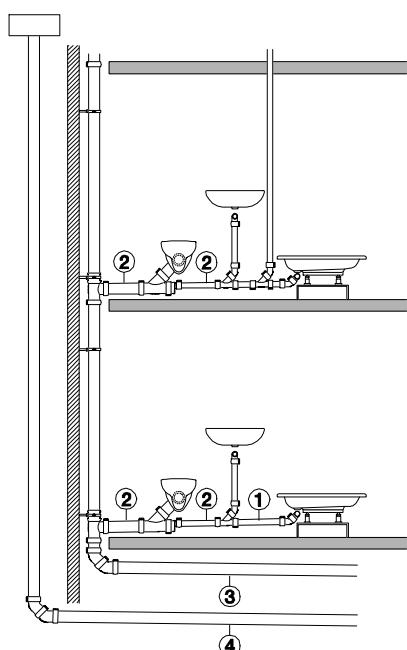
Der Bericht „U.S. Experience with Sprinklers“ [11] der National Fire Protection Association führt die positiven Feststellungen mit dem vermehrten Einsatz von Sprinkleranlagen in den USA an. Im Jahr 2009 waren bereits 14,8 % der Wohngebäude mit 10-19 Wohnungen mit Sprinkleranlagen ausgestattet. Die Zahl der Brandtoten war im Vergleich zu Gebäuden ohne automatische Löschanlagen um 82 % niedriger. Ebenfalls konnten die Sachschäden um 68 % gesenkt werden.

Dem Bericht „Sprinkler Systems and Fire Outcomes in Multi-Level Residential Buildings“ [12] der University of the Fraser Valley (British Columbia, Canada) ist zu entnehmen, dass sich 96,2 % der Brände in Gebäuden mit Sprinkleranlagen nicht außerhalb des Raums der Brandentstehung ausbreiteten. Die Zahl der Brandtoten beträgt pro tausend betrachteten Bränden 1,8 im Vergleich zu 21,1 bei Bränden ohne Sprinkleranlage.

### 3.6 Abwasserleitungen

Eine Besonderheit der wasserführenden Leitungen in Wohnbauten stellen die **Abwasserleitungen** dar. Der Wassertransport erfolgt in der Regel drucklos und dadurch der Schwerkraft folgend, weshalb auch der Begriff „**Schwerkraftentwässerungsanlagen**“ verwendet wird. Im Gegensatz zu Heizungs-, Trinkwasser- und Sprinklerleitungen müssen diese mit einem kontinuierlichen Gefälle vom Gegenstand der Entwässerung bis zur Einleitung in den öffentlichen Kanal ausgeführt werden. Zur Vermeidung von Druckschwankungen im Leitungssystem ist eine Belüftung gewisser Leitungsbereiche erforderlich. Darüber hinaus ist dem Schallschutz aufgrund unvermeidlicher Fließ-, Fall- und Aufprallgeräusche eine besondere Beachtung zu schenken. Das Abwasserleitungssystem im Gebäude (siehe Abb. 3.15) ist unterteilt in (vgl. [5]):

- Einzelanschlussleitungen (EAL)
- Sammelanschlussleitungen (SAL)
- Schmutzwasserfallleitungen (FL)
- Lüftungsleitungen (LL)
- Grundleitungen (GL) (im Erdreich) und Sammelleitungen (SL)



	Leistungsbereich	Mindestgefälle
1	Einzelanschlussleitung	1 %
2	Sammelanschlussleitung	1 %
3	Grund-/Sammelleitung für Schmutzwasser	
	DN 100	2 %
	DN 125 und 150	1,5 %
	> DN 200	1 %
4	Grund-/Sammelleitung für Regenwasser	1 %
<b>mögliche Querschnitte von EAL gem. [21]</b>		<b>DN</b>
Waschbecken, Bidet		40
Badewanne		50
WC mit 6 l Spülkasten		90
Küchenspüle		50
<b>max. Leitungslänge von EAL und SAL gem. [21]</b>		<b>[m]</b>
unbelüftet		4
belüftet		10

Abb. 3.15: Leistungsbereiche von Schwerkraftentwässerungsanlagen [27] (Abb. ergänzt)

Jede Wohneinheit ist mit (mindestens) einer Schmutzwasserfallleitung auszustatten. Es ist anzustreben, übereinanderliegende Wohnungen an eine gemeinsame Fallleitung anzuschließen. Von dieser werden die Einzel- bzw. die Sammelanschlussleitungen zu den Entwässerungsgegenständen im Gefälle verlegt. Die Bemessung für Schwerkraftentwässerungsanlagen im Gebäudeinneren erfolgt gem. ON EN 12056-1 bis 5 [20] sowie gem. ON B 2501 [21].

Gemäß Wellpott et al. [4] sind für die Verlegung von EAL und SAL die Fußbodenkonstruktion sowie Vorwandinstallationen in Betracht zu ziehen (siehe Abb. 3.16). Riccabona et al. [3] führen als mögliche Verteilungsvarianten frei hängend, in der Wand eingemauert oder die Installation im Fußboden an.



**Abb. 3.16:** Abwasserleitungen in Fußbodenkonstruktion (links) und hinter Vorsatzschalen (Vorwandinstallation, rechts)

Die vertikalen Fallleitungen können in Aussparungen oder hinter Vorsatzschalen installiert werden. Üblicherweise sind diese im zentralen vertikalen Schacht untergebracht (siehe Abb. 3.4). Bei großer Distanz der zu entwässernden Anlagenteile sind ggf. mehrere Fallleitungen in der Wohneinheit anzutragen.

Für Wohngebäude in Holz-Massivbauweise ist wiederum eine Verlegung der EAL und SAL in der Fußbodenkonstruktion zu vermeiden. Eine vorausschauende Planung der Wohnungsgrundrisse ermöglicht kurze Leitungslängen. Es ist zu empfehlen, die Leitungen hinter einer zugänglichen Vorsatzschale zu verteilen.

### 3.7 Abdichtungen in Sanitärräumen

Abhängig von der möglichen Feuchtebeanspruchung in Sanitärräumen durch Spritzwasser, Reinigungswasser, etc. sind geeignete oberflächennahe Abdichtungsmaßnahmen (Primärabdichtung) durchzuführen. Im Holz-Massivbau ist die Ausführung einer zusätzlichen Abdichtung (Sekundärabdichtung), angebracht auf den BSP-Deckenelementen, zu empfehlen. Hierzu eignen sich zum einen selbstklebende oder durch Flämmen verklebte Bitumenbahnen, zum anderen können heißluftverschweißte Kunststoffbahnen, wie z.B. PVC-Bahnen, eingesetzt werden.

Unter oberflächennahen Abdichtungsmaßnahmen sind alle Vorkehrungen zu verstehen, welche ein Eindringen von Feuchtigkeit bzw. Oberflächenwasser in die Konstruktion vermeiden sollen. Hierbei kann unterschieden werden in (i) flächige Abdichtungssysteme, (ii) Abdichtungen von Fugen und Stößen, sowie (iii) eine dichte Ausbildung von Durchdringungen. Entsprechend dem Stand der Technik sind in der mineralischen Massivbauweise, sowie in der Holz-Massivbauweise Abdichtungen gegen ein Eindringen von Oberflächenwasser auszuführen.

In Holzbauten muss diesen feuchtebeanspruchten Bereichen jedoch eine erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden. Nicht vorhandene oder mangelhaft ausgeführte oberflächennahe Abdichtungen stellen eine mögliche Schadensursache dar.

In Österreich ist für die Ausführung von Abdichtungen in Sanitärräumen die ON B 2207 „Fliesen, Platten- und Mosaikarbeiten“ [22] anzuwenden. In dieser sind vier Beanspruchungsgruppen, abhängig vom Grad der Feuchtigkeitsbelastung, definiert. Unter anderem wird der Spritzwasserbereich in Duschen und Badezimmern in die Beanspruchungsgruppe W 3, bzw. Duschen mit niveaugleicher Duschtasse in die Beanspruchungsgruppe W 4 eingeordnet. Zur Verklebung des Belags wird für diese Bereiche z.B. ein hydraulischer Klebemörtel zuzüglich „mindestens alternative Abdichtung“ angegeben. Ebenfalls ist aus [22] zu entnehmen: „Bei den Beanspruchungsgruppen W 3 und W 4 ist die gesamte Bodenfläche (auch unterhalb von Einbauten) abzudichten. Zusätzlich ist ein mindestens 15 cm hoher Wandhochzug (inkl. Dichtband) auszuführen.“

Die flächige Abdichtung wird üblicherweise in Form einer flüssigen Abdichtung (siehe Abb. 3.17 li.) realisiert. Im Bereich von Bewegungs-, Anschluss- oder Bauteilfugen muss die Kontinuität der Abdichtung sichergestellt sein. Diese wird mit Hilfe von, in die flächige Abdichtung eingebundenen, Dichtbändern verschiedenster Art erreicht (siehe Abb. 3.17 re.). Silikonfugen sind nicht als Dichtfugen zu betrachten (Wartungsfugen). Für Durchdringungen sind Dichtmanschetten oder spezielle Armaturen zu verwenden.



**Abb. 3.17:** flächiger Dichtanstrich im Duschbereich (links) sowie Dichtband, Dichtband-Innenecke und Dichtmanschette (rechts, [32])

### **3.8 Resümee**

Alle drei oben erwähnten Leitungssysteme für Heizung, Trinkwasser und Sprinkler bestehen aus horizontalen Verteilungs- und vertikalen Steigleitungen. Auf Grund dieser Ähnlichkeit kann die Leitungsführung und -verlegung in weiten Bereichen in gemeinsam genutzten Trassen erfolgen. Die vertikalen Steigleitungen können in einem gemeinsamen Schacht, die horizontalen Verteilungsleitungen zu den Anlagenteilen beispielsweise in abgehängten Decken geführt werden. Bereits bei der Planung sollte darauf geachtet werden, dass diese Schächte nahe des Gebäudekerns/Treppenhauses angeordnet und die Wege zu den Sanitär- und Küchenbereichen kurz gehalten werden.

Bei den in der betrachteten Literatur angeführten Möglichkeiten zur Verteilung wasserführender Leitungen ist festzustellen, dass teilweise die Verlegung gewisser Leitungen in der Fußbodenkonstruktion angeführt bzw. sogar empfohlen wird. Es wird jedoch vorrangig auf Gebäude in mineralischer Massivbauweise bezogen in der eine Feuchtebeanspruchung im Gegensatz zur Holz-Massivbauweise keine Gefährdung für die Tragsubstanz darstellt. In der Literatur angeführte Empfehlungen sind demnach für die Holzbauweise oftmals nicht geeignet.

## **4 Grundprinzipien einer für Holzkonstruktionen adäquaten Gebäudetechnik | Schwerpunkt Leitungsführung**

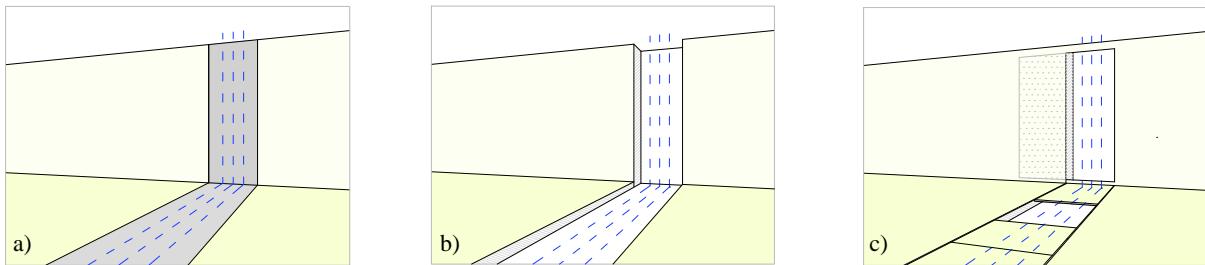
Im folgenden Abschnitt wird auszugsweise auf die Forschungsarbeit von Hausladen et al. [6] eingegangen, welche sich mit modularen, vorgefertigten Installationssystemen für den mehrgeschossigen Holzbau befasst. Bekannt ist, dass das Thema der Vorfertigung für den Holzbau von essentieller Bedeutung ist und beständig weiterentwickelt wird. Nicht zu übersehen ist allerdings auch, dass diesbezüglich die Gebäudetechnik hinterherhinkt. So kann es als Stand der Technik angesehen werden, dass viele Anlagenteile und Komponenten an den Übergabestellen (Zentralen) der Bezeichnung „vorgefertigt“ und „flexibel“ genügen, allerdings werden die Leitungen im Normalfall erst vor Ort auf der Baustelle eingebaut. Begründet auf diesem, nicht selten bauzeitverzögernden und gewerkeübergreifenden Vorgehen, werden die wirtschaftlichen Vorteile der Vorfertigung im Holzbau damit wieder leichtfertig verspielt. Auf Grund der Vielzahl an zu transportierenden Medien in einem Gebäude und der damit verbundenen Komplexität der Leitungsführung ist es unumgänglich, diese bereits in einer frühen Entwurfs- und Planungsphase zu bedenken. Nicht zufällig lassen sich zwei Drittel der Baumängel in der Gebäudetechnik auf Planungs- und Ausführungsfehler zurückführen, wobei, wie bereits oben erwähnt, ein großer Teil Mängel in der Leitungsführung betrifft. Es muss daher frühzeitig bedacht werden, dass die Leitungsführung in der Gebäudetechnik nicht nur mit Platzbedarf verbunden ist, sowie zudem eine zuverlässige und sichere brand-, schall- und wärmetechnische Ausführung einfordert. Mit den angesprochenen sechs Grundprinzipien soll einerseits die Planungs- und Ausführungsqualität und andererseits der Vorfertigungsgrad in der Gebäudetechnik angehoben werden.

### **4.1 Die sechs Grundprinzipien nach Hausladen et al. [6]**

- „Eine zentrale Trassenführung beinhaltet Ver- und Entsorgungsdienstleistungen in einem vertikalen Schacht. Dieser setzt sich in einer wohnungszentralen horizontalen Leitungsführung in den einzelnen Einheiten fort.“
- „Bei der Einbindung in das Gebäude sind die Installationen weitgehend von Tragwerk und Ausbauelementen getrennt und entkoppelt. Eine Trassenführung in konstruktiven

*oder leicht veränderbaren Ausbauelementen wird vermieden. Leitungen und Rohre sind reversibel miteinander verbunden.“*

- „Alle Leitungstrassen sind dauerhaft zugänglich. Durch eine entsprechende Position im Gebäude und einfache Öffnungsmöglichkeiten der Verkleidung, ist die Wartung sowie der zukünftige Aus- und Einbau ohne Beeinträchtigung der angrenzenden Bauteile möglich.“
- „Zusätzliche Platzreserven ermöglichen eine leichte Montage und zukünftige Erweiterungen im Rahmen der bestehenden Leitungsführung.“
- „Vorkonditionierte Hohlräume, die im Werk mit entsprechenden Materialien für den Brand-, Schall- und Wärmeschutz ausgekleidet sind und Montagehilfen sowie notwendige Gefälle integrieren, erfordern auf der Baustelle nur noch das Einlegen der Rohre und Leitungen. Damit lässt sich der Vorfertigungsgrad und die Ausführungsqualität erhöhen.“
- „Der Einsatz von vorgefertigten Technikkomponenten vereinfacht und beschleunigt die Montage. Diese sind leicht ein- und auszubauen sowie flexibel an die Trassen anzuschließen. Diese Technikkomponenten ermöglichen eine größtmögliche Anpassung an die Wünsche der Benutzer in Form und Funktion.“



**Abb. 4.1:** a) zentrale, b) von Konstruktion und Ausbau getrennte, sowie c) zugängliche Trassenführung, angelehnt an [6]

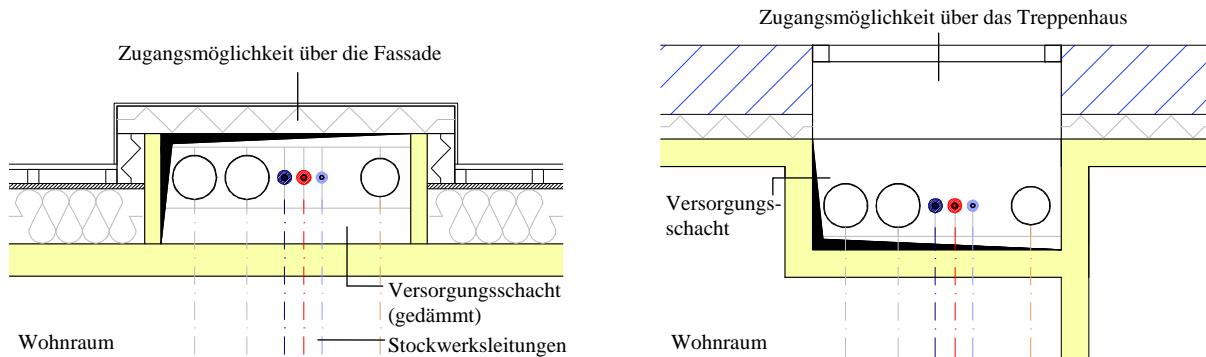
Nachfolgend werden die drei ersten Prinzipien etwas detaillierter dargelegt. Dies deshalb, da die Verfasser des vorliegenden Beitrages die Auffassung vertreten, dass diese in besondere Weise für den Holzbau von Bedeutung sind.

#### 4.1.1 ad 1 | zentrale Trassenführung

„Alle Medien für die Ver- und Entsorgung sind in einem zentralen vertikalen Schacht zusammengefasst. Dieser übernimmt die Verteilung vom Haustechnikraum aus in die jeweiligen Wohneinheiten. In den Wohneinheiten werden die Rohre und Leitungen in einer zentralen horizontalen Trasse geführt. Dies verringert den baulichen Aufwand, reduziert die brand- und schallschutztechnisch zu behandelnden Durchbrüche und erleichtert den Einbau, die Wartung und Reparatur sowie mögliche Erweiterungen bis hin zu Ausbau und Erneuerung.“ [6]

Die Führung der vertikalen Schächte kann zentral in der Nähe eines Stiegenhauses und der zu versorgenden und geschossweise übereinander liegenden Nassräumen oder aber als vertikale Ver- und Entsorgungstrassen an der Fassade erfolgen (siehe Abb. 4.2). Die heute noch weit verbreitete Vielfalt und Beliebigkeit einer Trassenführung und die damit verbundene Verflechtung sollten vermieden

werden. Eine Reduktion der Trassen, der Schnittstellen mit dem Bauwerk, der Durchstoß- und der Kreuzungspunkte ist anzustreben.



**Abb. 4.2:** über die Fassade (links, vgl. Projekt e80^3 [31]), sowie über das Treppenhaus zugänglicher zentraler vertikaler Versorgungsschacht

#### 4.1.2 ad 2 | Trennung und Entkoppelung der Installation von Tragwerk und Ausbau

„Für die Vorfertigung, die Montage, zukünftige Erweiterungen und den Rückbau ist die Trennung der Installationen von der Tragkonstruktion und den Ausbauelementen notwendig. Um dies zu erreichen, ist eine weitgehende Unabhängigkeit der Ebenen und eine klar abgegrenzte Versorgungsstrasse sowie die Vermeidung von Leitungsführungen in konstruktiven Elementen und in leicht veränderbaren Ausbauelementen notwendig. Leitungen und Rohre sollten reversibel verbunden werden.“ [6]

Hausladen et al. [6]: „Je weniger die Elemente ineinander greifen und je mehr sie voneinander getrennt sind, desto leichter können sie nachträglich verändert und ausgebaut werden.“ Ein wesentliches Planungs- und Ausführungsziel liegt daher in der Entflechtung von Tragwerk und Ausbau mit der Leitungsführung. Das Tragwerk eines Gebäudes stellt die Grundstruktur dar und sollte von der Gebäudetechnik kaum bis nicht beeinträchtigt werden. Diese Abgrenzung kann in der Weise erfolgen, dass die Leitungsführung entkoppelt von konstruktiven Elementen eines Gebäudes in eigenen Ebenen im Bereich von Decken, Böden oder der Fassade erfolgt.

#### 4.1.3 ad 3 | dauerhafte Zugänglichkeit

„Alle Leitungstrassen und haustechnischen Komponenten müssen gut zugänglich sein. Dies wird erreicht durch eine entsprechende Position in der Wohneinheit und die Möglichkeit, die Verkleidungen über die gesamte Trassenlänge und alle Technikkomponenten einfach und zerstörungsfrei zu öffnen und wieder zu verschließen.“ [6]

Neben den Prinzipien 1 und 2 ist vor allem eine dauerhafte Zugänglichkeit zu den Leitungen maßgebend für eine flexible und wartbare Gebäudetechnik. Bestenfalls erfolgt diese Zugänglichkeit außerhalb der Wohneinheit über großflächige Öffnungen zum vertikalen Schacht und über voll zugängliche Trassen in Decke, Wand und Boden, um im Falle eines Schadens eine rasche Behebung durchführen zu können.

## 5 Strategien zur Gewährleistung eines dauerhaften Wohnbaus

In diesem Abschnitt werden Strategien, basierend auf den vorgestellten sechs Grundprinzipien und den Arbeiten [8] und [9] aufgezeigt, welche im Bereich der Gebäudetechnik einen Beitrag zu Erhöhung bzw. Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Wohngebäuden in Holz-Massivbauweise leisten können. Wie bereits erwähnt, ist der Feuchteschutz der Holz-Tragstruktur hierbei ein wesentlicher Faktor. Im Gebiet der Gebäudetechnik und in dessen Teilbereich der wasserführenden Leitungsnetze sind besonders die Bereiche

- Instandhaltung,
- Ausführung der wasserführenden Leitungen, sowie die
- Verteilung der wasserführenden Leitungen

zur Sicherstellung des Feuchteschutzes von Bedeutung und werden demnach kurz erläutert. Als weiteren wichtigen Punkt ist die fachgerechte Abdichtung spritzwassergefährdeter Bereiche zu nennen. Die fachgemäße Ausführung dieser Abdichtungssysteme, entsprechend dem Stand der Technik, wurde bereits im Abschnitt 3.7 aufgezeigt.

### 5.1 Instandhaltung

Grundsätzlich ist eine Leitungsführung zu realisieren, welche mittels konstruktiven Maßnahmen den Feuchteschutz der Holzsubstanz gewährleistet, sowie eine Instandhaltung ermöglicht. Die Instandhaltung ist gemäß DIN 31051 [16] in vier Grundmaßnahmen zu strukturieren:

1. Wartung
2. Inspektion
3. Instandsetzung
4. Verbesserung

Für die Instandhaltung wasserführender Leitungsnetze sind vor allem die Begriffe Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung von Bedeutung. Es wird empfohlen, bereits im Zuge der Planungsarbeiten einen Instandhaltungsplan mit Art, Ort, und Beschreibung der Instandhaltungsbereiche auszuarbeiten. Dieser kann als Leitfaden für regelmäßige, während der Nutzungsdauer durchgeführte, Instandhaltungsmaßnahmen, vorrangig Inspektionen, herangezogen werden. Grundvoraussetzung hierfür ist eine einfache Zugänglichkeit zu diesen Bereichen, welche bestenfalls über Zugangsoffnungen außerhalb der Nutzungseinheiten zu erschließen sind. Dies ist vielfach für die Bereiche der vertikalen Leitungsnetze (vertikale Schächte) möglich. Eine Zugänglichkeit kann dabei über das zentrale Treppenhaus oder, wie gegenwärtig ausgeführte Projekte zeigen (Projekt e80^3 [31]), über die Fassade erfolgen (siehe Abb. 4.2).

#### 5.1.1 Inspektion

Das vorrangige Ziel regelmäßiger Inspektionen/Revisionen besteht in dem Feststellen von Undichtigkeiten im wasserführenden Leitungsnetz. Durch geeignete konstruktive Maßnahmen ist ein eventueller Wasseraustritt an jeder Stelle des Leitungsnetzes im jeweiligen Inspektionsbereich erkenntlich zu machen. Die Inspektion bzw. Revision kann optisch und/oder mittels elektrischer Sensoren erfolgen, wobei unabhängig von der gewählten Variante die Inspektionsstelle mit einer Zugangsmöglichkeit bzw. Revisionsöffnung ausgestattet werden muss. Als elektrische Sensoren können existierende Systeme wie z.B. Wassermelder oder Feuchtesensoren (Luft- oder Holzfeuchte) eingesetzt werden. Für besonders sensible Gebäudebereiche ist der Einsatz flächiger Wassermelder (vgl. [25]) anzudenken, welche bereits zur Kontrolle von Flachdachkonstruktionen eingesetzt werden.

Die Daten elektrischer Messsysteme können an ein Anzeigegerät, Signalgeber, Bussystem, Ethernet, etc. weitergegeben und zentral oder dezentral ausgewertet werden.

### **5.1.2 Instandsetzung, Verbesserung und Erneuerung**

Die Instandsetzungszyklen bzw. auch die Erneuerungszyklen gebäudetechnischer Komponenten (Zentralen, Leitungen, Anlagenteile) folgen im Vergleich zu denen des Ausbaus und der Konstruktion in deutlich kürzeren Abständen (vgl. [6]). Die Wahl der Leitungsführung und dessen Zugänglichkeit bestimmt in weiterer Folge den baulichen und finanziellen Aufwand zur Durchführung von Instandsetzungs-, Verbesserungs- und Erneuerungsmaßnahmen. Ziel soll daher sein, eine Leitungsführung zu realisieren, welche mit möglichst zerstörungsfreiem Eingriff in den Ausbau bzw. die Konstruktion, den Zugang zu den einzelnen Leitungen ermöglicht.

## **5.2 Ausführung der wasserführenden Leitungen**

Die fachgemäße Ausführung der Leitungsnetze ist während der Bauphase zu überprüfen. Eine Druckprüfung ist z.B. in der ON EN 1264-4 [17] für Flächenheizsysteme, in der ON EN 14336 [18] für Radiatorheizsysteme, sowie in der ON B 2531 [19] für Trinkwasserinstallationen geregelt. Ebenfalls ist die Ausführung durch Überprüfen der Rohrbefestigungen, der Anschluss- und Abdichtungsarbeiten, etc. zu kontrollieren.

## **5.3 Verteilung der wasserführenden Leitungen**

Die Lage der wasserführenden Leitungen in den Bauteilen beeinflusst maßgebend das Gefährdungspotential der Holz-Tragsubstanz im Falle von Undichtigkeiten im Leitungsnetz. Die konstruktive Trennung der Bauteile unterschiedlicher Sanierungszyklen ist als wesentliches Konstruktionsprinzip hervorzuheben. Hinsichtlich des Feuchteschutzes sollte einer der folgenden Aussagen auf die gewählte Verteilungsvariante zutreffen, wobei erstere anzustreben ist:

- Ein Wasseraustritt ist an ersichtlichen Punkten ohne spezifische Kontrolle unmittelbar optisch erkennbar.
- Ein Wasseraustritt ist durch regelmäßige optische Kontrolle und/oder stetige elektr. Kontrolle (Messeinrichtungen) der leitungsführenden Bereiche feststellbar.

Das „Ideal“ einer Leitungsführung stellt demnach eine „sichtbare“ Installation der wasserführenden Rohre dar. Vorrangig aus optischen Gründen ist diese Variante im Wohnbau zumeist unerwünscht. Im Besonderen ist diese Variante für z.B. Schwerkraft-Entwässerungsanlagen auch aus konstruktiven und schallschutztechnischen Gründen nicht realisierbar.

Im folgenden Abschnitt werden Varianten einer Leitungsführung aufgezeigt, diskutiert und im Anschluss einer Bewertung des Nutzens hinsichtlich definierter Ziele unterzogen (Nutzwertanalyse). Die Detailpunkte werden dabei an einem konkreten Gebäudeentwurf des Projekts „Timber in Town“ vorgestellt, wobei vorrangig die Verteilung der Trink-, Abwasser- und Heizwasserleitungen betrachtet wird. Ebenfalls ist für das Projekt die Ausführung einer Sprinkleranlage angedacht, welche im Rahmen eines Brandschutzkonzeptes eine Alternative zu den geforderten Brandschutzmaßnahmen (Kapselung der Bauteile) gemäß OIB Richtline 2 [23] darstellen soll.

### 5.3.1 Projektbeschreibung „Timber in Town“

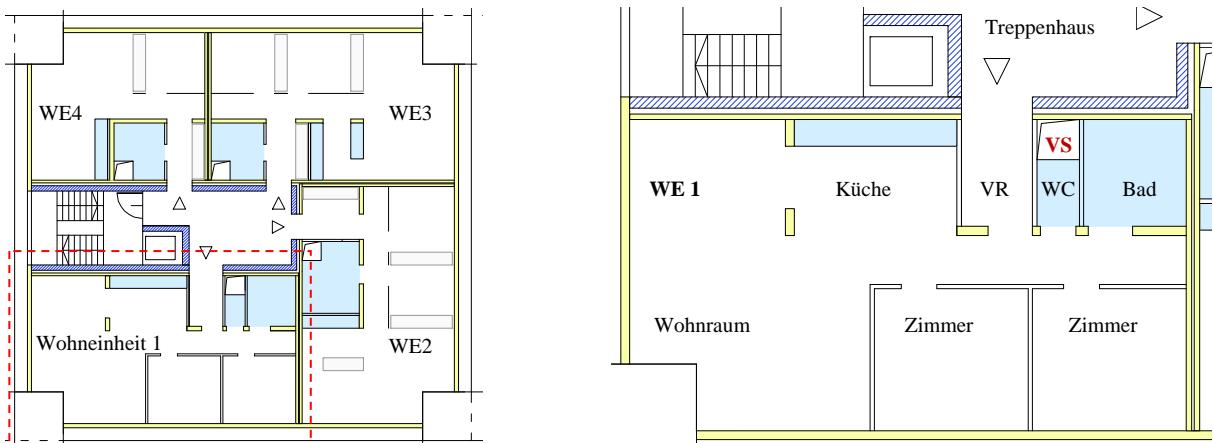
Am östlichen Murufer, im Bereich der Grazer Seifenfabrik, soll ein Wohnquartier in Holz-Massivbauweise (BSP) mit ca. 380 Wohnungen entstehen und einen Lebens- und Arbeitsraum für rund 1.000 Personen schaffen (siehe Abb. 5.1). Das Projekt „Timber in Town“ wird durch die Zusammenarbeit von drei Architekturbüros (Hohensinn | Strobl | Zinganel) unter der Projektkoordination der Techn. Universität Graz (Institut für Holzbau und Holztechnologie) entwickelt.



*Abb. 5.1:* Visualisierung des Projekts „Timber\_in\_Town“ [10]

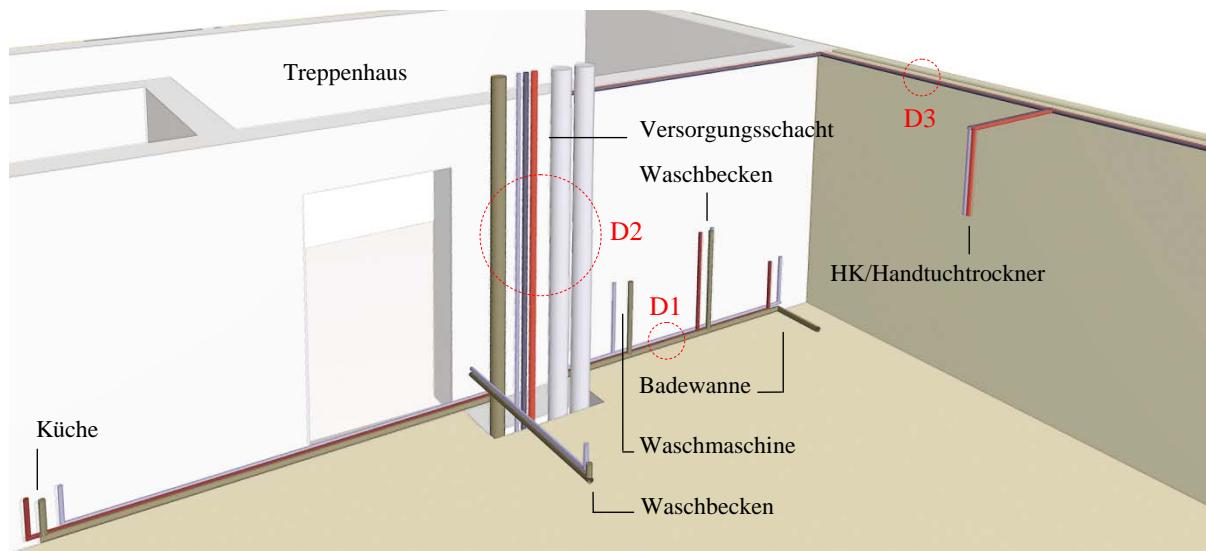
### 5.3.2 Leitungsnetz der betrachteten Wohneinheit

Als Basis für die Betrachtung des wasserführenden Leitungsnetzes wurde ein Wohnungsentwurf aus [10] herangezogen und für die weitere Behandlung überarbeitet (siehe Abb. 5.2). Die Sanitärbereiche (blau), sowie der vertikale Versorgungsschacht (VS) sind am zentralen Treppenhauskern (STB) angeordnet.



*Abb. 5.2:* Grundriss eines Regelgeschosses (links) sowie der betrachteten Wohneinheit (rechts), [10] (überarbeitet)

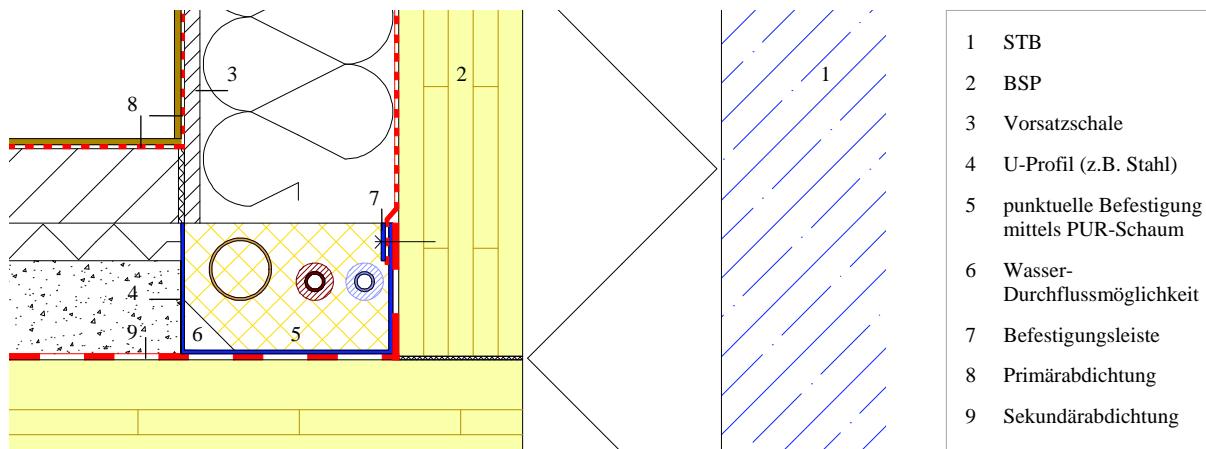
Abb. 5.3 zeigt in perspektivischer Darstellung die erforderlichen Sanitär- und Heizungsinstallationen in den Sanitärräumen. Ebenfalls sind die im Weiteren vorgestellten Detailpunkte gekennzeichnet. Ausgehend vom vertikalen Versorgungsschacht, welcher sich im WC befindet, werden die Trink- und Abwasserleitungen in einer dichten Wanne (U-Profil) zu den Anlagenteilen geführt. Die wasserführenden Leitungen zum Waschbecken im WC-Raum werden dagegen in einer Leichtbauwand installiert, die Heizungsleitungen und Sprinklerleitungen (in Abb. 5.3 nicht dargestellt) im abgehängten Deckensystem. In den zwei Zimmern und im Wohn-Essbereich werden die Heizungsleitungen in Sockelleisten geführt.



*Abb. 5.3: wasserführendes Leitungsnetz der betrachteten Wohneinheit [8]*

### 5.3.3 Detail - horizontale Verteilung hinter Vorsatzschale (D1)

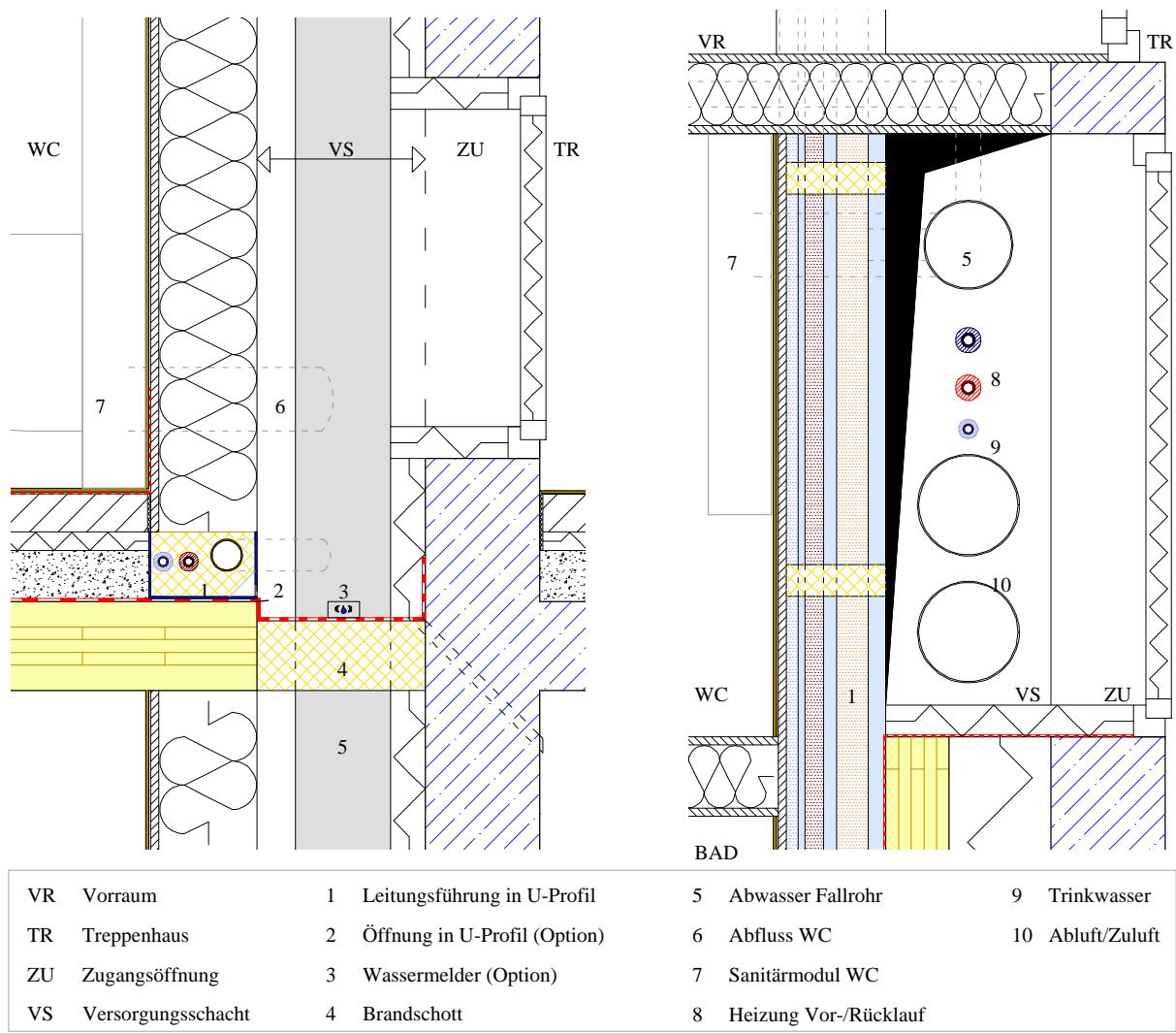
Die horizontale Leitungsführung zu den Anlagenteilen des Bades erfolgt, ausgehend vom vertikalen Schacht, in einem „dichten U-Profil“ hinter einer Vorsatzschale an dem BSP-Wandelement zum Treppenhaus (siehe Abb. 5.4). Kontrollierbar ist das U-Profil über die Inspektionsöffnung im vertikalen Schacht.



*Abb. 5.4: Verteilung in U-Profil hinter Vorsatzschale (Bad) [8]*

### 5.3.4 Detail - vertikaler Installationsschacht (D2)

Für Instandhaltungszwecke ist der in Leichtbauweise ausgebildete Schacht (siehe Abb. 5.5) mit einer, vom Treppenhaus zugänglichen Öffnung ausgestattet. Undichtigkeiten der Leitungen können über eine Wasseransammlung im U-Profil, bzw. in der Wannenausbildung am Brandschott festgestellt werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit einen Wasseraustritt über elektr. Sensoren oder mittels „Auslass“ in das Treppenhaus unmittelbar ohne spezifische Kontrolle festzustellen.



**Abb. 5.5:** Vertikalschnitt durch vertikalen Versorgungsschacht (links) [8]  
Horizontalschnitt durch vertikalen Versorgungsschacht (rechts) [8]

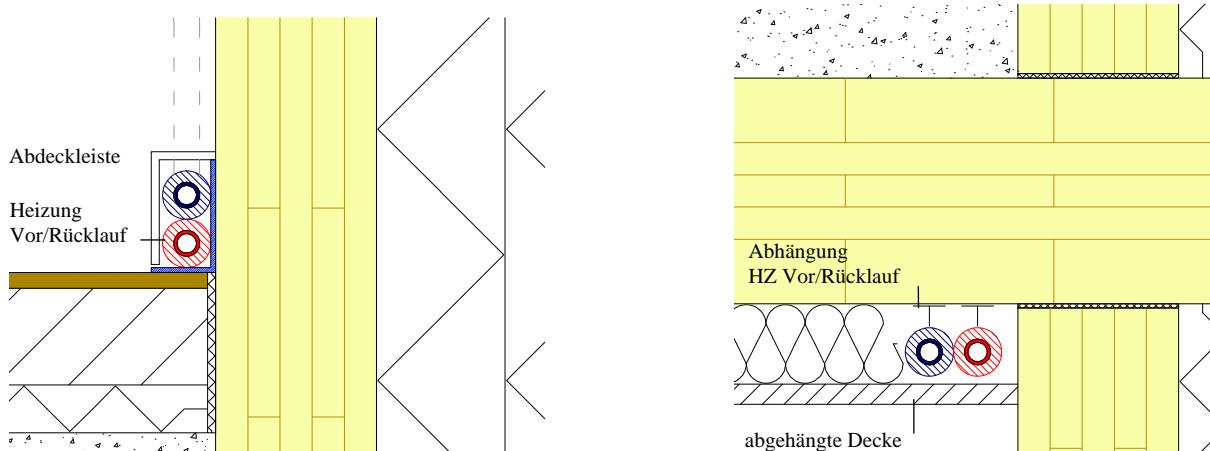
### 5.3.5 Detail - Führung in abgehängter Decke (D3)

Die Leitungsführung in abgehängten Deckensystemen (siehe Abb. 5.6 rechts) stellt hinsichtlich des Feuchteschutzes der Tragstruktur eine günstige Verteilungsvariante dar. Grundsätzlich sind die vertikalen Anschlussleitungen zu den Anlagenteilen (Waschtisch, etc.) von der abgehängten Decke nach unten zu führen. Die vertikalen Anschlussleitungen nach „unten“ bergen jedoch ein erhöhtes Gefährdungspotential für Beschädigungen durch eine Montage diverser Einrichtungsgegenstände (Anbohren der Leitungen, etc.). Der Anschluss nach „oben“, ausgehend vom darunterliegenden Deckensystem ist im mehrgeschossigen Wohnbau (falls fremdes Eigentum) nicht zu empfehlen.

### 5.3.6 Detail - Führung in Sockelleisten

Gegenwärtig wird die Verteilung in Sockelleisten (siehe Abb. 5.6 links) vorrangig bei Sanierungen oder nachträglichem Einbau von Heizkörpern verwendet. Der Vorteil dieser Verteilungsvariante besteht vor allem in der einfachen Zugänglichkeit der Leitungen und dem hohen Feuchteschutz der

Tragkonstruktion. Ebenfalls besteht die Möglichkeit, die Leitungen hinter Abdeckleisten im Deckenbereich zu führen (Deckenleisten).



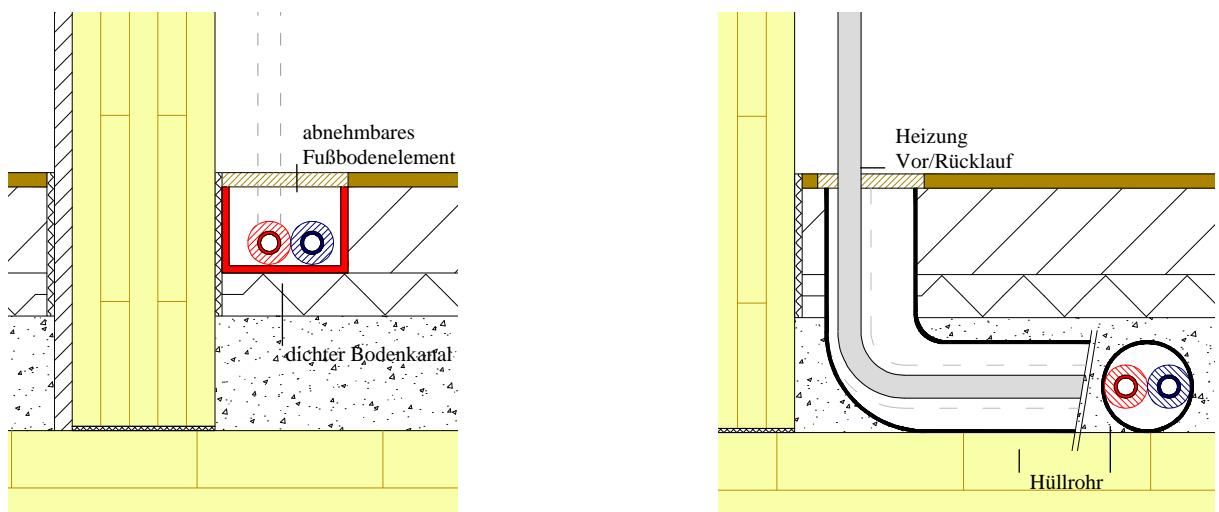
**Abb. 5.6:** Verteilung in Sockelleiste (links) [8]  
Verteilung in abgehängter Decke (rechts) [8]

### 5.3.7 Detail - Führung in Bodenkanälen (Alternative)

Eine weitere einfach zu instandhaltende Leitungsführung besteht darin, die Leitungen in (fußbodenebenen) abgesenkten und abgedichteten Bodenkanälen zu den Anlagenteilen zu führen (siehe Abb. 5.7 links). Die Bodenkanäle können z.B. aus Folienwerkstoffen (Bitumen, Kunststoff) oder Blechen hergestellt werden. Gegebenenfalls eignen sich nach Adaption am Markt befindliche Rinnensysteme. Die Zugänglichkeit für Instandhaltungszwecke kann durch abnehmbare Fußboden-Deckleisten sichergestellt werden.

### 5.3.8 Detail - Führung in Hüllrohren (Alternative)

Die Führung gewisser wasserführender Leitungen (Trink-, Heizwasser) in Hüllrohren empfiehlt sich als zusätzliche Schutzmaßnahme und im Besonderen bei Gegebenheiten, die eine „einfach“ zugängliche Ausführung der Leitungen verhindern. Die einzelnen wasserführenden Leitungen werden in Hüllrohren geführt, welche eine zusätzliche Abdichtungsebene darstellen (siehe Abb. 5.7 rechts). Bei Undichtigkeiten kann das austretende Wasser innerhalb des Hüllrohrs zu einem definierten Ort (z.B. Verteilerkasten) fließen und registriert werden. Zur Sanierung kann eine neue Leitung in das Hüllrohr eingezogen werden. Als Bedingungen für die „richtige“ Funktion sind abzweigungsfreie, flexible Leitungen und geringe Biegeradien zu berücksichtigen. Als Hüllrohre können z.B. Abwasser-, Lüftungsrohrsysteme oder am Markt erhältliche Systemlösungen, so genannte „Rohr-in-Rohr-Systeme“ (siehe z.B. [30]), verwendet werden.



**Abb. 5.7:** horizontale Verteilung in Bodenkanal (links) [8]  
horizontale Verteilung einzelner oder mehrerer Leitungen in „Hüllrohren“ (rechts) [8]

### 5.3.9 Nutzwertanalyse

Die Beurteilung der Eignung von verschiedenen Verteilungsmöglichkeiten kann aufgrund verschiedenster Standpunkte/Zielvorgaben nur subjektiv erfolgen. Mit Hilfe einer Nutzwertanalyse (NWA) kann diese jedoch nachvollziehbar hinsichtlich definierter Zielvorgaben und für projektspezifische Randbedingungen adaptierbar gestaltet werden. Eine mögliche Beurteilung der zuvor aufgezeigten Verteilungsvarianten mittels Nutzwertanalyse wird in **Tab. 5.1** aufgezeigt.

**Tab. 5.1:** Nutzwertanalyse zur Bewertung der einzelnen Varianten der horizontalen Leitungsführung

ZIELVORGABEN	TEILKRITERIEN	Gewichtung [%]		6.3.3 hinter Vorsatzschale	6.3.5 abgehängte Decke	6.3.6 Sockelleisten	6.3.7 Bodenkanal	6.3.6 Hüllrohr
		Gesamt	Einzel					
<b>dauerhaft</b>	Feuchteschutz der Tragstruktur	37	40	3	4	4	3	3
	rasches Feststellen von Wasseraustritt		30	3	4	4	3	3
	Schutz vor Beschädigung		30	3	3	4	4	3
<b>Inspektionsmöglichkeit</b>	Revisionsöffnungen möglich	25	100	4	4	4	4	1
<b>Sanierungsmöglichkeit</b>	Zugänglichkeit zum Leitungsnetz	18	100	2	3	4	4	4
<b>niedrige Kosten</b>	Materialkosten	10	50	3	2	2	2	3
	Lohnkosten		50	3	2	3	2	4
<b>Design</b>	optisches Erscheinungsbild	10	100	4	4	2	3	4
Punkte Gesamtbewertung					3,2	3,5	3,7	3,4
Prozent Gesamtbewertung					79 %	88 %	91 %	86 %
								71 %

Punktevergabe:

0...unbefriedigend 1...noch tragbar 2...ausreichend 3...gut 4...sehr gut

In der Nutzwertanalyse werden die Zielvorgaben, sowie die Teilkriterien einer Gewichtung hinsichtlich deren Relevanz für den Gesamtnutzen unterzogen. Die einzelnen Teilkriterien bzw. Bewertungskriterien werden anschließend einer Wertung von „sehr gut“ (4 Punkte) bis „unbefriedigend“ (0 Punkte) zugeordnet. Die Ermittlung der Gesamtbewertung erfolgt durch Berechnung des gewichteten Mittels der Einzelbewertungen.

Beim Vergleich der gezeigten Verteilungsvarianten konnten die Varianten Abdeckleisten, abgehängte Decke und Bodenkanal die besten Ergebnisse im Bezug auf die definierten Zielvorgaben erreichen.

## **6 Zusammenfassung und Schlussbetrachtung**

Bei Betrachtung des derzeitigen „Stand des Wissens und der Technik“ ist deutlich das Optimierungspotential der Installation wasserführender Leitungen in Gebäuden ersichtlich. Die gängigen Verteilungsvarianten stellen insbesondere hinsichtlich des Feuchteschutzes der Holz-Tragstruktur, sowie der Zugänglichkeit für Instandhaltungszwecke und Erneuerung/Adaptierung nicht zufriedenstellende Lösungen dar. In Hinblick auf die gesamte Lebensdauer eines Wohngebäudes kann eine optimierte Leitungsführung die Dauerhaftigkeit von Wohnbauten in Holz-Massivbauweise erhöhen. Ebenfalls sind wirtschaftliche Vorteile durch eine einfache Zugänglichkeit zu den Installationsbereichen zu erwarten.

Die Notwendigkeit einer Neubetrachtung der Leitungsführung für Holz-Massivbauten ist den Fachplanern und ausführenden Gewerken oftmals schwer zu verdeutlichen. Die derzeitige Installationsweise stellt zugegebenermaßen im Bezug auf die Errichtungskosten sowie einer nahezu autonomen Arbeitsweise der verschiedenen Gewerke ein „gewisses“ Optimum dar. Die Verlegung in der Ebene der Schüttung birgt zum Zeitpunkt der Installation keine wesentlichen Nachteile, hingegen geht die Verteilung hinter Vorsatzschalen oftmals mit Raumflächenverlust sowie im Speziellen mit einer Veränderung der speicherwirksamen Masse des Bauteils (sommerlicher Wärmeschutz) einher. Aufgrund der relativ jungen Bauweise fand eine Konfrontation mit Feuchteschäden an der Holz-Tragstruktur oftmals „noch“ nicht statt.

Das vorhandene Spannungsfeld, zurückzuführen auf die verschiedenen Blickwinkel der Planer und Entscheidungsträger auf den Themenbereich „Gebäudetechnik“, erschwert ein Abrücken vom „etablierten Standard“. Ein durch die Medien transportierter Feuchteschaden an nur einem zurzeit hochgepriesenen Holzbau-Vorzeigeobjekt könnte, ähnlich dem Thema „Brand“, Bedenken in der öffentlichen Meinung auslösen und das in den letzten Jahrzehnten erarbeitete positive Image von Holzbauwerken schmälern.

Eine Sensibilisierung auf die angeführten Problempunkte kann zu einer zukünftigen positiven Entwicklung der Gebäudetechnik in Wohnbauten beitragen. Mit Erreichen der Ziele bezüglich einer optimierten, sicheren und zugänglichen Leitungsführung, samt den Vorteilen eines Einsatzes von Sprinkleranlagen, könnte der Wohnbau in Holz-Massivbauweise, neben der ökologischen auch eine gebäudetechnische Vorreiterrolle übernehmen.

## 7 Literaturverzeichnis

### 7.1 Bücher/Publikationen

- [1] Pistohl W., Rechenauer C., Scheurer B.: „Handbuch der Gebäudetechnik“. Band 1&2, 8. Auflage, Werner Verlag, 2013
- [2] Brunk M. F.: Vorlesungsunterlagen, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, BGT-1, 5. Auflage
- [3] Riccabona Ch., Mezera K.: „Baukonstruktionslehre 3“, 8. Auflage, MANZ Verlag, Wien 2011
- [4] Wellpott E., Bohne D.: „Technischer Ausbau von Gebäuden“, 9. Auflage, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart 2006
- [5] Laasch T., Laasch E.: „Haustechnik“ Grundlagen/ Planung/ Ausführung, 13. Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden 2013
- [6] Hausladen G., Huber Ch., Hilger M.: „Holzbau der Zukunft – Teilprojekt 12. Modulare, vorgefertigte Installationen in mehrgeschossigen Holzbauwerken“. Reihe Holzbauforschung, Band 7/12, Fraunhofer IRB Verlag, 2008.
- [7] Jens K.: Vorlesung über Gebäudetechnik, Ingenieurbüro JENS, Technische Universität Wien, Version 2008
- [8] Schmid G.: „Strategien für eine bauweisengerechte Ausführung versorgungstechnischer Installationen im Holz-Massivbau“. Masterarbeit, Technische Universität Graz, 2014
- [9] Pernull R.: „Abhaltung von Feuchteschäden im Holzbau infolge Feuchträume und Installationen“. Dissertation, Technische Universität Graz, 2000.
- [10] Hohensinn J., Strobl M., Zinganel P.: „Timber in Town – Masterplan Konzepte“, Report, Graz, 2012.
- [11] Hall J.R.: „U.S. Experiences with Sprinklers“, National Fire Protection Association (NFPA), Fire Analysis and Research Division, June 2013
- [12] Garis L. Clare J.: „Sprinkler Systems and Fire Outcomes in Multi-Level Residential Buildings“, University of the Fraser Valley, January 2012
- [13] Hintersteininger K.: „Eine Vergleichende Betrachtung der Holzbauweise zur mineralischen Bauweise – Analyse der Fläche, Kubatur, Bauzeit und immobilienwirtschaftliche Betrachtung“, Masterarbeit, Technische Universität Graz, 2014
- [14] Kollmann F.: „Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe“, Erster Band, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1951
- [15] Küch W.: „Holz als Roh- und Werkstoff“, Band 6, 1943

## **7.2 Normen/Richtlinien**

- [16] DIN 31051: „Grundlagen der Instandhaltung“, Ausgabe 2012 09
- [17] ÖNORM EN 1264-4: „Raumflächenintegrierte Heiz- Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung – Teil 4: Installation“, Ausgabe 2009 10 01
- [18] ÖNORM EN 14336: „Heizungsanlagen in Gebäuden – Installation und Abnahme der Warmwasser-Heizungsanlagen“, Ausgabe 2004 12 01
- [19] ÖNORM B 2531: „Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Nationale Ergänzungen zu den ÖNORMEN EN 806-1 bis -5“, Ausgabe 2012 09 01
- [20] ÖNORM EN 12056: „Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden“, Teil 1 bis 5, Ausgabe 2000
- [21] ÖNORM B 2501: „Entwässerungsanlagen für Gebäude – Planung, Ausführung und Prüfung – Ergänzende Richtlinien zu ÖNORM EN 12050 und ÖNORM 12056“, Ausgabe 2009 09 01
- [22] ÖNORM B 2207: „Fliesen-, Platten- und Mosaiklegearbeiten – Werkvertragsnorm“, Ausgabe 2007 09 01
- [23] Österreichisches Institut für Bautechnik: „OIB-Richtlinie 2“, Brandschutz, Ausgabe Oktober 2011 - Revision Dezember 2011, OIB-330.2-092/11
- [24] Österreichisches Institut für Bautechnik: „OIB-Richtlinie 6“, Energieeinsparung und Wärmeschutz, Ausgabe Oktober 2011, OIB-330.6-094/11

## **7.3 Internet**

- [25] Leckortungssystem Vedag ProtectDach  
<http://www.vedag.de/de/produkte/zubehoer-leckortungssystem/vedag-protectdach.html>, Zugriff 08.05.2014
- [26] Heizkörperanschluss aus der Sockelleiste  
[http://www.rehau.com/DE\\_de/bau/Heizen\\_Kuehlen/Heizkoerperanbindung/Heizkoerperanschluss\\_aus\\_der\\_Sockelleiste/2292/heizkoerperanschluss\\_sockelleiste1.html](http://www.rehau.com/DE_de/bau/Heizen_Kuehlen/Heizkoerperanbindung/Heizkoerperanschluss_aus_der_Sockelleiste/2292/heizkoerperanschluss_sockelleiste1.html)  
Zugriff 12.05.2014
- [27] Geberit – Leitfaden zur Abwassernorm  
[http://www.geberit.at/media/local\\_media/unterlagen/produkte\\_1/kompetenzbroschueren/Geberit\\_Leitfaden\\_Abwassernorm\\_2011.pdf](http://www.geberit.at/media/local_media/unterlagen/produkte_1/kompetenzbroschueren/Geberit_Leitfaden_Abwassernorm_2011.pdf)  
Zugriff 21.05.2014
- [28] „Undercover“ Sprinkler und Rohre, Fa. Minimax GmbH & Co. KG  
[http://www.minimax.at/ger\\_page\\_63-UndercoverSprinklerundRohre.html](http://www.minimax.at/ger_page_63-UndercoverSprinklerundRohre.html)  
Zugriff 26.05.2014
- [29] Bundesverband technischer Brandschutz e. V.: Löscherfolg von Sprinkleranlagen 2013  
<http://www.bvfa.de/de/177/stationaere-loeschtechnik/wasser-loeschanla->

gen/sprinkleranlagen/loescherfolgsstatistik/  
Zugriff 27.05.2014

- [30] JRG Sanipex im Holzbau  
[http://www.gfps.com/appgate/ecat/common\\_flow/100006/COM/de/4579/download/document.html](http://www.gfps.com/appgate/ecat/common_flow/100006/COM/de/4579/download/document.html)  
Zugriff 27.05.2014
- [31] e80^3-Gebäude – „Sanierungskonzepte zum Plusenergiehaus mit vorgefertigten aktiven Dach- und Fassadenelementen, integrierter Haustechnik und Netzintegration“  
<http://www.hausderzukunft.at/results.html?id5836>  
Zugriff 02.06.2014
- [32] Oberflächenabdichtung – Dichtband, Dichtmanschette  
<http://baustoffe.baucompany24.de/18/1089/montagebaender/gewebe-dichtband.html>  
Zugriff 23.06.2014



## **B FOKUS GEBÄUDETECHNIK IN BSP-GESCHOSSBAUTEN LONDONS**

**Philipp Zumbrunnen**

DI Philipp Zumbrunnen



1997-2001	Ausbildung zum Zimmermann und Zimmereivorarbeiter, CH
2001-2003	Projektleiter, Architektur Büro Walter Steinmann, Wald CH
2003-2007	Ausbildung zum Holzbauingenieur FH, Biel CH
2006-2007	Praktikum, Blumer-Lehmann AG, Gossau CH
2007	Projektingenieur, Blumer-Lehman AG, Gossau CH
2007-2009	Projektingenieur, EURBAN Limited, London UK
2009-2013	Project Director, EURBAN Limited, London UK
seit 2013	Director, EURBAN Limited, London UK

## 1 Einleitung

Die Brettsperrholzbauweise erfreut sich immer größerer Beliebtheit; speziell im mehrgeschossigen Wohnungsbau wird diese vermehrt verwendet. Brettsperrholz wurde als Produkt in den 90er-Jahren entwickelt und auf den Markt gebracht. In Grossbritannien wurde Brettsperrholz anfangs des neuen Jahrtausends in den Markt eingeführt und hat damit eine richtiggehende Renaissance für den Holzbau in Grossbritannien eingeläutet. Zuerst wurde Brettsperrholz vor allem im Einfamilienhausbereich und für Schulbauten eingesetzt. Aber durch den wachsenden Wohnungsbedarf, speziell in der Stadt London, und durch das liberale Baugesetz wird Brettsperrholz vermehrt im mehrgeschossigen Wohnungsbau eingesetzt.



*Abb. 1.1: Bridport House, London UK © Stora Enso*

In der Stadt London wurden in den letzten zehn Jahren gegen zehn mehrgeschossige Wohnbauten fertiggestellt und dies in einer Stadt, die vor allem für ihre Backsteinhäuser bekannt ist. Unter diesen Gebäuden befinden sich auch einige der höchsten und größten Holzgebäude Europas. Diese Leuchtturmprojekte haben das Interesse am Holzbau und besonders an der Brettsperrholzbauweise nicht nur bei Architekten und öffentlichen Bauherren, sondern auch bei den privaten Investoren geweckt. So befinden sich momentan etwa fünf Gebäude im Bau und über zehn weitere in der Projektierungsphase. Der mehrgeschossige Wohnungsbau in der Brettsperrholzbauweise befindet sich ganz klar im Aufschwung.

Ein wichtiges Argument für die Brettsperrholzbauweise ist deren Einfachheit und klare Gliederung der Aufbauten. Es ist vergleichbar mit der Betonbauweise; dieses erleichtert die Umstellung für den Architekten und das ganze Planungsteam. Es ermöglicht auch die Verwendung von traditionellen Vorgehensweisen aus dem Massivbau. Wichtig ist es aber, auf die Unterschiede und Eigenschaften des Holzes zu achten und diese auch zu respektieren. Eine sehr wichtige Rolle spielt hier die Gebäudetechnik, welche auf die Brettsperrholzbauweise angepasst werden muss.

Glücklicherweise können auch hier sehr viele Konzepte und Ausführungsarten aus dem Massivbau angewendet werden. Brettsperrholz ist nicht gleich Beton, aber vergleichbar.

## 2 BSP-Geschossbauten in Grossbritannien

Die Firma EURBAN Limited konnte in den letzten 11 Jahren sechs mehrgeschossige Wohnungsbaute in der Brettsperrholzbauweise fertigstellen. Zudem befinden sich derzeit drei weitere in der Ausführungsphase und etwa zehn in der Projektierungsphase.



*Abb. 2.1: Waterson Street, London UK © Quay2c*

Den ersten mehrgeschossigen Wohnungsbau in Brettsperrholz konnte die Firma EURBAN im Jahr 2005 ausführen. Das Projekt Waterson Street war zu dieser Zeit, mit fünf Geschossen, eines der höchsten Wohngebäude Europas in Holzbauweise. Zudem war es auch eines der ersten, welches auf einen Aufzugsschacht und Treppenhauskern in Stahlbeton verzichtete. Das Gebäude besitzt zwei Erschließungskerne, einer davon mit einem Aufzugsschacht. In den ersten zwei Geschossen sind sieben Büros untergebracht. In den oberen drei Geschossen befinden sich 11 Wohnungen in unterschiedlichen Größen.

Einer der Hauptgründe, welcher den privaten Investor damals von der Brettsperrholzbauweise überzeugen konnte, war die verkürzte Bauzeit und die damit verbundenen Mehreinnahmen durch die frühere Vermietung der Wohnungen und Büros. Für den gleichen Investor konnte kurze Zeit später nochmals ein Wohngebäude in Brettsperrholz errichtet werden.

Das Projekt Waterson symbolisiert den Startschuss für die mehrgeschossigen Wohnungsbauten in London und im Rest von Grossbritannien. Vier Jahre später wurden das Stadthaus-Projekt der Firma KLH fertiggestellt, welches eines der wohl bekanntesten Holzbauten der Gegenwart ist und den Holzbau auch in anderen Ländern zu neuen Möglichkeiten verholfen hat.

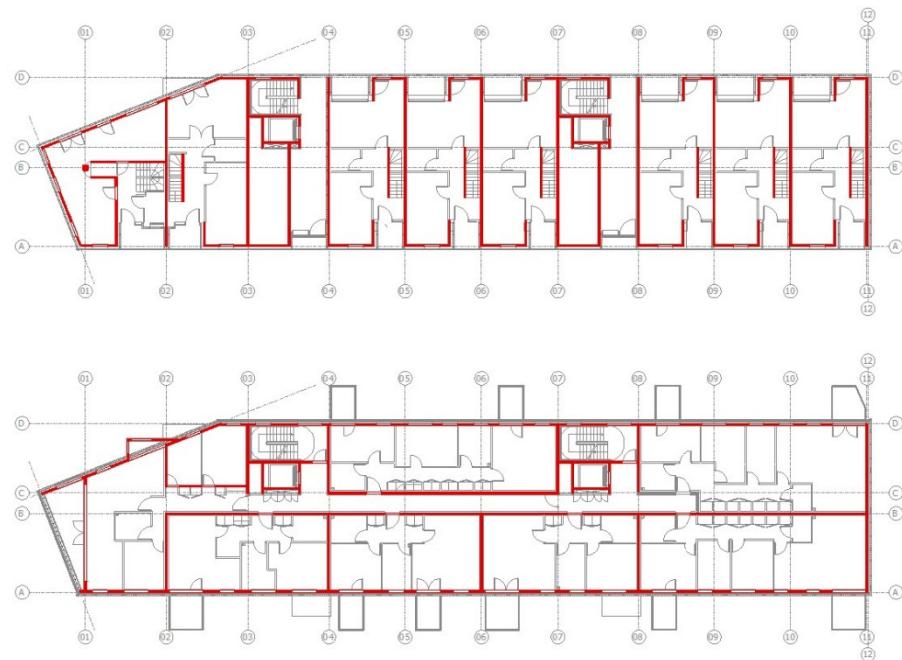
Im Jahr 2011 konnten die Firma EURBAN mit dem Bridport House einen weiteren Meilenstein setzen. Das Bridport House war mit seinen acht Geschossen nicht nur eines der höchsten, sondern mit seinen 41 Wohnungen auch eines der größten Brettsperrholzgebäude. Zudem zeigte es auch auf, wie konkurrenzfähig Brettsperrholz im Vergleich zum Massivbau sein kann. Das Projekt war ursprünglich als Stahlbetonskelett geplant gewesen, wurde aber im Laufe der Projektphase auf die

Brettsperrholzbauweise geändert. Dies auf Grund der viel kürzeren Bauzeit und dem geringeren Gesamtgewicht des Gebäudes, welches die Fundationsarbeiten extrem erleichterten.



**Abb. 2.2:** *Bridport House, London UK © Ioanna Marinescu*

Beim Bridport House wurden, im Gegensatz zu den meisten andern BSP-Geschossbauten, soweit wie möglich, nur die Außenwände und Wohnungsabschlusswände als tragende Wände in Brettsperrholz ausgeführt. Die meisten der internen Wände wurden mit konventionellen Trockenbauwänden ausgeführt; dies erlaubt eine höhere Flexibilität bei der Wohnungseinteilung. Zudem ermöglicht es auch Flexibilität für zukünftige Umbauten. Ein wichtiger Grund für diese Strategie war auch der Fakt, dass die zwei untersten Geschosse eine komplett andere Einteilung aufweisen. So waren die Möglichkeiten für die vertikale Lastabtragung stark limitiert.



*Abb. 2.3:* Grundrisse Bridport House © EURBAN Limited

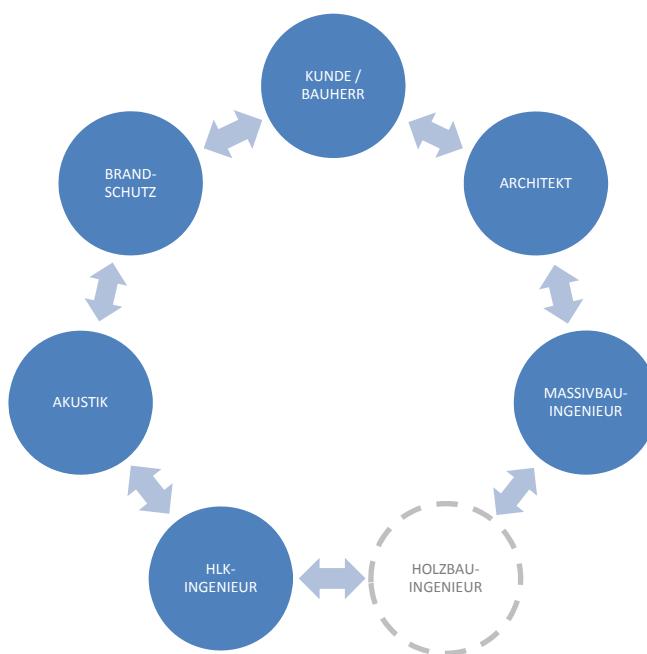
### 3 Gebäudetechnik

Die Gebäudetechnik wurde über die Jahre immer komplexer und daher ist eine enge Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Planern unerlässlich. Besonders bei vorgefertigten Bausystemen wie der Brettsperrholzbauweise ist eine frühe Koordination entscheidend. Durch diese können die Vorteile der Vorfertigung noch mehr ausgenutzt werden. So kann viel Geld und Zeit eingespart werden.

Es gibt aber einige wichtige Punkte, die bei der Brettsperrholzbauweise berücksichtigt werden müssen, da es eben nicht Stahlbeton ist. Hauptpunkte sind hier eine frühe Festlegung der Hauptleitungsstränge vertikal wie auch horizontal. Die Brettsperrholzbauweise ist zwar sehr leistungsfähig und flexibel, aber eine frühe Koordination ist der Weg zum Erfolg.

#### 3.1 Koordination im Planungsteam

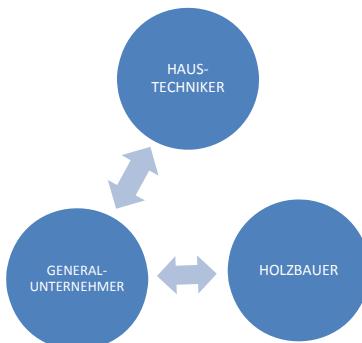
Die Koordination im Planungsteam während der Projektierungsphase ist enorm wichtig, da hier die Weichen für das spätere Gelingen des Projektes gestellt werden. Dies betrifft nicht nur die Gebäudetechnik, sondern alle Aspekte eines Bauprojektes. Wichtig ist hier auch die frühe Einbindung eines Holzbauingenieurs in das Planungsteam. Leider wird dies immer noch zu selten gemacht und der Massivbauingenieur hat selten das nötige Wissen, um diesen Part zu übernehmen.



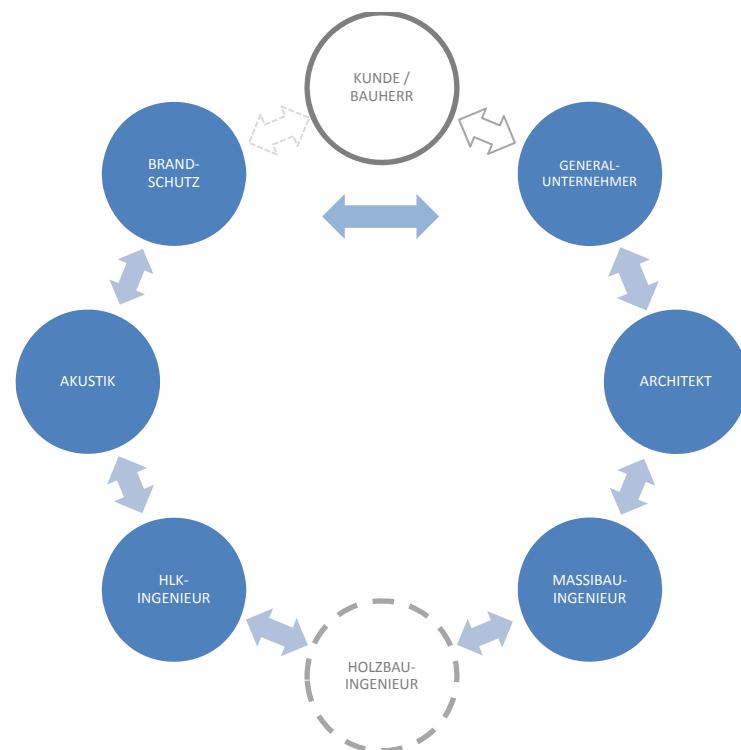
*Abb. 3.1: Planungsteam in der Projektierungsphase*

Die Rolle des Holzbauingenieurs beschränkt sich in dieser Phase nicht nur auf das Tragwerk, vielmehr muss er aktiv bei der Erarbeitung des Gebäudetechnikkonzeptes mithelfen. Auch ist sein Wissen für das Brandschutzkonzept und die Akustikstrategie gefragt. Er spielt eine tragende Rolle im Planungsteam und durch seine Inputs kann eine signifikante Kosten- und Zeitersparnis im späteren Projektverlauf realisiert werden. Bei vielen Projekten wird auf den Holzbauingenieur während der Projektierungsphase jedoch immer noch verzichtet. Sei es, um Geld für dessen Honorar einzusparen oder da sich der Kunde noch nicht auf die Holzbauweise festlegen will. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass die Vorteile, die ein Holzbauingenieur bringt, signifikant sind.

Bei den meisten Projekten wird nach der Projektierung ein Generalunternehmer bestimmt, der dann Teil des Planungsteams wird und auch meistens dessen Führung übernimmt. Der eigentliche Kunde oder Bauherr zieht sich mehr und mehr aus dem Prozess zurück und wird meist durch den Architekten oder durch den Kostenplaner vertreten. Dieser kommuniziert aber hauptsächlich mit dem Generalunternehmer.



*Abb. 3.2: Einbezug eines Generalplaners*

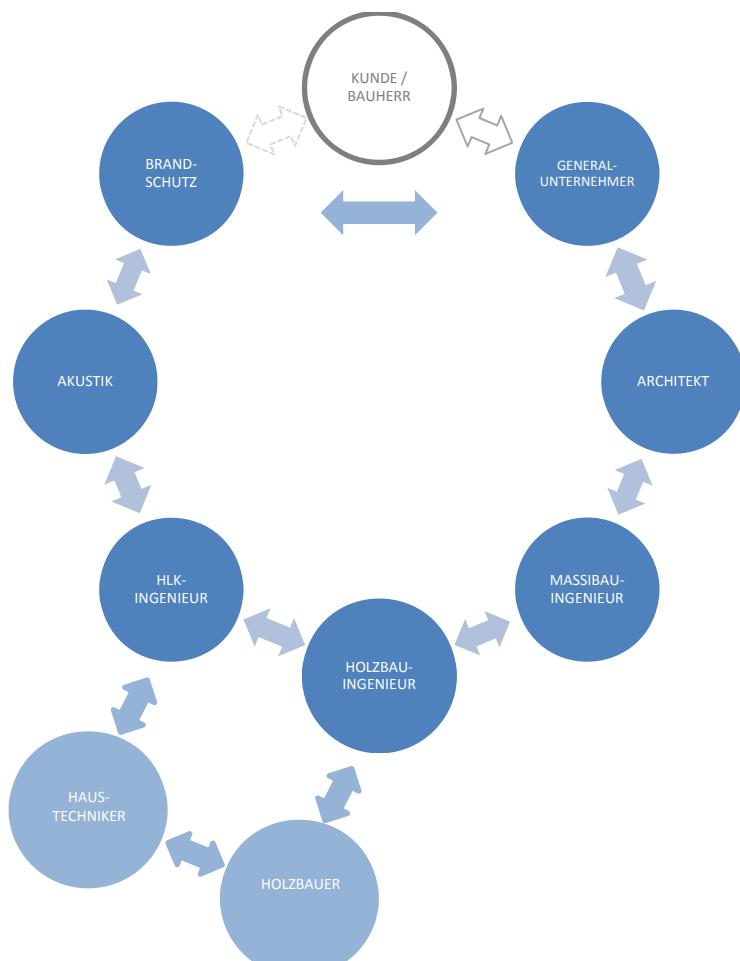


*Abb. 3.3: Planungsteam in der Planungsphase traditionell*

Der Generalunternehmer bringt dann die verschiedenen Subunternehmer in das Projekt rein. Die Subunternehmer werden aber meist nicht in das Planungsteam integriert, was zu erheblichen Koordinationsproblemen führen kann. Zudem werden die Subunternehmer häufig zu spät beauftragt, sodass sie nur noch geringen Einfluss auf die Ausführungsplanung haben. Dies erschwert auch die Koordination zwischen den verschiedenen Gewerken und kann zu einer Zeitverzögerung führen oder gewisse Dinge müssen dann auf der Baustelle gelöst werden.

In diesem Aufbau des Planungsteams sind die Subunternehmer sehr isoliert und es findet nur eine sehr beschränkte oder gar keine Kommunikation mit dem Planungsteam und auch untereinander statt. Die Kommunikation findet meist erst statt, wenn ein Problem auf der Baustelle auftaucht, was meist sehr spät ist und die Behebung dieses endet mit Mehrkosten.

Dies kann jedoch sehr einfach behoben werden, indem die Subunternehmer viel früher in den Planungsprozess mit einbezogen und ins Planungsteam integriert werden. Dies geschieht meist über den Holzbau- und den Haustechningenieur. Diese vertreten und unterstützen die jeweiligen Subunternehmer in der Planungsphase und fördern so die Koordination unter den verschiedenen Parteien.



*Abb. 3.4 Planungsteam in der Planungsphase optimal*

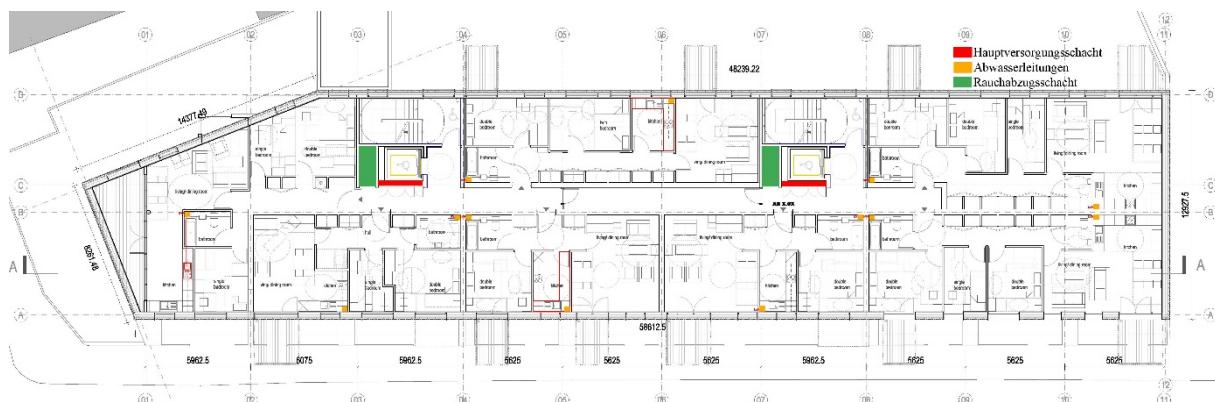
Häufig sind der Holzbauingenieur und der Holzbauer Teil des gleichen Unternehmens oder haben schon Erfahrung in der Zusammenarbeit. Dies ermöglicht die Koordination schon in der Anfangsphase und es können die besten Lösungen gemeinsam gefunden werden. Dadurch kann der Zeitgewinn auf der Baustelle durch die Vorfertigung voll ausgespielt und Änderungen oder Fehler auf der Baustelle minimiert werden. Diese Variante weicht von der traditionellen Projektabwicklung ab und benötigt doch einiges an Überzeugungsarbeit. Es zeigt sich aber, dass immer mehr Kunden und Generalunternehmer den Nutzen darin erkennen und auch anwenden. Nur durch die richtige Projektabwicklung können die Vorteile der Brettspernhholzbauweise voll ausgeschöpft werden.

## 3.2 Konzept der Leitungsführung

Das richtige Konzept für die Leitungsführung ist sehr wichtig. Dies betrifft vor allem die Hauptversorgungswege, sei dies in vertikaler oder in horizontaler Richtung. Die Brettsperrenholzbauweise weist einiges mehr an tragenden Elementen auf als die traditionelle Stahlbetonbauweise. Wird dies jedoch frühzeitig berücksichtigt, kann die Gebäudetechnik sehr einfach darauf angepasst werden.

### 3.2.1 Vertikale Leitungsführung

Bei der vertikalen Leitungsführung ist es sehr wichtig, dass sogenannte Steigzonen schon früh identifiziert werden. Diese müssen in der richtigen Anzahl und Größe eingeplant werden. Steigzonen sollten über die komplette Gebäudehöhe durchlaufen. Dies erleichtert es nicht nur für den Holzbau, sondern auch der Gebäudetechnik. Steigzonen sollten auch für zukünftige Anforderungen genug Platz bieten, da eine Vergrößerung oder der Einbau von zusätzlichen Steigzonen nur sehr schwierig und mit hohem Kostenaufwand möglich ist.



*Abb. 3.5: Vertikale Leitungsführung Bridport House*

Das Beispiel von Bridport House zeigt das Konzept der vertikalen Leitungsführung, wo die gesamten Versorgungsleitungen in zentralen Steigzonen zusammen geführt werden. Diese Steigzonen sind aufgeteilt in die verschiedenen Leitungstypen (Elektro, Gas, Wasser und Heizung). Von diesen zentralen Steigzonen aus werden die Leitungen dann horizontal in die einzelnen Wohnungen geführt. Dies ermöglicht eine einfache Kontrolle und Wartung der Leitungen. Zudem ist der Zugang von den öffentlichen Korridoren möglich. Diese Versorgungssteigzonen sind über den zwei Technikräumen im Erdgeschoss angeordnet.

Die Abwasserleitungen sind in den Küchen und Badezimmern angeordnet und verlaufen auch über die gesamte Gebäudehöhe; dies reduziert die Leitungslänge und ganz besonders den Anteil an horizontalen Leitungen. Diese Fallrohre sind in Vormauerungen der Badezimmer und auf der Rückseite der Küchenmöbel angeordnet. So können diese auch sehr einfach schallschutztechnisch verkleidet werden.

Sehr wichtig bei der Planung von vertikalen Leitungszonen sind die Rauchabzugsschächte, da diese sehr viel Platz in Anspruch nehmen. In diesen dürfen grundsätzlich keine Leitungen geführt werden. Die Größe ergibt sich aus der Höhe des Gebäudes, der Fläche die belüftet werden muss und dem Belüftungssystem.

### 3.2.2 Horizontale Leitungsführung

Bei der horizontalen Leitungsführung gibt es verschiedene Möglichkeiten, wie und wo diese geführt werden:

- A. Die Leitungen werden in der Tragstruktur integriert. Dies wird sehr häufig im Massivbau und beim Holzrahmenbau so gemacht. Der Vorteil ist es, dass damit Platz gespart werden kann. Der große Nachteil beim Massivbau ist es, dass die Leitungen einbetoniert werden und somit nicht mehr zugänglich sind. Dies macht eine spätere Sanierung sehr aufwendig und kostenintensiv. Beim Holzrahmenbau besteht die Gefahr, dass Leitungen durch wichtige Tragelemente geführt werden müssen, was nicht immer möglich ist. Für die Brettsperrholzbauweise ist diese Methode ungeeignet.
- B. Die Leitungen werden hier in einer Zone über der Tragstruktur geführt. Dies wird häufig in Bürogebäuden für die EDV-Infrastruktur so ausgeführt. Im Wohnungsbau werden meist nur Heizungsleitungen oder Abwasserrohre in dieser Weise verlegt. Der Vorteil der Zugänglichkeit der Leitungen ist dann gegeben, wenn ein Hohlboden installiert wird. Nachteilig ist, dass diese Hohlbodensysteme eher teuer sind und meist nicht für den Wohnungsbau geeignet sind. Wenn die Leitungen unter einem Zementestrich verlegt werden, ist deren Zugänglichkeit auch wieder sehr erschwert.
- C. Die Leitungen werden in einer Zone unter der Tragstruktur in der Decke geführt. Diese Methode wird meist bei mehrgeschoßigen Wohnungsbauden, welche ein Stahlbetonskelett haben, eingesetzt. Die Leitungen werden hier in einer Zone in der abgehängten Decke geführt. Dieses System eignet sich vor allem bei flächigen Deckensystemen, so auch für Brettsperrholz. Der Vorteil liegt darin, dass die Leitungen einfach durch Serviceklappen in der Decke zugänglich sind. Zudem werden Leitungsbrüche sehr schnell sichtbar, da das Wasser relativ schnell durch die Decke dringt. Sanierungen können hiermit einfach und kostengünstig ausgeführt werden. Der Nachteil ist der Platzbedarf und der Einsatz von sichtbaren Tragstrukturen ist nicht mehr möglich.

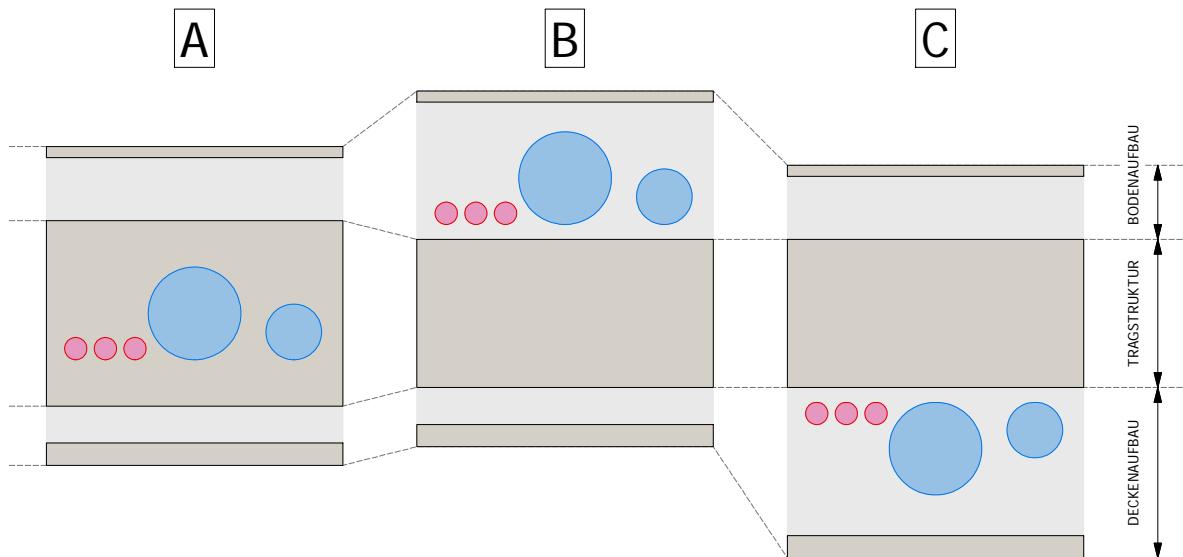


Abb. 3.6: Methoden für horizontale Leitungsführung

Die Variante C hat sich bei BSP-Geschossbauten als die beste Lösung herausgestellt und wird auch meistens angewendet. Es erfordert einfach die Einplanung einer genügend großen Zone in der Decke.

### 3.3 Ausführung

Für die Ausführung ist es unerlässlich, dass die Leitungsführung bekannt und koordiniert ist. So können die Durchdringungen bereits bei der Produktion gemacht werden, damit auf der Baustellen keine Löcher mehr gemacht werden müssen. Dies erleichtert die Montage für den Holzbauer wie auch für den Haustechniker. Außerdem ist es von der Qualitätssicherung her gesehen besser. So kann man sichergehen, dass keine Löcher durch tragende Elemente gemacht werden.

Grundsätzlich gilt, alle Durchdringungen größer als 40 mm sollten im Werk vorgefertigt werden. Es ist möglich, größere Durchdringungen auch nachträglich noch auf der Baustelle zu machen, aber dies ist je nach Größe der Durchdringung und Plattenstärke nicht mehr so einfach. Zudem ist es unerlässlich, dass die Durchdringungen vom Ingenieur kontrolliert und freigegeben werden. Werkseitig ist dies viel einfacher und daher zu favorisieren, es bedingt aber eine gute Koordination aller Beteiligten.

#### 3.3.1 Steigzonen für die vertikale Leitungsführung

Wie bereits erwähnt, sollte die vertikale Leitungsführung, besonders die Hauptversorgungsschächte, schon früh bestimmt und koordiniert werden. Hier ist es auch sehr wichtig, dass diese über eine Absturzsicherung während der Bauphase verfügen.



*Abb. 3.7: Steigzone mit Sicherheitsrost*

Für die Hauptversorgungsschächte ist es von Vorteil, wenn diese über die komplette Fläche offen sind. So können auch zu einem späteren Zeitpunkt noch zusätzliche Leitungen installiert werden. Teilweise ist es erforderlich, die Öffnungen brandschutztechnisch zu verschließen. Dies lässt sich wie beim Massivbau ausführen.

Einzelne Fallrohre für Abwasserleitungen oder Regenwasserleitungen werden meist als Einzeldurchdringungen in den Brettsperrenholzplatten ausgeführt. Diese lassen sich so sehr einfach schall- und brandschutztechnisch wieder verschließen.

### 3.3.2 Speisung der Wohnungen für die horizontale Leitungsführung

Die Versorgung der Wohnungen wird meist vom Hauptversorgungsschacht her über den Korridor erledigt und nahe der Eingangstür in die Wohnung geleitet. Hier gibt es verschiedene Methoden. Die Leitungen können als Einzeldurchdringungen in die Wohnung oder durch eine Sammelöffnung geführt werden.



*Abb. 3.8: Wohnungsspeisung durch Sammelöffnung*

Die Leitungsführung in der Deckenzone hat sich für die Gemeinschaftskorridore als die beste Lösung herausgestellt. Die Leitungen werden im Endzustand über Serviceklappen in der Decke zugänglich sein. Dort können auch Sperrventile und Verbrauchszähler eingebaut werden. Damit ist eine einfache Zugänglichkeit zu jeder Zeit gewährleistet.



*Abb. 3.9: Leitungsführung durch Gemeinschaftskorridor*

### 3.3.3 Horizontale Leitungsführung für Gas, Wasser und Heizung

Die Leitungen für Gas, Wasser und Heizung werden in der Leitungszone der abgehängten Decke geführt. Diese können sehr einfach an die Brettspernholzplatten befestigt werden; es können die gleichen Montagesysteme wie im Massivbau verwendet werden. Die Befestigung ins Holz ist allerdings viel einfacher und kann schneller erfolgen.



Abb. 3.10: Leitungsführung in der abgehängten Decke

### 3.3.4 Elektroleitungsführung

Elektroleitungen werden grundsätzlich über die Decken in die Wände geführt. Dort werden diese dann meist in der Lattungsebene, welche als Installationsebene dient, verteilt. Dies ist eine sehr einfache und flexible Lösung. Es ermöglicht auch das Verschieben und zusätzliche Setzen von Steckdosen und Schaltern.



Abb. 3.11: Wandinstallation von Elektroleitungen

Elektroleitungen und Boxen können auch in die Brettsperrholzplatten eingefräst werden. Dies wird sehr häufig bei Einfamilienhäusern angewendet. Bei Grossprojekten stellt besonders die Koordination eine große Herausforderung dar, da die Positionen schon sehr früh im Planungsprozess festgelegt werden müssen. Zudem ist bei mehrgeschoßigen Wohnbauten häufig eine Vorsatzschale für den Schallschutz nötig. Dadurch entsteht der benötigte Platz für die Installationsebene.



*Abb. 3.12: Eingefräste Elektroleitungen*

### 3.3.5 Fehlende oder falsche Koordination

Leider kommt es immer wieder vor, dass die Koordination nicht ganz gelingt und Durchdringungen vergessen werden. Sehr häufig werden auch Unterzüge während der Planung übersehen oder ignoriert. Hier ist es sehr wichtig, dass nicht einfach neue Löcher gemacht werden bevor diese mit dem Ingenieur abgesprochen wurden.



*Abb. 3.13: Fehlende Koordination*

## 4 Fazit

Der mehrgeschossige Holzbau in der Brettsperrholzbauweise wird immer populärer und hat in den letzten Jahren speziell in London zugenommen. Doch sehr häufig werden die Eigenheiten dieser Bauweise und der Unterschied zum Massivbau noch nicht verstanden. Besonders der Koordination mit der Gebäudetechnik wird noch nicht der nötige Stellenwert zugestanden. Dies ist sehr wichtig, damit die Erfolgsgeschichte vom mehrgeschossigen Holzbau in London wie erhofft weitergeht.

Die Brettsperrholzbauweise ist dem Massivbau sehr ähnlich und viele Systeme können auch sehr einfach übernommen werden. Es ist aber unerlässlich, dass sich das Planungsteam der Eigenschaft dieser Bauweise bewusst ist und diese in die Planung mit einbezieht. Zudem sollte bei solchen Projekten vom Projektstart an ein Holzbauspezialist Teil des Planungsteams sein.

Der mehrgeschossige Holzbau hat sehr gute Zukunftschancen, aber die Holzbauindustrie wie auch der Rest der Bauindustrie muss sich weiterentwickeln. Nur so kann das enorme Potenzial, welches sich dem Holzbau in den nächsten Jahren weltweit bietet auch voll ausgeschöpft werden.



## C Gebäudetechnik im seriellen Holzbau

### H. Kaufmann



Univ. Prof. DI. Hermann Kaufmann

1975-1978	Studium an der Technischen Hochschule Innsbruck
1978-1982	Architekturstudium an der TU Wien
1983	Gründung des eigenen Büros in Schwarzach
1995 bis 2000	Gastdozent an der Liechtensteinischen Ingenieurschule, an der TU Graz und an der Universität Ljubljana.
seit 2002	Professur an der Technischen Universität München am Institut für Entwerfen und Bautechnik im Fachgebiet Holzbau

## 1 Einleitung

Die Fragestellung der Holzbau-Fachtagung, welche Lösungsansätze gibt es, wasserführende Hausinstallationen so in Holzbauten zu verlegen, dass ein unkalkulierbares Risiko durch Leckagen minimiert werden kann soll in meinem Beitrag durch zwei Überlegungen ergänzt werden:

- Die **Systemtrennung**, insbesondere die Bauteiltrennung ist gerade im Holzbau verstärkt zu beachten.
- Die **Vorfertigung** steigert die Ausführungsqualität am Bau und minimiert dadurch ein Schadensrisiko erheblich.

## 2 Systemtrennung

Beispielhaft soll hier die Initiative des Schweizer Kantons Bern gezeigt werden. Die Definition für Systemtrennung wird abgeleitet von den SIA Empfehlung 112/1. Im Folgenden ein Auszug aus der Broschüre des Kantons Bern über den Begriff und die Definition von Systemtrennung ([http://www.bve.be.ch/bve/de/index/grundstuecke\\_gebaeude/grundstuecke\\_gebaeude/formulare\\_dokumente/systemtrennung.html](http://www.bve.be.ch/bve/de/index/grundstuecke_gebaeude/grundstuecke_gebaeude/formulare_dokumente/systemtrennung.html)).

Die Gebäude des Kantons Bern werden vom Amt für Grundstücke und Gebäude des Kantons Bern mit dem Ziel der nachhaltigen Entwicklung erstellt und bewirtschaftet. Es orientiert sich dabei an der SIA Empfehlung 112/1 "Nachhaltiges Bauen – Hochbau". Die **Systemtrennung** liefert einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung der kantonalen Bauten, sichert langfristig hohe Gebrauchswerte und die Schonung der Ressourcen beim Bau und Betrieb.

Systemtrennung ist ein Konzept, um den langfristig hohen Gebrauchswert eines Gebäudes sicherzustellen. Gebäude werden nicht nur auf eine Erstnutzung entworfen und dimensioniert. Vielmehr sollen die Immobilien spätere Umnutzungen, Aufstockungen und Anbauten ohne großen Umbauaufwand aufnehmen können. Die Systemtrennung will wandelbare und nutzungsflexible Bauten. Die Systemtrennung will und ermöglicht einfache und effiziente Instandhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten durch gute Zugänglichkeiten und **Trennung der Bauteile**.

Gebäude mit Systemtrennung haben durch die Möglichkeit der flexiblen Nutzung eine höhere Lebenserwartung. Eine adäquate Systemtrennung gleicht die notwendigen Investitionskosten durch Einsparungen bei Erneuerung, Umnutzung und Unterhalt aus. Demzufolge liefert die Systemtrennung einen wichtigen und positiven Beitrag zur Nachhaltigen Entwicklung im Hochbau.

- langlebige Gebäude
- bleibende kulturelle Werte
- individuelle Gestaltung in der Nutzung
- Partizipation in Nutzung
- nutzungsneutral, erweiterbar
- langfristiger Gebrauchswert
- Einsparungen im Unterhalt, bei Erneuerung, Umnutzung, Erweiterung und Verdichtung
- kleinere Materialflüsse im Unterhalt, bei Erneuerung, Umnutzung, Erweiterung und Verdichtung
- Schonung der Ressourcen
- Recyclierbarkeit der Bauteile, geringere Umweltbelastung

## 2.1 Bauteiltrennung

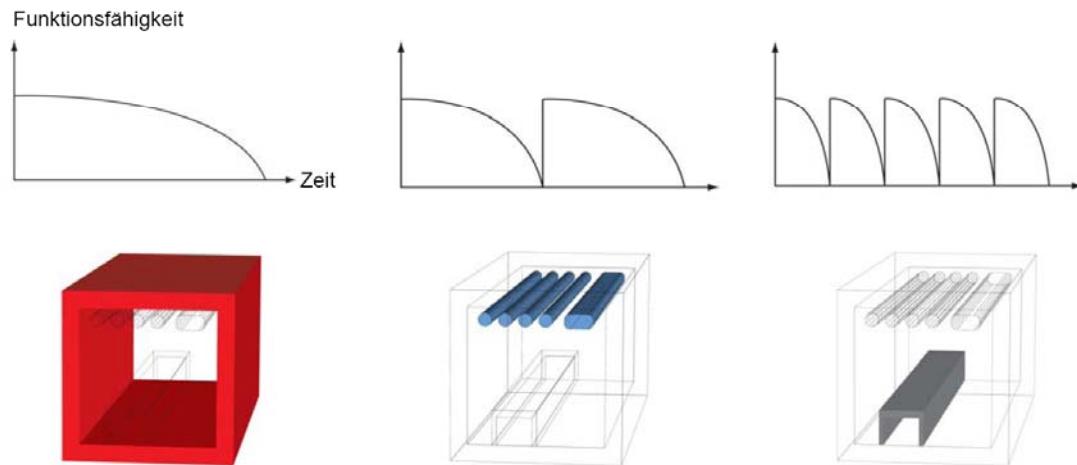
"Bauteiltrennung" definiert die Trennung von Bauelementen unterschiedlicher Lebens- und Nutzungsdauer. Allzu oft werden kurzlebige Bauelemente fest mit langlebigen verbunden, sodass die Lebensdauer des Ganzen auf die kurzlebigen Teile reduziert wird. Das Ziel ist, Bauteile von unterschiedlicher technischer und betrieblicher Funktionstüchtigkeit in der Planung und Realisierung konsequent voneinander zu trennen. Der Austausch einzelner Komponenten kann erfolgen, ohne dass noch funktionstüchtige Teile zerstört werden müssen. Dies sichert den hohen Gebrauchswert für die Zukunft. Gebäudetechnische Systeme müssen daher getrennt von der Gebäudestruktur realisiert werden.



*Abb. 2.1: Amt für Grundstücke und Gebäude des Kantons Bern, "Richtlinie Systemtrennung 14 AGG/Ra 12.12.2013"*

Dabei wird aus Gründen der Bauteiltrennung auf im Primärsystem eingelegte oder Unterputz verlegte haustechnische Installationen wie beispielsweise elektrische Rohre, Lüftungsrohre, Bodenheizungen, thermoaktive Bauteilkühlung usw. verzichtet. Die Bauteiltrennung erfolgt in den drei Systemstufen:

Primärsystem	Sekundärsystem	Tertiärsystem
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Lange Lebensdauer (50-100 Jahre)</li> <li>-Unveränderbar</li> <li>-Innere und äussere Erschliessung, Tragstruktur (horizontales und vertikales Raster), Gebäudehülle (Fassaden, Dach)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mittlere Lebensdauer (15-50 Jahre)</li> <li>-Anpassbar</li> <li>-Innenausbau (Wände, Böden, Decken)</li> <li>Feste haustechnische Installationen, Beleuchtung, Sicherheit, Kommunikationsmittel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kurze Lebensdauer (5-15 Jahre)</li> <li>- Veränderbar</li> <li>- Apparate, Einrichtung, Mobiliar</li> </ul>



*Abb. 2.2: Amt für Grundstücke und Gebäude des Kantons Bern, "Richtlinie Systemtrennung 14 AGG/Ra 12.12.2013"*

### **2.1.1    Installationskonzept**

Die Horizontal- und Vertikalerschließung muss klar gegliedert sein. Haupterschließungen sind von der Feinverteilung zu trennen. Die zentrale Anordnung von Verbrauchern ist anzustreben. Vertikal- und Horizontalerschließungen müssen den Anforderungen der Erstnutzung sowie den zukünftigen Umnutzungsmöglichkeiten, Nutzungsentwicklungen und Erweiterungen genügen. Zusätzlich ist ein Reserveplatz von mindestens 10% für Entwicklungen im technischen Bereich einzuplanen. Für sämtliche technische Installationen, inklusive Reserveplatz in Steigzonen und Horizontalerschließungen, muss die Zugänglichkeit für Wartung, Unterhalt und Nachinstallation gewährleistet sein.

### **2.2    Empfehlung**

Grundsätzlich sollten die Prinzipien der Systemtrennung zum Standard aller neu geplanten Gebäude werden. Der öffentliche Bauherr sollte aus Verantwortung gegenüber den nachfolgenden Generationen das Beispiel aus Bern übernehmen. Es wäre Aufgabe der verantwortlichen Holzinformationsstellen, das Thema der Bauteiltrennung viel mehr den Ausführenden und Planenden nahezubringen.

## **3    Vorfertigung**

Die Vorfertigung ist aus meiner Sicht das zentrale Thema und der Schlüssel für den Holzbau der Zukunft. Schafft es die Branche, hier neue Wege zu beschreiten, das heißt, den Bauprozess gegenüber herkömmlichen Baumethoden zu verändern, dann wird der Holzbau stark an Bedeutung gewinnen. Vorfertigung verkürzt nicht nur die Bauzeit, sie steigert erheblich die Ausführungsqualität am Bau und minimiert dadurch ein Schadensrisiko. Dieser Punkt ist gerade im Zusammenhang mit der haustechnischen Gebäudeausrüstung, insbesondere der wasserführenden Leitungen, relevant. Die Raumzellenfertigung für Nasszellen hat sich aus meiner Sicht noch viel zu wenig durchgesetzt. Dabei sind die möglichen Qualitätssteigerungen durch diese Methoden offensichtlich.



**Abb. 3.1:** Diese Raumzelle, im Zimmereibetrieb gefertigt, zeigt die hohe Ausführungsqualität der Installationen.  
. (Foto: H.Kaufmann)



**Abb. 3.2:** Alles ist perfekt vorbereitet, kein Nachfolgegewerk zerstört bereits Montiertes, das Grundübel auf herkömmlichen Baustellen. Hier können Leckagen fast ausgeschlossen werden. .(Foto: H.Kaufmann)

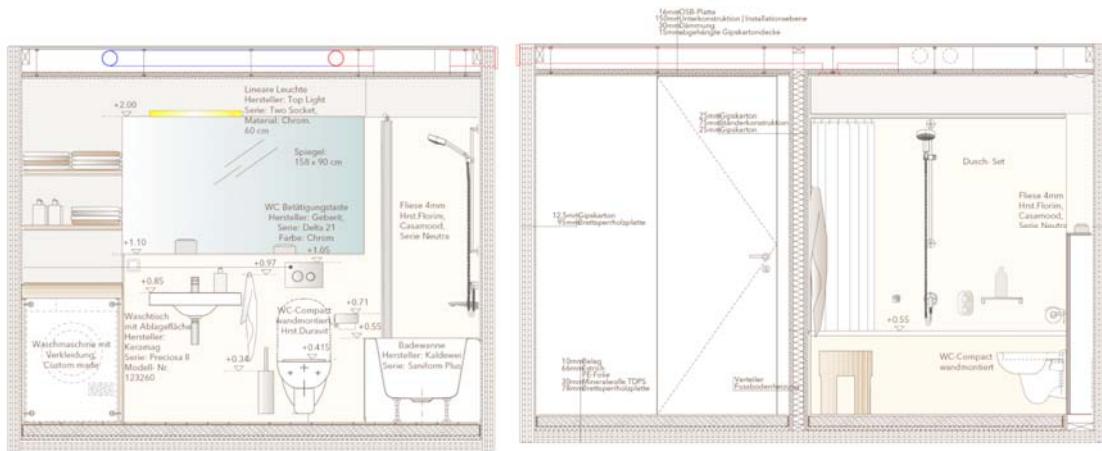
Vorschlag unseres Büros anlässlich eines Wohnbauwettbewerbes in Bad Aibling zusammen mit Arch. Mattheo Thun.



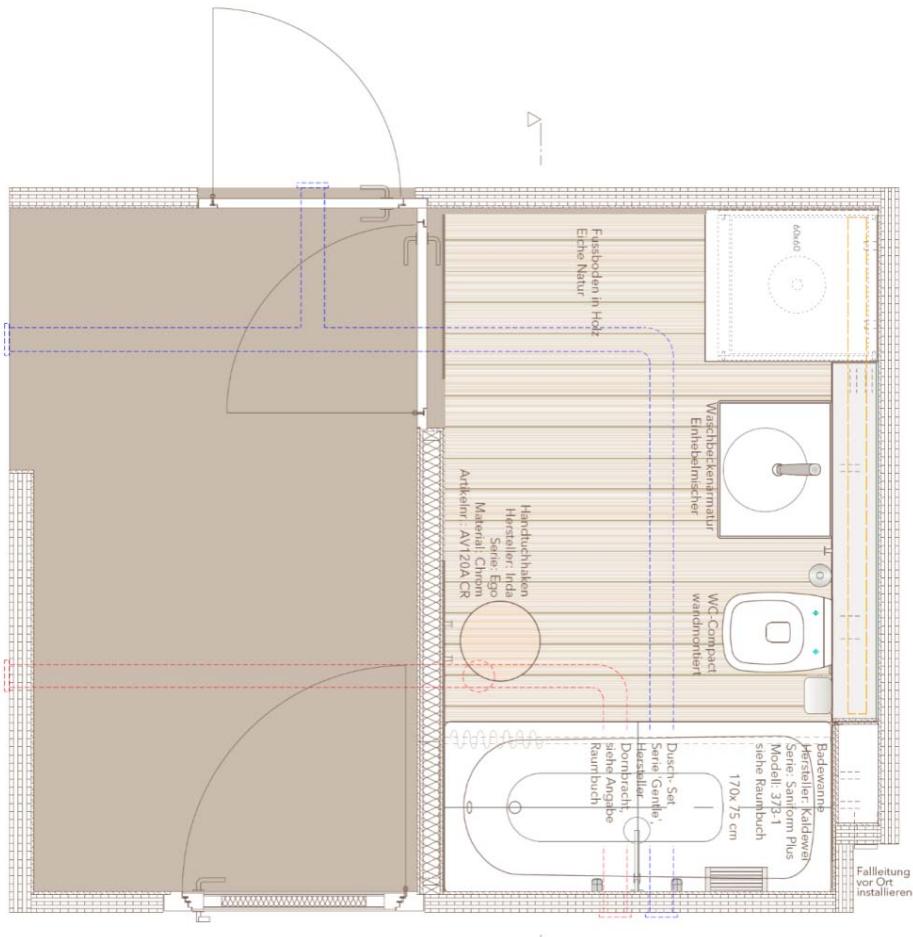
**Abb. 3.3:** Die Grundrisse des Passivhauses sind so entwickelt, dass sowohl die Nasszelle als auch die Erschließungszone als Raumzelle vorgefertigt werden können.



**Abb. 3.4:** Montagephase: Kombination Elementvorfertigung – Raumzellen



**Abb. 3.5: und Abb. 3.6:** Die Raumzelle aus Brettsperrholzwänden und Decken beinhaltet sämtliche Sanitär- und Lüftungsinstallationen inkl. der Anschlüsse für die Küchen. Somit kann fast die gesamte Haustechnik vorgefertigt auf die Baustelle gebracht werden.

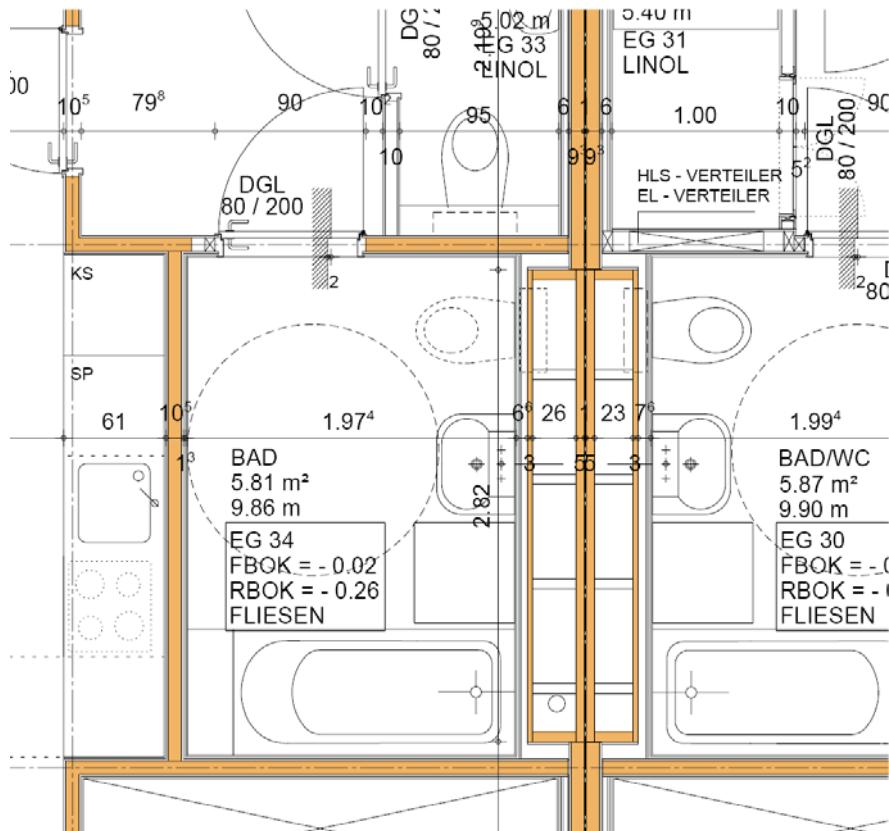


**Abb. 3.7:** (Fortsetzung) Abbildungen aus Wettbewerbsprojekt: Arge Architekten Hermann Kaufmann GmbH/ Matteo Thun & Partners

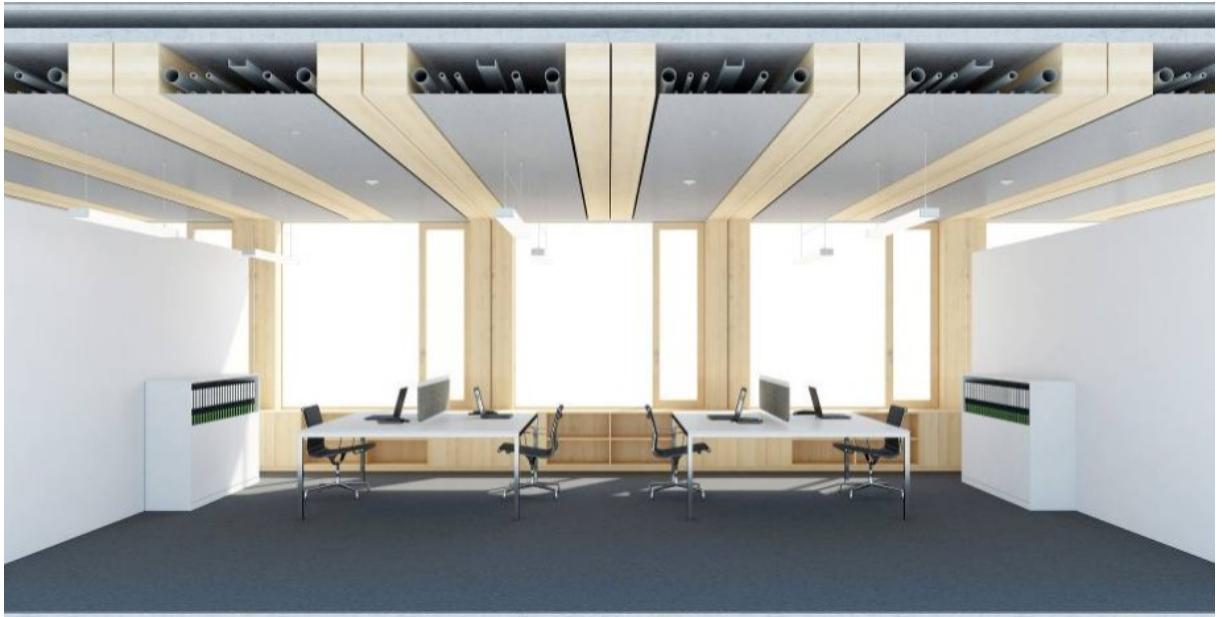
Die Vorfertigung eines kompletten, über drei Geschosse reichenden Installationskerns hatte erhebliche Vorteile im Bauablauf sowie in der Ausführungsqualität



**Abb. 3.8:** Die gesamten Sanitärinstallationen sowie die Steigstränge der Heizung wurden bereits in der Zimmerei eingebaut und als dreigeschossiges Element montiert.(Foto: H. Kaufmann)



**Abb. 3.9:** Grundriss der Installationswand



**Abb. 3.10:** Systematik LCT System (serielles Bausystem für große Bürogebäude und Hochhäuser)

Im seriellen Holzbau bietet sich theoretisch die Möglichkeit, Teile der Technischen Ausrüstung in die vorgefertigten Elemente zu integrieren. Beim LCT (Life Cycle Tower) System wurde überlegt, die Sprinkler-, Lüftungs- und Heizungsinstallation sowie Teile der Elektroinstallation (Beleuchtung, Brandmelder) im Werk in die Holz-Beton-Verbunddecken (HBV-Decken) zu integrieren.



**Abb. 3.11:** HBV-Decke mit integrierter Leitungsführung und Untersicht aus perforiertem Blech für Heizung, Kühlung und Akustik

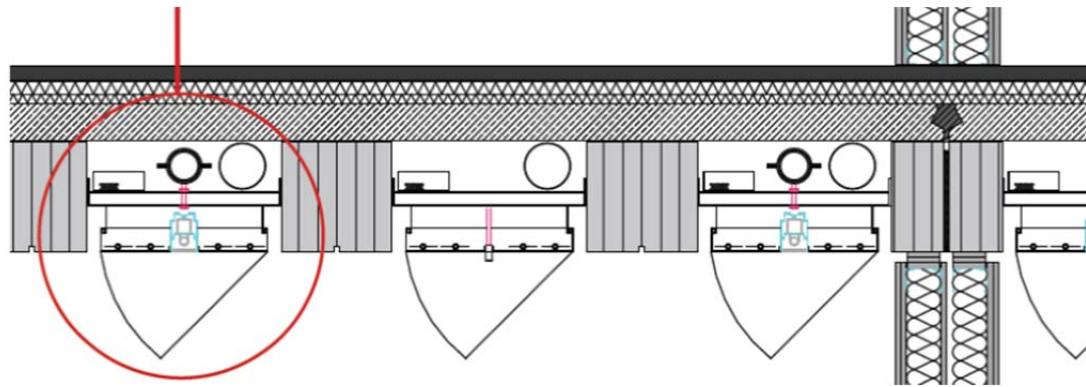


Abb. 3.12: Schnitt HBV Decke

Eine Alternative wurde überlegt, ob es nicht auch möglich ist, die haustechnischen Komponenten als vorgefertigte Einheiten auf der Baustelle zu montieren, was aber aus wirtschaftlichen und logistischen Gründen verworfen wurde.

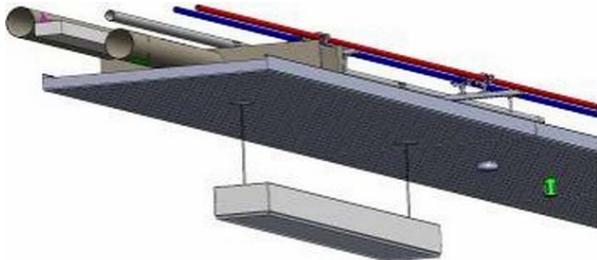


Abb. 3.13: Konzept einer vorgefertigten Haustechnikeinheit für die Montage vor Ort

In der tatsächlichen Ausführung stellte sich heraus, dass die Integration der Haustechnikkomponenten bereits im Werk aus logistischen Gründen nicht wirtschaftlich war. Die HBV-Elemente wurden im Betonfertigteilwerk gefertigt, wurden anschließend zwischengelagert, auf die Baustelle transportiert und nochmals zwischengelagert. Sowohl der schwierige zeitliche Ablauf, die Gefahr der Beschädigung insbesondere der Heiz- und Kühldecken beim Transport und Lagerung sowie bei der Montage führten zur Entscheidung, eine herkömmliche Vorortmontage auszuführen.



**Abb. 3.14:** Ausgeföhrte Variante: Montage in einzelnen Komponenten vor Ort.(Foto: H.Kaufmann)

## 4 Zusammenfassung

Grundsätzlich wird der Holzbau nur dann an Bedeutung gewinnen, wenn der derzeitig allgemein sehr unbefriedigende Bauprozess durch intensive und professionelle Vorfertigung verändert wird. Die Vorfertigung verlangt perfekte Vorausplanung und Bauvorbereitung, was im Zusammenhang mit der Fertigung im Werk und schneller Montage die Bauqualität entscheidend verbessert. Das darf aber nicht bei der Baukonstruktion und der Gebäudehülle enden, sondern muss ganz besonders auch die Haustechnik erfassen. Auch hier kann die notwendige Qualität nur durch Vorfertigung erzielt werden, was gerade für den Holzbau die Sicherheit im Gebrauch erhöht und die Langlebigkeit des Gebäudes positiv beeinflusst. Hier gibt es noch viel Entwicklungs- und Forschungspotential, denn im heutigen Baugeschehen spielt Vorfertigung bei den Haustechnikgewerken eine untergeordnete Rolle.



# **D Lösungsansätze einer holzbau-adäquaten Gebäudetechnik in Geschossbauten**

**S. Nussmüller, W. Nussmüller**

Arch. DI Stefan Nussmüller

Geschäftsführer Nussmüller Architekten ZT GmbH



1998-2001	Architekturstudium Universität Innsbruck (erster Abschnitt)
2001-2002	Technische Universität Graz
2002-2003	Technische Universität Delft, Niederlande (Erasmus)
2003	Praktikum bei De Nijl Stedenbow, Rotterdam
2003-2004	Praktikum bei SeArch, Amsterdam
2004-2005	Arbeitnehmer bei Nussmüller Architekten, Graz
2005-2007	Technische Universität Graz
2007	Abschluss Diplomstudium Architektur
2007-2013	Arbeitnehmer bei Nussmüller Architekten ZT GmbH
2013	Ziviltechnikerbefugnis
seit 2013	Geschäftsführung Nussmüller Architekten ZT GmbH

Arch. DI Werner Nussmüller

Geschäftsführer Seewood-Dienstleistungs GmbH



1977	Abschluss Diplomstudium Architektur (mit Auszeichnung)
1977-1980	Universitätsassistent Städtebau
1980-1981	Postgraduade Niederlande
1981-1995	Architekturbüro Gruppe 3 / Nussmüller-Peyker-Schuster
seit 1995	eigenes Architekturbüro (mit ca. 10 Mitarbeitern)
1993-1998	Lehrbeauftragter für Entwurfsbezogene Bauphysik an der TU Graz
1996-1999	Architekturbüro in Maribor   Slowenien
seit 1996	Obmann des Wohnbundes Steiermark
seit 2002	Nussmüller Architekten ZT GmbH mit Ingeborg Nussmüller
2002-2006	Präsident der Kammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten für Steiermark und Kärnten
seit 2007	Mitglied der Seewood GmbH   Ziel: Export des steirischen Holzbaus in den süd-osteuropäischen Raum
seit 2011	Lehrbeauftragter an der TU Maribor - Wohnbau und Entwerfen

## 1 Kernhaussiedlung Graz – Errichtung vor 30 Jahren

Als Einführung möchte ich mit meinem Wohnhaus, in dem ich wohne, beginnen.

Geplant waren 10 Holzhäuser. Aus feuerpolizeilichen Gründen mussten wir die Außenwände in Ziegel errichten. Um die Ziegelwand mit Holz verschalen zu können, benötigten wir 1982 ein Gutachten eines Linzer Experten, um dies genehmigt zu bekommen.

Übrig geblieben sind tragende Holzdecken, wo zwischen den Rippen Warmluft strömt. Als Boden nur eine Spanplatte und Parkett, um die Warmluft schnell in den Raum zu bringen. Das heißt, wir konnten keinerlei Installationen im Fußboden verlegen.



*Abb. 2.1: Kernhaussiedlung in Graz*

### 1.1 Zeitsprung: 2002-2004

Gewonnener Wettbewerb Volksschule Karl Morre in Graz und Volkschule Wildon

Beides konstruktiver Holzbau, beide mit sichtbaren Brettstapeldecken, ohne Estrich, um keine weitere Feuchtigkeit in den Holzbau zu bekommen. Aus schalltechnischen Gründen haben wir hier erstmals billige Betonplatten als Massenvermehrung verwendet, wodurch sich der Verlegeraum für Elektro auf 4 cm verringerte.

Sämtliche wasserführenden Leitungen, sowie Abwasser- und Fäkalieitungen befinden sich in Vorsatzschalen oder eigenen geschlossenen Bleckkanälen.

Trotz exakter Verlegepläne erfolgte die plangemäße Verlegung erst nach Entfernung der chaotisch “hinein geworfenen” Sanitär- und Elektroleitungen in 2 Klassenräumen. Die ausführenden Firmen waren es nicht gewohnt, nach Verlegeplänen zu arbeiten. Sie wählten immer den kürzesten, meist diagonalen Weg zwischen Verteiler und Auslass, was zu unzähligen unkontrollierten Kreuzungspunkten führte. Diese “Normalität“ auf unseren Baustellen führt zu einer stetigen Vermehrung der Kiesschüttung und Erhöhung des Fußbodenauflaufs. Vor allem im konstruktiven Holzbau bedeutet dies nicht nur eine Kostenvermehrung, sondern schafft auch versteckte Fehlerquellen, die nur durch immensen Aufwand zu orten und zu beheben sind.



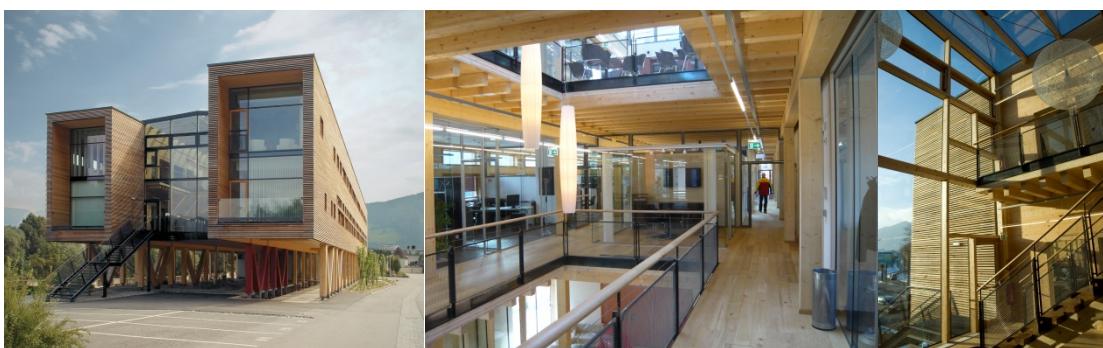
*Abb. 2.2: Volksschule Karl Morre in Graz*



*Abb. 2.3: Volksschule Wildon*

## 2 Themenwechsel - Bürobau

Wir konnten 2006 den Wettbewerb zur Planung und Bauleitung der Firmenzentrale von Mayr-Melnhof in Leoben gewinnen. Die gesamte Konstruktion natürlich in massivem Brettsperrholz. Ausgenommen von zwei Abflussleitungen sind sämtliche Nassinstallationen im Ausbau untergebracht. Heizkörper mit sichtbarer Zuleitung an der Wand, Elektro- und Computerleitungen in eigenen leicht zugänglichen Schächten, die im Mobiliar integriert sind.



*Abb. 2.4: Firmenzentrale Mayr-Melnhof in Leoben*

Wesentlich bei all diesen schadensminimierenden Planungen ist der Vorsatz, dass wasserführende Leitungen so zu verlegen sind, dass Schäden sofort sichtbar werden. Das austretende Wasser muss aus der Vorsatzschale auf die Oberfläche des Bodens austreten (siehe Detail Wohnbau Gradnerstrasse) oder, wie am Beispiel des Kindergartens Josefinum in Leoben ersichtlich, in einer abgehängten Decke verlegt werden, sodass im Schadensfall das Wasser "spürbar" von oben auf die Köpfe tropft.



*Abb. 2.5: Kindergarten Josefinum in Leoben*

Wesentlich zu einem Schadensfall im Holzbau ist nicht der “Rohrbruch”, sondern das “kleine Leck”, wo über Monate kleinste Tropfen entweichen und sich an unsichtbaren, nicht belüfteten Stellen verteilen.

Aus diesem Grund bin ich auch ein absoluter Gegner der “Abkapselung” der Tragkonstruktion aus brandschutztechnischen Überlegungen, wie dies derzeit im Wiener Raum produziert wird.

### **3 Fünfgeschossiger Holzbau in Holz Peter-Rosegger-Straße, Graz**

#### **3.1 Passivhaus – Plusenergie- Energieverbund**

Anhand dieses Beispiels möchte ich kurz das Thema unserer “Dämmungseuphorie” streifen. Seit ca. 8 Jahren suchen wir die Lösung des Klimawandels in vermehrter Dämmung, mechanischer Be- und Entlüftung und dichten Gebäudehüllen. Wir haben hier meines Erachtens die Grenzen einer “Normalität des Konstruierens” überschritten. 25 cm Mineralwolle auf 14 cm Brettsperholz in der Wand, 35 cm EPS auf 16 cm Brettsperholz am Dach. Dies um den jährlichen Heizenergiebedarf von akzeptablen 25 kWh/m<sup>2</sup>a auf 8 kWh/m<sup>2</sup>a zu reduzieren. Sehr wohl wissend, dass das Nutzerverhalten diese Werte jederzeit umkehren kann.



*Abb. 2.6: Mehrgeschossiger Wohnbau Peter-Rosegger-Straße Graz*

Der bei diesem Projekt geplante Energieverbund, das Austauschen von Energieüberschüssen zwischen verschiedenen Nutzern und unterschiedlichen Nutzungszeiten scheint mir ein Weg in die Zukunft. Hier ist noch immenser Aufwand im “Quartiersdenken” notwendig, sowohl in technischer, als auch in logistischer Sicht (Elektrizitätsgesetz und Wohnungseigentumsgesetz)

## 4 Zum Thema Installation und Wärmedämmung

- sämtliche Nass-Installationen in Holzbauten sind so zu verlegen, dass Schäden sofort sichtbar werden.
- sämtliche Installationen sind reparierbar und austauschbar zu planen.
- Die politisch gesetzten Ziele an einen Einzelbau sind bezüglich der dezent übertriebenen Anforderungen zu revidieren.

## 5 Abschließendes Beispiel

Als letztes Beispiel möchte ich Ihnen einige Details von einer Sanierung eines 60iger Jahre Hauses in Kapfenberg zeigen, wo unserer Meinung nach einige der oben aufgezeigten Punkte gelöst wurden:

- von 160 kWh/m<sup>2</sup>a auf 16 kWh/m<sup>2</sup>a
- sichtbare und servierbare Installation in der Außenhaut
- E80<sup>3</sup>
  - 80% CO<sub>2</sub> Einsparung
  - 80% Energiereduktion
  - 80% Alternativenergie

Bei all diesen technischen Betrachtungen ist jedoch zu berücksichtigen, dass dies alles nur mit "guter Architektur" verkaufbar ist und der Schlüssel zum Erfolg in einer konstruktiven Teamarbeit zwischen allen Fachplanern liegt.



*Abb. 2.7: Links: Impression des Gebäudes; Rechts: Vorgefertigtes Fassadenelement*



## **E Entwurfskonzepte zur Gebäudetechnik für Hotelbauten in Holzbauweise**

**H. Ronacher**

Arch. DI Dr. Herwig Ronacher



1955	geboren in Gmünd/Kärnten
1974-1979	Architekturstudium a. d. TU Wien
1979	Diplom bei E. Hiesmayr
1979-1981	Mitarbeit im Architekturbüro Hiesmayr in Wien
1983-1986	Universitätsassistent am Institut für ländl. Siedlungswesen an der TU Graz bei F. Riepl
seit 1984	Architektenbefugnis
seit 1987	gemeinsames Büro mit Andrea Ronacher
1988	Dissertation über Kombination von Holz- und Massivbauweise
	Mitglied des IBO-Architektenforums
	Mitglied der IG Passivhaus Kärnten
1984-1990	mehrfache Auszeichnung mit dem Kärntner Landes- und Anerkennungspreis für gutes Bauen
1986	Auszeichnung für vorbildliches Bauen in Niederösterreich
1992	Verleihung des Viktor Geramb Dankzeichens Steiermark
1994	Anerkennung im Rahmen der Staatspreisverleihung für Tourismus und Architektur
1998	Architekturbuch „Architektur und Zeitgeist“
2002	Österreichischer Eurosolarpreis
2003	Kärntner Holzbaupreise – Anerkennungen
	Österreichischer Eurosolarpreis – Anerkennung
2005	Energy Globe 2005 – Landessieger Kärnten
2007	Steirischer Holzbaupreis
	Bramac – Steildachpreis
2011	Energy Globe Landessieger, Salzburg
	Energy Globe Kategorie Erde, Kärnten
2013	Architekturbuch „Die Mitte und das Ganze“

# 1 Grundsätze des ökologischen Entwerfens

## 1.1 Ökologie und Baubiologie im Einklang

Ökologie und Baubiologie sind die wesentlichen Ansätze für ein naturnahes, menschengerechtes Bauen. Dem Baustoff Holz kommt dabei eine zentrale Bedeutung zu. Wie für das Bauen im Allgemeinen, ist aufgrund der brisanten Klimasituation natürlich auch für die Hotellerie Energieeffizienz sowohl für die Gebäudehülle als auch für die Haustechnik von großer Bedeutung. Am Ende des Vortrages werden zu diesem Thema zwei Forschungsberichte vorgestellt.

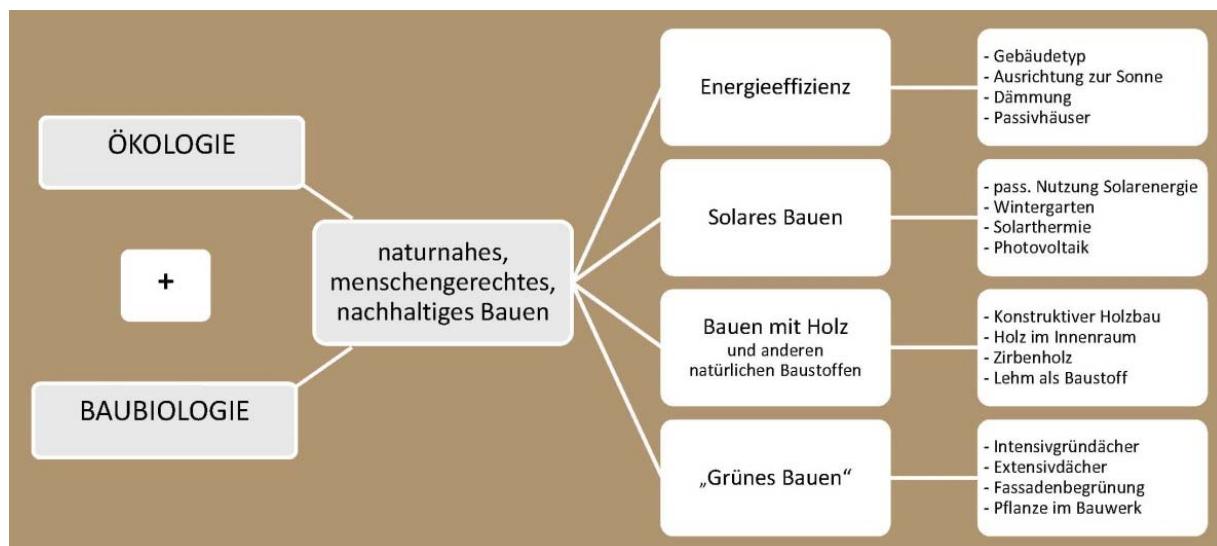
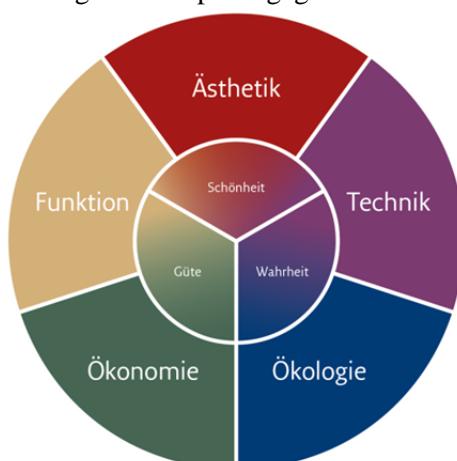


Abb. 1.1: Schaubild Ökologie und Baubiologie im Einklang

## 1.2 5 Aspekte für gutes Bauen

Ästhetik, Funktion, Technik, Ökonomie, Ökologie — diese fünf Aspekte stehen in Wechselwirkung zueinander. Sie bedingen einander, sie können einander widersprechen, sie können gegeneinander „kämpfen“. Dabei verhält es sich wie im Leben der Menschen: Wird ein Aspekt übermäßig auf Kosten der anderen, geschieht dies nicht zum Wohle des Individuums. Es schadet uns und anderen. Der Sieg eines Aspekts gegenüber einem anderen verschlechtert das Gesamtergebnis.



Je ausgewogener die Gewichtung der einzelnen Aspekte (Elemente), desto besser ist das Ergebnis, der Weg der Mitte ist der Königsweg. Erst wenn ökologisches und ökonomisches Denken vereint werden, ist wirklich nachhaltiges Planen und Bauen möglich.

Das Zusammenspiel von Holz- und Trockenbau mit dem gesamten Komplex der Haustechnik stellt eine der zentralen Herausforderungen für die Bewältigung einer ausgewogenen Gewichtung dieser 5 Aspekte dar: Dabei sollte uns immer bewusst sein, dass Haustechnik ein „dienendes“ Element darstellt und sich den Bedürfnissen der Menschen zu unterwerfen hat.

Abb. 1.2: 5 Aspekte für gutes Bauen (Quelle: H. Ronacher)

### 1.3 Gewinnmaximierende und verlustminimierende Strategien

Um ein energieeffizientes Gebäude zu realisieren, ist die Ausformung des Baukörpers von zentraler Bedeutung. Wir unterscheiden dabei zwischen gewinnmaximierenden und verlustminimierenden Strategien. Wesentliche Vorgaben sind die Entwurfsgütezahl, das Oberflächen/Volums-Verhältnis sowie die Eignung eines Gebäudes für solare Gewinne bei Dach und Fassade.

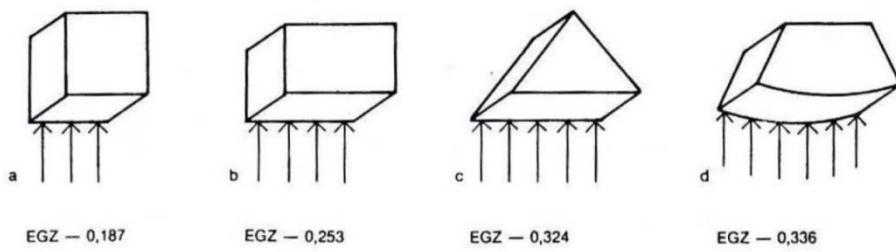
#### Gewinnmaximierende Strategie

Hilfsmittel um Optimum eines gewinnmaximierenden Baukörpers zu finden ist die **Entwurfsgütezahl EGZ**.

$$\text{EGZ} = F_{\text{Süd}} / A_{\text{ges}}$$

$F_{\text{Süd}}$  = Projektion der wirksamen aktiven Flächen auf eine genau südorientierte Ebene

$A_{\text{ges}}$  = gesamte Außenoberfläche des Gebäudes



[Quelle: POKORNY, W. (1982) Die Entwurfsgütezahl von Solarhäusern. Energie 80. Jg. 3, Heft 3]

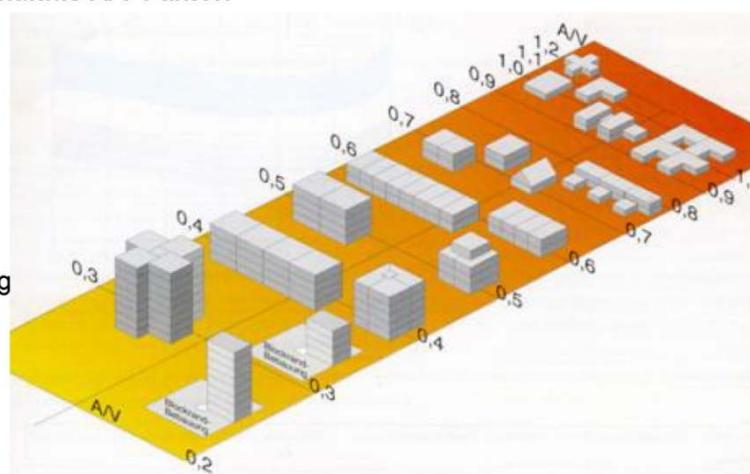
*Abb. 1.3: Entwurfsgütezahl dargestellt an verschiedenen Baukörpern*

#### Verlustminimierende Strategie

Hilfsmittel um die Kompaktheit eines Baukörpers zu definieren ist das **Oberflächen/Volums-Verhältnis A/V-Faktor**.

Der A/V-Faktor ist das Verhältnis der Außenoberfläche zum umschlossenen Volumen.

Starke Fassadengliederung ungünstig für Kompaktheit



[Quelle: Land Baden-Württemberg, Wirtschaftsministerium (Hrsg.) (2004) Solarfibel]

*Abb. 1.4: Oberflächen/Volums-Verhältnis A/V-Faktor dargestellt an verschiedenen Baukörpern*

## 1.4 Holzbau und Solares Bauen – Anwendung von Solarthermie und PV

Wie vorne beschrieben, ist die grundsätzliche Wahl eines Baukörpers maßgeblich dafür, ob dieser dafür geeignet ist, als Träger von Solarthermie und Photovoltaik zu dienen. In der Folge werden die drei grundsätzlichen Lösungen: dachintegriert, fassadenintegriert und naturraumintegriert aufgezeigt. Traditionell spielt die dachintegrierte Lösung die wichtigste Rolle. Diese verfügt nach wie vor über einen – in der Regel – höheren Wirkungsgrad. In den letzten Jahren haben sich fassadenintegrierte Lösungen stark entwickelt. Je nach Situation haben beide Möglichkeiten ihre Berechtigung. Erst wenn diese beiden nicht ausreichen oder keine optimalen Voraussetzungen bieten, sollte auf naturraumintegrierte Lösungen zurückgegriffen werden.

Speziell in ländlichen Regionen, ist ein nach Süden ausgerichtetes Steildach nach wie vor eine gute Option, dass hohe Wirkungsgrade erzielt werden können und gleichzeitig ortgebundene Lösungen gefunden werden. Als Minimalneigung für die Schneefreiheit im Winter, haben sich dabei  $35^\circ$  Dachneigung als Untergrenze herausgestellt. Natürlich ist dabei auf ein sicheres Abrutschen der Schneemassen Augenmerk zu legen, um die Gefährdung von Menschen auszuschließen.

Bei Solarthermie verringert sich bei flacher geneigten Dächern der Wirkungsgrad sehr stark. Dazu kommt, dass in der Regel ja im Winter bei flacher Sonne die höchsten Erträge benötigt werden. Zudem erhöht sich die Gefahr von Kondensatbildung bei Solarkollektoren unter  $25^\circ$  Dachneigung.

Für die Photovoltaik sind flachere Neigungen weniger problematisch. Dennoch gilt auch hier, dass in der Regel im Winter die größten Erträge benötigt werden. Schneesäcke bzw. Schneestau und Eisbildung haben in den letzten Jahren vor allem bei PV-Anlagen zu großen Schäden geführt.

Für ästhetisch befriedigende Lösungen ist jedenfalls eine umfassende Entwurfs- und Detailplanung für das solare Bauen erforderlich. Die in der Folge gezeigten Beispiele zeigen integrierte Solarlösungen für Dach, Fassade und Naturraum.

### 1.4.1 Dachintegrierte Solarlösungen



**Abb. 1.5 bis Abb. 1.8:** Kärnten Badehaus Millstatt, Energie Plus Haus Weber, LKH Laas, Sanitärbau Gebäude Campingplatz Knaller; Fotonachweis: M.3D Manhartsberger KG, Hannes Pacheiner, LKH Laas, Architekten Ronacher ZT GmbH

#### 1.4.2 Fassadenintegrierte Solarlösungen



*Abb. 1.9: bis Abb. 1.12: Arche des Waldes, Wettbewerbsprojekt Hotel Garni, PV VS Hermagor, Wohnhaus bei Villach  
Fotonachweise: Mag. Gabriele Moser, M.3D Manhartsberger KG, Christian Theny,  
Architekten Ronacher ZT GmbH*

#### 1.4.3 Naturraumintegrierte Solarlösungen



*Abb. 1.13 und Abb. 1.14: Wohnhaus bei Finkenstein, Wettbewerbsprojekt Hotel 4\*\*\*\* Mösern  
Fotonachweise: Architekten Ronacher ZT GmbH, M.3D Manhartsberger KG*

## 1.5 Holz als Baustoff – Holz in der Hotellerie

### 1.5.1 Grundsätzliches zum Holzbau

Längst sind die Zeiten vorbei, in denen der Baustoff Holz nur für Einfamilienhäuser oder andere kleine Bauaufgaben wiederentdeckt wurde. Auch bei größeren Wohnbauten, öffentlichen Gebäuden und vor allem Bauten für den Tourismus ist der Einsatz des Baustoffes Holz auch für tragende Strukturen wieder selbstverständlich.

Blieb der Baustoff Holz für touristische Bauten in der Nachkriegszeit bis in die 80er Jahre des letzten Jahrhunderts fast ausschließlich auf die Herstellung von Dachstühlen und die dekorative Ausgestaltung von Innenräumen und Fassaden beschränkt, wurden in den letzten 3 Jahrzehnten zunehmend auch Hotels bzw. Ferienanlagen bis hin zu Wellnesseinrichtungen und Schwimmhöfen im Baustoff Holz errichtet. Die großen Vorteile dieses Baustoffs werden für diesen Bereich des Bauens zunehmend erkannt und geschätzt.

Folgende Argumente sprechen für den Einsatz des Baustoffs Holz in der Hotellerie:

1. ÖKOLOGIE: Holz ist CO<sub>2</sub> neutral
2. BAUBIOLOGIE: Holz ist gesund - keine Schadstoffe / antibakteriell
3. ÖKONOMIE: Holz ist die heimische Ressource - 1/3 des Waldes ungenutzt
4. BAUTECHNIK: statisch die besten Eigenschaften - Tragkraft / Eigengewicht
5. ÄSTHETIK: Holzbauten für Tradition und Moderne – vom Gast geliebt
6. BAUZEIT: Mit Holz geht's schnell, sauber und trocken
7. EMOTION: Holz möchte gespürt werden, samt seiner baulichen Struktur

### 1.5.2 Gedanken zum Bauen für die Hotellerie

Für unser persönliches architektonisches Schaffen ist der Entwurf und die bauliche Umsetzung von Hotelbauten innerhalb der letzten zwei Jahrzehnte zur tragenden Säule unserer Arbeit geworden. Die Tätigkeit in diesem Bereich ist von einem hohen Maß an Kontinuität bestimmt, denn einige Hotelanlagen wurden schon sieben bis acht Mal erweitert und ihre Kubatur somit bereits vervielfacht. Diese vielen Erweiterungen stehen daher naturgemäß in einem Spannungsfeld zwischen dem Erhalt des Bestandes und der Innovation, denn einerseits müssen immer neueste Trends erkannt werden und in die Planung einfließen, andererseits sollte das Gesamtwerk nach jeder Erweiterung ein harmonisches Ganzes ergeben.



**Abb. 1.15:** Außenansicht Mountain Resort Feuerberg - 8. Baustufen in 8 Jahren  
Fotonachweis: Mountain Resort Feuerberg

## 2 Installationen in touristischen Holzbauten Herausforderungen – Ziele – Lösungen

### 2.1 Grundsätzliches

Der Anteil an Haustechnik innerhalb des gesamten Bauvolumens ist in den letzten Jahrzehnten durch die hohen Ansprüche des Komforts der Gäste, aber auch durch ständig steigende Energieeffizienz, stark gestiegen. Speziell innerhalb des Holzbau ist eine qualifizierte, interdisziplinäre Planung zwischen Architekt, Interieurdesigner, Statiker, Bauphysiker und Haustechnikplanern unumgänglich geworden, um ästhetisch und technisch befriedigende bzw. nachhaltige Lösungen anbieten zu können.

#### Die Herausforderung

- Die Haustechnik erschwert die Vorgaben, für gute Gesamtergebnisse von Gebäuden und wirft eine große Zahl an Problemen und Fragen auf.
- In der Bewältigung der Probleme liegt aber auch die Chance, zu innovativen und intelligenten Lösungen zu gelangen!

#### Das Ziel

Es ist wie bei einem gesunden Körper:

Die Summe der Ver- und Entsorgungsleitungen entsprechen den Adern, Nervenbahnen, etc. des menschlichen Körpers und sollten mit Knochen, Muskeln und Gewebe eine funktionelle und ästhetische Einheit bilden (offene Gedärme sind nicht wirklich ästhetisch).

### 2.2 Lüftungstechnik

Lüftungsleitungen verfügen innerhalb der gesamten Haustechnik über die größten Querschnitte. Ihre Integration in das gesamte Baugefüge stellt daher in der Hotellerie die am schwierigsten zu bewältigenden Aufgaben dar. Folgende Räume von Hotelanlagen sind in der Regel zu be- und entlüften: Küchen, Restaurant, Wellnessanlagen – im speziellen Schwimmbäder, sowie die Bäder der Hotelzimmer.

Für die Be- und Entlüftung von Hotelzimmern bzw. deren Bädern gibt es grundsätzlich die Möglichkeit von zentralen Lüftungsanlagen oder von Einzellüftungen. Die Vorteile von zentralen Lüftungsanlagen liegen vor allem in der Möglichkeit der Wärmerückgewinnung, sind aber in der Anschaffung teurer. Bei Altbauten bzw. kleineren Erweiterungen sind meist die dezentralen Lösungen von Vorteil.

Bei einem hohen Anteil an Haustechnik im Baugeschehen ist es üblich geworden, generell durch abgehängte Decken die Haustechnik zu „verstecken“.

Für Hotelbauten aus Holz, mit dem Anspruch von zumindest teilweise sichtbar bleibender Primär- und Sekundärkonstruktion des Holzbau, müssen andere Wege und Lösungen gesucht werden, um die ästhetische Qualität von Sichtkonstruktionen nicht zu verlieren. In der Folge werden einige, grundsätzliche Möglichkeiten aufgezeigt, durch integrative Systeme an die jeweilige Situation angepasste Lösungen zu finden. Dabei geht vor allem darum, einerseits die technische Aufgabe der Haustechnik so ökonomisch wie möglich zu erfüllen, und andererseits das Potenzial des Baustoffs Holz und dessen Gestaltungsmöglichkeit im konstruktiven Baugefüge soweit wie möglich sichtbar bzw. raumbildend und gestaltgebend zu belassen.

### 2.2.1 Grundsätzliche Möglichkeiten von Leitungsführungen bei Holzkonstruktionen

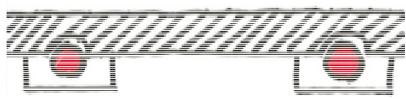
#### Sichtbar - verkleidete - Speziallösungen durch integrative Systeme



*Abb. 2.1: Leitungsführungen sichtbar führen*



*Abb. 2.2: Leitungsführungen verkleiden  
(abgehängte Decken)*



*Abb. 2.3: Leitungsführungen der Situation anpassen*



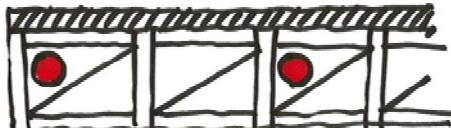
*Abb. 2.4: Ausnutzung des Momentenverlaufes durch Ausklinken der Konstruktion*



*Abb. 2.5: Ausnutzung des Momentenverlaufes durch Durchdringen der Konstruktion*



*Abb. 2.6: Auflösung der Konstruktion durch Nutzung des Momentenverlaufes z.B.: Kombination von Brettsperrholz- und Rippendecke*



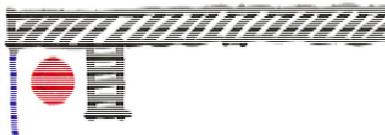
*Abb. 2.7: Auflösung der Konstruktion in ein Holzfachwerk*



*Abb. 2.8: Parallelführung zur Primärkonstruktion*



*Abb. 2.9: Parallelführung zur Balkenlage – Balken bleiben sichtbar; z.B.: 50% Akustikdecke bzw. integrierte Deckenleuchten*



*Abb. 2.10: Parallelführung zum Randbalken  
Balken bleiben sichtbar  
z.B.: für Lüftungsleitung bei Schwimmäbädern*

### 2.2.2 Beispiele von individuellen Lösungen bei ebenen Holzdecken



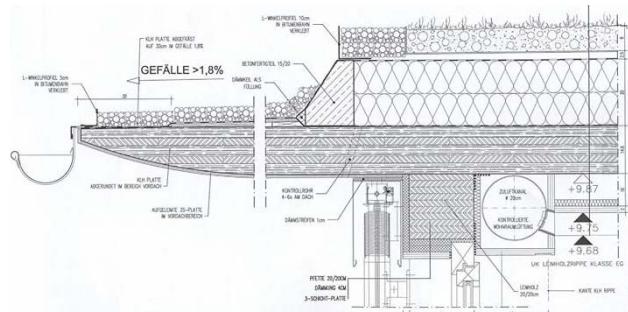
**Abb. 2.11:** Eingangshalle Hotel Kreuzwirt – Weissensee  
Fotonachweis: Hotel Kreuzwirt



**Abb. 2.12:** „Kerzenzimmer“ im Badehaus Millstatt  
Fotonachweis: Hannes Pacheiner



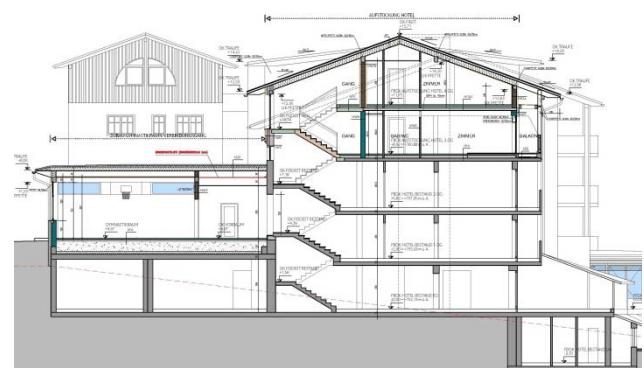
**Abb. 2.13:** Klassenzimmer der VS Hermagor mit kontrollierter Wohnraumlüftung  
Fotonachweis: Arch. Ronacher ZT GmbH



**Abb. 2.14:** Detail Rippendecke VS Hermagor,  
Rippe endet vor Auflager für Lüftung,  
Anschluss Fenster zur KLH-Decke



**Abb. 2.15:** Mehrzweckraum Hotel Brennseehof  
Fotonachweis: Hotel Brennseehof

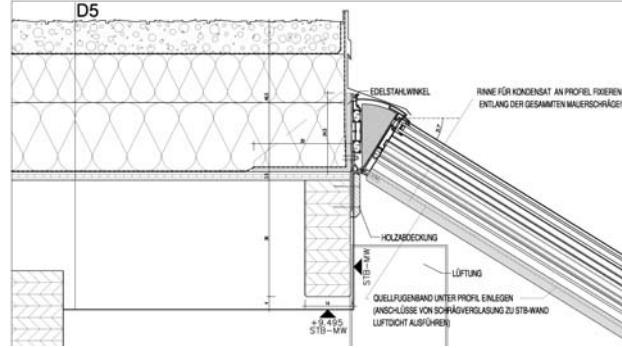


**Abb. 2.16:** Schnitt durch Hotel und Mehrzweckraum

### 2.2.3 Beispiele von individuellen Lösungen bei Schwimmbädern mit ebenen Decken



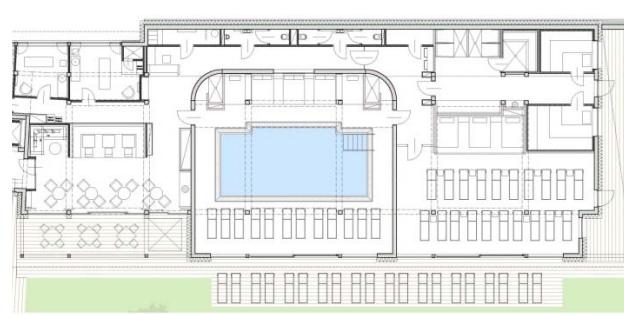
**Abb. 2.17:** Schwimmbadhalle „Die Wasnerin“  
Fotonachweis: Arch. Ronacher ZT GmbH



**Abb. 2.18:** Lüftungsleitung zwischen Primärträger und Schrägliegung, Hotel „Die Wasnerin“



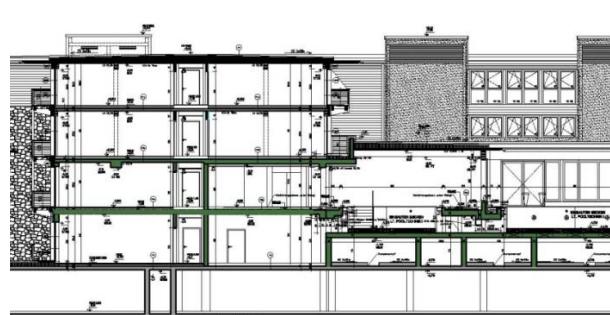
**Abb. 2.19:** Hotel Bauernhofer – Brandlucken  
Lüftungsleitung im Randbereich  
Fotonachweis: Harald Eisenberger



**Abb. 2.20:** Grundriss Schwimmbad- und Wellnessbereich.  
Die südlichste Zone verfügt über eine  
Brettsperrholzdecke



**Abb. 2.21:** Hotel Sonnenalpe – Nassfeld  
Lüftung bleibt auf den massiven Bauteil  
beschränkt (auskragende Decke).  
Holzkonstruktion bleibt sichtbar.



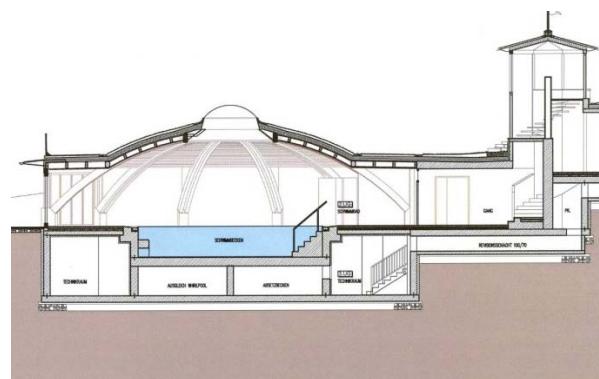
**Abb. 2.22:** Schnitt Schwimmbad- und Wellnessbereich.  
Holzbalkendecke ruht auf auskragender  
Balkonkragplatte.

#### 2.2.4 Spezielle Lösungen bei Schwimmbadkuppeln



**Abb. 2.23:** Schwimmbadkuppel im der daberer. das biohotel – St. Daniel Die Zuluftleitungen zur zentralen Kuppel werden zwischen den gebogenen Primärträgern geführt.

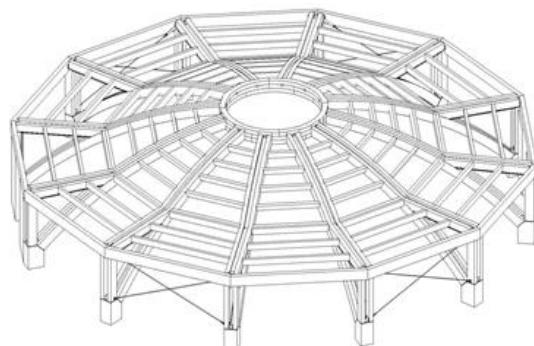
Fotonachweis: der daberer. das biohotel



**Abb. 2.24:** Schnitt Schwimmbadkuppel der daberer. das biohotel – St. Daniel Die Holzkuppel befindet sich unter Terrain und ist mit Gründach gedeckt.



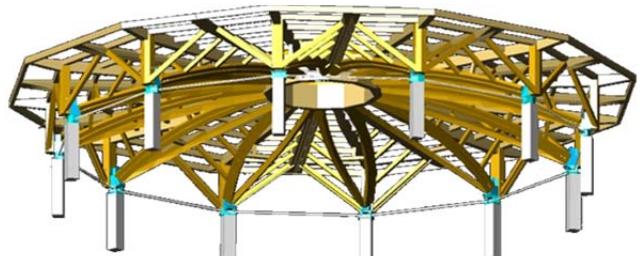
**Abb. 2.25:** Kuppel Hotel Larimar - Stegersbach  
Fotonachweis: Arch. Ronacher ZT GmbH



**Abb. 2.26:** 3D-Zeichnung Kuppel Hotel Larimar  
Lüftungsführung wie bei Abb. 2.23.



**Abb. 2.27:** Kuppel Hotel Kärntnerhof – Heiligenblut  
Fotonachweis: Arch. Ronacher ZT GmbH



**Abb. 2.28:** 3D-Zeichnung Kuppel Hotel Kärntnerhof  
DI Kurt Pock

## 2.3 Heizungsinstallation – Darstellung der verschiedenen Möglichkeiten

### 2.3.1 Grundsätzliches

Von den beiden Möglichkeiten der Radiatorenheizungen einerseits und den Flächenheizungen (Fußboden- und Wandheizungen) andererseits, wird in der Hotellerie vornehmlich die Radiatorenheizung - vor allem aus Gründen der geringen Trägheit, aber auch aus Kostengründen - ausgeführt. Ein zu lösender Widerspruch ergibt sich aus der Forderung, möglichst großer Aussichtsflächen bzw. Fensterfronten bzw. aus dem Wunsch nach viel Glas und ausreichend Platz für den Radiator möglichst unter den Fensterflächen.

Durch die Möglichkeit der 3-Scheibenverglasung bei energieeffizienten Gebäuden, kann der Radiator durchaus an auch an den Seitenwänden in Fensternähe positioniert werden.

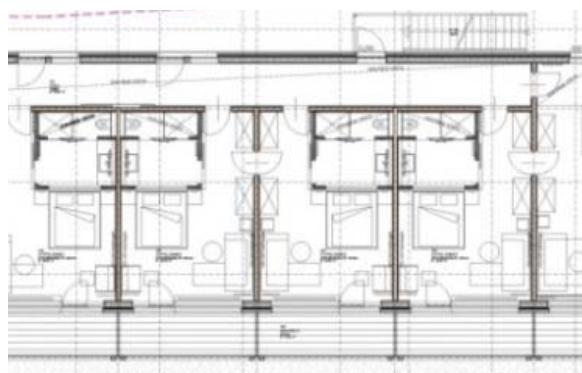
Alternativ werden auch Beispiele mit Wandheizungen gezeigt, deren Anwendungen in Hotels mit Holzbau und hohen Behaglichkeitsansprüchen - in Kombination mit Lehmputz eine interessante Alternative darstellen, indem die Fensterfront zur Gänze aufgeglast werden kann.

Auch Fußbodenheizungen können diese Vorgabe lösen.

### 2.3.2 Radiatorenheizung - Anwendungsbeispiele



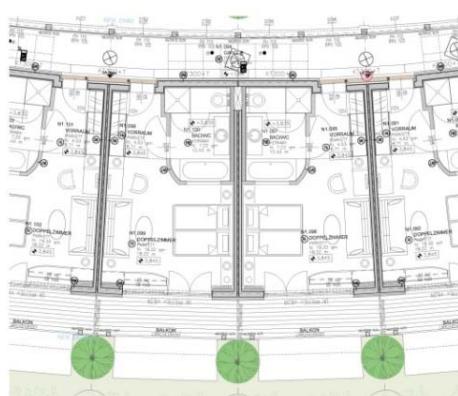
**Abb. 2.29:** Standardzimmer im Hotel Bauernhofer  
Fotonachweis: Hotel Bauernhofer



**Abb. 2.30:** Grundriss Standardzimmer  
niedriger Heizkörper vor großer Glasfläche



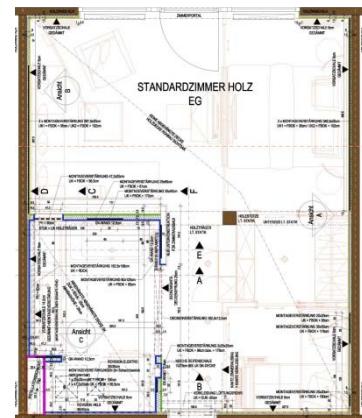
**Abb. 2.31:** Standardzimmer „Die Wasnerin“  
Fotonachweis: Hotel Wasnerin Betriebs GmbH



**Abb. 2.32:** Grundriss Standardzimmer  
Heizkörper im Parapetbereich



**Abb. 2.33:** Familienzimmer im Hotel Sonnenalpe  
Fotonachweis: FMTG-Falkensteiner Michaeler Tourism Group



**Abb. 2.34:** Grundriss Standardzimmer  
Heizkörper vor Parapet

### 2.3.3 Fußboden-, Wand- und Deckenheizung – Anwendungsbeispiele



**Abb. 2.35:** Seminarräum im Energie Plus Haus Weber;  
Wandheizung in Trockenbauweise in der schrägen Decke.  
Fotonachweis: Harald Eisenberger



**Abb. 2.36:** Wandheizung in Lehmputz im  
Energie Plus Haus Weber  
Fotonachweis: Arch. Ronacher ZT GmbH



**Abb. 2.37:** Wohnbereich im Energie Plus Haus Weber  
Fotonachweis: Hannes Pacheiner



**Abb. 2.38:** Ruheraum im Kärnten Badehaus  
Fußbodenheizung in Estrich auf Holzdecken  
Fotonachweis: Hannes Pacheiner



**Abb. 2.39:** Wohnraum im Energie Plus Haus Weber  
Fußbodenheizung in Estrich  
Fotonachweis: Hannes Pacheiner



**Abb. 2.40:** Passivhaus-Schwimmbad Hotel Edelweiss  
Fußbodenheizung in Estrich  
Fotonachweis: Klaus Bauer



**Abb. 2.41:** Zimmer im daberer. das biohotel  
Fußbodenheizung in Estrich  
Fotonachweis: Mag. Gisela Erlacher

### 2.3.4 Radiatoren – Deckenheizung bei sichtbaren Holzkonstruktionen



**Abb. 2.42:** Turnsaal VS Lieserhofen  
Fotonachweis: Arch. Ronacher ZT GmbH



**Abb. 2.43:** Turnsaal VS Ebene Reichenau  
Fotonachweis: Arch. Ronacher ZT GmbH

## 2.4 Sanitärinstallationen

Für die Sanitärinstallationen im Holzbaubereich gibt es verschiedene Entwurfsansätze, nämlich:

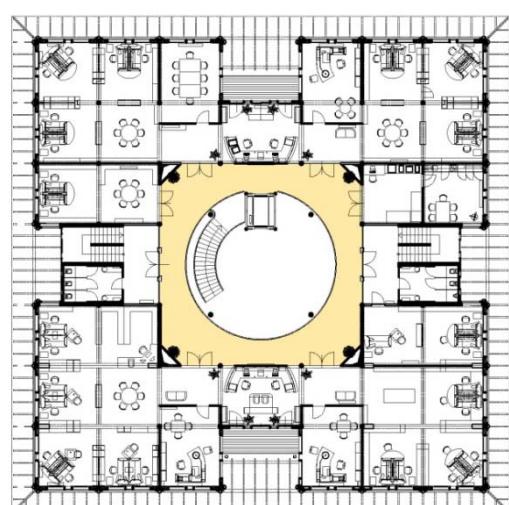
- die Schaffung massiver Kerne innerhalb des Baugefuges aus Holz, um Risiken von Feuchtigkeitsschäden aus dem Holzbaubereich auszulagern (siehe zwei Beispiele unten, ÖBF Gebäude Purkersdorf aus Holz mit zwei massiven Treppenhäusern und Sanitäreinheiten) und LKH Laas mit vorgebauten Sanitärtürmen.
- Der Einbau von Sanitärzellen innerhalb des Holzgefüges in konventioneller Bauweise mit entsprechenden, hochwertigen Gebäudeabdichtungen.
- Der Einbau von Fertig-Sanitärzellen wird vor allem bei Großhotelanlagen immer wieder diskutiert (scheiterte aber bei den von uns geplanten Objekten bislang an den Mehrkosten in einer Kostengegenüberstellung während der Ausschreibungsphase).

In der Hotellerie hat sich die Koppelung zweier Bäder – Rücken an Rücken – vor allem aus leitungs- und schalltechnischen Gründen bewährt, obwohl in der Regel die beiden Vertikalschächte getrennt geführt werden.

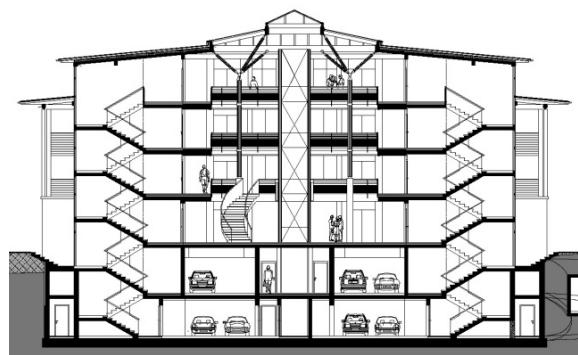
### 2.4.1 Mischkonzepte, massive Kerne, Umgehung des Holzbaukörpers



**Abb. 2.44:** ÖBF-Gebäude, Purkersdorf  
Massiver Stiegen/Sanitärkern innerhalb des Holzbaukörpers; Fotonachweis: ÖBF AG



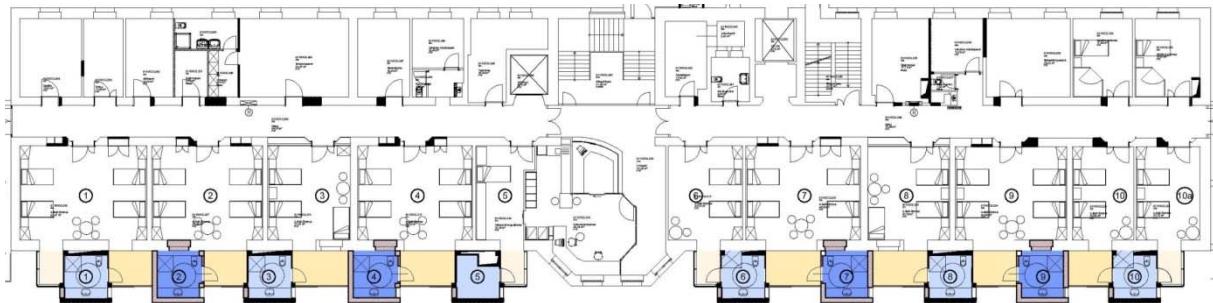
**Abb. 2.45:** Kreisförmiger Luftraum des ÖBF-Gebäudes  
Fotonachweis: ÖBF AG



**Abb. 2.46 und Abb. 2.47:** Grundriss und Schnitt durch das ÖBF Gebäude



**Abb. 2.48:** LKH Laas, Kötschach-Mauthen; Gebäude aus dem Jahre 1930 mit Holzbalkendecken wurde 1997 mit neuen Sanitärtürmen ausgestattet (Umgehung der alten Holzdecken und Raumgewinn). Fotonachweis: LKH Laas



**Abb. 2.49:** Grundriss LKH Laas, Kötschach-Mauthen; Die hellblauen Sanitärtürme wurden 1997 erweitert. Die dunkelblauen Sanitärtürme sollen im Herbst 2014 ergänzt werden.

## 2.4.2 Standardlösungen im Sanitärbereich für Hotelbauten aus Holz



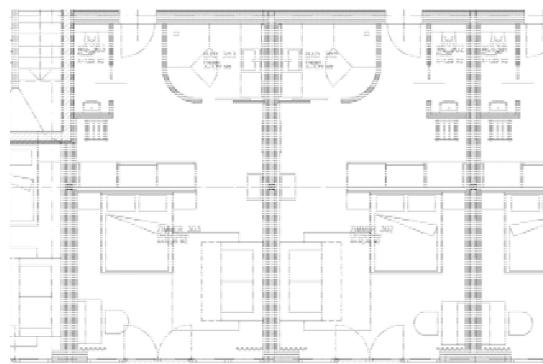
**Abb. 2.50:** Hotel Sonnenalpe, Fotonachweis: FMTG – Falkensteiner Michaeler Tourism Group



**Abb. 2.51:** Grundriss Hotel Sonnenalpe



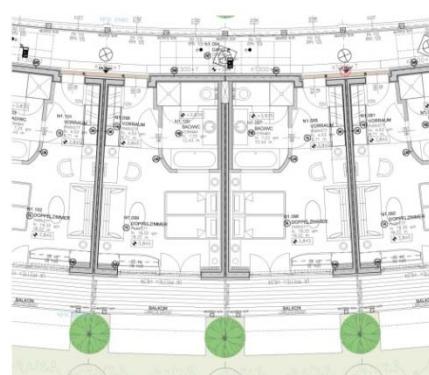
**Abb. 2.52:** Zimmer im der daberer. das biohotel.  
Fotonachweis: der daberer. das biohotel



**Abb. 2.53:** Grundriss  
der daberer. das biohotel



**Abb. 2.54:** Badezimmer Hotel „Die Wasnerin“  
Fotonachweis: Hotel Wasnerin Betriebs GmbH



**Abb. 2.55:** Grundriss Hotel „Die Wasnerin“



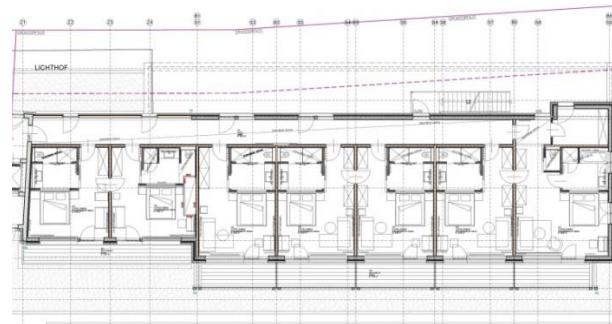
**Abb. 2.56:** Sanitäranlage Hotel Brennseehof  
Fotonachweis: Hotel Brennseehof



**Abb. 2.57:** Grundriss Hotel Brennseehof

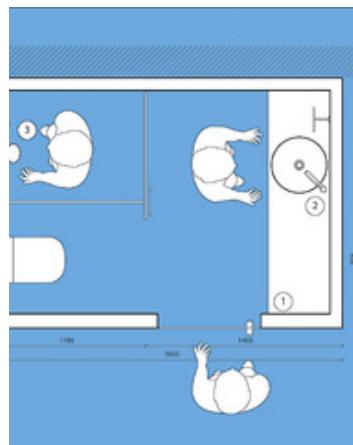


*Abb. 2.58: Zimmer Hotel Bauernhofer  
Fotonachweis: Harald Eisenberger*



*Abb. 2.59: Grundriss Hotel Bauernhofer*

### 2.4.3 Fertig-Sanitärzellen für Hotels



*Abb. 2.60 und Abb. 2.61: Industriell vorgefertigte Sanitärzellen  
Quelle: <http://www.huter.at/de/fertigbadpremium.html>*



*Abb. 2.62 und Abb. 2.63: Industriell vorgefertigte Sanitärzellen  
Quelle: <http://www.huter.at/de/fertigbaeder-in-leichtbauweise.html>*

## 3 Installationen in Wänden und Decken – Schallschutzüberlegungen

### 3.1 Grundsätzliches zu Installationen in Holzwänden

Um den Themenkreis Holzbau, Haustechnik und Schallschutz zu bewältigen, bieten sich grundsätzlich zwei Lösungsansätze für Zimmertrennwände an.

- Tragende Holzwand (Brettsperrholzplatte oder Holzriegelwand) mit beidseitiger Vorsatzschale für haustechnische Installationen aller Art.
- Doppelte – in der Mitte schalltechnisch entkoppelte – tragende Wand, mit der Möglichkeit in den Wänden zu installieren oder diese als Brettsperrholzwände sichtbar zu lassen.
- Verzicht auf Vorsatzschalen durch Installation ausschließlich im Möbelbereich

Dies gilt sinngemäß auch für Außenwände hinsichtlich des Erfordernisses für Vorsatzschalen (Thema Dampfbremse).

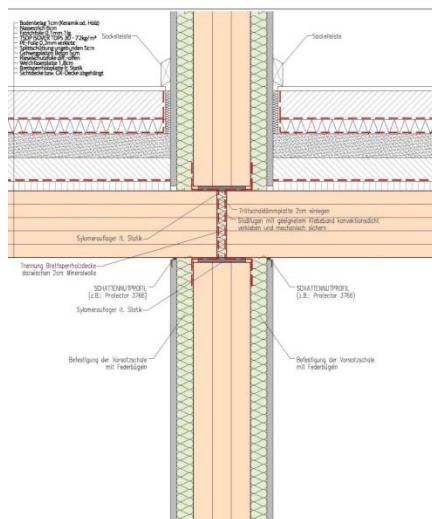


Abb. 3.1: Zimmertrennwand Hotel Bauernhofer

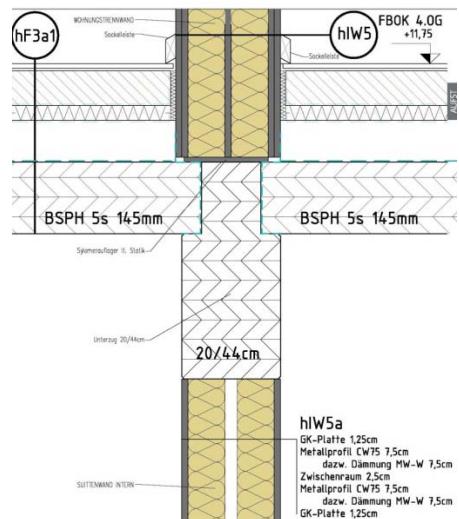


Abb. 3.2: Zimmertrennwand Hotel Brennseehof

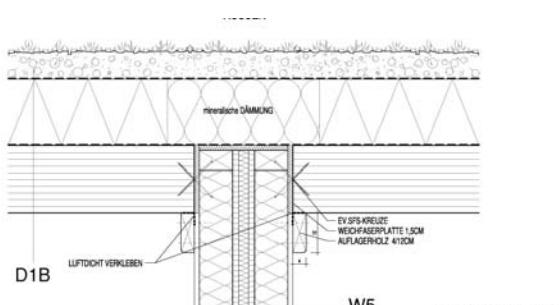


Abb. 3.3: Zimmertrennwand Hotel „Die Wasnerin“

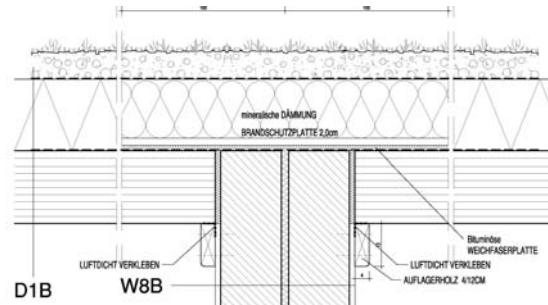
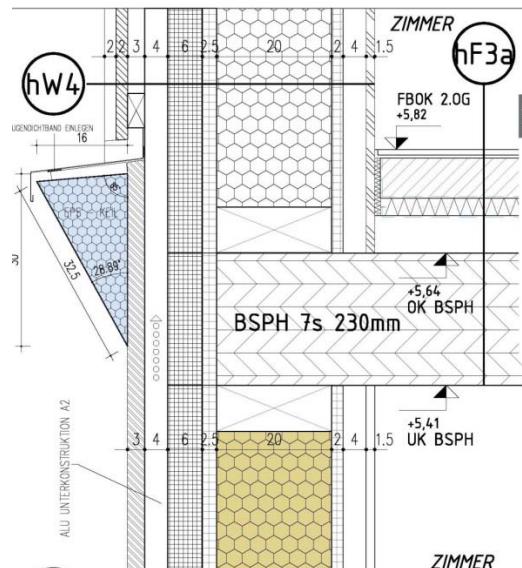


Abb. 3.4: Zimmertrennwand Brandwand Hotel „Die Wasnerin“

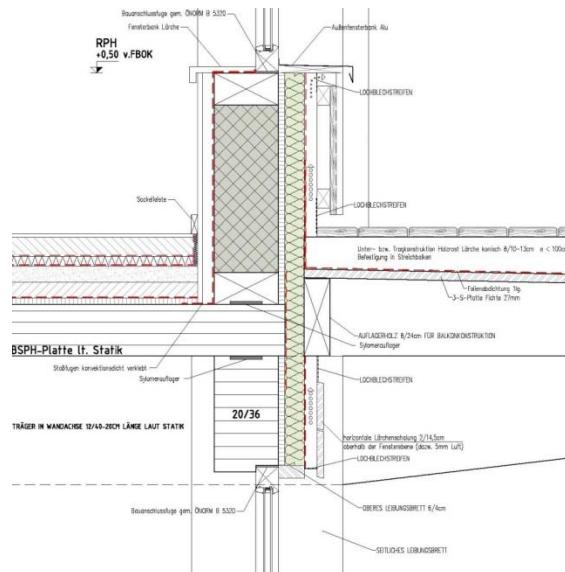
### 3.2 Grundsätzliches zu Installationen in Holzdecken

Wie bei den Wänden steht auch hier die Frage im Vordergrund, ob Holzdecken (Brettsperrholzdecken oder Holzbalkendecken) sichtbar bleiben sollen oder nicht. Aus schalltechnischer Sicht ist für die sichtbarbleibende Variante jedenfalls ein entsprechender Fußbodenaufbau (bevorzugter Weise mit Estrich – mit oder ohne Fußbodenheizung) erforderlich.

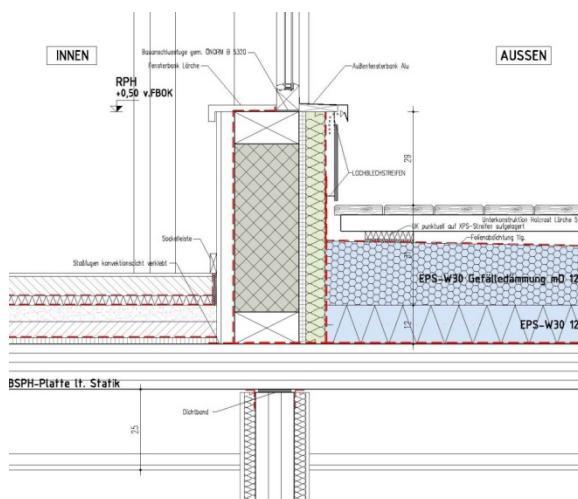
Die Führung von haustechnischen Leitungen (Elektroinstallationen, Lüftungs- und Sanitärleitungen) bleibt bei Wunsch nach Sichtholzdecken in den Zimmern sinnvoller Weise auf die Sanitärräume und Gänge beschränkt.



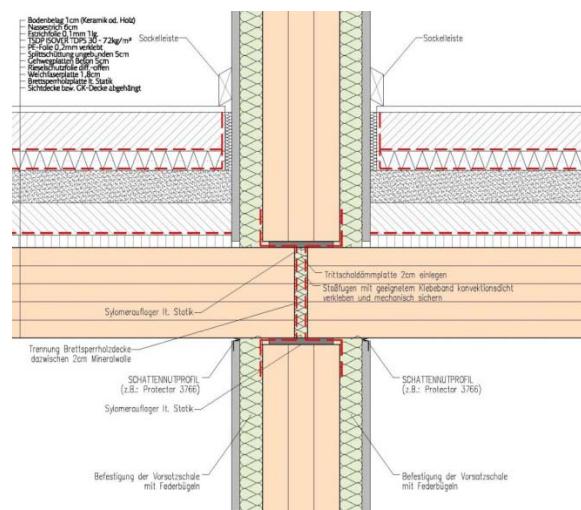
**Abb. 3.5:** Gesims Vertikalschnitt in Fassade  
Hotel Brennseehof



**Abb. 3.6:** Anschluss Parapetbereich – Balkone  
Hotel Brennseehof



**Abb. 3.7:** Anschluss Panoramaterrasse  
Hotel Bauernhofer



**Abb. 3.8:** Anschlüsse Brettsperrholzdecke bzw. Wand  
Hotel Bauernhofer

## 4 Bericht über Forschungsaufträge für energieeffiziente Holzbauten

### 4.1 Energie Plus Haus Weber

#### 4.1.1 Ausgangssituation – Motivation des Projektes

Das Thema der Hochrüstung kulturhistorisch wertvoller Bausubstanz zu Passivhäusern – zu Energie Plus Häusern, wurde am Beispiel des 160 Jahre alten Bauernhauses „vulgo Weber“ innerhalb der Programmlinie „Haus der Zukunft Plus“ sowie „neue Energien 2020“ aufgezeigt und gelöst. Nunmehr wurde das Projekt auch umgesetzt und wird seit Herbst 2011 als Demonstrationsobjekt einer breiten Öffentlichkeit durch die touristische Nutzung nahegebracht. Durch Planung, bauphysikalische Berechnungen sowie durch einen Feldversuch mit 30 cm Innendämmung (ohne Dampfbremse) war zuvor aufgezeigt worden, dass eine thermische Sanierung von historischem Altbestand auf PH-Standard möglich ist. Ziel des Projektes war es zu zeigen, dass ganzheitliches Denken im Bauen umgesetzt werden kann, dass es möglich ist, in der Kategorie „sowohl als auch“ zu denken, zu planen und umzusetzen. Am Anfang stand die Frage: „Wie kann der kraftvolle Ausdruck archaischer Materialien und Formen erhalten bleiben und innerhalb einer Metamorphose daraus ein Plus Energie Haus entstehen. Die Vision bestand darin, ein altes Bauernhaus aus Holz und Stein, vornehmlich mit natürlichen Materialien, zu einer gesunden neuen Ganzheit zu führen, die einerseits dem neuesten Standard der Bautechnik entspricht und gleichzeitig höchste Wohnqualität und Atmosphäre bietet.



*Abb. 4.1: Das fertiggestellte Ensemble aus altem Bauernhaus und neuem Glashaus mit Photovoltaik und Solarthermie.  
Fotonachweis: Hannes Pacheiner*

Der Einbau einer Lüftungsanlage mit Zuluftkanälen aus Zirbenholz ist für sich bereits ein innovativer Lösungsansatz für eine kontrollierte Wohnraumlüftung, dieses auf Passivhausstandard hochgerüsteten Projektes, bot aber gleichzeitig eine gute Grundlage, das Risiko dieses „medizinischen Selbstversuches“ auf sich zu nehmen, das auf den folgenden Seiten beschriebene Experiment einer Zellulose-Innendämmung in der Stärke von über 30 cm umzusetzen.

#### 4.1.2 Thermische Sanierung im EG mit Innendämmung/Wärmebrückenfreiheit

Zwei Gründe waren maßgeblich dafür, dass diese experimentelle und ungewöhnliche Ausführungsvariante mit 30-40 cm Innendämmung (ohne Dampfbremse) im südlichen Teil tatsächlich umgesetzt wurde: Einerseits um die ästhetische Wirkung des freiliegenden Steinmauerwerks zu ermöglichen, zum anderen, um ein Demonstrationsobjekt zu verwirklichen, für welches bislang noch kein vergleichbares Beispiel existiert. Im südlichen, innen gedämmten Teil des Hauses wurden tragende Steinmauern im Inneren, wo diese mit den Außenwänden verbunden sind, durchtrennt und mit 30–35 cm Zellulosedämmung (Isocell) sowie 5 cm starken Heraklithplatten und Lehmputz versehen, damit die Wärmebrückenfreiheit gegeben ist. Aber es wurden nicht nur die mit den Außenwänden verbundenen Innenwände durchtrennt, sondern auch die Holz-Doppelbaum-Decken, von den Auflagen beschnitten und durch eine von der Außenwand getrennte Holzkonstruktion unterfangen. Seit November 2011 wird der Feuchtegehalt zwischen Steinmauern und Innendämmung in sechs Bereichen gemessen und aufgezeichnet. Die relative Luftfeuchtigkeit an den meisten Sensorpositionen bewegt sich im Bereich von ca. 70 % bis 80 %. Zwei der sechs Sensoren lagen im Laufe des ersten Winters bei 90 % und 95 %, Hier ist zu vermuten, dass es Hohlräume gibt, die wegen der rauen Oberfläche nicht vollständig mit Zellulose ausgeblasen wurden.

Die Messergebnisse des zweiten Winters bestätigten die Kondensatfreiheit der ersten Kaltwetterperiode eindrucksvoll. Die Werte lagen bei gleich kalten Außentemperaturen durchgehend etwas niedriger. Das Experiment „Energie Plus Haus Weber“ bringt die außerordentlich hohe Tauglichkeit des Holzdämmstoffes Zellulose für Innendämmungen ohne Dampfbremse zum Ausdruck.

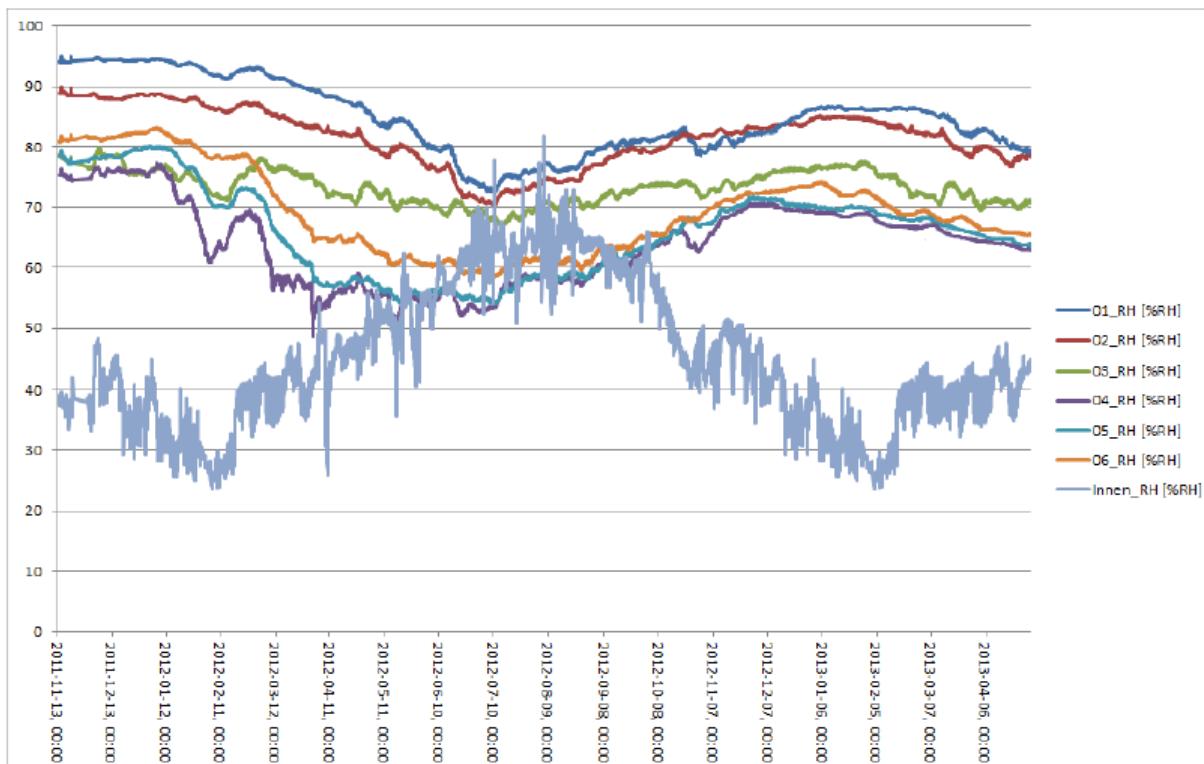


Abb. 4.2: Feuchteverläufe (Bauteile) und relative Raumluftfeuchte (%) nach Dr. Buxbaum

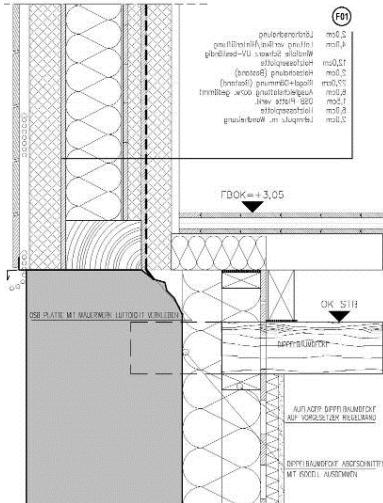
Die folgenden Fotos und Pläne zeigen den Wandaufbau der Innendämmung mit Holzgerippe, Heraklithplatten, Zellulosedämmung und Lehmputz.



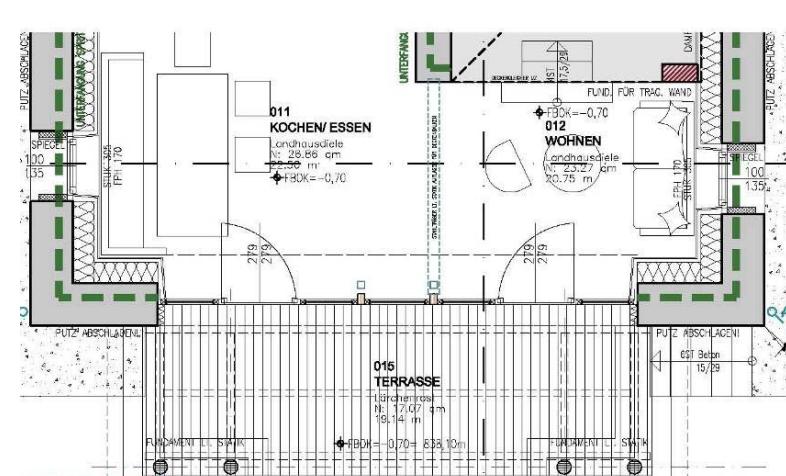
**Abb. 4.3:** Tragendes Holzgerippe für Dämmung, Heraklith und alte Decke, Fotonachweis:  
Arch. Ronacher ZT GmbH



**Abb. 4.4:** Messsonden im Bereich der Innendämmung, Fotonachweis:  
Arch. Ronacher ZT GmbH



**Abb. 4.5:** Detailplan Innendämmung



**Abb. 4.6:** Grundriss südlicher Teil des EG mit Innendämmung



**Abb. 4.7:** Fertig möblierter Wohnraum mit Innendämmung Heraklith und Lehmputz, Fotonachweis: Hannes Pacheiner

## **4.2 Energieeffiziente Schwimmbäder aus Holz**

### **4.2.1 Zielsetzung des Projektes**

Das wichtigste Ziel dieses Forschungsauftrages war und ist es, nach Erarbeitung der einzelnen Schwerpunkte, ein Pflichtenheft zur Errichtung von ökologischen und energieeffizienten Schwimmbädern mit Passivhauskomponenten aus Holz für Planer, Errichter und Betreiber zu erstellen, welches in überschaubarer Form die Fülle der möglichen Maßnahmen darstellt, um Energieverluste zu verringern. Gleichzeitig wurden die Erfahrungen und Erkenntnisse aus zwischenzeitlich erfolgten Umsetzungen von energieeffizienten Schwimmbad- und Wellnesseinrichtungen in diese Arbeit eingebracht. Dadurch sind die Inhalte dieses Pflichtenheftes stark an der Praxis orientiert.

Es ist naheliegend, Erkenntnisse, welche im Wohnbau und zunehmend auch in Gewerbegebäuden gewonnen wurden, auf Wellness- und Schwimmbadeinrichtungen zu übertragen bzw. die Fülle an Energievermeidungs- und Energieeinsparungspotenzialen zu suchen und sowohl aus einschlägiger Literatur als auch aus best-practice Beispielen dazustellen, wenngleich eine allgemeine Zertifizierung von Schwimmbädern zu Passivhäusern aufgrund des wesentlich höheren Energiebedarfs derzeit nicht möglich ist.<sup>1</sup> Weiters war es ein vorrangiges Ziel dieser Arbeit, beispielhaft darzustellen, dass der ökologische und ständig nachwachsende Baustoff Holz auch ein idealer Werkstoff für Schwimmbäder und Wellnesseinrichtungen sein kann, sofern er fachgerecht zum Einsatz kommt, dies im Speziellen in Kombination mit Passivhauskomponenten. Zum anderen ist es hoch an der Zeit, die Komponenten für Wasseraufbereitung, den Schwimmbadbetrieb sowie für die Lüftungsanlagen konsequent nach Aspekten der Energieeffizienz weiter zu entwickeln.

Nach den Recherchen, welche innerhalb dieses Projektes durchgeführt wurden, hat sich bestätigt, dass viele Betreiber den Energiekostenanteil ihres Schwimmbades an den Gesamtenergiokosten nicht kennen. Investoren, Betreiber aber auch Planer können nur zum Teil das wahre Ausmaß der Höhe der zu erwartenden Energiekosten von neuen Anlagen abschätzen und das Wissen über die Möglichkeit, energieeffiziente Schwimmbäder zu bauen, fehlt weitgehend. Daher schien es sinnvoll, dafür ein Planungshandbuch (Pflichtenheft) zu erarbeiten. Durch das hohe Einsparpotential, das im Schwimmbad- und Wellnessbereich gegeben ist, könnte dadurch nicht nur ein wesentlicher Beitrag zur Reduktion der treibhausrelevanten Emissionen im Gebäudesektor geleistet - sondern auch der Energieverbrauch von Schwimmbad- und Wellnessanlagen stark verringert werden.

Bis vor kurzem wurde ein Großteil der Haus- und Schwimmbadtechnikanlagen vielfach auf einen reinen Komfortbetrieb ohne Berücksichtigung der späteren Betriebskosten ausgelegt. Den steigenden Komfortbedürfnissen folgend, werden Hallenbäder und Wellnesseinrichtungen mit immer höheren Luft- und Wassertemperaturen betrieben. Dementsprechend hoch sind die Verluste (Transmission, Lüftung, Verdunstung) und damit der zur Aufrechterhaltung der gewünschten Betriebsparameter erforderliche Energieaufwand.

Das Raumklima in Hallenbäder und Wellnesseinrichtungen muss drei Forderungen erfüllen:

- Behaglichkeit des Badegastes,
- vertretbare Arbeitsbedingungen für das Bäderpersonal und
- Schutz der Bausubstanz

---

<sup>1</sup> TRIER, Hochschule, Gutachten zur Nutzung und Anwendbarkeit des Passivhausstandards zur Beurteilung der Effizienz von Raumlufttechnischen Anlagen in Nicht-Wohngebäuden Umwelt-Campus Birkenfeld, 2013

#### 4.2.2 Inhalt und Gliederung des Pflichtenheftes

##### A) Architektur und Bautechnik (Arbeitspaket 3)

- Baukörpertypologie - ökologisch und ökonomisch optimierter Entwurf
- Solararchitektur, aktive und passive Nutzung der Sonnenenergie
- Bauen mit Holz – ökologisches Bauen - auch für Schwimmbäder
- Energieeffizienz - Passivhaus-Bauweise

##### B) Bauphysikalische Aspekte zur Energieeffizienz (Arbeitspaket 4)

- Untersuchungen und Bewertungen von Detaillösungen hinsichtlich Bauphysik
- Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf die Baukonstruktion, im Besonderen auf den Holzbau
- wärmebrückenfreie Bauteile und energieeffiziente Detaillösungen

##### C) Energieeffiziente Haus- und Schwimmbadtechnik (Arbeitspaket 5 und 6)

- Wasseraufbereitung und Sanitärtechnik
- Wärmeversorgung / Heizungstechnik
- Lüftungstechnik
- Steuer- und Regeltechnik
- Optimierung der Elektrotechnik – Eigenstromerzeugung



Abb. 4.8: Kärnten Badehaus, Fotonachweis: Rendering M.3D Manhartsberger KG

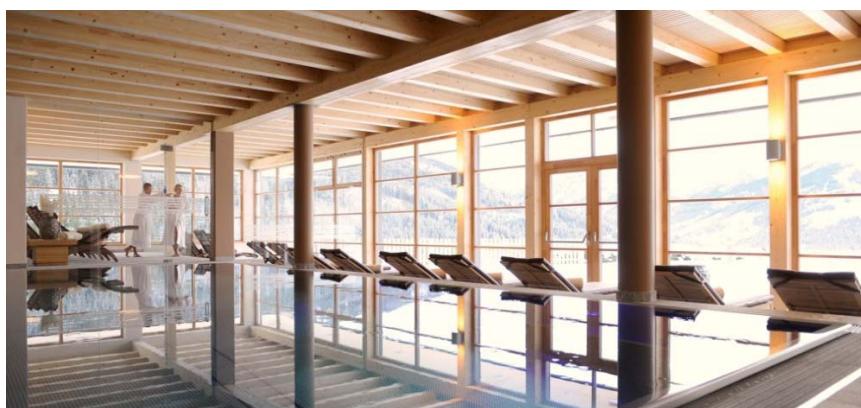


Abb. 4.9: Innenansicht Passivhaus-Schwimmbad Hotel Edelweiss  
Fotonachweis: Klaus Bauer

## 5     Schlussbetrachtung

Das Planen und Bauen für die Hotellerie ist innerhalb des Baugeschehens eine sehr verantwortungsvolle und schwierige Aufgabe. Einerseits besteht ein enormer Anspruch an die Qualität, andererseits sind die dafür zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel sehr begrenzt. Da die Situation im Tourismus hauptsächlich die Erneuerung bestehender Anlagen und notwendige Erweiterungen fordert, ist der richtige Umgang mit der bestehenden Bausubstanz von großer Bedeutung. Vorausschauendes Denken und Planen sind dabei die Grundvoraussetzungen für den Erfolg. Die geänderten Bedürfnisse der Gäste, die ständig steigenden Ansprüche, aber auch die Notwendigkeit, Kapazitätsvergrößerungen vorzunehmen, zwingen Unternehmer meist in kurzen Intervallen zu Investitionen. Die Aussichten auf eine Erwirtschaftung der Ausgaben sind nur dann gegeben, wenn Bauherr und Architekt Bereitschaft zur Kontinuität zeigen und dennoch über Weitblick bzw. über „den Blick aufs Ganze“ verfügen.

Im Hinblick auf Form und Material ist die richtige Auswahl von enormer Bedeutung. Nachdem schon der ständig steigende Komfortstandard die Wirtschaftskraft eines Hotels aufgrund unabdingbarer Investitionen überfordern kann, so geschieht dies erst recht durch die Korrekturen, sprich Umbauarbeiten, die wegen der Kurzlebigkeit von Mode und Zeitgeist innerhalb weniger Jahre notwendig werden. Im Hinblick sowohl auf die architektonische Gestalt als auch auf die Auswahl von Materialien kann die Umsetzung nur darin liegen, ein Mindestmaß an Natura Nähe und Kontinuität zu schaffen. Viele Materialien traten innerhalb der letzten Jahrzehnte plötzlich in das Baugeschehen und sind ebenso schnell wieder verschwunden. Das Holz hingegen hat beständig an Bedeutung wieder gewonnen und seinen Marktanteil vergrößert.

Weder die Forderung nach bedingungsloser Modernität noch die Fortsetzung der pseudoalpinen Schwere kann die Antwort auf die Frage nach dem Ideal in der heutigen Hotelarchitektur am Lande sein. Gerade bei dieser Bauaufgabe gilt es, den Archetypus einer Region zu finden und ihn in eine zugleich zeitgemäße wie auch zeitlose Form zu führen, Raumbildungen und Proportionen zu entwickeln, die den Gästen und Mitarbeitern ein Höchstmaß an Wärme und Atmosphäre schenken.

Hotelarchitektur lässt sich heute kaum noch vom Begriff des „Wellnesshotels“, oder sogar des „Wellnesstempels“, trennen. Nahezu jeder engagierte Hotelier möchte seinen Gästen in dieser rastlosen und unruhigen Zeit eine Oase der Ruhe und Geborgenheit bieten. Wenn man als Architekt mit dem Entwurf eines Schwimmbades beauftragt wird, kommt aber auch Unbehagen auf: Der Betrieb von Wellnesshotels und vor allem Schwimmbädern benötigt überdurchschnittlich viel Energie. Gerade hier scheint es daher sinnvoll, den höchsten Gebäudestandard, hinsichtlich Energieeffizienz und Haustechnik, zu verwirklichen, was für den Holzbau allerdings eine große Herausforderung darstellt.

Die Komplexität des Planens und Bauens wurde in den letzten Jahren zunehmend durch die Themen der Energieeffizienz, der Haustechnik und des Brandschutzes erhöht. Der Kostenanteil für die Haustechnik in der Hotellerie beträgt meist schon ca. 30%, bei Wellnesshotel mit Schwimmbädern, Sauna und dergleichen noch mehr. Aus ganzheitlicher Sicht sollte es daher ein Ziel sein, den haustechnischen Bereich nicht weiter anwachsen zu lassen, sondern durch intelligente Systeme und die Besinnung auf das Wesentliche wieder zu reduzieren. Jede Installation von Haustechnik bedeutet ja nicht nur Investitionskosten, sondern auch laufende Kosten für Energie und Wartung.

Zum Thema Brandschutz sei noch die Bemerkung gestattet, dass die Erfüllung der neuen OIB-Richtlinien für Planer und Architekten, vor allem für die Gebäudeklassen 4 und 5 (welche auch bei Gebäudeerweiterungen mit dem Baustoff Holz bei entsprechend hohen Altbestandsbauten zur Anwendung kommen) einen enormen Mehraufwand im Verhältnis zu konventionellen Massivbauten bedeutet, welcher in der Praxis oft schwer umsetzbar ist und wirtschaftlich kaum darstellbar ist, sondern nur mit einer großen Vorliebe für den Baustoff Holz und dessen weiterer Verbreitung erklärt werden kann.

Zur Darstellung der persönlichen Entwicklung des Bauens in der Hotellerie seit den 1980er Jahren, werden hier abschließend beispielhaft vier Projekte gezeigt:

Es handelt sich um je ein Holzbauprojekt aus der Hotellerie der letzten vier Jahrzehnte, beginnend mit dem Feriendorf Pressegger See aus dem Jahr 1987 in reiner Holzbauweise mit einfachen Holzriegelwänden und ausschließlicher Fundamentierung durch Lärchenpiloten, über das Hotel „Haus am See“ am Weissensee, der Erweiterung des legendären Hotels „Die Wasnerin“ in Bad Aussee bis hin zum Passivhaus-Schwimmbad (Hotel Edelweiss) aus Holz aus dem Jahr 2010 in Wagrain. In diesem Zeitraum wurden etwa 30 Hotelprojekte vorwiegend mit dem Baustoff Holz geplant und realisiert.

Charakterisiert sind die Projekte durchwegs durch traditionsbezogene Baukörper hinsichtlich Ihrer Großform. Bezuglich der Nachhaltigkeit dieser Holzbauten wird auf den konstruktiven Holzschutz in Form von ausreichend Dachüberständen hingewiesen. Diese Grundhaltung steht nicht in Widerspruch zu zeitgemäßen Detailausformungen und hohen Ansprüchen hinsichtlich Energieeffizienz, vor allem bei den neueren Bauten.



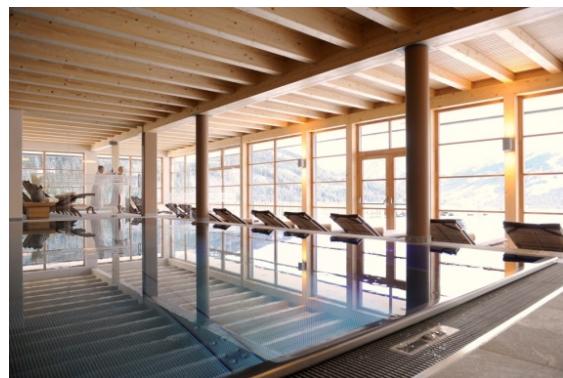
**Abb. 5.1:** *Feriendorf Presseggersee*  
Kärntner Landesbaupreis 1988  
Fotonachweis: Arch. Ronacher ZT GmbH



**Abb. 5.2:** *Hotel „Haus am See“, Weissensee*  
Anerkennung Staatspreis 1994  
für Tourismus und Architektur  
Fotonachweis: Arch. Ronacher ZT GmbH



**Abb. 5.3:** *Hotel „Die Wasnerin“*  
Steirischer Holzbaupreis 2007  
Fotonachweis: Hotel Wasnerin  
Betriebs GmbH



**Abb. 5.4:** *Hotel Edelweiss, Wagrain*  
Energie Globe 2011  
Fotonachweis: Klaus Bauer



# **F Dauerhafte Holz-Massivbauten durch interdisziplinäre Planung**

**A. Ringhofer**



DI Andreas Ringhofer

2005-2009	Bachelorstudium - Bauingenieurwissenschaften   TU Graz
2009-2010	Masterstudium - konstruktiver Ingenieurbau Bauingenieurwissenschaften   TU Graz
2011-2012	Projektassistent am Institut für Holzbau und Holztechnologie, TU Graz
seit 2012	Universitätsassistent am Institut für Holzbau und Holztechnologie, TU Graz

## 1 Einleitung

Abweichend zur Themenstellung der Gebäudetechnik als Leitthema der 1. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2014 (1. KlaHFT'14) ist dieser abschließende Beitrag - zugleich als thematischer Kontrapunkt und Ausblick auf den nächsten Teil dieser Vortragsserie zu verstehen - der bautechnischen Ausgestaltung von Fassaden mehrgeschossiger Wohnbauten in Holz-Massivbauweise mit Brettsperrholz (BSP) gewidmet. Die Eingrenzung auf den aus Einzelbrettern (Endloslamellen) kreuzweise verklebt aufgebauten Holz-Plattenwerkstoff erfolgt hierbei u. a. aufgrund des Umstandes, dass damit - und somit im Gegensatz zu traditionellen Holzbauweisen wie etwa der Holz-Riegel- oder Holz-Block-Bauweise - (Hochbau-)Konstruktionen nahezu jedweder Form, Funktion und Größenordnung realisierbar sind. Ein diesbezüglich kurzer Überblick ist in Abb. 1.1 gegeben.



**Abb. 1.1:** Beispiele unterschiedlicher Anwendungsgebiete von Brettsperrholz im Hochbau  
erste Zeile von links nach rechts:

Einfamilienhaus | Haus Jeitler (© holz.bau.forschungsgmbh)

Mehrgeschossiger Wohnbau | Stadthaus, Murray Grove (© KLH)

Bürogebäude | Firmenzentrale Mayr-Melnhof (© Mayr-Melnhof Kaufmann)

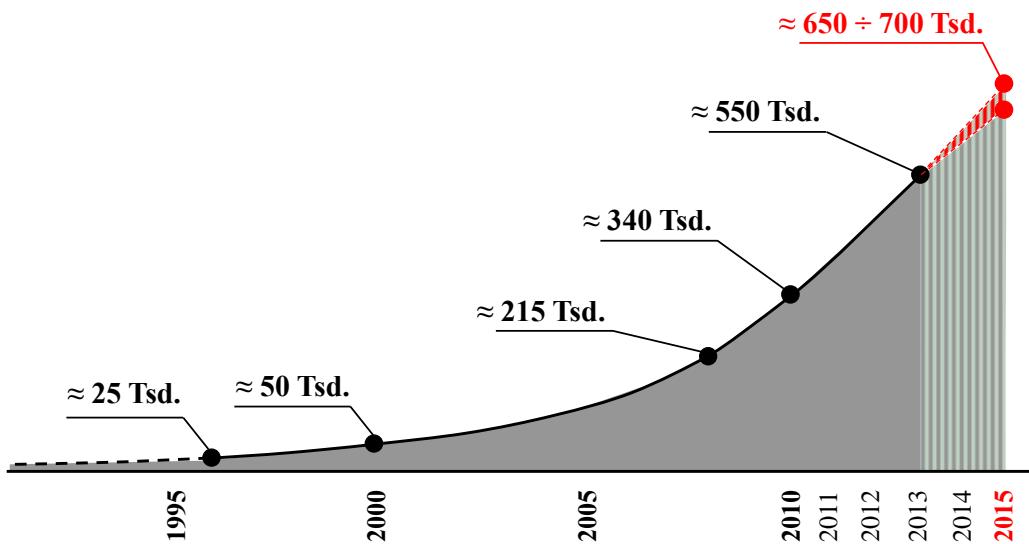
zweite Zeile von links nach rechts:

Laborgebäude bzw. Hallenbau | Bautechnikzentrum der TU Graz (© Institut für Holzbau und Holztechnologie)

Windturm | Timber Tower® (© KLH und Stora Enso)

Swimming Pool am Dach (© Mayr-Melnhof Kaufmann)

Während außerordentliche Projekte, wie etwa die in Abb. 1.1 gezeigten Bauwerke „Timber Tower®“ oder „Swimming Pool am Dach“ die vielseitige Anwendbarkeit des Produktes unterstreichen und zweifellos zur Steigerung dessen Bekanntheitsgrades dienen, bilden der Kommunal- und insbesondere der Wohnbau das Fundament der seit nunmehr 20 Jahren steten Zunahme des Produktabsatzes, wie er in Abb. 1.2 dargestellt ist.



**Abb. 1.2:** Weltweiter Absatz ( $\approx$  weltweite Produktionsmenge) von Brettsperrholz in  $m^3/a$  von 1995  $\div$  2015 (Ausblick)  
(nach [1] mit aktuellen Informationen aus [2])

Für den hier dargestellten überproportionalen Zuwachs, v. a. für die Verdoppelung der jährlichen Produktionsmenge im Zeitraum der letzten fünf Jahre hat die kontinuierliche, aus der Zusammenarbeit der herstellenden Betriebe mit wissenschaftlichen Einrichtungen (vorwiegend Universitäten) resultierende, technische Weiterentwicklung sowohl des Produktes an sich als auch der Bauweise in ihrer Gesamtheit einen wesentlichen Anteil.

Softwarepakete und Handbücher für die Bemessung, Berechnungs- und Produktnormen (in naher Zukunft werden die EN 16351 „Holzbauwerke - Brettsperrholz - Anforderungen“ [3] sowie eine Überarbeitung der Bemessungsnorm ÖNORM EN 1995-1-1 [4] veröffentlicht), standardisierte Plattenaufbauten, vollautomatische Produktions- und Abbundmöglichkeiten, Leitdetailkataloge für die Planung und Verarbeitungsrichtlinien für die Ausführung sind nur einige wenige Beispiele, welche aus diesem Prozess entstanden und entstehen. Nicht unerwähnt bleiben soll hier auch die universitäre Ausbildung von Fachkräften, welche die Technik- sowie Forschungs- und Entwicklungsabteilungen der betreffenden Betriebe bereichern.

Als weiterer Grund - nicht nur für die gegenwärtige Situation, sondern vor allem für die zukünftige Entwicklung des Produktes - ist aus der Sicht des Verfassers die zunehmende Internationalisierung der Bauweise zu nennen. Neben dem Kernmarkt Mitteleuropa, welcher nach wie vor rund 90 % des Bauvolumens mit Brettsperrholz umfasst [5], wird auf jedem Kontinent der Welt in absehbarer Zeit zumindest ein realisiertes Projekt in Holz-Massivbauweise mit Brettsperrholz zu finden sein. Die in Abb. 1.3 ausgewiesene, stetig steigende Anzahl an Publikationen in internationalen Fachzeitschriften und Konferenzbeiträgen (Auszug einer Stichwortsuche „cross-laminated timber“ mit der Literaturdatenbank „SCOPUS“ [6]) bzw. die Nationalität der hierfür verantwortlich zeichnenden Autoren unterstreicht diese augenscheinliche Entwicklung. Bemerkenswert ist auch das Verhältnis von 1:48 hinsichtlich der Anzahl an Beiträgen mit Fokus Brettsperrholz bei der WCTE („World Conference on Timber Engineering“) von 2004 zu 2014.

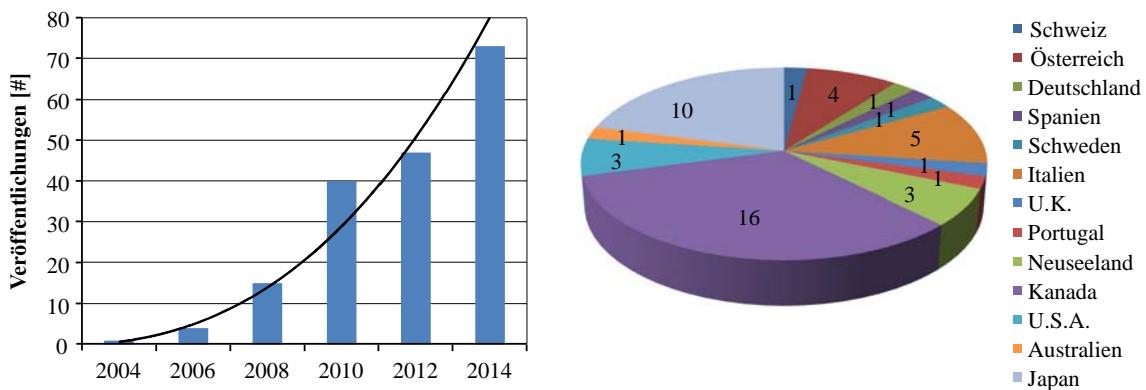


Abb. 1.3: Links: Anzahl der Publikationen mit BSP-Bezug von 2004 bis 2014 (noch laufend)  
Rechts: Nationalitäten der Autoren von Publikationen mit BSP-Bezug im Rahmen der WCTE'14

Als dritter hier genannter Grund für die steigende Verbreitung von Brettsperrholz und gleichzeitig Übergang zur eigentlichen Thematik dieses Beitrages, ist die Erschließung neuer Absatzmärkte - und hier insbesondere der innerstädtische Geschoßwohnbau - durch die Holz-Massivbauweise zu nennen. Aufgrund der bereits diskutierten, weit fortgeschrittenen Technologie im Bereich der Planung | Herstellung | Ausführung, verbesserter rechtlicher Randbedingungen (besonders in Österreich, Stichwort Überarbeitung der OIB-Richtlinie 2) sowie bestimmter, nicht unwesentlicher Vorteile gegenüber herkömmlichen mineralischen Massivbauweisen (Stahlbeton oder Ziegel) wie etwa ein vorwiegend trockener, geräuscharmer, ressourcenschonender und vor allem schneller Bauablauf ist ein immer größer werdendes Aufkommen an immer höher werdenden mehrgeschossigen Gebäuden in Holz-Massivbauweise mit BSP in den Zentren diverser Großstädte (z. B.: London, Mailand, Melbourne, Helsinki, Berlin, Wien, etc.) zu beobachten. Abb. 1.4 unterstreicht anhand der Geschossentwicklung mehrgeschossiger Wohnbauten in Holz-Massivbauweise der letzten beiden Jahrzehnte diesen v. a. für Holzbauten doch bemerkenswerten Trend.

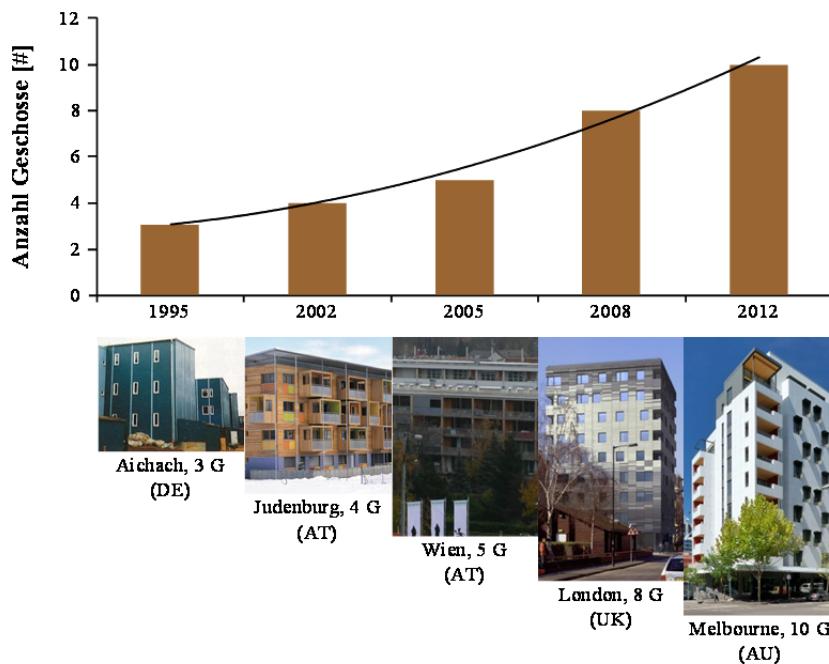


Abb. 1.4: (nicht skaliert) Anstieg der Geschosszahl mehrgeschossiger Wohnbauten in Holz-Massivbauweise der letzten beiden Jahrzehnte, aus [7], [8] und [9]

Diese Entwicklung des „immer breiter, länger, höher“ werden Wollens [10], welche neben dem zuvor erwähnten technischen Know-How und einer mittlerweile 20ig-jährigen Erfahrung fußt und rein prinzipiell nichts Nachteiliges inne hat, wird - mehr als Alternative zum mineralischen Massivbau denn zum Riegelbau - mittelfristig zum ersten Wohn- bzw. Bürogebäude in Holzbauweise mit einer Gesamthöhe von bis zu 100 m führen. Erste Studien - erneut international - gibt es bereits zu dieser Thematik, siehe etwa [11] und [12]. Während sich damit verbundene Fragestellungen im Bereich der baustatischen und bauphysikalischen Berechnung sowie der Produktion und Ausführung nur unwesentlich erschweren, sind solche der Dauerhaftigkeit der Konstruktion (neben der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit eine Grundanforderung an das Tragwerk gemäß EN 1990 [13]), vor allem in Zusammenhang mit unkontrollierter interner (Gebäudetechnik mit Fokus auf wasserführende Leitungen) und externer (Fassade) Feuchteinwirkung kritischer zu hinterfragen.

Die Problematik des Austauschs bzw. der Reparatur einer zufolge schlechenden Feuchteintritts beschädigten Tragstruktur, welche bereits bei Bauwerken in der Dimension eines Einfamilienhauses nur schwer lösbar ist, bleibt in Anbetracht möglicher Schadensniveaus im Bereich von  $10 \div 80$  m über  $\pm 0,00$ , v. a. im nachträglich schwer zugänglichen Innenstadtbereich, wohl unbeantwortet. Umso wesentlicher ist es daher aus der Sicht des Verfassers, diese Problemstellung durch relativ einfache Maßnahmen im Vorfeld weitgehend zu verhindern, bzw. sie auf ein unabwendbares Mindestmaß zu reduzieren. Ein paar Beispiele hierzu wären:

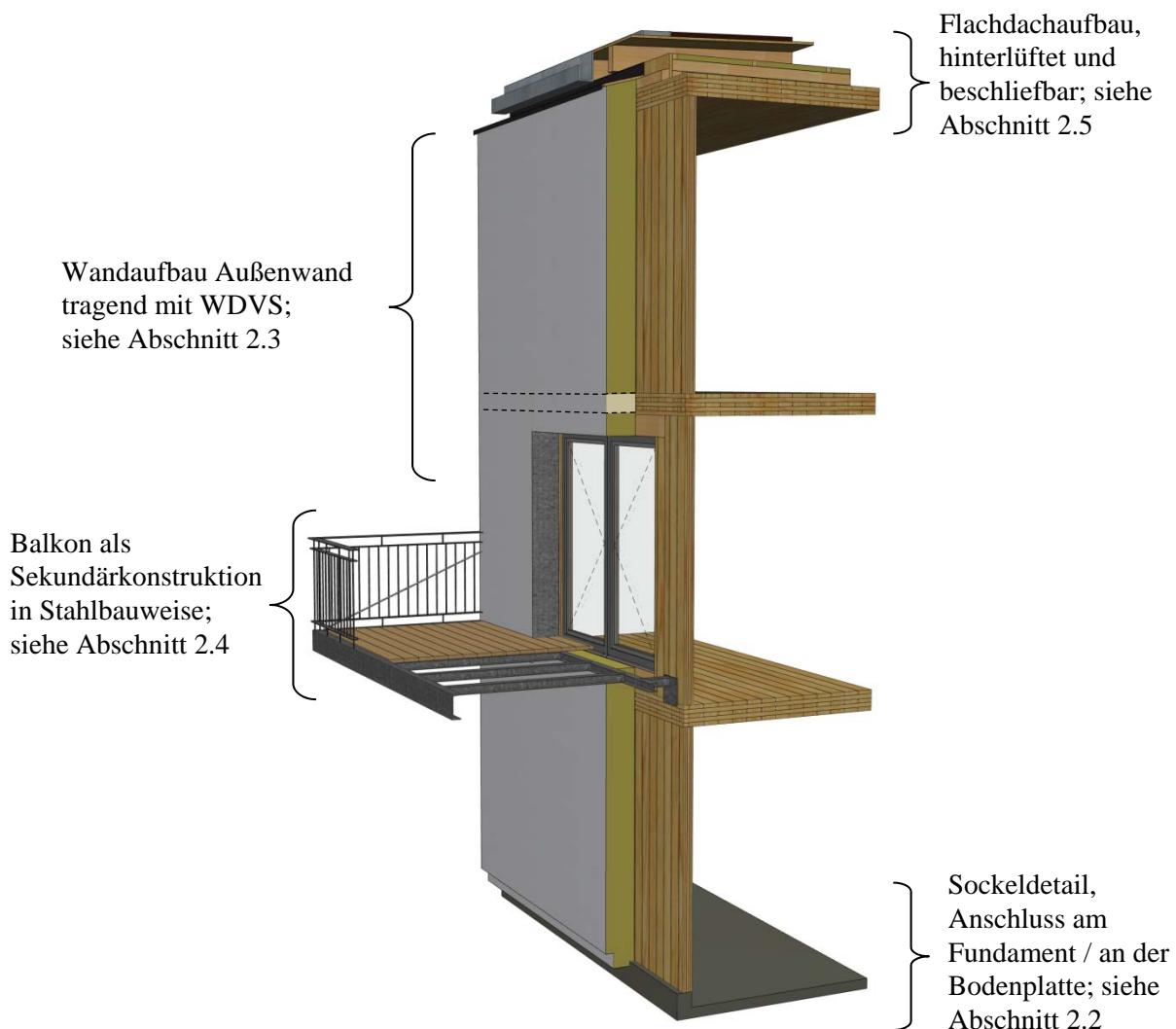
- Aufgrund der besseren Qualitätssicherung und des lokalen Platzmangels maximal mögliche Vorfertigung im Werk (nicht nur BSP-Hersteller, sondern auch in auf die Bauweise spezialisierten Zimmerei-Betrieben, Stichwort „Holz-Massivbaumeister“);
- damit verbundene Standardisierung der Aufbauten und Details, speziell für den Anwendungsfall des mehrgeschossigen innerstädtischen Wohn- und Bürobaus;
- wiederum damit verbundener Einsatz erprobter und v. a. zugelassener Systeme für Wand, Dach und Decke; sowie
- gewerkeübergreifende **Expertenbildung** mit dem Ziel
  - a) der frühestmöglichen **interdisziplinären** Zusammenarbeit ausgebildeter Fachplaner (Statiker, Bauphysiker, HKLS- und Elektrotechnik-Ingenieur) mit dem traditionellen Planungsteam (Architekt, Bauträger, planender Baumeister, etc.) und
  - b) einer engen Zusammenarbeit erfahrener Ausführender vor Ort, welche - wie die Fachplaner - im Umgang mit dieser Bauweise speziell geschult sind.

In den weiteren Abschnitten dieses Beitrages, welcher sich - wie bereits erläutert - auf das „Umhüllen“ konzentriert, wird daher versucht, anhand eines Fassadenschnittes eines typischen mehrgeschossigen Wohnbaus in Holz-Massivbauweise, die wesentlichen Problemzonen der Dauerhaftigkeit, nämlich „Dach“, „Außenwand“ und „Balkon“ speziell in Hinblick der zuvor ausgewiesenen Punkte zu diskutieren und mögliche, teilweise bereits erprobte Lösungsansätze hierfür aufzuzeigen.

## 2 Fassadenaufbau eines mehrgeschossigen Wohnbaus in Holz-Massivbauweise

### 2.1 Fassadenschnitt

Abb. 2.1 zeigt den Fassadenschnitt der tragenden Außenwand eines dreigeschossigen Wohngebäudes in Holz-Massivbauweise, welches in den Jahren 2011 und 2012 in Graz errichtet wurde. Die Dimensionen der Dach-, Decken- und Wandelemente in Brettsperrholz sind zwar auf die gegebenen Randbedingungen angepasst, das Prinzip jedoch auf beliebige Geschosszahlen bis zur Hochhausgrenze erweiterbar. Technische und wirtschaftliche Eckdaten sowie detaillierte Beschreibungen zu Tragkonzept und Bauablauf sind [14] und [15] zu entnehmen. Aufbauend auf die damals realisierte Detailausbildung der Gebäudehülle werden in den folgenden Absätzen die am Ende von Abschnitt 1 angesprochenen Problemzonen diskutiert.



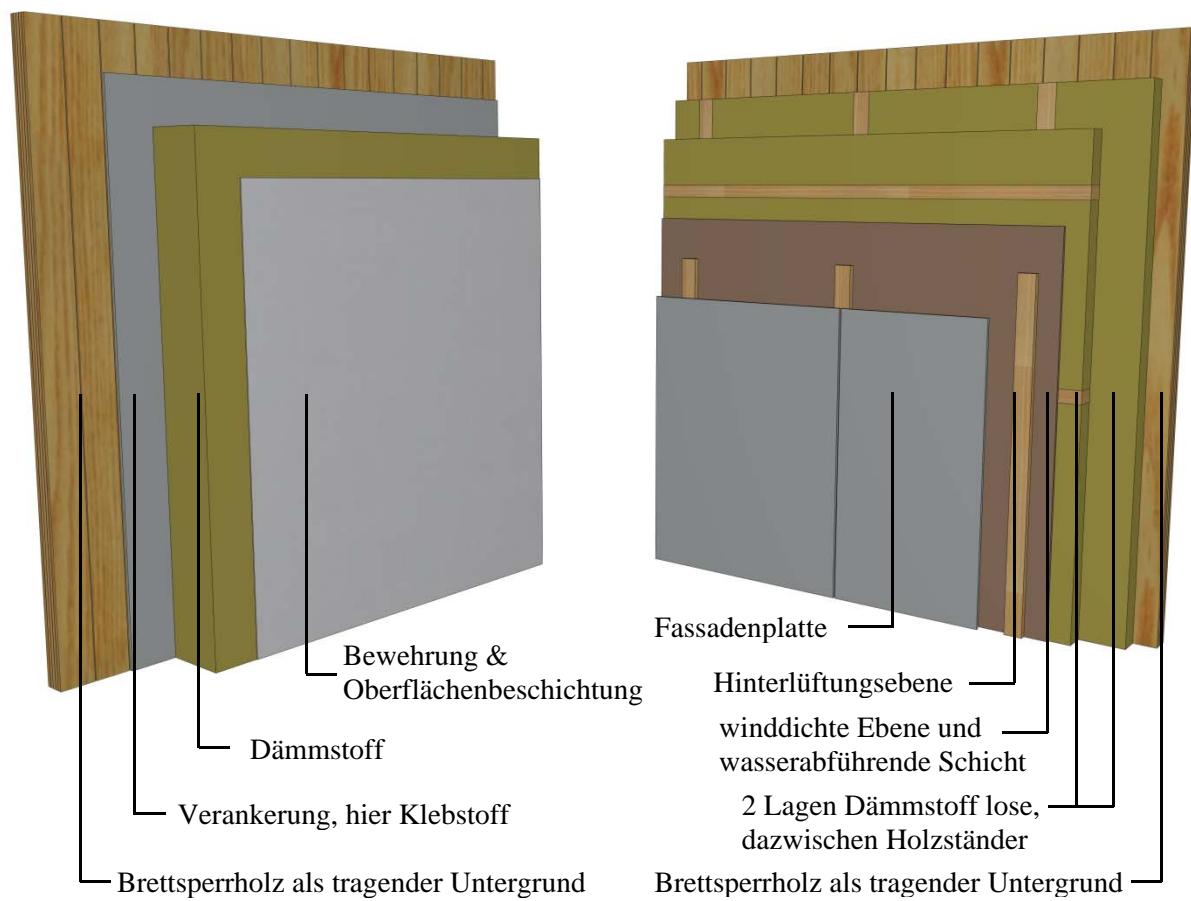
**Abb. 2.1:** Schematische Darstellung des Fassadenschnittes eines mehrgeschossigen Wohngebäudes in Holz-Massivbauweise, in Anlehnung an [16]

## 2.2 Ein Kommentar zur Sockelausbildung

Aufgrund seiner exponierten Lage zum umliegenden Gelände (Feuchtebeeinträchtigung zufolge Spritzwasser und unkontrolliertem Wassereinbruch) sowie der Funktion als Schnittstelle zwischen ober- und unterirdischem Bauwerk (Maßtoleranzen!) ist der Sockelanschluss einer der wesentlichen Detailpunkte des Holzbau im Allgemeinen (ob Holz-Riegel-, -Block- oder Holz-Massivbau ist sekundär) und daher im Rahmen dieses Beitrages nicht weiter diskutiert. Nicht unerwähnt bleiben soll jedoch das Vorsehen einer Mindestsockelhöhe von 300 mm (über dem Außengelände) zum Schutz der Holz-Tragkonstruktion bei Wassereintritt im Erdgeschoss.

## 2.3 Außenwand

Trotz variierendem Verhältnis in Abhängigkeit von Grundrissgestaltung und Geschossanzahl, bildet der Außenwandaufbau den überwiegenden Anteil der Gebäudehülle bzw. -oberfläche. Nicht nur deshalb ist es notwendig, hierfür ein in Hinblick auf Wirtschaftlichkeit und Dauerhaftigkeit erprobtes System anzuwenden. Abb. 2.2 stellt zwei häufig eingesetzte Varianten gegenüber, auf die im Weiteren näher eingegangen werden soll.



**Abb. 2.2:** Gegenüberstellung üblicher Wandaufbauten für Außenwände in Holz-Massivbauweise;  
links: Wärmedämmverbundsystem, rechts: Holzständerwerk mit dazwischenliegender Dämmung

Zum einen ist rechts ein aus der traditionellen Holz-Riegel-Bauweise übernommener Wandaufbau dargestellt, dessen Dämmfunktion mit Hilfe von, zwischen Holzständern situiertem, losen Dämmmaterial (z. B. Mineralwolle oder Zellulose) bewerkstelligt wird. Besonders positiv ist bei diesem System hervorzuheben, dass die gezeigte, standardmäßig vorgesehene Hinterlüftungsebene nicht nur Feuchtigkeit aus dem Bauteil abführt, sondern auch den Wärmeeintrag in das Bauwerk verhindert (sommerlicher Wärmeschutz). Zudem ermöglicht sie eine nahezu beliebige Gestaltungsmöglichkeit der Außenhülle (Beplankungen mit beliebigen Diffusionswiderstandszahlen sind aufgrund der Trennung durch eine durchströmte Luftsicht realisierbar). Die diesen Umständen gegenüberstehenden Nachteile sind einerseits die inhomogene und aufgelöste Dämmstruktur (und die damit verbundene, unterschiedlich hohe Wärmeleitung) sowie der aufgrund der größeren Anzahl an Schichten und Material resultierende höhere wirtschaftliche und zeitliche Herstellungsaufwand des gesamten Aufbaus.

Die in Abb. 2.2 links dargestellte Variante entspricht jener eines Wärmedämmverbundsystems (WDVS, in Englisch „ETICS“), welches insbesondere für Wohnbauten in mineralischen Massivbauweisen (Ziegel, Stahlbeton) wohl am häufigsten eingesetzt wird. Die Vorteile eines einfach herzustellenden, seriellen Wandaufbaus mit homogener Dämmstruktur machen diese Option für Wohnbauten in Holz-Massivbauweise mit Brettspernholz ebenfalls interessant, sodass sie heutzutage bereits vermehrt im Einsatz ist. Zudem bietet der - in Analogie zum Holzwerkstoff - schichtweise Aufbau interessante Möglichkeiten für eine werkseitige Vorfertigung der gesamten Außenwand ohne gravierende Anpassung des BSP-Produktionsablaufs. Um dieses Potential voll ausschöpfen zu können, bzw. um WDVS-Systeme sicher und dauerhaft auch vor Ort herstellen zu können, ist es notwendig, die in den folgenden Unterabschnitten diskutierten Problemstellungen zu lösen.

### **2.3.1 Zulassungsthematik bei der Anwendung auf Brettspernholz als tragendem Untergrund**

Wie in der Bezeichnung bereits enthalten, stellt ein WDVS-Aufbau ein Gesamtsystem dar, welches aufgrund der fehlenden normativen Verankerung - der Bauproduktenrichtlinie (dzt. Umstellungsprozess auf Bauproduktenverordnung) folgend - durch Europäische Technische Zulassungen (ETZ, werden zukünftig Europäisch Technische Bewertung, kurz ETB, bezeichnet) geregelt sind, die neben den Komponenten „Oberflächenbeschichtung“, „Bewehrung“, „Dämmstoff“ und „Verankerung“ auch die Art des geeigneten Untergrundes (ob mineralisch als Ziegel- oder Betonwand oder organisch als Holzplattenwerkstoff) ausweisen. Handelt es sich bei dem Untergrund um einen mineralischen, erfolgt das Zulassungsverfahren - bis dato - gemäß der Europäisch Technischen Anwendungsleitlinie „ETAG 004“ [17]. Im Gegensatz dazu sind die für die Ausstellung einer Zulassung notwendigen Untersuchungen für organische Untergründe (Holz) dem eigens hierfür erstellten CUAP (Common Understanding of Assessment Procedure) mit dem Titel „04.04/26 ETICS with rendering for the use on timber frame buildings“ [18] zu entnehmen. Wie in diesem bereits enthalten ist, wird hierbei vorwiegend von der Herstellung eines WDVS auf einer Holzrahmen- bzw. Holz-Riegelwand ausgegangen, was wiederum das Trägermaterial auf die folgenden Holzwerkstoffe einschränkt:

- Holzwerkstoffplatten (Anmerkung des Verfassers: OSB-Platten, Furnierplatten, etc.);
- Massivholzplatten (entspricht Dreischichtplatte);
- Gipskarton- und Gipsfaserplatten;
- Zementfaserplatten; und
- etc.

Aus der nicht dezidierten Erwähnung des Produktes Brettspernholz bzw. der vielfachen Betonung von „Timber frame building“ im CUAP, kann der Schluss gezogen werden, dass dieses Dokument ausschließlich für Holz-Leichtbauten vorgesehen worden ist. Somit sind WDVS - zulassungsrechtlich

gesehen - nicht für eine Anwendung auf Brettsperrholz als Untergrund abgeklärt (oder besser: die Anwendung erfolgt außerhalb der CE-Kennzeichnung). Die mit der zuvor erwähnten Umstellung auf die Bauproduktenverordnung einhergehenden und derzeit laufenden Umstellung von ETAG und CUAP auf Europäische Bewertungsdokumente (EAD) bietet jedoch die Möglichkeit, Brettsperrholz als Untergrund im Zuge der Neuverfassung des für WDVS zukünftig heranzuziehenden Dokuments deziert einzugliedern.

### 2.3.2 Technische Problematik bei der Anwendung auf Brettsperrholz als tragendem Untergrund

Neben der in Abschnitt 2.3.2 erläuterten, zulassungsrechtlichen Problemstellung, sind zudem noch technische Fragestellungen abzuklären; einerseits, um den für Zulassungsprüfungen zu untersuchenden Bereich zu definieren und andererseits, um eine angepasste Lösung für das produkttypische Verhalten zu erreichen. In diesem Zusammenhang sind speziell die zufolge von Feuchteschwankungen und hohen Vertikalbeanspruchungen auftretenden Verformungen normal auf die Elementebene (Schwind- bzw. Quellmaß von BSP entspricht 0,24 % pro % Feuchteänderung, siehe [19]) im Bereich der Deckenknoten (siehe Abb. 2.1) zu nennen, welche zur Rissbildung der WDVS-Oberflächenbeschichtung sowie - im schlimmsten Fall - zum Verbundversagen der Verankerung (sofern ein Klebstoff ohne mechanische Befestigung eingesetzt ist) führen. Die Anordnung von Bewegungsfugen (Lage gestrichelt in Abb. 2.1 eingetragen), nicht nur zur Unterbrechung der Oberflächenbeschichtung, sondern auch der Dämmebene (Ausfüllung mit nachgiebigem Dämmmaterial, z. B. Mineralwolle), ist ab einer gewissen Geschossanzahl unerlässlich.

Zusätzlich zur erhöhten Vertikalverformung im Bereich der Deckenknoten, ist das feuchtebedingte Schwind- und Quellverhalten auch quer zur Faserrichtung der Einzelbretter zu berücksichtigen, welches zum Aufreißen der Decklagen und in weiterer Folge zur Beschädigung des WDVS führen kann. Daher sind bei der Herstellung des Dämmsystems zu hohe Holzfeuchten der Brettsperrholz-Elemente unbedingt zu vermeiden; dies gilt daher auch für die ungeschützte Bewitterung der Elemente im Einbauzustand. Aufgrund des gesperrten Aufbaus, reduziert die Wahl von geringeren Decklagenstärken zudem die Größe der Quell- und Schwindverformungen an der Außenoberfläche.

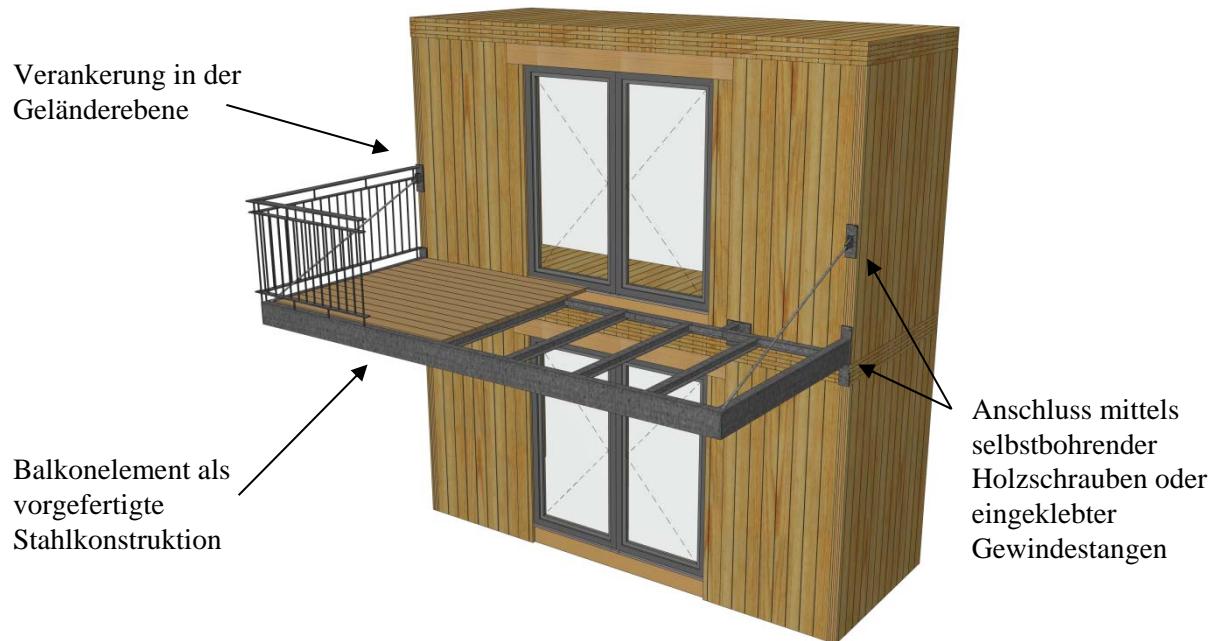


Abb. 2.3: Fugenschluss (4 mm Fuge) der Decklagen von Brettsperrholz (3 x 40 mm)  
bei einer Holzfeuchteänderung von 6 %

## 2.4 Balkon

Ziel dieses Unterabschnittes ist es, einen Vergleich zwischen den beiden wesentlichen Formen der Balkonausbildung von Gebäuden in Holz-Massivbauweise zu ziehen: der Balkonkonstruktion als Sekundärtragwerk zum einen und als Teil der Primärtragkonstruktion zum anderen. Beiden Varianten gemein ist die anschlussbedingte Unterbrechung des zuvor erläuterten Außenwandaufbaus, gleichbedeutend als mögliche Schadensquelle für unkontrollierten Feuchteeintritt und dementsprechend sorgsam auszuführen. Im letztgenannten Fall des Balkons als Kragarm eines Ein- oder Mehrfeldträger-Wohnungsdeckensystems liegen die Vorteile in der schnellen und kostengünstigen Montage des Tragwerks (Balkon geht mit der Decke einher), der das Deckenhauptfeld entlastenden Tragwirkung sowie der einfachen Herstellbarkeit der Optik einer auskragenden Balkonplatte ohne Abstützung (insbesondere bei umlaufenden Balkonen), wie sie im mehrgeschossigen Hochbau oft zu beobachten ist.

Nichtsdestotrotz wird im Rahmen dieses Beitrages (und generell) die erstgenannte Variante (Balkon als Sekundärkonstruktion, siehe Abb. 2.4) favorisiert. Die Gründe hierfür liegen einerseits im Umstand, dass bei auskragenden Konstruktionen die zuvor genannten, strukturellen Einsparnisse aufgrund der umfangreichen Abdichtung (Luft und Wasser) und etwaigen Dämmung sowie der komplizierten Detailausbildung des Geländeranschlusses zur Platte (ähnlich aufwändig wie im Holzbrückenbau) wieder ausgeglichen werden. Zudem ist im Fall einer beschädigten Balkonabdichtung von einem unkontrollierten Feuchte- bzw. Lufteintritt durch die Gebäudehülle in die Tragkonstruktion und weiter in die Innenräume auszugehen, welcher im Bestfall nur zur Abkühlung des betroffenen Bereichs führt. Bei Betrachtung des gesamten Lebenszyklus des Gebäudes ist an dieser Stelle zu ergänzen, dass - trotz Abdichtung und etwaiger Dämmung - alleine aufgrund der unterschiedlichen Nutzungsklasse (NK 1 würde gemäß EN 1995-1-1 [20] eine Holzfeuchte des Materials zufolge einer Temperatur von 20 °C und < 65 % relative Luftfeuchtigkeit für den Großteil des Jahres erfordern) von einer ungleichen Lebensdauer für Balkon- und Innendeckenplatte ausgegangen werden sollte. Ist dies der Fall, so erfordert der Austausch des Balkons im Zuge der Nutzungsdauer des Gebäudes einen unverhältnismäßig hohen Sanierungsaufwand, insbesondere im schwer zugänglichen, innerstädtischen Bereich.



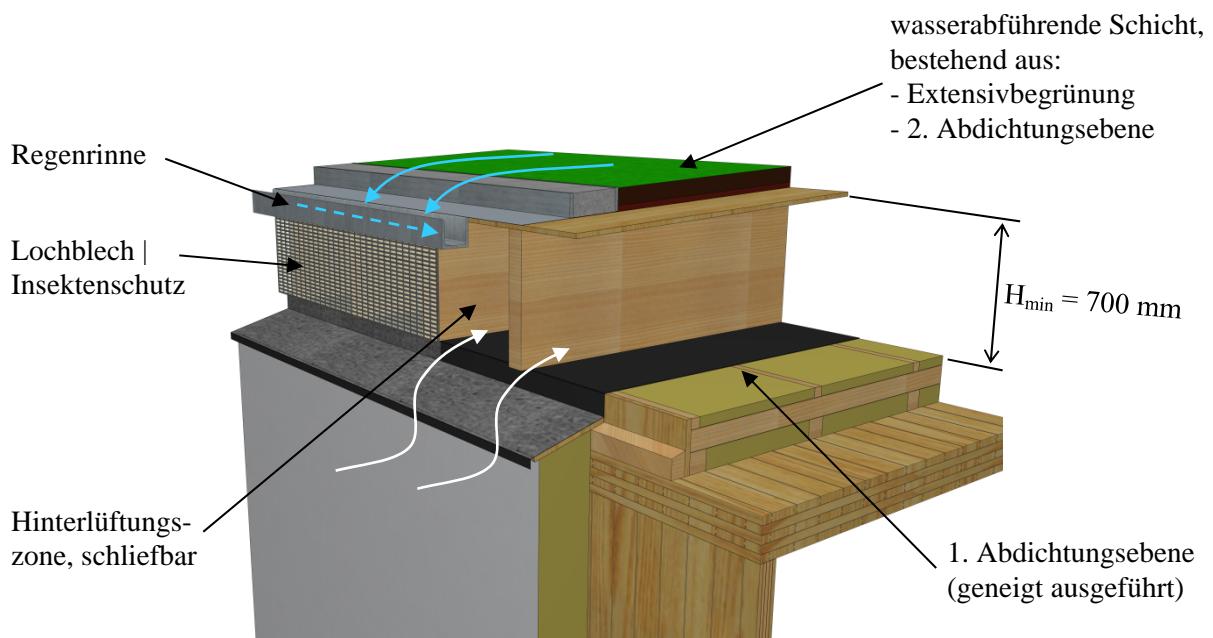
**Abb. 2.4:** Balkonkonstruktion als Sekundärtragwerk, in Anlehnung an [15]

Demgegenüber steht die zu Beginn kostenmäßig aufwendigere Lösung der Balkonkonstruktion als Sekundärkonstruktion in Stahl- oder Holzbauweise. Bei optimierter Planung wird der gesamte Balkon als vorgefertigtes Element in einem Stück montiert (Anschluss an die Primärstruktur mit selbstbohrenden Holzschrauben oder eingeklebten Gewindestangen), womit es zu keinem wesentlichen Nachteil in der Montagezeit kommt. Zudem erlaubt die in Abb. 2.4 dargestellte Seilabspannung in der Ebene des Geländers, zumindest für kleinflächige Elemente, dieselbe stützenfreie Optik wie in der Alternativvariante als Kragträger. Im Fall großer Flächen oder umlaufender Balkone ohne Trennwand wäre es zudem von Vorteil, das Balkonelement mittels biegesteifer Verbindungstechnik an die Haupttragstruktur im Niveau der Deckenebene anschließen zu können. Diesbezügliche (System-)Lösungen sind derzeit jedoch nicht verfügbar.

## 2.5 Flachdach

Wie bereits in Abschnitt 1 angemerkt und allgemein bekannt, wird die Dauerhaftigkeit einer Holzkonstruktion entscheidend von der Ausführungsqualität ihres Schutzes gegenüber unkontrolliertem Feuchteintritt (extern wie intern) beeinflusst. Dies gilt insbesondere für horizontale Bauteile wie Zwischengeschoßdecken und Flachdachaufbauten, wobei letztere Bestandteil der Gebäudehülle und somit Thema dieses Beitrages sind.

Ein diesbezüglicher Lösungsvorschlag für mehrgeschossige Wohnbauten in Holz-Massivbauweise ist in Abb. 2.5 dargestellt. Hierbei handelt es sich um einen Standard-Dachaufbau (BSP - Dampfbremse - Dämmebene - Abdichtungsebene - Begrünung), welcher, um eine Hinterlüftungsebene mit einer, die Wartung und Kontrolle des Daches erlaubende, Mindesthöhe von 700 mm (schließbar) ergänzt wurde. Neben einem verhältnismäßig großen Lüftungsquerschnitt, welcher einerseits die allseitige Austrocknung eventuell auftretender Feuchteschäden in der Dachhaut gewährleistet und andererseits den Schutz vor sommerlicher Überwärmung der Wohneinheiten im letzten Geschoss verbessert, ermöglicht dieser zusätzliche Aufbau eine zerstörungsfreie Kontrolle der wasserabführenden Schichten.



**Abb. 2.5:** Flachdachaufbau (hinterlüftet und schließbar) eines mehrgeschossigen Wohnbaus in Holz-Massivbauweise, in Anlehnung an [15]

Ähnlich der Empfehlungen für Kontroll- bzw. Inspektionsmöglichkeiten von wasserführenden Leitungen (siehe [21]), wäre die Montage eines einfachen Sensorsystems zur Feuchteüberwachung im BSP-Dachaufbau eine zusätzliche und sinnvolle Maßnahme, um die Dauerhaftigkeit der Tragkonstruktion über die Nutzungsdauer hinweg gewährleisten zu können.

Zudem stellt eine Holz-Beton-Verbunddecke (kurz: HBV, bestehend aus Betonplatte mit Brettschichtholz-Rippen) für den horizontalen Gebäudeabschluss nach oben hin eine durchaus anzudenkende Alternativlösung zu dem in Abb. 2.5 dargestellten System dar. Die Vorteile hierbei liegen im Wesentlichen in der geringeren Konstruktionshöhe, dem verbesserten sommerlichen Wärmeschutz zufolge Erhöhung der speicherwirksamen Masse und der Unempfindlichkeit des Materials gegenüber Feuchteinwirkung im Schadensfall. Wird das Gebäude in einer Erdbebenregion errichtet, so ist die mit dieser Konstruktionslösung verbundene „Kopflastigkeit“ (sofern von einer Standard-Betondeckengröße ausgegangen wird) der Konstruktion eher nachteilig zu sehen.

### **3 Zusammenfassung, Resümee und Ausblick**

Wie in Abschnitt 1 dieses Beitrages umfassend dargelegt, entwickelt sich die Holz-Massivbauweise mit Brettsperrholz zunehmend zu einer international anerkannten und attraktiven Alternative zu mehrgeschossigen Wohn- oder Bürogebäuden, die bis dato vorwiegend in Ziegel- oder Stahlbetonbauweise errichtet werden. Mit diesem positiven Prozess einhergehend ist die steigende Anforderung an die Ausführungsqualität dieser Bauwerke zur Gewährleistung einer schadensfreien Konstruktion für die vorgesehene Nutzungsdauer. Eine wesentliche Einflussgröße hierfür ist die Schutzfunktion der Gebäudehülle gegenüber externer Feuchtebeanspruchung zufolge Regen oder Schnee.

Im Rahmen dieses Beitrages wurde daher versucht, diese Thematik anhand der in Abb. 2.1 gezeigten, beispielhaften Fassadenausbildung darzulegen und - darauf basierend - die ausgesuchten Detailbereiche „Dach“, „Wand“ und „Balkon“ von einem interdisziplinären Standpunkt aus zu betrachten. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse können in einem kurzen Resümee wie folgt zusammengefasst werden:

- Beide in Abschnitt 2.3 gezeigten Außenwandaufbauten stellen sinnvolle Anwendungsmöglichkeiten für mehrgeschossige Hochbauten in Holz-Massivbauweise dar. Im Sinne einer maximal möglichen Vorfertigung im Werk, wäre der geschichtete, serielle Aufbau des WDVS die zu bevorzugende Variante. Der damit verbundene, noch vorhandene Entwicklungsbedarf (Zulassungsthematik, technische Fragestellungen) sollte an dieser Stelle jedoch nicht unerwähnt bleiben. Von einer direkten Übernahme von auf mineralischen Untergründen erprobten Systemen ist jedenfalls dringend abzuraten!
- Auf Basis einer Betrachtung des Bauwerks über dessen gesamten Lebenszyklus, wird eine bautechnische und thermische Trennung des Balkons von der Haupttragstruktur für notwendig erachtet. Diesbezügliche, in Abschnitt 2.4 diskutierte Lösungsmöglichkeiten sind Sekundärkonstruktionen in Stahl oder Holz, deren Montage durch ihren anzustrebenden, hohen Vorfertigungsgrad keinen nennenswerten zusätzlichen Aufwand bedeuten sollte. Entwicklungsbedarf ist hierbei vor allem hinsichtlich einer biegesteifen Verbindungstechnik in Deckenebene - ähnlich dem Thermoelement im Betonbau - gegeben.

- Wie in Abschnitt 2.5 bereits angedeutet, stellt das Flachdach den gegen Feuchtebeanspruchung exponiertesten Bereich der Gebäudehülle dar und ist dementsprechend sorgsam und kontrollierbar auszubilden. Neben dem gezeigten hinterlüfteten und schließbaren Aufbau, welcher zudem zwei Abdichtungsebenen aufweist, stellen HBV-Systeme eine weitere Alternative für diese letzte Geschossdecke dar.
- Die durch die Weiterentwicklung der Messtechnologie entstehenden Möglichkeiten der sensorbasierenden Überwachung der Gebäudehülle gegen unkontrollierten Feuchteintritt sollten im 21. Jahrhundert bei der Konzeptionierung des Bauwerks zumindest im Hinterkopf behalten werden.

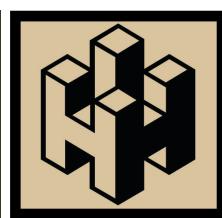
Abschließend ist festzuhalten, dass sämtliche Fragestellungen hinsichtlich der Errichtung von Holz-Massivbauten im Allgemeinen und deren Gebäudehüllen im Speziellen nur durch interdisziplinäres Denken und Handeln (Gestaltung | Statik | Bauphysik | Herstellbarkeit | etc.) in der Planung und enger Zusammenarbeit der involvierten Gewerke in der Ausführung effizient und dauerhaft gelöst werden können.

## 4 Literatur

- [1] Schickhofer G.: „CLT - European Experience - Properties & Design, Research & Testing“. Vortrag im Rahmen des CLT Forum 2013 an der University of Tokyo. Japan, 2013.
- [2] Plackner H.: „Nicht mehr wegzudenken - Massivholz hat sich den Platz geschaffen.“ *Holzkurier BSP Special 2014:4-5*, 2014.
- [3] Entwurf EN 16351: „Holzbauwerke - Brettsperrholz - Anforderungen“.
- [4] Entwurf ÖNORM B 1995-1-1: „Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten; Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau, Nationale Festlegungen, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen zur ÖNORM EN 1995-1-1“.
- [5] Plackner H.: „Wachstum geht weiter..., ... aber Hersteller haben Hausaufgaben vor sich.“ *Holzkurier BSP Special 2014:6-7*, 2014.
- [6] www.scopus.com; Zugriff am 15.07.2014.
- [7] „Dickholz durch Vakuum.“ *Bauen mit Holz 11/95*, 941-947. 1995.
- [8] <http://www.klh.at/projekte/geschossbauten>, Zugriff am 15.07.2014.
- [9] www.modernarchitecturecenter.com, Zugriff am 27.04.2012.
- [10] Schickhofer G., Jeitler G., Brandner R.: „Immer länger, breiter, höher? - Der Holzbau in der Zukunft - Möglichkeiten und Grenzen“. Vortrag im Rahmen des Holzleimbausymposiums der JOWAT AG, Buchrain, Schweiz, 2008.
- [11] Danzig I.: „Tall Wood in Canada: Feasibility Study, Technical Guide, and Wood Innovation and Design Centre.“ *Beitrag im Rahmen des Internationalen Holzbau-Forum (IHF 2013) Aus der Praxis - Für die Praxis*. forum-holzbau, Garmisch-Partenkirchen, Deutschland, 2013.
- [12] Chapman J., Reynolds T., Harris R.: “A 30 level cross laminated timber building system and analysis of the eurocode dynamic wind loads.” *Beitrag im Rahmen der WCTE'12*. Auckland, Neuseeland, 2012.
- [13] EN 1990:2003-03: „Eurocode - Basics of structural design“
- [14] Ringhofer A., Zinganel P.: “timber\_in\_Graz” - vom 3-Geschoßer bis zur Hochhausgrenze in Holz. *Beitrag im Rahmen der 3. GraHSofT'12 (3. Grazer Holzbau-Sonderfachtagung 2012)*, Graz, Österreich, 2012.
- [15] Ringhofer A., Schickhofer G.: „Timber-in-Town - current examples for residential buildings in CLT and tasks for the future.“ In: Harris R., Ringhofer A., Schickhofer G. (eds.), *Focus*

- Solid Timber Solutions - European Conference on Cross Laminated Timber*, Edition 2, 185-206, 2014.
- [16] Ringhofer A., Schickhofer G.: "Multi-Storey Residential Buildings in CLT - Interdisciplinary Principles of Design and Construction." *Beitrag im Rahmen der WCTE'14*. Quebec, Kanada, 2014.
- [17] ETAG 004:2000: "Guideline for European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems with Rendering."
- [18] CUAP 04.04/26:2007: "ETICS with rendering for the use of timber frame buildings."
- [19] Unterwieser H., Schickhofer G.: „Characteristic Values and Test Configurations of CLT with Focus on Selected Properties“ In: Harris R., Ringhofer A., Schickhofer G. (eds.), *Focus Solid Timber Solutions - European Conference on Cross Laminated Timber*, Edition 2, 53-75, 2014.
- [20] EN 1995-1-1:2009: "Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten; Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau".
- [21] Schickhofer G., Schmid G.: „Gebäudetechnik für Geschossbauten in Holz-Massivbauweise.“ *Beitrag im Rahmen der 1. KlaHFT'14 (1. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung)*, Klagenfurt, Österreich, 2014.





ISBN: 978-3-200-03730-4