

STRATEGIEN für eine bauweisengerechte Ausführung versorgungstechnischer Installationen im HOLZ-MASSIVBAU

M-2-4/2014



Gernot Schmid
Institut für Holzbau und Holztechnologie
Technische Universität Graz

STRATEGIEN für eine bauweisengerechte Ausführung versorgungstechnischer Installationen im HOLZ-MASSIVBAU

Ein Beitrag zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Wohngebäuden in BSP

STRATEGIES for suitable technical supply installations in residential buildings
built in SOLID TIMBER CONSTRUCTION

Verfasser: Gernot Schmid

eingereicht am: Institut für Holzbau und Holztechnologie
Technische Universität Graz

Begutachter/Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerhard Schickhofer
Betreuer Dipl.-Ing. Georg Flatscher

Graz, März 2014

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 10.03.2014

Gernot Schmid

Statutory Declaration

I declare that i have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz, am 10.03.2014

Gernot Schmid

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerhard Schickhofer, Leiter des Institutes für Holzbau und Holztechnologie der TU Graz, für das große Engagement bei der Betreuung meiner Arbeit bedanken. Vielen Dank auch für die sehr gute Ausbildung, die ich während meines Studiums am Institut für Holzbau und Holztechnologie genießen durfte.

Weiters gilt ein großes Dankschön meinem Zweitbetreuer DI Georg Flatscher. Neben den fachlichen Gesprächen hat auch sein Gesamtüberblick, sowie seine Ratschläge zur thematischen und zeitlichen Strukturierung, zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Ein großer Dank auch an alle Diplomanden des Instituts. Die Zeit des Verfassens dieser Arbeit war, aufgrund der netten und angenehmen Atmosphäre im Diplomandenraum, mitunter die Beste meines Studiums.

Einen ganz besonderen Dank möchte ich auch meiner Lebensgefährtin DI Anja Frotschauer aussprechen. Die zahlreichen Anregungen und Diskussionen während unserer gemütlichen Kaffeehaus-Sessions haben mir sehr geholfen, den Überblick über die Arbeit beizubehalten, und das Thema auch aus alternativen Standpunkten zu betrachten.

Ebenfalls möchte ich mich bei meinem Freund und Cousin Gerald Windischbauer Bakk. rer. nat. für die vielen anregenden naturwissenschaftlichen Gespräche und gemeinsamen Unternehmungen bedanken. Diese haben mir den nötigen Ausgleich während meines Studiums und zum Verfassen dieser Arbeit am PC geliefert.

Zum Schluss möchte ich auch einen großen Dank meiner Familie aussprechen. Die regelmäßigen Besuche in meiner Heimat haben mir immer geholfen, nicht das Wesentliche im Leben aus den Augen zu verlieren. Auch für die finanzielle Unterstützung während meines Studiums möchte ich mich bedanken.

Kurzfassung

Wohngebäude, ausgeführt in Holz-Massivbauweise in BSP, erfahren zurzeit einen regelrechten Aufschwung. Die Entwicklung versorgungstechnischer Installationen, angepasst an die Besonderheiten dieser Bauweise befindet sich jedoch noch im Anfangsstadium. Dieser Umstand erfordert daher zukünftig eine intensive wissenschaftliche und praktische Auseinandersetzung mit diesem Thema, um den Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Holzkonstruktionen gerecht zu werden. Ziel dieser Arbeit soll demnach sein, Denkanstöße zu liefern, mögliche Strategien aufzuzeigen und so den Weg für eine zukunftsträchtige Entwicklung der Holz-Massivbauweise ohne „Sorgenfalten“ zu bereiten.

Im ersten Teil dieser Arbeit werden allgemeine Betrachtungen zu Wohnbauten in Holz-Massivbauweise in BSP durchgeführt. Hierbei sind vorwiegend die bisherigen und zukünftigen Entwicklungen dieser Konstruktionsweise, sowie die rechtlichen Rahmenbedingungen von Interesse.

Im Kapitel „C Stand der Technik - Versorgungstechnik im mehrgeschossigen Wohnbau“ werden die verschiedenen versorgungstechnischen Installationen in zeitgemäßen Wohnbauten unterschiedlicher Bauweise beschrieben. Speziell wird auf die Verteilung wasserführender Installationen eingegangen, und die Problempunkte bei der Anwendung in Wohnbauten in Holz-Massivbauweise angesprochen.

Das Kapitel „D Betrachtungen zur Dauerhaftigkeit von Konstruktionen aus Holz“ befasst sich anschließend mit den materialspezifischen Besonderheiten des Baustoffs Holz, insbesondere im Hinblick auf sein Verhalten bei unterschiedlichen Feuchteeinwirkungen sowie deren Auswirkungen auf die Dauerhaftigkeit. Ebenfalls werden die möglichen Ursachen einer Feuchtebeanspruchung im Gebäude aufgezeigt und Strategien zur Sanierung von Feuchteschäden diskutiert.

Aufbauend auf diesen Recherchen werden Strategien bzw. Lösungsmöglichkeiten vorgestellt, welche zu einer Erhöhung der Dauerhaftigkeit von Holzkonstruktion beitragen können. Im Speziellen werden Maßnahmen, beginnend bei der Festlegung von Entwurfsgrundsätzen, über die technischen Kontrolleinrichtungen bis hin zu konstruktiven Detailausbildungen, erarbeitet.

Abschließend wird am Beispiel der sich in Planung befindlichen Wohnanlage „Timber in Town“ (Graz) eine Variante einer kontrollierbaren Verteilung versorgungstechnischer Installationen aufgezeigt und im Detail betrachtet. Ebenfalls wird in diesem Kapitel die Planung einer Sprinkleranlage, am Beispiel dieser Wohnanlage, durchgeführt.

Abstract

The development of technical supply installations, adapted to the particularities of timber structures is still in process. This situation requires an intensive scientific and practical discussion of this subject to ensure the durability of such structures. The aim of this master thesis is to provide ideas for considerations, to demonstrate possible strategies and to prepare the way for a promising future development of timber structures.

In the first part of the present contribution, general considerations to residential buildings in solid timber structures in CLT are shown. In chapter C, the various technical supply installations in contemporary residential buildings are described. Especially the distribution of water-bearing installations and their use in solid timber structures are discussed.

Chapter D deals with the material-specific peculiarities of timber, particularly regarding the influence of moisture to its durability. Possible causes of moisture stress in buildings are shown and additionally, strategies for the reconstruction of damaged CLT-elements are presented.

In a further step, constructive details, helping to increase the durability of solid timber structures, are developed. Finally, by using the scheduled residential complex "Timber in Town" (Graz, AT), a possible solution of a controllable distribution of water bearing installations is demonstrated and considered in detail. Furthermore, a sprinkler system is planned within this example.

A Einleitung

B Wohnbau in der Holz-Massivbauweise in BSP

1	Geschichtliche Entwicklung der Holz-Massivbauweise.....	4
2	Der Holzwerkstoff Brettsperrholz.....	7
2.1	Aufbau und Herstellung von Brettsperrholz.....	8
2.2	mechanische und physikalische Eigenschaften von BSP.....	10
2.2.1	Abmessungen.....	10
2.2.2	Einsatzbereich und mechanische Eigenschaften.....	10
2.2.3	physikalische Eigenschaften.....	10
2.3	Verbindungs- und Montagetechnik.....	12
3	Bauvorschriften für den mehrgeschoßigen Holzbau.....	14
3.1	Brandschutz in Österreich.....	14
3.1.1	österreichische Baugesetze.....	15
3.1.2	österreichische und europäische Normen.....	16
3.1.3	OIB-Richtlinien.....	17
3.1.4	Brandschutzkonzepte.....	18
3.1.5	TRVB - Technische Richtlinien vorbeugender Brandschutz.....	19
4	Ökologische Betrachtung von Gebäuden aus BSP.....	20

C Stand der Technik

Versorgungstechnik im mehrgeschossigen Wohnbau

1	Versorgungstechnik.....	24
2	Historische sowie zukünftige Entwicklungen der Versorgungstechnik in Wohngebäuden.....	25
3	Leitungsführung in Wohnbauten.....	27
3.1	vertikale Erschließung der Wohneinheiten.....	27
3.1.1	zentrale Installationsschächte.....	29

3.1.2	Platzbedarf in Installationsschächten	30
3.1.3	Brandschutz in Installationsschächten	32
3.2	Leitungsführung in den Wänden.....	33
3.2.1	sichtbare Installationsführung	33
3.2.2	Schlitze und Aussparungen für Installationen	33
3.2.3	Rohrleitungen in Leichtbauwänden	36
3.2.4	Vorwandinstallationen	38
3.3	Leitungsführung in Deckenkonstruktionen	42
3.3.1	Führung im Fußbodenaufbau	42
3.3.2	Führung an der Deckenunterseite	44
3.4	vorgefertigte Installationseinheiten.....	45
4	Sanitärräume im Wohnbau.....	48
4.1	Installationen in Sanitärräumen in Wohnbauten.....	49
4.1.1	Schallschutz bei Rohrleitungsinstallationen	51
4.1.2	Beispiele einer Leitungsführung in der Fußbodenebene von Sanitärräumen	52
4.2	oberflächennahe Abdichtungsmaßnahmen	54
4.2.1	Feuchte-Beanspruchungsklassen	54
4.2.2	Flächenabdichtungssysteme	58
4.2.3	Abdichtungen für (Bewegungs-) Fugen	59
4.2.4	Durchdringungen in feuchtebeanspruchten Bereichen	59
4.2.5	Anwendungsbeispiele	60
4.2.6	Einbau einer Duschtasse oder Badewanne	62
4.2.7	Richtlinien und Normen für die Ausführung von oberflächennahen Abdichtungen ..	64
4.2.8	Eignung oberflächennaher Abdichtungen in Holzbauten	65
5	Trinkwasserversorgung	66
5.1	Wasserleitungssystem im Gebäude	66
5.1.1	Aufteilung mittels zentralem Trinkwasser-Verteilerkasten	67
5.1.2	Aufteilung mittels Verzweigungen der Leitungen	68
5.2	Materialien und Rohrsysteme	69
5.2.1	Rohr-in-Rohr-System	70
5.3	Warmwasserversorgung	72
5.3.1	Eigenständige Warmwasserbereitung	72
5.3.2	Gekoppelte Warmwasserbereitung	72
6	Löschanlagen	74
6.1	Sprinkleranlagen	74
6.1.1	Funktionsweise	75

6.1.2	Kosten einer Sprinkleranlage	76
6.1.3	Wasserschäden	76
6.1.4	Auslegung	76
6.2	Gas-Löschsysteme	77
6.3	Hydrantenanlagen	77
6.4	Beurteilung der Eignung diverser Löschsysteme in Holzbauten.....	78
7	Abwasseranlagen	79
7.1	Abwasserleitungen im Gebäude.....	79
7.1.1	Materialien und Rohrquerschnitte	80
8	Wärmeversorgung, Wärmeverteilung und Wärmeabgabe	82
8.1	Wärmeerzeugung	83
8.2	Warmwasserpumpenheizung (WWPH)	83
8.2.1	Rohrleitungsmaterialien für Warmwasserheizungen	84
8.2.2	Raumheizflächen	88
8.3	Luftheizungen	93
8.4	elektrische Raumheizsysteme.....	93
8.5	weitere Raumheizsysteme.....	94
9	Elektrotechnik in Gebäuden	95
9.1	Elektroinstallation mit Bussystemen	95
9.2	klassische Elektroinstallationen.....	97
9.2.1	Leitungsmaterial	98
9.2.2	Leitungsarten	98
9.2.3	Leitungsführung	99
10	Frischluftversorgungssysteme	101
10.1	zentrale und dezentrale Wohnraumlüftung	101
10.1.1	Verteilung der Lüftungsrohre	102
10.1.2	Material der Lüftungsrohre	103
11	Lebensdauer und Sanierungszyklen der technischen Gebäudeausrüstung	104

D Betrachtungen zur Dauerhaftigkeit von Konstruktionen aus Holz

1	Materialspezifische Besonderheiten von Holz.....	106
1.1	Feuchteverhalten des Baustoffs Holz.....	106
1.1.1	Quellen und Schwinden	106
1.1.2	richtungsabhängige Wasseraufnahme von Holz	107
1.2	thermische Längenänderung.....	108
2	Dauerhaftigkeit von Holz.....	109
2.1	holzerstörende Organismen	109
2.1.1	Pilze	110
2.1.2	tierische Holzschädlinge	111
2.2	natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz.....	112
2.3	Maßnahmen zum Schutz des Holzes	113
3	Ursachen von Feuchtebeanspruchungen im Gebäude.....	114
3.1	mangelhafte Abdichtung wasserbeanspruchter Flächen.....	114
3.2	mangelhafte Abdichtung von Fugen und Anschlüssen	115
3.3	mangelhafte Ausführung von Rohrdurchführungen.....	115
3.4	defekte oder mangelhafte Sanitär- und Heizungstechnik.....	115
3.5	defekte Haushaltsgeräte	116
4	Sanierung von Feuchteschäden an BSP-Elementen.....	117
4.1	Sanierung des gesamten BSP-Elementes	118
4.2	Sanierung von Teilen des BSP-Elementes	119
4.3	Sanierung von BSP-Elementen in lokalen Bereichen	120
4.4	Sanierung der Decklage eines BSP-Elementes	121
5	Querschnittsschwächungen infolge von Schlitzern und Aussparungen	122

E Strategien zur Gewährleistung eines dauerhaften Holzbaus

1	Entwurfgrundsätze für Wohnbauten in Holzbauweise	126
2	Regelmäßige Überprüfung und Wartung von Installationen	128

2.1	Überprüfungen während der Bauphase.....	128
2.2	Überprüfung und Wartung während der Nutzungsdauer	129
3	Kontrolle der Installationen mittels Feuchtemessung.....	131
3.1	Arten der Feuchtemessung.....	131
3.2	Wassermelder zum Schutz der Bausubstanz.....	132
3.2.1	flächiges Leckortungs- und Monitoringsystem	134
3.3	Luffeuchte/Temperatur Messumformer	135
3.3.1	Luffeuchte/Temperatur Sensoren mit Einbindung in ein Bus-System	136
4	Optimierte Verteilung der Sanitär- und Heizungsinstallationen..	138
4.1	vertikale Verteilung wasserführender Installationen.....	138
4.1.1	konventionelle Ausführung	138
4.1.2	empfohlene Ausführung eines vertikalen Schachtes	139
4.2	horizontale Verteilung wasserführender Installationen.....	141
4.2.1	Beurteilung der aufgezeigten Verteilungsmöglichkeiten	141
4.2.2	Verteilung in Ebene der Schüttung	142
4.2.3	Verteilung in Abdeckleisten	148
4.2.4	Verteilung in Bodenkanälen	150
4.2.5	Verteilung in abgehängter Decke	152
4.2.6	Verteilung hinter Leichtbau-Vorsatzschalen vor BSP-Wänden	155
4.2.7	Verteilung hinter Leichtbau-Vorsatzschalen an STB-Wänden	159
4.2.8	Verteilung in Leichtbauwänden	161
4.2.9	Gegenüberstellung der Ergebnisse der einzelnen Nutzwertanalysen	163
4.3	Ausführung vertikaler Anschlussleitungen	165
4.3.1	Befestigung der Installationsleitungen an den Wänden	166
5	Revisionsöffnungen in Sanitärwänden.....	167
6	Ausführung einer bodengleichen Dusche.....	169
7	Alternative Heizsysteme.....	171
7.1	wasserfreie Heizsysteme.....	171
7.1.1	Luftheizungen	171
7.1.2	elektrische Infrarotstrahlungsheizungen	171
7.2	Wandheizung als Alternative zur Fußbodenheizung.....	173
7.2.1	Aufbau einer Wandheizung	174

F	Verteilung versorgungstechnischer Installationen am Beispiel der Wohnanlage „Timber in Town“	
1	Projektbeschreibung „Timber in Town“.....	176
1.1	Projektdaten.....	176
2	Raumkonzept der ausgewählten Entwurfsvariante.....	177
3	Installationsführung am Beispiel der „Wohnung 1“	178
3.1	Ausführungsdetails der Sanitär- und Heizungsinstallationen	181
3.1.1	Detail 1: vertikaler Installationsschacht	182
3.1.2	Detail 2: horizontale Verteilung in Vorsatzschalen an STB-Wänden	184
3.1.3	Detail 3: horizontale Verteilung in Bodenkanal (Vorraum)	185
3.1.4	Detail 4: horizontale Verteilung in Bodenkanal (Küche)	186
3.1.5	Detail 5: horizontale Verteilung zu Waschbecken im WC	187
3.1.6	Detail 6: Heizungsvor- und Rücklaufleitung in abgehängter Decke	188
3.1.7	Detail 7: Heizungsvor- und Rücklaufleitung in Sockelleiste	189
4	Brandschutztechnische Planung am Beispiel der „Wohnung 1“	190
4.1	Auslegung einer Sprinkleranlage.....	192
4.1.1	Abstände und Anordnung der Sprinkler	192
4.1.2	Dimensionierung und Anordnung der Rohre	193
4.2	Installation einer Sprinkleranlage am Beispiel der „Wohnung 1“	194
4.2.1	Sprinklerköpfe	195
G	Schlussbetrachtung	
	Schlussbetrachtung.....	197
H	Literatur	
1	Literaturverzeichnis.....	199

A Einleitung

Die rasche Entwicklung der Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz (BSP) in den letzten Jahrzehnten hat neue Möglichkeiten des Einsatzes von Holz, besonders im mehrgeschossigen Wohnbau, erschlossen. Aus statisch/konstruktiver Sicht erfüllt diese Bauweise bereits die Anforderungen hinsichtlich der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von mehrgeschossigen Gebäuden. Darüber hinaus ist die Holz-Massivbauweise bei wirtschaftlicher Betrachtung zu einer ernstzunehmenden Konkurrenz für die konventionellen Massivbauweisen aus Stahlbeton und Mauerwerk herangewachsen. Im ökologischen Vergleich vertritt die Holz-Massivbauweise eine besonders günstige Position. Dies ist in Zeiten des zunehmenden ökologischen Denkens ein mitverantwortlicher Faktor für den stetig steigenden Einsatz von Holz in größeren Bauvorhaben.

Für jede Bauweise gilt es, den jeweiligen Besonderheiten entsprechend, die Ausführung versorgungstechnischer Installationen zu planen. Zurzeit erfolgt die Planung der Installationen durch den Gebäudetechniker weitestgehend getrennt von der Planung der Konstruktion des Gebäudes durch den Architekten bzw. das Bauunternehmen. Unter anderem aufgrund eines fehlenden Bewusstseins hinsichtlich materialspezifischer Besonderheiten, werden bestehende versorgungstechnische Installationsweisen, welche sich im mineralischen Massivbau bewährt haben, ohne Hinterfragung auch im Holz-Massivbau angewendet.

Die Auswirkungen von Feuchteinflüssen auf organische Baustoffe wie Holz, welche infolge von Undichtigkeiten oder Beschädigungen wasserführender Leitungen auftreten können, sind grundlegend verschieden zu jenen von mineralischen Baustoffen. Organische Baustoffe stellen besonders bei ausreichendem Feuchtegehalt eine Nahrungsquelle für verschiedenste Organismen dar. Ein Befall mit diesen kann zu einer Zerstörung der Holzsubstanz führen und aufwendige und kostenintensive Sanierungen zur Folge haben.

Diese Tatsache führt zu der dringenden Erfordernis der Entwicklung und Publikation geeigneter Lösungen für eine bauweisengerechte Ausführung versorgungstechnischer Installationen im Holz-Massivbau. Ziel dieser Arbeit soll demnach sein, Denkanstöße zu liefern, mögliche Strategien aufzuzeigen und so den Weg für eine zukunftssträchtige Entwicklung der Holz-Massivbauweise ohne „Sorgenfalten“ zu bereiten.

B Wohnbau in der Holz-Massivbauweise
in BSP

1 Geschichtliche Entwicklung der Holz-Massivbauweise

Die Holz-Massivbauweise ist eine der ältesten Bauweisen der Menschheitsgeschichte. Traditionelle Holzbauten, gebaut in Stab- oder Blockbauweise (siehe Abb. 1.1li.), zeugen speziell in den Alpenregionen oder in Skandinavien von ihrer Dauerhaftigkeit.

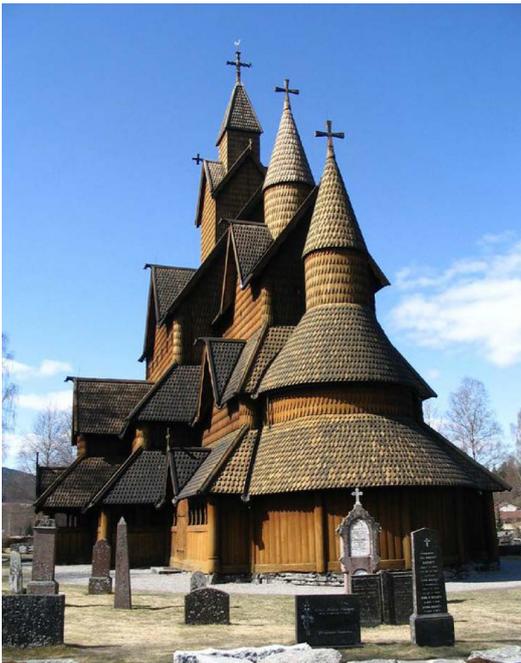


Abb. 1.1 (li) Heddal Stabkirche in Stab-Massivbauweise, Norwegen, [78]
 (re) derzeit höchster Wohnbau in BSP-Massivbauweise, Forte Living/Melbourne, [88]

In den letzten Jahrhunderten wurde in den waldreichen Regionen Europas, der Holz-Massivbau kontinuierlich durch den Stein-, Ziegel- und Stahlbeton-Massivbau aufgrund mehrerer Ursachen verdrängt. Eine Tatsache ist jedoch, dass mit der traditionellen Holz-Massivbauweise die zunehmenden architektonischen Ansprüche nur schwer bzw. nicht realisierbar waren. Die Holz-Leichtbauweise konnte den Ansprüchen zwar entgegenkommen, aber dennoch kann bis heute ein Festhalten an der Ziegel- und/oder Stahlbeton-Massivbauweise und eine höhere Wertschätzung dieser durch die Bevölkerung beobachtet werden. Ende des 20. Jahrhunderts wurde mit der Entwicklung des flächigen Baustoffs Brettsperrholz eine potenzielle Trendwende im Wohnbau eingeläutet (siehe Abb. 1.1re u. Abb. 1.2). Ausgangspunkt für die Entwicklung war der waldreiche, deutschsprachige Alpenraum. vgl. [1]



Abb. 1.2 Wohnbau aus hergestellt in Holz-Massivbauweise, (AT) Stmk. [124]

Der Holzbauanteil von Wohnbauten in Österreich ist daher, unter anderem aufgrund der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Brettsper Holz sowie der zunehmenden ökologischen Betrachtung, in den letzten Jahrzehnten stetig im steigen (siehe Abb. 1.3).

Holzbauanteil von Wohnbauten in Österreich

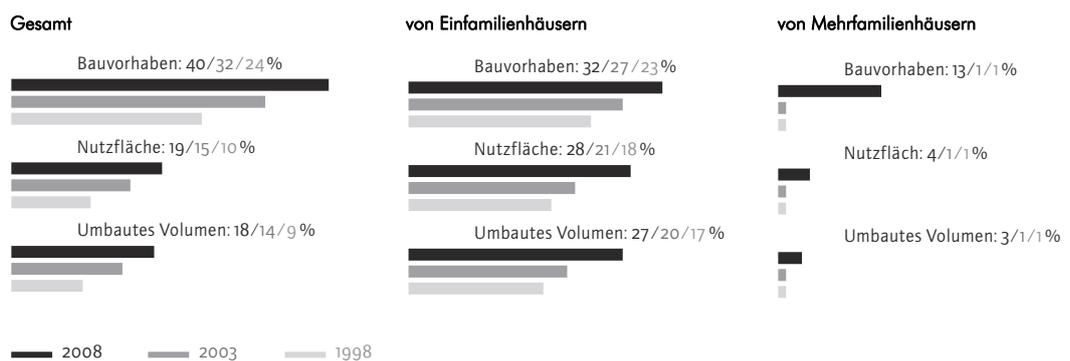


Abb. 1.3 Holzbauanteil gesamt (li), von Einfamilienhäusern (mi) und von Mehrfamilienhäusern (re) in Österreich gem. statistischer Erhebung, [26] (bearbeitet)

In Abb. 1.3 wird der Holzbauanteil in Österreich auf Basis statistischer Erhebungen, veröffentlicht von proHolz Austria, aufgezeigt [26]. Datengrundlage der statistischen Erhebung bilden die Einreichunterlagen der Baubewilligungen von, nach dem Zufallsprinzip, ausgewählten Gemeinden. Anschließend erfolgte eine statistische Hochrechnung auf die einzelnen Bundesländer bzw. gesamt Österreich. Gesamt ist die Zunahme des Holzbauanteils von Wohnbauten im Jahr 2008 im Vergleich zu den Jahren 2003 und 1998 deutlich zu erkennen. Als Wohnbauten in Holzbauweise wurden in dieser Studie Einfamilien- und Mehrfamilienhäuser sowie Um- und Zubauten definiert, bei welchen die tragenden Bauteile zu mehr als 50 % in Holz ausgeführt werden (exkl. Bodenplatte und Fundamentierungen).

Betrachtet man die Anzahl der Bauvorhaben so haben sich diese 2008 im Gegensatz zu 1998 um 16% auf insgesamt 40% erhöht. Die Betrachtung der Nutzfläche und des Umbauten Volumens zeigt jedoch, dass es sich bei in Holzbauweise ausgeführten Gebäuden um kleinere Bauvorhaben, im Gegensatz zu anderen Bauweisen, handelt. Besonders deutlich ist dieser Umstand in der Statistik von Mehrfamilienhäusern (Abb. 1.3

rechts) deutlich zu erkennen. War 1998 die Holzbauweise in MFH nahezu nicht gegenwärtig, so konnte innerhalb von 10 Jahren der Anteil auf 13 % gesteigert werden. Dies entsprach jedoch nur 4 % der Nutzfläche bzw. 3 % des umbauten Volumens der realisierten Wohnbauten. Für den sprunghaften Anstieg in der Kategorie Mehrfamilienhäuser ist in erster Linie die Entwicklung der Holz-Massivbauweise in BSP mitverantwortlich.

Wie Abb. 1.4 (li) zu entnehmen ist, wird der Großteil der Wohngebäude in Holzbauweise von Mitgliedern des Österreichischen Fertighausverbandes hergestellt (63% 2008). Dieser Anteil ist im Vergleich zu 1998 relativ stabil bzw. leicht rückläufig. Die Herstellung durch regionale Zimmerer ist dagegen um 5 % auf 19 % gestiegen. Als Konstruktionsform wurde im Zeitraum 1998 bis 2008 vorwiegend die Tafel-/Elementbauweise ausgeführt (Abb. 1.4 rechts). Eine Verschiebung der Anteile über den Betrachtungszeitraum ist hingegen von der Blockbauweise hin zur Holz-Massivbauweise in BSP zu beobachten.

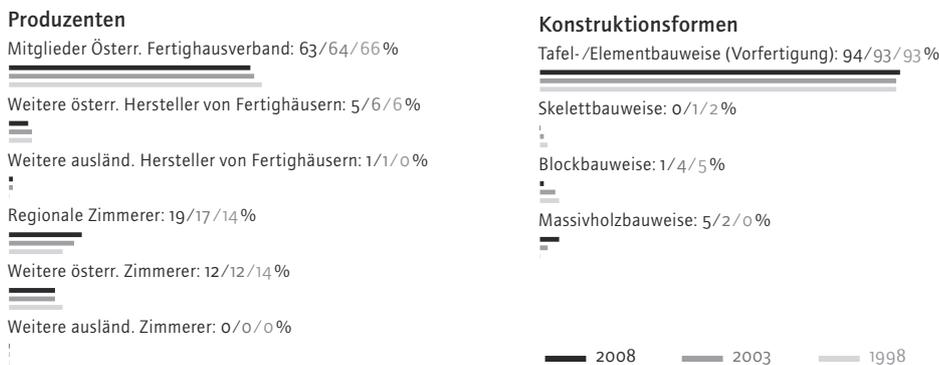


Abb. 1.4 statistische Betrachtung der Produzenten (li) und Konstruktionsformen (re) von Holz-Wohnbauten, [26]

Neuere statistisch aufbereitete Daten stehen zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Arbeit leider nicht zur Verfügung. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich der stetig steigende Trend noch weiter fortsetzt. Als Grund hierfür ist die Lockerung der restriktiven Bestimmungen der Bauordnungen in den letzten Jahren für mehrgeschoßige Holzbauten in einigen Bundesländern, zu nennen. Ebenfalls wurden mit Einführung der OIB-Richtlinie 2 - „Brandschutz“ [45], nachvollziehbare Rahmenbedingungen bzw. Anforderungen für die Planung und Ausführung „brandsicherer“ mehrgeschossiger Holzbauten geschaffen. Diese Entwicklungen tragen wesentlich zum vermehrten Einsatz des Baustoffs Holz, besonders in mehrgeschossigen Gebäuden, bei.

2 Der Holzwerkstoff Brettsperrholz

vgl. [1]

Für den relativ jungen Baustoff Brettsperrholz werden viele verschiedene Bezeichnungen verwendet. Als herstellerunabhängige Bezeichnungen werden vor allem „Brettsperrholz“ (BSP) und „Cross Laminated Timber“ (CLT) verwendet. Umgangssprachlich haben sich auch einige herstellereigene Produktbezeichnungen wie z. B. Kreuzlagenholz (KLH) etabliert.



Abb. 2.1 5-schichtiges Brettsperrholzelement, [100]

Brettsperrholz, folglich mit BSP abgekürzt, ist ein flächiger und massiver Baustoff (siehe Abb. 2.1). Der besondere Aufbau von BSP erweitert erheblich die Anwendungsmöglichkeiten gegenüber der konventionellen Holz-Massivbauweise (wie z.B. Blockbau).

Besonderheiten der Holz-Massivbauweise in BSP sind z. B.:

- geringes Quell- und Schwindverhalten durch den gesperrten Aufbau
- hohe statische Belastbarkeit
- hoher Vorfertigungsgrad im Werk (Abbund)
- kurze, exakte und saubere Montage
- Vorteile im Wärme-, Feuchte-, Schall- und Brandschutz
- günstiger Einfluss auf das Raumklima
- nachhaltige Bauweise

2.1 Aufbau und Herstellung von Brettsperrholz

Der prinzipielle Aufbau von Brettsperrholz ist, mit einzelnen Ausnahmen, bei allen Herstellern nahezu identisch. Ein Brettsperrholzelement besteht hierbei aus mehreren, um 90° zueinander verdrehten und miteinander verklebten Lagen aus Brettlamellen (siehe Abb. 2.2). Eine Sonderform stellt die Verwendung von Holzdübeln oder Nägeln anstatt des Klebstoffes dar.

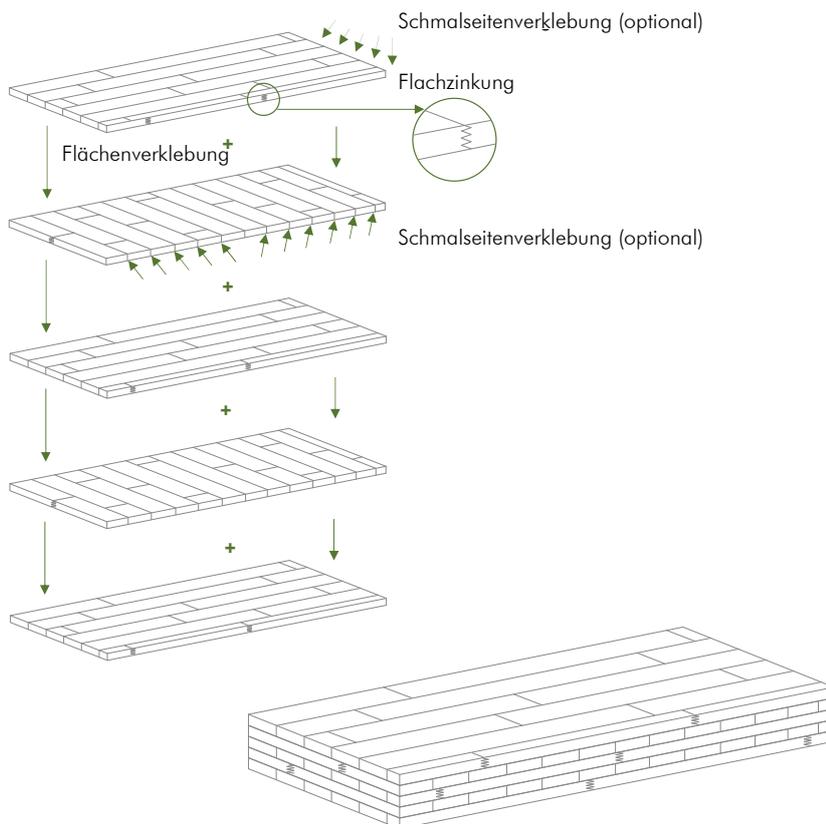


Abb. 2.2 Herstellungsverfahren eines 5-schichtigen Brettsperrholzelementes, [16] (Abb. überarbeitet)

Die einzelnen Lagen bestehen aus einzelnen festigkeitssortierten Brettern bzw. keilgezinkten Endloslamellen. In der Regel werden hierzu Fichtenholzbretter der Festigkeitsklasse C16, C18 und/oder C24 verwendet. Eine Verwendung von anderen Holzarten oder Holzwerkstoffen für einzelne Lagen ist ebenfalls möglich. Vor der Flächenverklebung der einzelnen Lagen werden die einzelnen Bretter von vielen Herstellern mittels Schmalseitenverklebung zu Einschichtplatten verklebt.

Für die Verklebung werden verschiedene Klebstoffe, wie z.B. Aminoplaste (Melamin Harnstoff Formaldehydklebstoff [MUF] und Melamin Formaldehydklebstoff [MF]) und einkomponentige Polyurethanklebstoffe (1K-PUR), verwendet. Für die Schmalseitenverklebung wird teilweise auch emulsionspolymerisiertes Isocyanat (EPI) verwendet.

Nach dem Klebstoffauftrag und während des Erhärtungsvorganges erfolgt eine Flächenpressung des BSP-Elements. Diese wird in der Regel mit hydraulischen Pressen realisiert, wobei ein Mindestpressdruck von $0,6 \text{ N/mm}^2$ bis $0,8 \text{ N/mm}^2$ gemäß EN 14080 [57] bzw. $0,4 \text{ N/mm}^2$ bis $0,6 \text{ N/mm}^2$ nach Forschungsarbeiten des Instituts für Holzbau und Holztechnologie der TU Graz, sicherzustellen ist. Eine weitere Variante ist die Flächenpressung mittels Vakuumtechnik. Da nur ein maximaler Pressdruck von $0,1 \text{ N/mm}^2$ zu erreichen ist, sind Entlastungsnuten zur Verringerung der Querbiege- und Torsionssteifigkeit der Brettlamellen vorzusehen.

Anschließend erfolgt der Abbund des BSP-Elementes (siehe Abb. 2.3). Die Standardware wird nur an den Rändern besäumt, die Oberflächenqualität kann zusätzlich durch Schleifen oder hobeln verbessert werden. Für den weiteren Abbund stehen eine Vielzahl von Bearbeitungsmöglichkeiten zur Verfügung.

Je nach Abbundanlage des Herstellers können dies unter anderem sein:

- Zuschnitt, Fenster- und Türausschnitte
- Pfetten-, Sparren-, Tramauslässe
- Schifterschnitte, Sparrenkerben
- Falz- und Nutfräsungen
- versch. Fälze und Stöße
- Kreislöcher, Bohrungen, Elektrokanäle



Abb. 2.3 Fräsung in einer Massivholzplatte, [16]

2. 2 mechanische und physikalische Eigenschaften von BSP

2. 2. 1 Abmessungen

Trotz vieler Bestrebungen haben sich noch nicht alle Hersteller von BSP-Elementen auf Standardabmessungen geeinigt. Als Richtwert können maximale Standard-Elementgrößen von 3 x 16 x 0,4 m angenommen werden. Minimal besteht ein BSP-Element aus 3 Brettlagen, mit einer üblichen Einzelschichtdicke von 20 bis 40 mm.

2. 2. 2 Einsatzbereich und mechanische Eigenschaften

Der Einsatzbereich von BSP ist zulassungsbedingt auf die Nutzungsklassen 1 und 2 beschränkt. Das heißt, die relative Holzfeuchte darf 20 % nicht übersteigen, womit eine direkte Bewitterung der eingebauten Bauteile ausgeschlossen ist.

Die mechanischen Eigenschaften zur Bemessung von BSP sind derzeit noch nicht einheitlich normativ geregelt. Grundsätzlich beziehen sich die charakteristischen Festigkeiten von Brettspertholz auf die Festigkeiten des Grundmaterials.

Im Gegensatz zu stabförmigen Holzprodukten muss zur Bemessung von BSP-Bauteilen die Rollschubfestigkeit berücksichtigt werden. Ebenfalls ist die Beachtung des „Rollschubmoduls“ für die Ermittlung der Steifigkeit erforderlich.

2. 2. 3 physikalische Eigenschaften

Ein wesentlicher Vorteil gegenüber anderen Holz-Massivbauweisen (z. B. Blockbauweise), besteht in dem geringen und gleich großen Quell- und Schwindmaß in Plattenebene (siehe Tab. 2.1). Durch die um 90° zueinander verklebten Schichten eines BSP-Elementes, wird dieses in Plattenebene in alle Richtungen angeglichen. Normal zur Plattenebene ergibt sich ein gemittelter Wert aus Radial- und Tangentialverformung.

Quell- und Schwindmaß je 1 % Holzfeuchteänderung			
		in Dickenrichtung	in Elementebene
Brettspertholz	[%]	0,24	0,02 - 0,04

Tab. 2.1 Schwind und Quellverhalten von Brettspertholz, vgl. [13]

Ebenfalls besitzt BSP bzw. Holz im Allgemeinen ein sehr gut berechenbares Brandverhalten. Die Tragfähigkeit eines Bauteils im Brandfall kann in der Regel, ohne Anstriche oder Bepunktungen, für die in den Richtlinien geforderten Zeit sichergestellt werden. Der Feuerwiderstand von BSP beträgt in etwa 0,65 mm/min (siehe Tab. 2.2), das bedeutet bei einem Brand von 30 min wird der Querschnitt an feuerbeanspruchten Seiten um ca. 2 cm geschwächt. Der Restquerschnitt behält jedoch seine volle Festigkeit und Steifigkeit.

Einzig die Brennbarkeit stellt gewisse Hürden für die Verwendung von Holzbauteilen im

Wohnbau dar. Insbesondere in mehrgeschossigen Wohnbauten werden hohe Anforderungen an die Brennbarkeit von Bauteiloberflächen gestellt, welche vom Baustoff BSP oftmals nicht erfüllt werden. Das Brandverhalten von BSP ist gemäß EN 13501 [58] in die Euroklasse D-s2,d0 (normal entflammbar, mittlere Rauchentwicklung, kein brennendes Abtropfen) einzustufen (Tab. 2.2). Wird eine niedrigere Brandklasse gefordert, so werden die Holzoberflächen in der Regel mit Gipskartonbauplatten o.ä. beplankt (Kapselung). Diese Maßnahmen können jedoch die Kosten für den Ausbau des Gebäudes deutlich erhöhen.

Brandverhalten		
Brettsperrholz		Euroklasse D-s2, d0
Brettsperrholz (als Bodenbelag)	[%]	Euroklasse D _{FL} -s1
Feuerwiderstand		
Entsprechend EN 1995-1-2 für Vollholz	[mm/min]	$\beta_0 = 0,65$ ¹⁾
¹⁾ Im Fall von nicht brandbeständigen Klebstoffen sind verkohlte Schichten wie „abgefallene“ Brandschutzbekleidungen gemäß EN 1995-1-2 zu behandeln		

Tab. 2.2 Brandverhalten von Brettsperrholz, [1]

2.3 Verbindungs- und Montagetechnik

vgl. [17]

Aufgrund der vorgefertigten, großflächigen BSP-Elemente ergibt sich in der Regel eine sehr kurze Montagezeit des Rohbaus.

Die im Herstellwerk oder in einem Holzbauunternehmen fertig abgebundenen BSP-Elemente werden mit Hilfe eines LKW auf die Baustelle transportiert und mit geeigneten Hebewerkzeugen an den Montageort gehoben (Abb. 2.4).



Abb. 2.4 Montage eines Wandelements in BSP, [103]

Anschließend werden die Elemente mit geeigneten Verbindungsmitteln (z.B. Abb. 2.5 u. Abb. 2.7) untereinander bzw. auf dem vorbereiteten Untergrund befestigt. Zu vorübergehender Lagesicherung können Montagestützen, Deckensteher, etc. verwendet werden. Häufig eingesetzte Verbindungsmittel sind z.B.:

- Holzschrauben
- Montagewinkel
- Zuganker



Abb. 2.5 Montagewinkel für die Befestigung von BSP-Elemente, [17]

Zur Befestigung hoch beanspruchter Bauteile werden unter anderem auch eingeschlitze Stahlbleche mit Stabdübeln verwendet.

Vor der Montage der Elemente ist es notwendig, Zusatzmaterialien wie z.B. Dichtbänder (siehe Abb. 2.6) oder Elastomerlager (siehe Abb. 2.7) in die Stoßfuge einzubringen, um die Luftdichtheit der Gebäudehülle und den Schallschutz zu verbessern.



Abb. 2.6 Dichtband zur Sicherstellung der Luftdichtheit der Gebäudehülle, [17]



Abb. 2.7 Elastomerlager zur Minimierung der Körperschallübertragung
Befestigung des Wandelements mittels Montagewinkel aus Stahl

3 Bauvorschriften für den mehrgeschoßigen Holzbau

Der mehrgeschoßige Holzbau in Österreich war lange Zeit aufgrund der restriktiven Baugesetze der einzelnen Länder beschränkt. Zumeist aus Brandschutzgründen war bzw. ist in manchen Bundesländern die Errichtung eines mehrgeschoßigen Holzbaus auf eine konkrete Geschoßanzahl begrenzt.

Mit der Einführung der Richtlinien des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB) in bestimmten Bundesländern, insbesondere der „OIB-Richtlinie 2 - Brandschutz“ [45], konnten nachvollziehbare Regelungen für den Holzbau erreicht werden.

Die „ÖNORM B 2320 - Wohnhäuser aus Holz“ [41] enthält technische Anforderungen an Wohnhäuser aus Holz. Mit ihr wird sichergestellt, dass alle Anforderungen der Bauproduktenverordnung sowie die landesgesetzlichen Bestimmungen eingehalten werden.

3.1 Brandschutz in Österreich

Wie bereits erwähnt, besitzt der Brandschutz eine große Relevanz für den mehrgeschoßigen Holz-Wohnbau. Um den Brandschutzanforderungen gerecht zu werden, müssen gegebenenfalls die Holzoberflächen in mehrgeschoßigen Wohnbauten mit nicht brennbaren Baustoffen bekleidet werden. Dies führt oftmals zu zeitintensiven Ausbauarbeiten, welche einen wesentlichen Kostenanteil von Gebäuden darstellen und üblicherweise höhere Gesamtkosten im Vergleich zur mineralischen Massivbauweise verursachen. Für eine nähere Betrachtung des wirtschaftlichen Vergleichs der Holz-Massivbauweise zur mineralischen Massivbauweise wird auf [27] verwiesen. Eine andere Strategie, welche in der Regel mit einem Brandschutzkonzept nachzuweisen ist, besteht darin, den Brand bereits zum Zeitpunkt des Entstehens, mittels geeigneter technischer Einrichtungen (z.B. Sprinkleranlagen) zu verhindern. Hierdurch können die Ausbauarbeiten deutlich minimiert und gegebenenfalls sichtbare Holzoberflächen eingesetzt werden.

Der Brandschutz in Österreich ist über verschiedene Gesetze, Normen und Regelwerke geregelt (siehe Abb. 3.1). Trotz der unterschiedlichen Baugesetze in den neun Bundesländern wird der Brandschutz mittlerweile in allen Bundesländern nahezu einheitlich, in erster Linie über die „OIB-Richtlinie 2 - Brandschutz“ [45], geregelt.

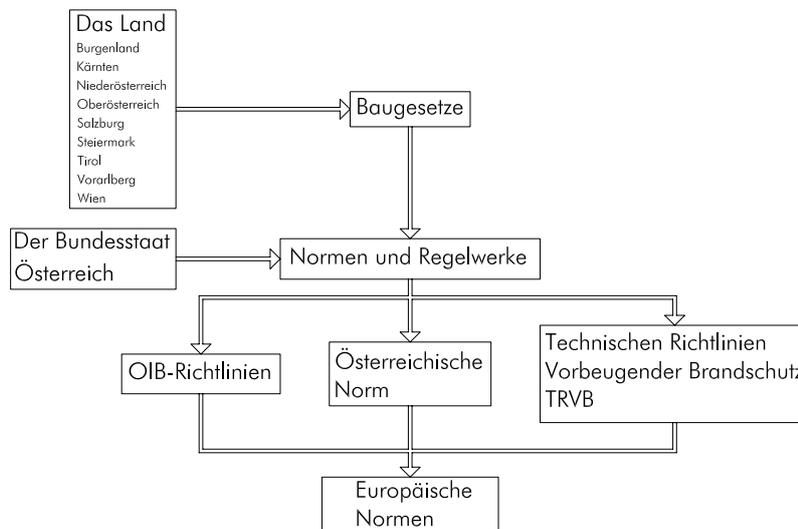


Abb. 3.1 rechtliche Ebenen des Brandschutzes in Österreich, [10]

3. 1. 1 österreichische Baugesetze

Die Baugesetze der österreichischen Bundesländer unterscheiden sich wesentlich in ihrem Umfang und Detaillierungsgrad. Sie befassen sich hauptsächlich mit den allgemeinen Anforderungen und den Zielen des Brandschutzes. Hinsichtlich der brandschutztechnischen Planung beziehen sie sich teilweise auf die ÖIB- Richtlinien.

Im Steiermärkischen Baugesetz heißt es z. B. im III. Abschnitt (11), Brandschutz, §49 (11), Allgemeine Anforderungen, nur:

„Bauwerke müssen so geplant und ausgeführt sein, dass der Gefährdung von Leben und Gesundheit von Personen durch Brand vorgebeugt sowie die Brandausbreitung wirksam eingeschränkt wird.“ [42]

Im Oberösterreichischen Bautechnikgesetz 2013, §2 Brandschutz, wird dagegen konkret auf die ÖIB-Richtlinien 2 Bezug genommen:

„(1) Den in den §§ 5 bis 10 ÖÖ. Bautechnikgesetz 2013 festgelegten Anforderungen wird entsprochen, wenn – vorbehaltlich des Abs. 2 – folgende Richtlinien des Österreichischen Instituts für Bautechnik eingehalten werden: (...)“ [43]

Im Bautechnikgesetz Salzburg 2013, Tragende Bauteile, §7, wird unabhängig vom Brandschutz der (tragende) Holzbau auf vier Vollgeschoße beschränkt:

(1) Alle tragenden Bauteile müssen standsicher und brandbeständig sein. Tragende Wände sind ausreichend zu versteifen (Querwände, Verschließungen u. dgl.). Tragende Bauteile aus Holz sind jedoch bei Bauten bis zu vier Vollgeschossen, in Dachkonstruktionen sowie in Dachgeschossen zulässig, wenn die konstruktive Ausbildung den Anforderungen der Tragfähigkeit und der Standfestigkeit entspricht. Sie sind an Stellen, die eingemauert sind, vor Fäulnis, Schwammbildung und Insektenbefall zu schützen. [44]

3. 1. 2 österreichische und europäische Normen

Die verschiedenen Aspekte des Brandschutzes im Holzbau werden in diversen österreichischen und europäischen Normen geregelt. Grundlegende Normen hierzu sind z. B.:

Zur Einteilung der Baustoffe gemäß ihren brandtechnischen Eigenschaften:

- ÖNORM EN 13501 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten [58]
- ÖNORM B 3800 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen [59]

Für die Konstruktion und Bemessung:

- ÖNORM EN 1991-1-2 Einwirkungen auf Tragwerke - Brandeinwirkungen [39]
- ÖNORM EN 1995-1-2 Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Brandfall [38]
- ÖNORM B 2330 Brandschutztechnische Ausführung von mehrgeschoßigen Holz - und Holzfertighäusern [60]

3. 1. 3 OIB-Richtlinien

vgl. [77]

Das Österreichische Institut für Bautechnik (OIB) ist ein gemeinnütziger Verein mit Sitz in Wien. Alle neun Bundesländer gehören dem Verein als Mitglieder an. Seine Aufgabe ist es, als Koordinierungsplattform der einzelnen Länder auf dem Gebiet des Bauwesens, insbesondere im Zusammenhang mit der Umsetzung der Bauproduktenverordnung, zu dienen. Ebenfalls ist das OIB Zulassungsstelle für die Erteilung europäisch technischer Bewertungen (ehemals ET-Zulassungen).

Die vom OIB erarbeiteten Richtlinien dienen als Basis für die Harmonisierung der bautechnischen Vorschriften. Diese können von den Bundesländern herangezogen werden und als rechtlich verbindlich erklärt werden.

Die OIB-Richtlinien 2- 2.3 bieten Unterlagen über die allgemeinen Anforderungen an den Brandschutz, den Brandschutz bei speziellen Gebäuden, sowie einen Leitfaden für Abweichungen und Brandschutzkonzepte.

- Richtlinie 2 „Brandschutz“
- Richtlinie 2.1 „Brandschutz bei Betriebsbauten“
- Richtlinie 2.2 „Brandschutz bei Garagen, überdachten Stellplätzen und Parkdecks“
- Richtlinie 2.3 „Brandschutz bei Gebäuden mit einem Fluchtniveau von mehr als 22 m“
- Leitfaden „Abweichungen im Brandschutz und Brandschutzkonzepte“

Durch die Einteilung der Gebäude in Gebäudeklassen (siehe Tab. 3.1) werden gewisse, in der Praxis häufig anzutreffende Gebäudetypen definiert, sodass konkrete Voraussetzungen und Randbedingungen vorliegen und somit eindeutige brandschutztechnische Regelungen festgelegt werden können.

	max. oberird. Geschoße	FOK max.	Grundfläche
GK 1	3	7 m	freistehend, max. 1 WE oder BE < 400 m ²
GK 2	3	7	max. 5 WE oder BE $\Sigma < 400 \text{ m}^2$ sowie Reihenhäuser
GK 3	3	7	sonst. Gebäude
GK 4	4	11	max. 1 WE oder BE oder mehrere WE oder BE von jeweils < 400 m ²
GK 5	-	22	

Tab. 3.1 vereinfachte Darstellung der Gebäudeklassen gem. OIB Richtlinie, [46]

Wie bereits erwähnt, ist das Brandverhalten von BSP gemäß EN 13501 [58] in die Brennbarkeitsklasse D-s2 d0 einzuordnen.

D normalentflammbar

s2 mittlere Qualmbildung

d0 kein brennendes Abtropfen/Abfallen

Durch den Einsatz von Brandschutzanstrichen kann das Brandverhalten BSP-Platten von D-s2, d0 beispielsweise auf C-s2,d0 oder sogar B-s1 ,d0 verbessert werden.

In der OIB-Richtlinie 2 sind die Anforderungen der einzelnen Gebäudekategorien und der betrachteten Bauteile an das Brandverhalten von Baustoffen enthalten. Ebenfalls wird der Feuerwiderstand der einzelnen Bauteile je nach Gebäudekategorie geregelt.

3. 1. 4 Brandschutzkonzepte

Die OIB-Richtlinien 2 bis 2.3 enthalten klare Richtlinien bzw. Rezepte für die Sicherstellung des Brandschutzes von Gebäuden. Es ist jedoch möglich, von diesen Richtlinien mit Hilfe eines geeigneten Brandschutzkonzeptes abzuweichen, sofern die definierten Schutzziele erreicht werden.

Die Schutzziele der OIB-Richtlinie orientieren sich an der Definition der wesentlichen Anforderung „Brandschutz“ der Bauproduktenrichtlinie. Das Brandschutzkonzept dient dabei als Nachweis einer gleichwertigen Erreichung der Schutzziele auf gleichem Niveau, wie bei Anwendung der jeweiligen OIB-Richtlinie.

Für bestimmte Gebäude, wie z. B. Sondergebäude, Verkaufsstätten oder Gebäude mit einem Fluchtniveau von mehr als 90 m, sind Brandschutzkonzepte verpflichtend erforderlich.

3. 1. 5 TRVB - Technische Richtlinien vorbeugender Brandschutz

Die TRVB werden vom österreichischen Bundesfeuerwehrverband und den Brandverhütungsstellen erarbeitet. Viele Landesgesetze, welche den Brandschutz betreffen, beziehen sich auf die jeweiligen Richtlinien.

Diese regeln unter anderem für den Brandschutz relevante technische Installationen, wie z. B. diverse Löschanlagen, Stiegenhaus-Entlüftungsanlagen, Fluchtweg-Orientierungsanlagen, u.v.m.

4 Ökologische Betrachtung von Gebäuden aus BSP

vgl. [11], [12]

Zur Reduzierung der Auswirkungen des Klimawandels hat die europäische Union das Ziel festgelegt, den Temperaturanstieg auf 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter zu begrenzen. Im Jahr 2010 wurde als eine Maßnahme im Bauwesen beschlossen, dass alle ab dem Jahr 2020 neu gebauten Gebäude in der EU, ihre benötigte Energie (annähernd) selbst erzeugen müssen (vgl. [48]).

Dieser Anforderung werden die Entwicklungen der Gebäude in Richtung Niedrigstenergiehäuser und Passivhäuser gerecht. Neben der Reduzierung des Energiebedarfs während des Betriebs des Gebäudes rückt immer mehr die Energie, welche zur Herstellung der Baustoffe und dem Bau eines Gebäudes benötigt wird, in den Mittelpunkt (graue Energie). Die graue Energie kann der Betriebsenergie von mehr als zwei Jahrzehnten entsprechen. Der deutliche Vorteil der Holz-Massivbauweise gegenüber der mineralischen Massivbauweise hinsichtlich grauer Energie, sowie einer Vielzahl von Umweltsmissionen, ist mittlerweile wissenschaftlich deutlich belegt.

Für zukünftige Entwicklungen gilt es, im Hinblick auf den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes, das Optimum zwischen niedrigem Betriebsenergiebedarf und niedrigem Anteil an grauer Energie zu finden. Aufgrund der verschiedenen verwendeten Bauweisen und Baustoffen ist die Schwierigkeit der Formulierung eines für alle Bauweisen gültigen Energiestandards verständlich.

Diesen Umstand folgend gewinnt zunehmend, neben der Bewertung der energetischen Qualität, die ökologische Betrachtung von Gebäuden an Bedeutung. Um den Vergleich unterschiedlicher Materialien oder Gebäuden zu ermöglichen, sowie auch ökologische Schwachstellen aufzuzeigen, wurden Verfahren zur Quantifizierung diverser ökologisch relevanter Einflussgrößen entwickelt.

Der ökologische Fußabdruck bzw. die Ökobilanz oder auch „Life Cycle Assessment“, ist eine systematische Analyse der Umweltwirkungen von Produkten in einem bestimmten Zeitraum. Unterschieden wird in der Regel „From the cradle to grave“ (von der Wiege bis zur Bahre) oder „from the cradle to gate“ (von der Wiege bis zum Fabrikator).

Der ökologische Fußabdruck von Gebäuden aus Brettsperrholz wird günstiger als im Vergleich mit einem funktionell identischen Gebäude in Stahlbetonbauweise eingeschätzt. Es existieren viele ökologische Vergleiche zwischen Holzbauweisen und anderen Bauweisen, welche Ergebnisse zugunsten des Holzbaus liefern. Die meisten dieser Studien basieren jedoch auf der Holzleichtbauweise bzw. dem Holzrahmenbau. Die Ergebnisse sind daher nicht äquivalent zu einem Holz-Massivbau in BSP zu betrachten.

Ergebnisse aus bisherigen Studien wie z. B. in [11] zeigen, dass der Einsatz von BSP an-

statt von Stahlbeton eine Vielzahl von Umweltemissionen verringern würde (siehe Abb. 4.1). Ebenfalls können Einflussfaktoren wie der Verbrauch von natürlichen Ressourcen minimiert werden.

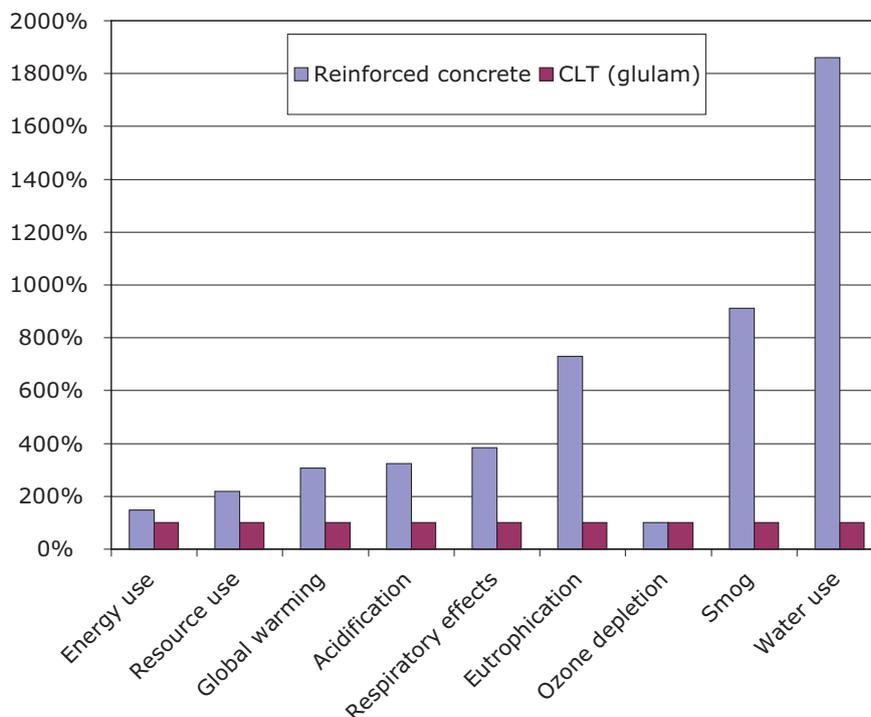


Abb. 4.1 Näherungsweise, ökologischer Vergleich eines mehrgeschoßigen Gebäudes aus BSP bzw. Stahlbeton, [11].

Ein weiterer Transport der „massiven“ BSP-Elemente, im Vergleich zu in der Regel regional hergestelltem Stahlbeton, kann sich jedoch hinsichtlich des Verbrauchs an fossiler Energie sowie der Emission von Treibhausgasen ungünstig auswirken.

Ein wichtiger Aspekt ist die Speicherung von Kohlendioxid (CO₂). Wie die meisten Holzprodukte, hat auch BSP in der Regel mehr Kohlenstoff gespeichert als bei der Ernte, Herstellung und Transport emittiert wird. Aus diesem Grund kann BSP als „CO₂ negativ“ im cradle-to-gate-Kontext betrachtet werden. Die Kohlenstoffspeicherung ist jedoch nur temporär, ökologisch gesehen kann dies als eine verzögerte Treibhausgas-Emission betrachtet werden.

Zurzeit erfolgt die Auswahl von Baustoffen nur in Ausnahmefällen auf Basis von Ökobilanzen. Jedoch ist bereits ein deutlicher Trend für die zusätzliche Betrachtung der „Ökologie“ neben der bisherigen Kategorisierung von Gebäuden nach dem Energieverbrauch zu erkennen.

C Stand der Technik
Versorgungstechnik im mehrgeschossigen
Wohnbau

1 Versorgungstechnik

Die Aufgabe der Versorgungstechnik besteht darin, mit Hilfe von installierten technischen Anlagen, eine hohe Qualität des Aufenthalts in Gebäuden zu gewährleisten. Die Versorgungstechnik umfasst dabei alle technischen Maßnahmen, welche der stofflichen und energetischen Versorgung diverser Bauten dienen. In dem Begriff mit eingeschlossen ist auch die „Versorgung“ dieser, mit diversen technischen Entsorgungseinrichtungen. Für Versorgungseinrichtungen in Gebäuden wird der allgemeine Begriff „Technische Gebäudeausrüstung“ (TGA) bzw. Gebäudetechnik verwendet. Die Haustechnik beschäftigt sich im Speziellen mit Gebäuden mit vorgesehener Wohn- oder Büronutzung. In Wohnbauten sind zur Erfüllung der versorgungstechnischen Aufgaben die Heizungs-, Klima-, Lüftungs- und Sanitärinstallationen (HKLS) sowie die Elektroinstallationen von zentraler Bedeutung. Die Kosten der Gebäudetechnik belaufen sich gem. [25] u. [29] in etwa auf ca. 15- 25 % der gesamten Baukosten (siehe Abb. 1.1)

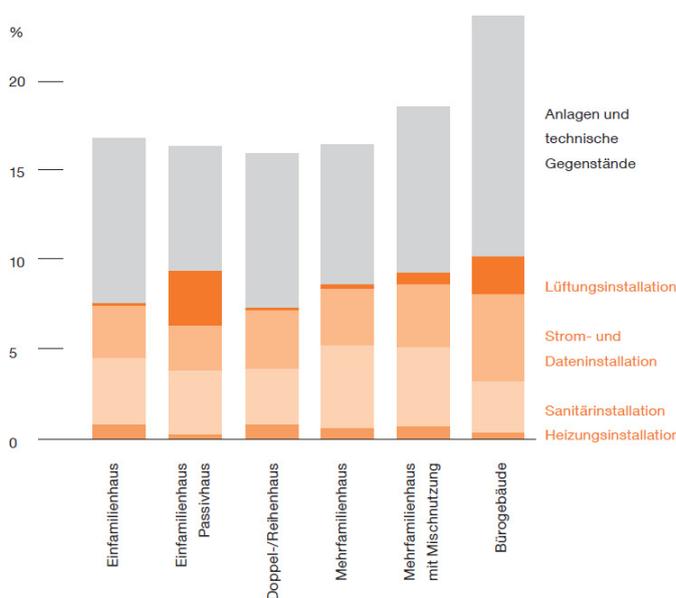


Abb. 1.1 Kostenanteile der Installationen und der technischen Anlagen an den gesamten Baukosten für unterschiedliche Gebäudetypen, [25], [29]

Die Entwicklung der Installationssysteme erfolgte in den letzten Jahrzehnten größtenteils im Hinblick auf die Anwendung in konventionellen Bauweisen, wie der Stahlbeton- (STB) oder der Ziegel-Massivbauweise. Für Installationen in der Holz-Massivbauweise werden diese Systeme in der Regel ohne wesentliche Änderungen ebenfalls eingesetzt. Im Folgenden werden versorgungstechnische Installationen vorgestellt, welche häufig in Wohngebäuden unterschiedlicher Bauweise zu finden sind. Darüber hinaus wird die Eignung dieser Systeme für die Anwendung im Holz-Massivbau in den farblich gekennzeichneten Bereichen diskutiert, wobei im Kapitel "D Betrachtungen zur Dauerhaftigkeit von Konstruktionen aus Holz" die Problempunkte bei der Ausführung konventioneller Haustechnikinstallationen im Holz-Massivbau genauer erläutert werden. In Kapitel "E Strate-

gien zur Gewährleistung eines dauerhaften Holzbaus“ sind anschließend Strategien hinsichtlich einer geeigneten Installationsführung in Holz-Massivbauten in BSP angeführt.

2 Historische sowie zukünftige Entwicklungen der Versorgungstechnik in Wohngebäuden

Technische Konzepte zur Energieoptimierung spielen in der geschichtlichen Entwicklung der Bautechnik seit langer Zeit eine wichtige Rolle. Schon in der griechischen und ägyptischen Architektur wurden Gebäudekomplexe errichtet, welche sich am Sonnenverlauf orientierten. Allerdings fanden erst um das 18. Jahrhundert Überlegungen zur technischen Versorgung von Bauwerken, entkoppelt von ihren natürlichen Rahmenbedingungen, statt. Mit der zunehmenden Industrialisierung im Bauwesen und zahlreichen technischen Entwicklungen, sind Gebäude bereits seit vielen Jahren gekennzeichnet durch anspruchsvolle technische Einrichtungen (Abb. 2.1). Dies bewirkte einen oft deutlich steigenden Energiebedarf für die Nutzung der Gebäude. Im 20. Jahrhundert fand, aufgrund des steigenden Energiebedarfs und den damit steigenden Kosten, der Wärmeschutz zunehmend Beachtung. Die heute geläufige ökologische Motivation zur energetischen Optimierung entstand erst gegen Ende des 20. Jahrhunderts. (vgl. [4])

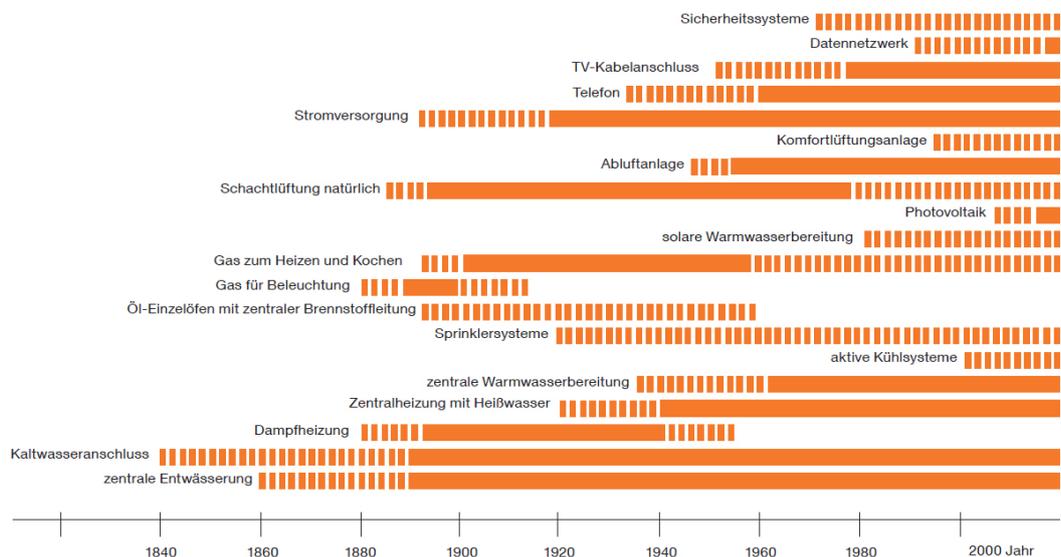


Abb. 2.1 geschichtliche Entwicklung der Haustechnik im mehrgeschoßigen Wohnbau, [25]

Im Jahr 2010 ist die EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (RL 2010/31/EU [48]) in Kraft getreten. Die EU-Mitgliedsstaaten müssen demnach sicherstellen, dass alle neuen Gebäude ab 2020, bzw. 2018 für öffentliche Gebäude, den Standard „Niedrigst-Energiegebäude“ erfüllen. Mit dem Begriff „Energieeinsparung“ wird oftmals die thermische Optimierung der Gebäudehülle in Zusammenhang gebracht. Mit dem Erreichen eines hohen Wärmedämmstandards gewinnt jedoch das zu-

sätzliche Einsparungspotenzial, durch Einsatz von neuen bzw. optimierten haustechnischen Installationen, immer mehr an Bedeutung.

Die größte Einsparung durch haustechnische Optimierung wird derzeit mit dem vermehrten Einsatz einer mechanischen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, anstatt einer konventionellen Fensterlüftung erreicht. Weiters können durch Auswahl und intelligente Steuerung der haustechnischen Installationen, wie z. B. der Heizungs- und Wärmeabgabesysteme, relevante Energieeinsparungen realisiert werden. Zusätzliche Installationen stellen vermehrt die, zur gängigen haustechnischen Ausstattung von energieeffizienten Gebäuden gehörenden, Solar- und Photovoltaikanlagen zur Energiegewinnung dar.

Ebenfalls ist zurzeit ein deutlicher Trend in Richtung vorgefertigter Systemlösungen zur Installation haustechnischen Anlagen zu erkennen. Insbesondere in der Entwicklung von Systemlösungen, angepasst an die Besonderheiten der verschiedenen Bauweisen, ist weiteres Potenzial zur Sicherstellung einer hohen Innenraum- und Ausführungsqualität gegeben. Speziell für die noch relativ „junge“ Holz-Massivbauweise in BSP sind weitere Entwicklungen zu erwarten, und aufgrund des feuchtesensiblen Baustoffes Holz auch dringend erforderlich.

3 Leitungsführung in Wohnbauten

vgl. [3]

Im Wohnbau sind in den einzelnen Wohneinheiten vorwiegend Leitungen der HKLS- und Elektroinstallationen zu führen. Die einzelnen Rohre, Kabeln und Leitungen dieser Installationen bilden gewissermaßen die technischen „Nervenstränge“ in einem Gebäude. Die Planung der Leitungsführung muss insbesondere

- funktionellen
- konstruktiven
- bauphysikalischen und
- ästhetischen

Gesichtspunkten entsprechen.

Für die Führung der diversen Installationen im Gebäude, bzw. in den einzelnen Wohneinheiten, stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung. Grundsätzlich erfolgt meist eine gesammelte Führung der (Haupt-) Ver- und Entsorgungsleitungen zu den einzelnen Wohneinheiten. Hier erfolgt anschließend eine horizontale Auf- und Verteilung der Leitungen zu den Bedarfsstellen, an welche diese in der Regel vertikal auf erforderlicher Höhe anschließen. Im Folgenden werden Varianten dieser üblichen Leitungsführung in Wohnbauten aufgezeigt.

3.1 vertikale Erschließung der Wohneinheiten

Zur gesammelten Verteilung der haustechnischen Ver- und Entsorgungsleitungen über mehrere Geschoße werden im Regelfall, vertikal über die gesamte Gebäudehöhe verlaufende, Installationsschächte herangezogen. Eine andere Möglichkeit, welche oftmals im Altbestand anzutreffen ist, besteht in der Führung einzelner Steig- und Fallleitungen in vertikalen Schlitzten direkt am Ort der jeweiligen (Sanitär-) Objekte. Diese ist jedoch besonders aus Schall- und Wärmeschutzgründen derzeit nicht als Stand der Technik zu betrachten.

In Abb. 3.1 werden die Möglichkeiten der vertikalen versorgungstechnischen Erschließung schematisch (links), sowie am Beispiel einer Heizungsinstallation (rechts), dargestellt.

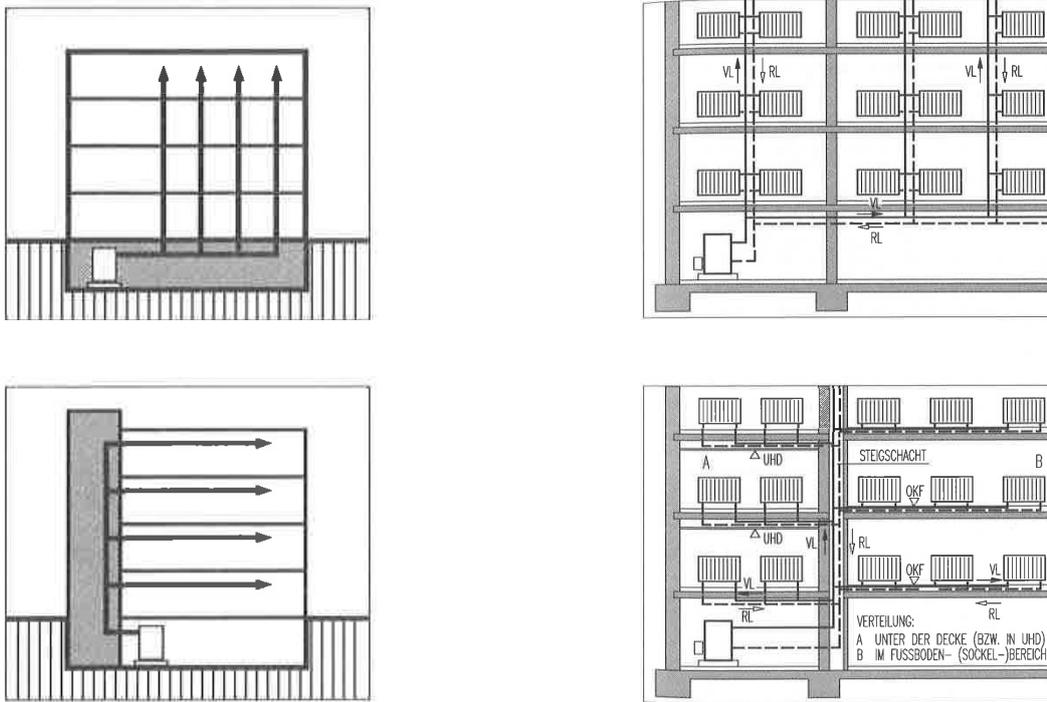


Abb. 3.1 oben: vertikale Verteilung einzelner Steigstränge
 unten: zentrale vertikale Steigstränge mit anschließender horizontalen Verteilung, [2]

3. 1. 1 zentrale Installationsschächte

Ein Installationsschacht wird für die Ver- und Entsorgung von übereinanderliegenden Wohnungen genutzt, wobei mehrere Installationsschächte in einer Wohneinheit vorhanden sein können. In den Installationsschächten werden gesammelt alle notwendigen HKLS-Installationen geführt. Die Abb. 3.2 zeigt eine gängige Ausstattung eines Installationsschachtes.



Abb. 3.2 vertikaler Installationsschacht für HKLS-Installationen im WC-Raum

3.1.2 Platzbedarf in Installationsschächten

Der Platzbedarf für Installationsschächte, bzw. die Größe des Deckendurchbruchs, ist abhängig von den einzelnen Rohrdurchmessern, der Dämmstoffdicken, Montageabständen sowie eventuellen Brandschutzmaßnahmen.

Der Radius sowie die erforderlichen Rohrabstände typischer Steigleitungen in Wohnbauten werden in Abb. 3.3 dargestellt.

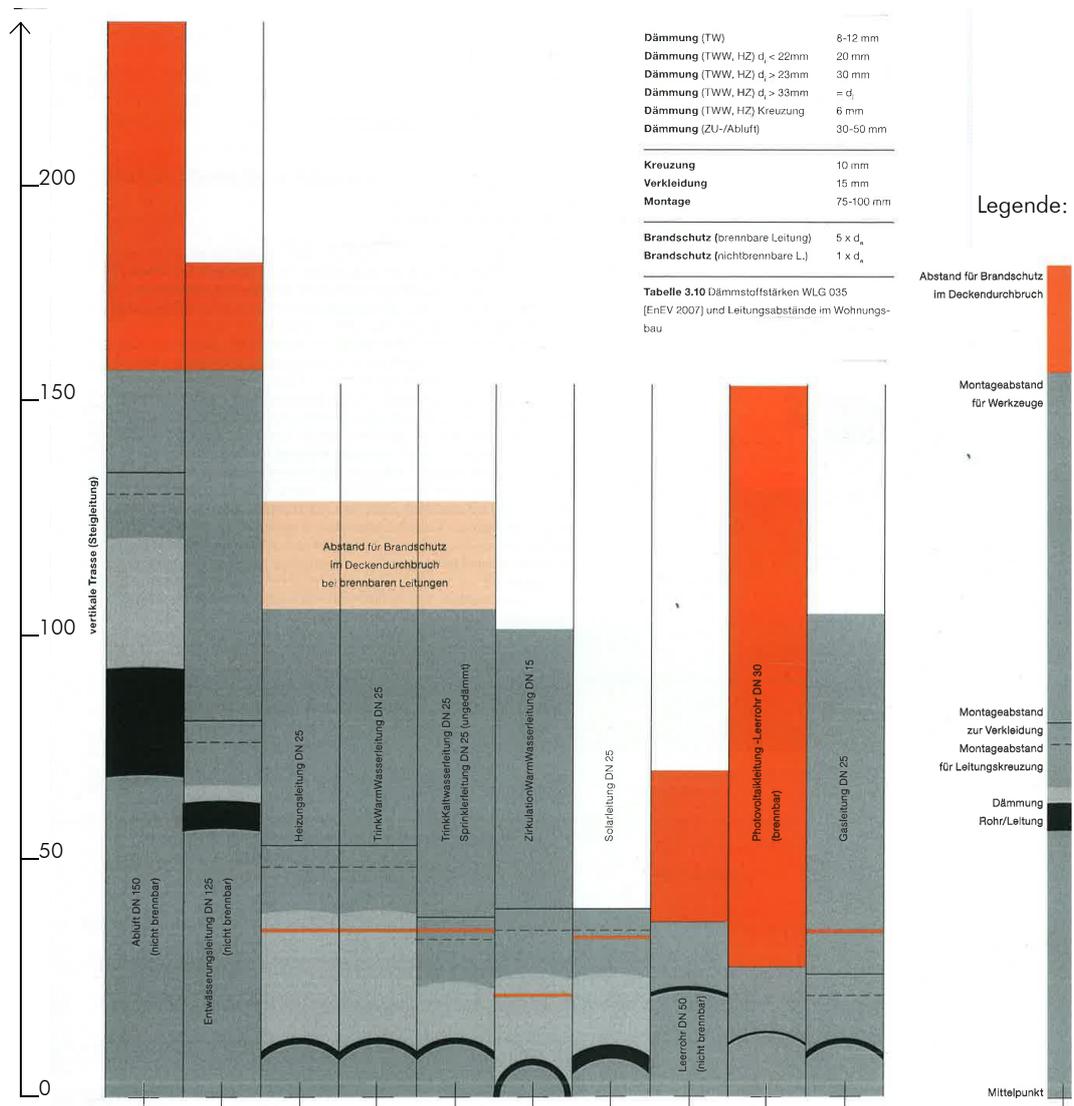


Abb. 3.3 Radius und Rohrabstände typischer Leitungen im Wohnungsbau [25] (Abb. überarbeitet)

Wird kein zentrales Lüftungssystem im Gebäude realisiert, so empfiehlt sich für die nachträgliche Ausstattung, Platzreserven für zwei gedämmte Rohre mit DN150 vorzusehen.

Die Abb. 3.4 und Abb. 3.5 zeigt den minimalen Platzbedarf von Deckendurchbrüchen und Vorsatzschalen bei üblichen Belegungsvarianten von Schächten im Wohnbau.

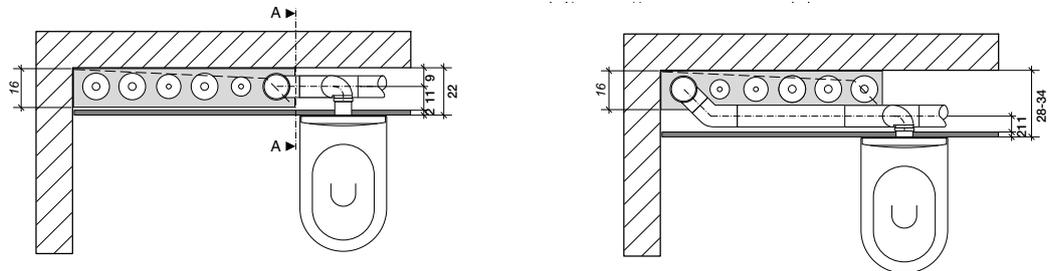
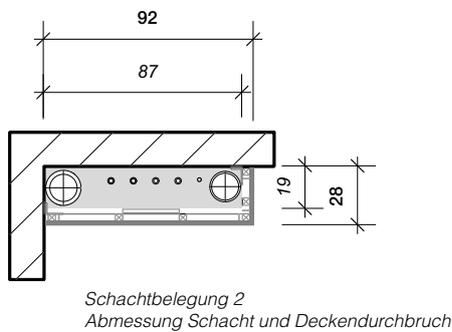
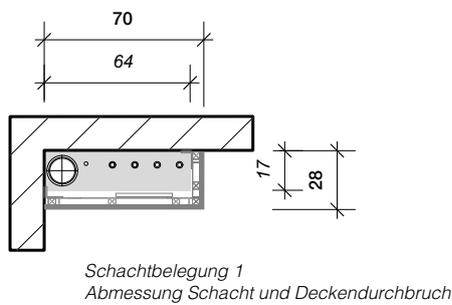
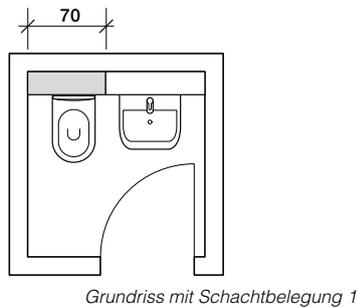


Abb. 3.4 mögliches Schachtdetail mit (re.) und ohne (li.) Leitungskreuzung, [87]

Separat WC



- Schachtbelegung 1: Abwasser, Trinkwasser, Heizung
- Schachtbelegung 2: Abwasser, Trinkwasser, Heizung, Lüftung.

Bad/WC/Waschen

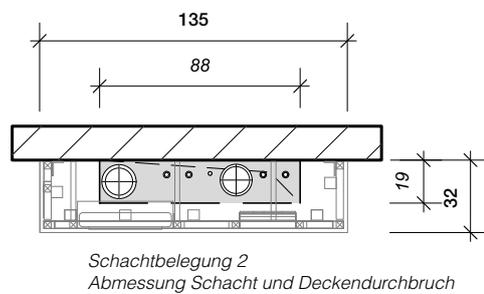
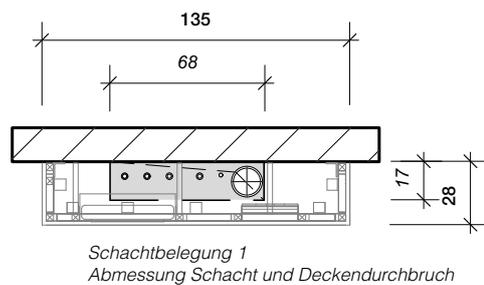
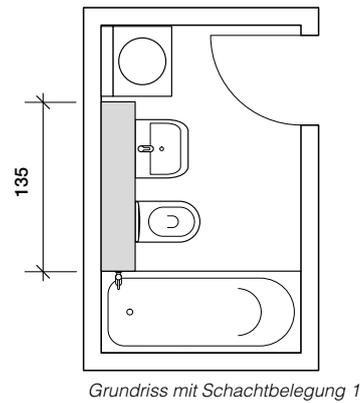


Abb. 3.5 minimale Größe von Deckendurchbrüchen und Schachtausführungen [87]

3. 1. 3 Brandschutz in Installationsschächten

Bei der Ausführung von vertikalen Installationsschächten ist ein möglicher Brandüberschlag auf darüber- oder darunterliegende Geschoße zu verhindern. Hierzu können die vertikalen Schächte als brandschutztechnisch getrenntes Schachtsystem oder als Schottlösung ausgebildet werden (siehe Abb. 3.6).

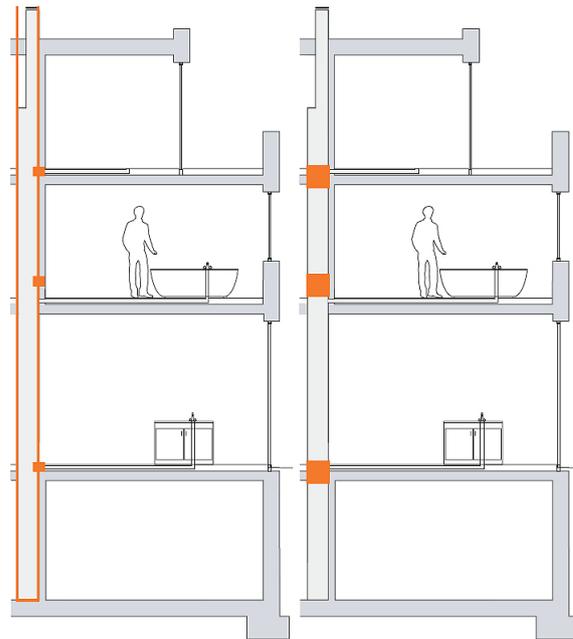


Abb. 3.6 Schachtsystem (li) und Schottsystem (re) zur Verhinderung eines Brandüberschlages, [25]

Wird eine Ausbildung als Schachtsystem gewählt, so müssen die Schachtwände und alle Öffnungen den brandschutztechnischen Anforderungen an brandabschnittsbildende Bauteile erfüllen. Im Gegensatz dazu trennt das Schottsystem den Schacht im Bereich der Decken in unterschiedliche Brandabschnitte.

In Wohnbauten wird in der Regel das Schottsystem, überwiegend aus wirtschaftlichen und baupraktischen Gründen, verwendet.

Grundsätzlich können die aufgezeigten vertikalen Installationsmöglichkeiten auch in Wohnbauten in Holz-Massivbauweise eingesetzt werden. Besonders die gesammelte Leitungsführung in kontrollierbaren vertikalen Schächten, ausgeführt als Schottsystem, wird als geeignet betrachtet.

Einen Problempunkt stellt jedoch der Anschluss bzw. die Einbindung des Schachtes in die Fußbodenkonstruktion dar. Im Falle von Wasseraustritt infolge etwaiger Schäden, muss ein Eindringen von Wasser in den Fußboden vermieden werden.

3. 2 Leitungsführung in den Wänden

3. 2. 1 sichtbare Installationsführung

Im Wohnbau wird eine sichtbare Verlegung diverser Installationen in Wohn- und Aufenthaltsräumen aus optischen, sowie aus Gründen des Schallschutzes, weitestgehend vermieden. Rohre welche direkt auf der Wand „über Putz“ bzw. „über Holz“ verlegt werden, sind meist durch diverse Leisten und Kanäle abgedeckt. Wird eine sichtbare Leitungsführung gewählt, so soll ein gewisser Abstand zur Wand eingehalten werden, um eine Reinigung und ein Ausmalen der Wand zu ermöglichen.

3. 2. 2 Schlitze und Aussparungen für Installationen

Ein bisher allgemein übliches Verfahren war, die Installationen unter der Putzoberfläche bzw. Wandbeplankung in Wandschlitzen zu führen („unter Putz“). Aufgrund der Anforderungen hinsichtlich Statik, Schall- und Wärmeschutz, sowie des Brandschutzes ist eine frühzeitige und genaue Planung der Schlitze und Aussparungen erforderlich.

Zur Erfüllung der Anforderungen diverser Normen, sowie aus Gründen der Flexibilität, werden heutzutage die Heizungs-, Lüftungs- und Sanitärinstallationen zunehmend in Fußboden- oder Deckenkonstruktionen, definierten Schächten, Trassen und Vorwandinstallationen verteilt. Elektroinstallationen werden dagegen weiterhin oftmals in Wandschlitzen geführt (siehe Abb. 3.8 u. Abb. 3.9). Ebenso ist es üblich, lokale Aussparungen in den Wänden, wie z.B. für den Anschluss der Heizkörper an die Heizungsrohre oder für den Anschluss von Sanitärobjekten, herzustellen (Abb. 3.7).



Abb. 3.7 in Aussparung montierte Installationsbox für den Anschluss eines Waschbeckens

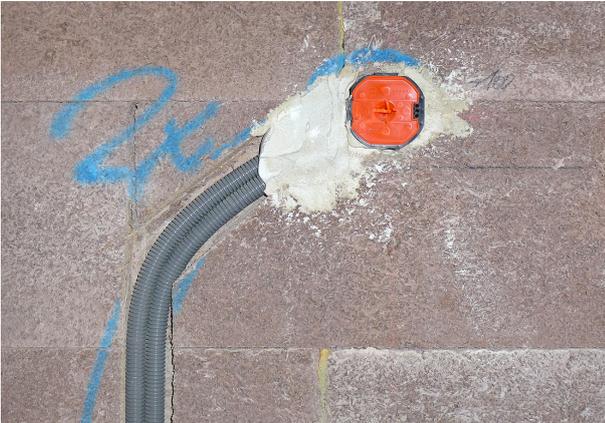


Abb. 3.8 Wandschlitz zur Verlegung der Elektroinstallationen „unter Putz“

Im Holz-Massivbau werden ebenfalls hauptsächlich Elektroinstallationen in Schlitz- und Aussparungen von BSP-Wänden geführt (siehe Abb. 3.9). Üblicherweise wird die Wand anschließend mit Plattenwerkstoffen beplankt.



Abb. 3.9 vertikale Fräsung für Installation in einem Wandelement, [17]

Werden die BSP- Wandelemente in Sichtqualität ausgeführt, so können die Leitungen mittels Bohrungen in den Zwischenschichten, Schlitz- z. B. in Türleibungen oder Fräsungen an der Außenseite des BSP-Elementes geführt werden (Abb. 3.10).



Abb. 3.10 Elektroinstallationen in einem BSP-Element in Sichtqualität

In Abb. 3.11 werden nochmals die gängigsten Möglichkeiten der Installation der Elektroleitungen im BSP-Massivbau dargestellt.

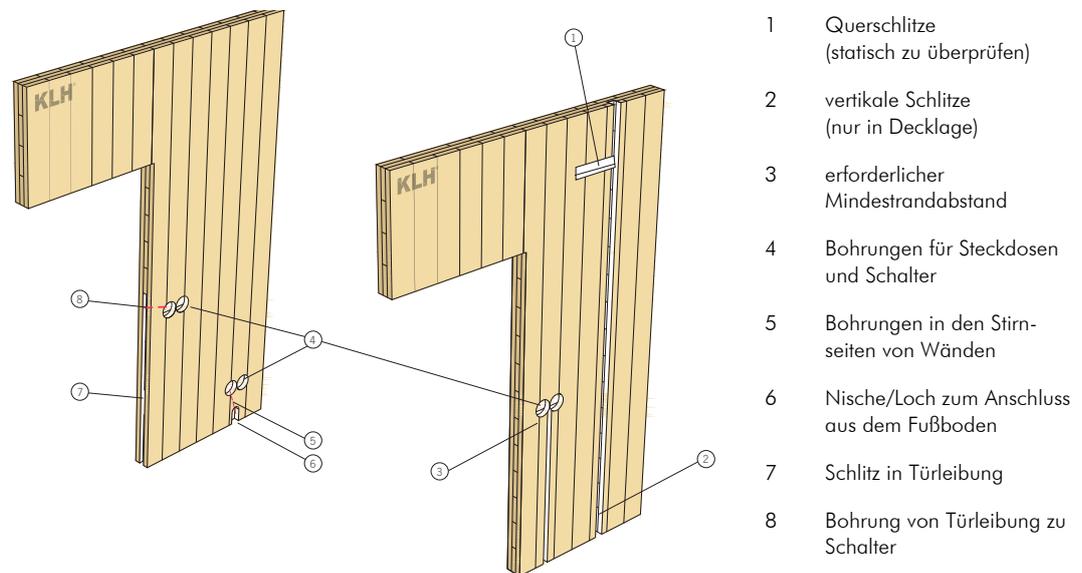


Abb. 3.11 mögliche Leitungsführung in Wänden in Sichtqualität (li) sowie Nichtsichtqualität (re), [18]

Für die Ausführung und Planung von Schlitzern und Aussparungen sind folgende Normen, sowie herstellerspezifische Verarbeitungsrichtlinien von besonderer Bedeutung.

- ÖNORM B 8110 - Wärmeschutz im Hochbau, [65]
- ÖNORM B 8115 - Schallschutz und Raumakustik im Hochbau, [66]
- ÖNORM EN 1995-1 Bemessung und Konstruktion von Holzbauten, [37]
- ÖNORM EN 1996 - Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten, [40]

Wie bereits angeführt, können in der Holz-Massivbauweise ebenfalls gewisse Installationen in Schlitzern und Aussparungen geführt werden. Besonders Elektroinstallationen stellen hinsichtlich des Feuchteschutzes kein Problem dar. Für wasserführende Installationen ist die Verteilung in Schlitzern generell kritisch zu betrachten und nur bei geeigneter Planung hinsichtlich des Feuchteschutzes geeignet.

Üblicherweise werden die Bohrungen und Fräsungen für die Leitungsführung in BSP-Elementen direkt im Herstellwerk im Zuge des Abbandes durchgeführt. Eine genaue und frühzeitige Planung der Installationen ist daher insbesondere für eingefräste Installationen erforderlich. Es ist jedoch darauf zu achten, dass Schlitzern nur in Richtung der Decklagen ausgeführt werden sollten, bzw. eine entsprechende statische Abklärung erforderlich ist. (Siehe Kapitel „D Betrachtungen zur Dauerhaftigkeit von Konstruktionen aus Holz“)

3. 2. 3 Rohrleitungen in Leichtbauwänden

Leichtbauwände werden üblicherweise mit Hilfe von Metallprofilen oder Kanthölzern aufgebaut, welche anschließend mit flächigen Baustoffen beplankt werden. Der Hohlraum wird mit Dämmeinlagen versehen und kann für Installationen genutzt werden. Üblicherweise werden zur Beplankung Gipskartonbauplatten verwendet. Diese werden auf die Metall- oder Holzständer geschraubt, die Plattenstöße und Verschraubungen verspachtelt und mit einer geeigneten Wandfarbe versehen.

Je nach Anforderung an die Schalldämm-, Wärmedämm-, und Brandschutzeigenschaften, sowie Platzbedarf der unterzubringenden Installationen, sind verschiedene Konstruktionen von Leichtbauwänden möglich, wobei die Wanddicken meist zwischen 6 und 27 cm betragen.

Werden horizontale Installationen in der Wand geführt, so sind im Regelfall zwei Tragkonstruktionen erforderlich (siehe Abb. 3.12), welche denn notwendigen Abstand zum Durchführen der Rohre sicherstellen.

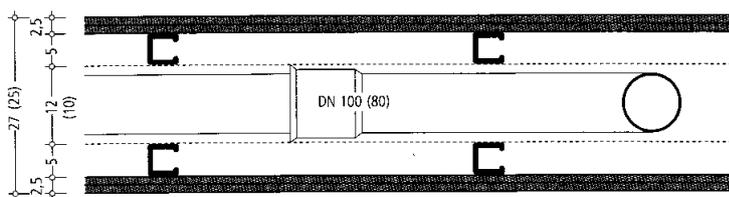


Abb. 3.12 Horizontalschnitt durch eine Metallständerwand mit installiertem Abwasserrohr, [3]

Zum Anschluss diverser Sanitärobjekte an die Wasserzuleitungen, Abwasserleitungen und Elektroinstallationen werden vermehrt Fertigteil-Montagesysteme verwendet, wie sie in Abb. 3.13 zu sehen sind. Diese werden in Installationswänden, Vorwandinstallationen oder Aussparungen befestigt.



Abb. 3.13 Fertigteil-Montagesysteme der Firma IMS Handels GmbH (Graz) für die Installation einer Dusche und eines Waschtisches in einer Metallständerwand

Installationen in Trennwänden zu (schall-) schutzbedürftigen Räumen (Wohnraum, Schlafzimmer, etc.) sollten vermieden werden. (siehe Abschnitt 4 „Sanitärräume im Wohnbau“)

Die Installationsführung in nichttragenden Leichtbauwänden ist ebenfalls für Wohnbauten in Holz-Massivbauweise geeignet. Hier ist besonders die Trennung der Tragstruktur und des technischen Ausbaus als positiv zu betrachten.

Wie auch bei den vertikalen Schächten muss jedoch im Schadensfall durch geeignete Konstruktionen ein Eindringen von Wasser in den Fußboden vermieden werden.

3. 2. 4 Vorwandinstallationen

Unter dem Begriff „Vorwandinstallationen“ sind Installationen zu verstehen, welche in einer separaten Wandschale (Vorsatzschale) vor der (tragenden) Wand geführt werden. In der Regel wird diese in Form einer Leichtbauwand realisiert. Die Abb. 3.14 zeigt eine Vorwandinstallation zur Aufnahme der Installationen einer Arztpraxis in Holz-Massivbauweise. Wiederum können in diesen vorgeetzten Installationswänden Fertigteil-Montagegerahmen-Elemente zum Anschluss diverser Sanitärobjekte installiert werden.

Eine Vorwandinstallation kann auch realisiert werden, indem Fertigteil-Montageblöcke für die Sanitärobjekte aufgestellt, und anschließend zu einer vollflächigen Wand ausgemauert bzw. ausgekleidet werden.

Vorteile von Vorwandinstallationen sind z. B.:

- keine statische Schwächung der Tragstruktur
- Schallentkopplung von der Wand möglich
- schnelle Montage
- Einbau diverser Objekte (z.B. Spülkasten) und Montagerahmen ist möglich
- einfache Wartung und Reparatur der Installationen



Abb. 3.14 Vorwandinstallationen einer Arztpraxis an einer BSP-Trennwand

Im Gegensatz zu Abb. 3.14, wo die Verteilung der Installationen hinter der Metallständer-Vorwand erfolgt, können diese bei kleineren Dimensionen auch in der Ebene der Ständerkonstruktion geführt werden. In Abb. 3.15 ist die Verteilung der Abwasserleitungen in der Ebene der Metall-Ständer zu erkennen, die Wasser-Zuleitungen befinden sich hierbei jedoch wiederum in der Fußbodenkonstruktion.



Abb. 3.15 Vorwandinstallation mit Montagegerüst zur Befestigung eines Waschbeckens und Anschluss einer Waschmaschine

Als Alternative zur Führung der Elektroinstallationen in Wandschlitzern, kann diese auch hinter einer Vorsatzschale mit geringer Tiefe erfolgen (Abb. 3.16).



Abb. 3.16 Vorwandinstallation aus Gipskartonplatten zur Führung der Elektroinstallation

Zur Aufnahme z. B. einzelner vertikaler Stränge werden oftmals Vorwandinstallationen in

bestimmten Raumecken geführt (Abb. 3.17). Da hierdurch eine unpraktikable Raumgeometrie entsteht, ist diese Ausführung, wenn möglich, zu vermeiden.

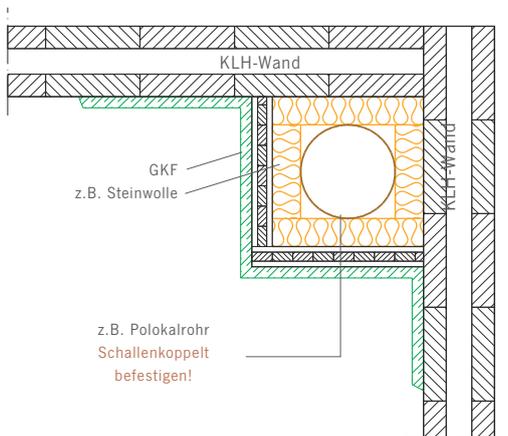


Abb. 3.17 in Leichtbauweise ausgeführte Vorwandinstallation in einer Raumecke, [17]

Zu beachten ist, dass sich durch Anbringen einer Vorsatzschale die bauphysikalischen Eigenschaften wie z.B. die speicherwirksame Masse der Wandkonstruktion verändern. Die Änderung der speicherwirksamen Masse kann dabei, abhängig von der Konstruktion der Vorsatzschale, zu einem ungünstigen Einfluss auf den sommerlichen Wärmeschutz führen.

Die flächenbezogene speicherwirksame Masse [kg/m^2] ist jene Masse, die zur anschaulichen Kennzeichnung der Wärmespeicherfähigkeit von Bauteilen, für eine Periode von 24 Stunden herangezogen wird. Zur Veranschaulichung wird in Abb. 3.18 die Änderung der speicherwirksamen Masse durch Anbringen einer 5 cm starken Vorsatzschale (GKB mit Holzfaserdämmung) aufgezeigt. Zum Vergleich sind die Ergebnisse einer Wand in mineralischer Massivbauweise aufgezeigt. Die Berechnungen wurden aus [8] entnommen.

AW02 Außenwand BSP		d	λ	Dichte	spez. Wk.
von Innen nach Außen		[m]	[W/mk]	[kg/m ³]	c [J/kgK]
Massivholzplatte		0,0900	0,130	450	2.340
miner. Klebemörtel dazw.	50,0 %		0,870	1.450	1.000
Luft steh., W-hor.d ≤ 6 mm	50,0 %	0,0050	0,042	1	1.003
EPS		0,1600	0,040	15	1.400
organ. Unterputz		0,0030	0,700	1.500	0
organ. Oberputz		0,0020	0,700	1.800	1.130
Speicherwirksame Masse [kg/m²]				$m_{w,B,A}$	44,31

AW02 Außenwand BSP		d	λ	Dichte	spez. Wk.
von Innen nach Außen		[m]	[W/mk]	[kg/m ³]	c [J/kgK]
Gipskartonplatte		0,0150	0,210	850	1.044
Holzfaser-Dämmplatte (160 < roh < = 200kg/m ³)		0,0500	0,050	200	2.340
Massivholzplatte		0,0900	0,130	450	2.340
miner. Klebemörtel dazw.	50,0 %		0,870	1.450	1.000
Luft steh., W-hor.d ≤ 6 mm	50,0 %	0,0050	0,042	1	1.003
EPS		0,1600	0,040	15	1.400
organ. Unterputz		0,0030	0,700	1.500	0
organ. Oberputz		0,0020	0,700	1.800	1.130
Speicherwirksame Masse [kg/m²]				$m_{w,B,A}$	24,56

AW01 Außenwand HLZ		d	λ	Dichte	spez. Wk.
von Innen nach Außen		[m]	[W/mk]	[kg/m ³]	c [J/kgK]
Oberputz		0,0010	0,540	1.500	1.000
Kalk-Zement Grundputz		0,0100	0,470	1.350	1.000
Ziegel - Hochlochziegel porosiert < =800kg/m ³		0,2500	0,250	800	920
miner. Klebemörtel dazw.	50,0 %		0,870	1.450	1.000
Luft steh., W-horiz. d ≤ 6mm	50,0 %	0,0050	0,042	1	1.003
EPS		0,1600	0,040	15	1.400
organ. Unterputz		0,0030	0,700	1.500	0
organ. Oberputz		0,0020	0,700	1.800	1.130
Speicherwirksame Masse [kg/m²]				$m_{w,B,A}$	55,42

Abb. 3.18 flächenbezogenen speicherwirksamen Masse verschiedener Außenwandkonstruktionen, [8]

Durch das Anbringen der Leichtbau-Vorsatzschale wird die speicherwirksame Masse der Wand von ca. 44 kg/m² auf 25 kg/m² um 45% vermindert. Mit Hilfe von Vorsatzschalen aus „massiveren“ Baustoffen können jedoch auch Verbesserungen bzw. eine Erhöhung der speicherwirksamen Masse erreicht werden.

Grundsätzlich ist die Installationsführung in Vorwandinstallationen mit der Führung in Leichtbauwänden zu vergleichen. Die Trennung der Tragstruktur und des technischen Ausbaus ist wiederum positiv zu betrachten.

Die verdeckte Verlegung der wasserführenden Leitungen hinter bzw. unter diversen Konstruktionen an der Tragstruktur ist jedoch im Holzbau grundsätzlich als problematisch zu sehen. Bereits ein geringer unentdeckter Wasseraustritt kann erhebliche Schäden an der Holzsubstanz verursachen.

In Holzbauten ist es daher von besonderer Wichtigkeit, eine unbemerkte und länger andauernde Feuchtebeanspruchung des Holzes durch geeignete technische und/oder konstruktive Maßnahmen zu verhindern, um eventuelle Schäden und aufwendige Sanierungen im Vorhinein zu vermeiden.

3.3 Leitungsführung in Deckenkonstruktionen

Aus baupraktischen sowie bauphysikalischen Anforderungen wird zur horizontalen Verteilung der Haustechnikinstallationen zunehmend die Deckenkonstruktion gewählt. Grundsätzlich kann zwischen folgenden Möglichkeiten der Installationsführung unterschieden werden:

- an der Deckenunterseite sichtbar, in Leitungstrassen, oder in abgehängten Deckensystemen (Abb. 3.19 links)
- im Fußbodenaufbau in der Ebene der Schüttung, Dämmung oder in Doppelböden (Abb. 3.19 rechts)

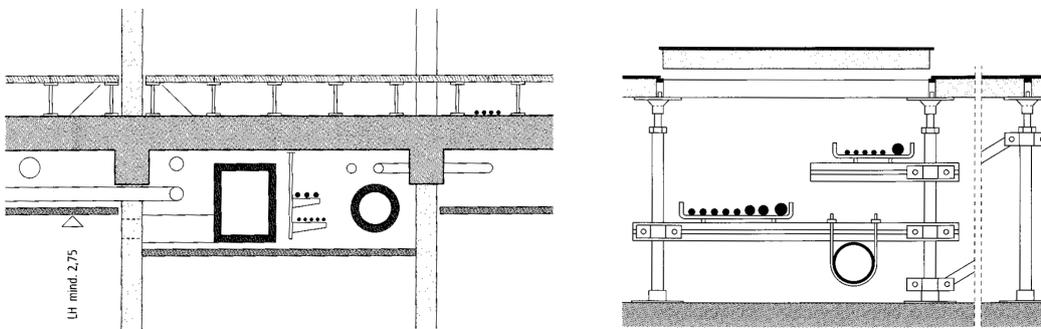


Abb. 3.19 abgehängte Deckensysteme und Installations-Doppelböden für die horizontale Verteilung von Leitungen großer Dimensionen, [3]

3.3.1 Führung im Fußbodenaufbau

Für die Verlegung diverser Installationsleitungen im Fußbodenaufbau wird üblicherweise die Ebene der Schüttung gewählt. Die Installationen werden direkt auf dem Deckenelement mithilfe geeigneter Befestigungsmittel befestigt, und anschließend wird die Schüttung eingebracht. In Abb. 3.20 wird exemplarisch die Installationsführung in der Ebene der Schüttung, am Beispiel eines konventionellen Wohnbaus in mineralischer Massivbauweise, aufgezeigt.

Die Reihenfolge der Leitungsverlegung ist grundsätzlich je nach Bauwerk und Bauzeitplan verschieden. Eine baupraktische Reihenfolge ist jedoch folgende:

- Im ersten Schritt werden die Heizungs-, Lüftungs- und Brauchwasserrohre am Fußboden befestigt.
- Als nächstes erfolgt die Verlegung der Abwasserrohre und deren Anschluss an die vorbereiteten Abflüsse der Sanitärobjekte.
- Im letzten Schritt erfolgt die Installation der Elektroleitungen

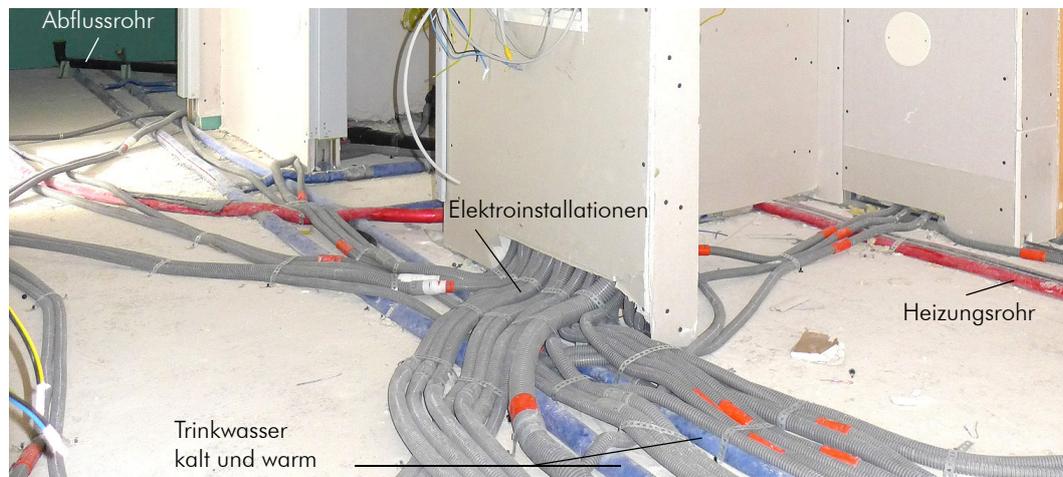


Abb. 3.20 Verteilung der Installationen einer Dreizimmer-Wohnung im Fußboden (STB-Bauweise; Vorraum)

Zur Befestigung der Trinkwasser-, Heizungs- und Elektroinstallationen werden in der Regel Metallbänder verwendet (Abb. 3.21 links). Die Abwasserleitungen werden mit Hilfe von Abstandhalter aus Polystyrol in die richtige Höhe gebracht und wiederum mit Metallbänder auf der Decke befestigt (Abb. 3.21 rechts).



Abb. 3.21 Abstandhalter und Metallbänder zur Befestigung diverser Installationen

Für den Planer stellt die Höhe der Fußbodenkonstruktion, ohne vorhergehende Planung der Haustechnischen Installationen, eine unbekannte Größe dar. Hier können z.B. Kreuzungspunkte von Rohren die erforderliche Konstruktionshöhe maßgebend erhöhen. Diese sollten daher, wenn möglich, vermieden werden.

In Holzwohnbauten ist die Verlegung der wasserführenden Installationen in der Ebene der Schüttung als problematisch zu betrachten. Ein Wasseraustritt aus defekten Leitungen bleibt oftmals lange unentdeckt und kann zu erheblichen Schäden und aufwendigen Sanierungsarbeiten führen.

Unabhängig von der Bauweise muss, bei Erreichen der Lebensdauer der Installationen, bei Sanierungen oder Adaptierungen die Fußbodenkonstruktion geöffnet werden. Elektroinstallationen stellen keine Gefährdung dar.

3.3.2 Führung an der Deckenunterseite

Speziell bei einer Installation von großen Rohrquerschnitten (z. B. Lüftungsrohre) oder bei hohem Platzbedarf durch Kreuzung von Rohren, empfiehlt sich eine Leitungsführung an der Deckenunterseite (Abb. 3.22). Eine abgehängte Decke wird nur in den Bereichen der Installationen benötigt. Eine Verlegung im Fußbodenaufbau hätte dagegen eine hohe Fußbodenkonstruktion in der gesamten Geschoßfläche bzw. Stufen zur Folge.



Abb. 3.22 links: Heizungs-, Lüftungs- und Sanitärinstallationen in abgehängter Decke (Sanitärraum)
rechts: Führung der Lüftungs- und Elektroinstallationen in abgehängter Decke (Wohnraum)

Im Kellergeschoß werden die Installationen in der Regel sichtbar direkt an der Decke oder in Leitungstrassen verlegt (Abb. 3.23). Leitungstrassen können auch in abgehängten Deckensystemen zur einfacheren Installationsführung verwendet werden.



Abb. 3.23 sichtbare Abwasserrohre und Leitungstrasse im Kellergeschoß

Die Führung der Installationen an der Deckenunterseite stellt hinsichtlich Wartung, Adaptierung und Schutz der Tragsubstanz (Decke) vor Feuchteinwirkung eine besonders günstige Lösung dar.

Etwaiger Wasseraustritt zeichnet sich rasch an der Deckenunterseite ab, die Deckentragstruktur bleibt jederzeit fern von Wasserkontakt.

3. 4 vorgefertigte Installationseinheiten

Vorgefertigte Installationseinheiten werden bereits im Werk mit den notwendigen Installationen versehen. Diese können unter anderem Fall- und Steigleitungen zur Ver- und Entsorgung, Einbauteile (z.B. Absperrventile) oder Anschlüsse für Sanitärobjekte beinhalten. Generell werden die Elemente projektbezogen und aus Leichtbeton hergestellt. Abb. 3.24 zeigt eine vorgefertigte Sanitärwand in der Anwendung in einem mineralischen Massivbau.



Abb. 3.24 vorgefertigte Sanitärwand der Firma Sanitär Elementbau GmbH. vor und nach dem Einbau [90]

Je nach Erfordernis können verschieden ausgeführte, vorgefertigte Installationseinheiten im Wohnbau eingesetzt werden:

- Sanitärbausteine, Sanitärboxen (siehe Abb. 3.25), Wannenträger, etc.
- Sanitärwand als Trennwand oder Vorstellwand
- Sanitärwand anstelle eines Installationsschachtes (siehe Abb. 3.24)
- Fertigbäder bzw. Sanitärzellen in Leichtbeton oder GFK (siehe Abb. 3.26)

Die Vorfertigung bietet viele Vorteile gegenüber einer herkömmlichen Installationsführung. Je nach Hersteller und Produkt sind z. B. folgende zu nennen:

- geprüfte Brandschutz- und Schalldämmwerte (keine Brandabschottung erforderlich)

- vereinfachte Planung und Kalkulation
- hoher Qualitätsstandard durch industrielle Fertigung
- Bauzeiteinsparung, einfache Kontrolle, Überwachung und Abnahme

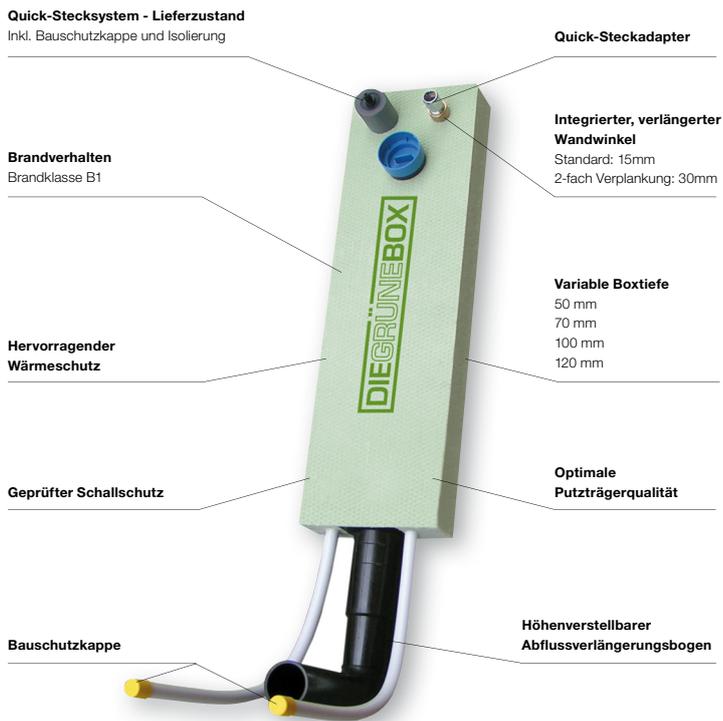


Abb. 3.25 Sanitärbox der Firma IMS Handels GmbH zum Anschluss eines Waschbeckens, [91]



Abb. 3.26 vorgefertigte Sanitärzellen Firma Sanitär Elementbau GmbH, [90]

Vorgefertigte Installationen gewährleisten einen geprüften Qualitätsstandard und helfen Ausführungsfehler auf der Baustelle zu vermeiden. Aufgrund der Vielzahl an Systemen muss die Eignung für Holz-Wohnbauten für jedes Produkt einzeln beurteilt werden.

Vorgefertigte Sanitärzellen stellen eine interessante Entwicklung im Bereich der Versorgungstechnik dar. Der Einsatz dieser im Holzwohnbau ermöglicht eine Trennung der Installationen von der Holzsubstanz. Jedoch werden diese meist direkt in die (Holz-) Tragkonstruktion eingebaut, welche nach dem Einbau der Zelle somit nicht mehr zugänglich ist. Daher muss auch in diesem Fall, durch geeignete Maßnahmen, der Feuchteschutz der Holzkonstruktion sichergestellt werden.

Darüber hinaus gestaltet sich die Adaptierung sowie die Sanierung bzw. die Erneuerung der Installationen nach Ablauf deren Lebensdauer als schwierig.

4 Sanitärräume im Wohnbau

Der Begriff „Sanitärtechnik“ beschreibt im Bauwesen Einrichtungen, welche der Hygiene und Gesundheit dienen. Im Allgemeinen sind diese zur Erfüllung dieser Aufgaben mit einem (Trink-) Wasseranschluss ausgestattet. Sanitärräume in einem üblichen Wohnbau können z.B. sein:

- Bad und WC-Räume
- öffentliche Sanitäranlagen
- Küchen
- Hausarbeitsraum
- Sauna

Sanitärräume im Wohnbau sind generell als „trockene“ Räume zu betrachten. In ihnen tritt bei üblicher Nutzung nur zeitweise Feuchtigkeit auf. Die relative Luftfeuchtigkeit ist durch Heizen und Lüften nicht wesentlich höher als in den Wohnräumen. Jedoch sind aufgrund der temporären und lokalen Feuchteeinwirkung in diesen Räumen spezielle Regeln zu befolgen. Diese betreffen vor allem die Abdichtungsmaßnahmen, sowie auch die elektrische Ausrüstung in feuchtebeanspruchten Bereichen.

Im Gegensatz zu den trockenen Räumen werden Nassräume gem. „DIN 18195 Teil 1 - Bauwerksabdichtungen“ wie folgt definiert:

„Innenraum, in dem nutzungsbedingt Wasser in solcher Menge anfällt, dass zu seiner Ableitung eine Fußbodenentwässerung erforderlich ist. Bäder im Wohnungsbau ohne Bodenablauf zählen nicht zu den Nassräumen.“

In Holzbauten ist ein besonderes Augenmerk auf die Ausbildung der Sanitärräume zu richten. Neben spritzwasserbeanspruchter Bereiche stellen ebenfalls die zahlreichen Versorgungsleitungen in den Bauteilen eine mögliche Feuchtequelle bei unsachgemäßer Ausführung bzw. im Schadensfall dar.

Im Gegensatz zur STB-Bauweise kann ein Einwirken von Feuchte auf die Holz-Tragsubstanz zu großen Schäden führen.

4. 1 Installationen in SanitÄrrÄumen in Wohnbauten

In SanitÄrrÄumen werden, neben den Elektro- und Heizungsinstallation, weitere SanitÄrinstallationen benÖtigt. Dies sind z. B:

- Kaltwasseranschlüsse
für Waschbecken, Geschirrspülmaschine, Untertischspeicher, WC- u. Urinalbecken, Bade- und Duschwannen, Waschmaschine, etc.
- Warmwasseranschlüsse
für Waschbecken, Bade- und Duschwannen, etc.
- Gasanschlüsse
für Unterbauherd, Gaskühlschrank, Klein-Wasserheizer, etc.
- Entwässerungsanschlüsse
für Waschbecken, Geschirrspülmaschine, WC- u. Urinalbecken, Bade- und Duschwannen, Waschmaschine, Wäschetrockner, etc.
- Lüftung
Für innenliegende Toilettenräume ohne Fensteröffnung ist eine mechanische Lüftung auszuführen. Anstelle von reinen Abluftanlagen können Bäder und WCs in kontrollierte Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung integriert werden.

Wasserführende Rohrleitungen zur Ver- und Entsorgung der SanitÄrgegenstände werden im Wohnbau vorwiegend in Küche (Abb. 4.1), Bad, WC und dem Hauswirtschaftsraum benÖtigt.



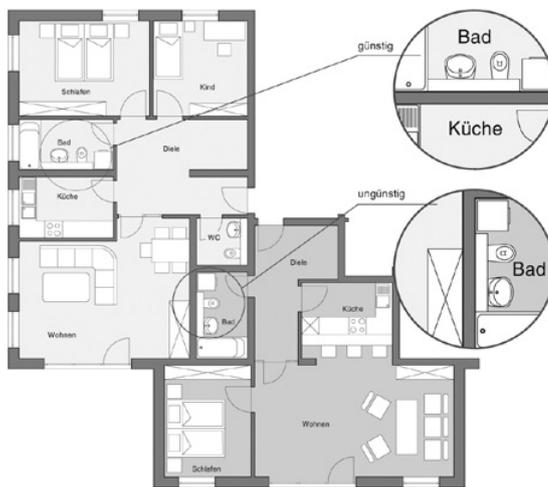
Abb. 4.1 Kalt- und Warmwasserzuleitungen sowie Abwasserleitung zum Anschluss einer Küche

Werden die Rohrinstallationen an bzw. in InnenwÄnden geföhrt, sind im Besonderen bauakustische Gesichtspunkte zu berÖcksichtigen. Bei der Planung der Wohnungsgrundrisse ist darauf zu achten, dass die erforderlichen RohrstrÄnge mÖglichst an einer

gemeinsamen Wand geführt werden. Eine Anordnung an einer Trennwand zu Schlaf- und Wohnräumen soll aus schalltechnischen Gründen vermieden werden. Fall- und Steigleitungen sind wenn möglich, an Bauteilen mit hohem Flächengewicht zu montieren.

Folgende Installationsführung kann schalltechnisch als günstig betrachtet werden:

- an Trennwänden zu Treppenträumen
- an (Wohnungs-) Trennwänden zu Nebenräumen (Abstellraum, etc.)
- an (Wohnungs-) Trennwänden zu Sanitärräumen (Abb. 4.2)



*Bauakustisch günstiger und ungünstiger Grundriss
günstig: Installationswand zwischen Bad und Küche im eigenen Wohnbereich.
ungünstig: Installationswand zwischen Bad und Schlafzimmer im fremden Wohnbereich*

Abb. 4.2 günstige und ungünstige Installationsbereiche in Wohnbereichen, [86]

4. 1. 1 Schallschutz bei Rohrleitungsinstallationen

vgl. [86]

Geräusche in Sanitäranlagen können an verschiedenen Stellen entstehen. Diese sind zu unterscheiden in:

- Abwassergeräusche

Zur Vermeidung der Körperschallübertragung müssen Abwasserleitungen mittels geeigneten Befestigungsmitteln vom Baukörper entkoppelt werden. Leitungen, welche durch (schall-) schutzbedürftige Räume verlaufen, müssen in separaten (gedämmten) Schächten verlegt werden.

- Gurgelgeräusche

Ein Mitreißen von Luftblasen und die damit entstehenden Gurgelgeräusche können durch richtig ausgeführte Abwasseranlagen vermieden werden.

- Leitungsgeräusche

Rohrleitungssysteme werden üblicherweise auf Fließgeschwindigkeiten von max. 2 [m/s] ausgelegt. Dadurch werden die Eigengeräusche der Leitungen gegenüber den Armaturengeräuschen vernachlässigbar.

- Armaturengeräusche

Maßgebliche Parameter für die Geräuschbildung sind der Wasserdruck, der Durchfluss, sowie die Konstruktion der Armatur. Unterschieden werden Armaturen in zwei Gruppen, wobei für neue Armaturen nur Gruppe 1 verwendet werden soll.

Gruppe I... ≤ 25 db(A) Gruppe II... > 25 db(A)

- Apparatgeräusche

Hierbei wird unterschieden in Benutzungs- und Funktionsgeräusche. Benutzungsgeräusche können z. B. das Fallenlassen des WC-Deckels oder die Betätigung der Armaturen sein. Die Geräusche der WC-Spülung stellen Funktionsgeräusche dar.

4. 1. 2 Beispiele einer Leitungsführung in der Fußbodenebene von Sanitär- räumen

Die folgenden drei Abbildungen zeigen eine gängige Verteilung der Installationen in der Ebene der Schüttung am Beispiel eines Wohnbaus in mineralischer Massivbauweise. In Abb. 4.3 sind die erforderlichen Sanitär- und Elektroinstallationen eines Küchenraumes dargestellt.

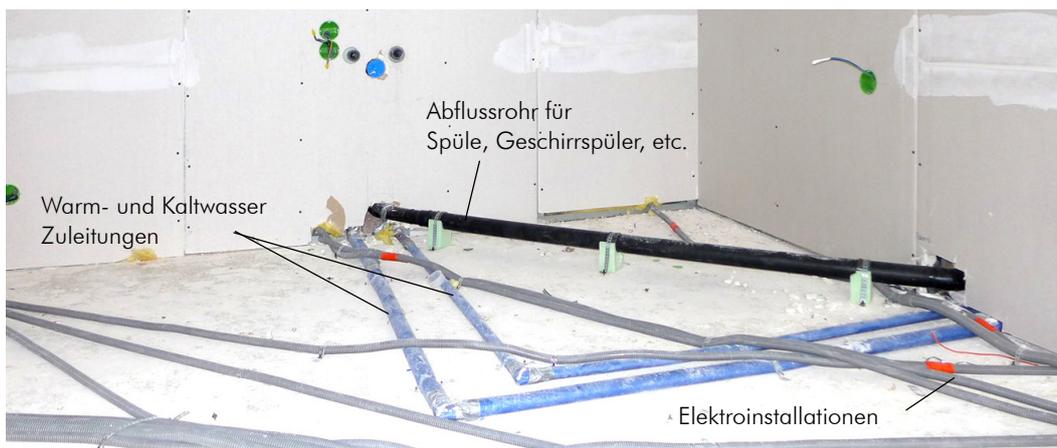


Abb. 4.3 horizontale Leitungsführung einer Küche

Die Installationen in den Räumen Bad und WC werden in Abb. 4.4 und Abb. 4.5 dargestellt.

Wie bereits im Abschnitt 3 diskutiert, ist aus Feuchteschutzgründen in Wohngebäuden in Holz-Massivbauweise, die konventionelle Verteilung der Installationen in der Fußbodenkonstruktion als problematisch bzw. nicht geeignet zu betrachten.

Zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Arbeit, stellt diese jedoch die meist eingesetzte Verteilungsvariante in Holzwohnbauten dar.

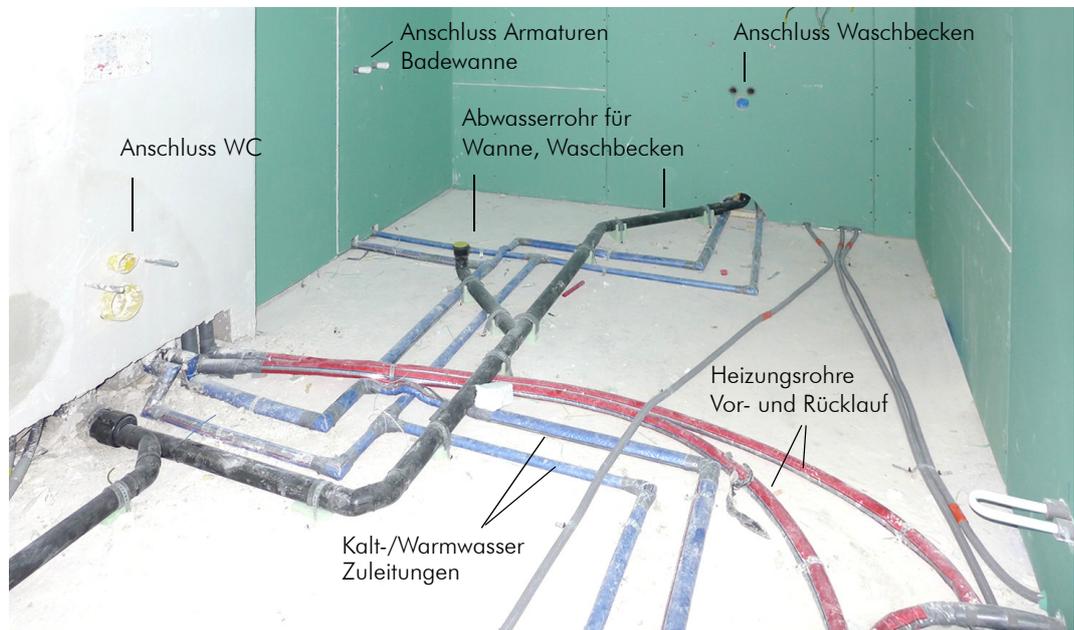


Abb. 4.4 horizontale Leitungsführung im Bad

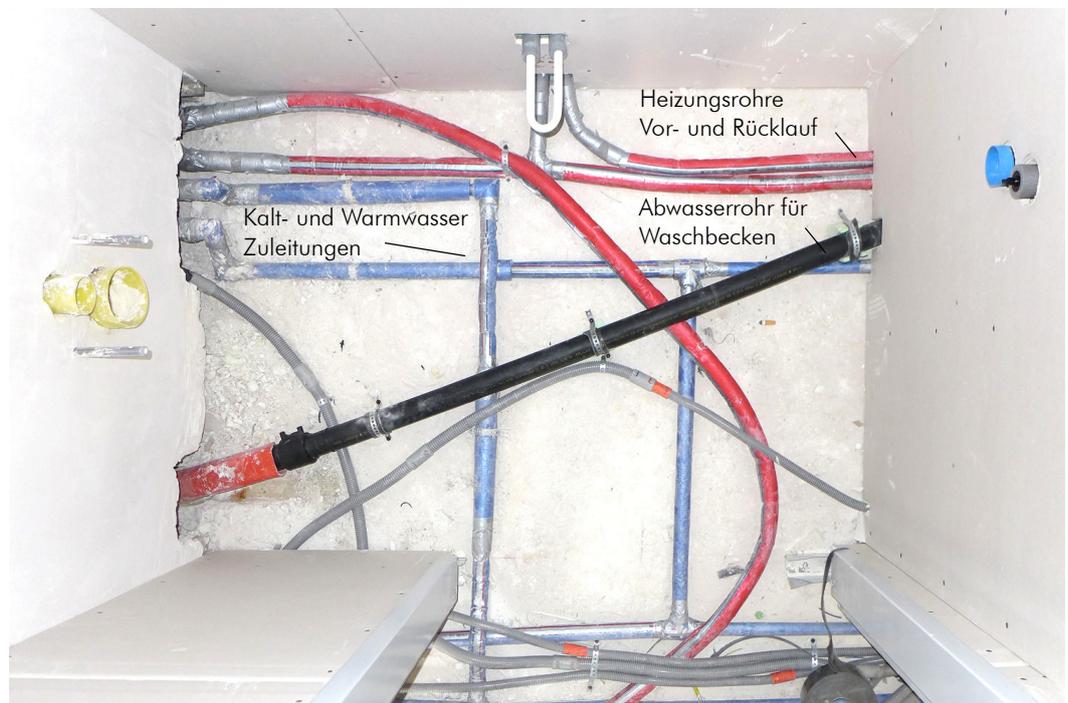


Abb. 4.5 horizontale Leitungsführung im WC

4. 2 oberflächennahe Abdichtungsmaßnahmen

vgl. [14], [23]

Unter oberflächennahen Abdichtungsmaßnahmen sind alle Vorkehrungen zu verstehen, welche ein Eindringen von Feuchtigkeit bzw. Oberflächenwasser in die Konstruktion vermeiden sollen. Weiters kann unterschieden werden in flächige Abdichtungssysteme, Abdichtungen von Fugen und Stößen, sowie dichte Ausbildung von Durchdringungen. Grundsätzlich müssen in allen Bauweisen Abdichtungsmaßnahmen zur Ableitung von Oberflächenwasser unternommen werden. Eine Ausführung dieser, stellt den derzeitigen Stand der Technik dar.

In Holzbauten muss diesen feuchtebeanspruchten Bereichen jedoch eine erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden. Aufgrund der feuchtesensiblen Eigenschaften von Holz, ist bei einer Feuchteeinwirkung, im Vergleich zu STB-Bauteilen, mit größeren Konsequenzen zu rechnen. Im folgenden Abschnitt werden deshalb Maßnahmen für die sichere Planung und Ausführung von Holz- und Trockenbausystemen in Sanitärräumen aufgezeigt.

4. 2. 1 Feuchte-Beanspruchungsklassen

In Sanitärräumen können Wand- und Bodenflächen in Bereiche mit geringer, mäßiger und hoher Feuchtebeanspruchung eingeteilt werden. Die vorliegende Arbeit behandelt geringe und mäßige Feuchtebeanspruchungen in Wohnbauten, wie sie z. B. in folgenden Räumen anzutreffen sind:

- Bäder und Küchen in privaten Wohnbereichen, Hotels, Krankenzimmer, etc.
- WC-Räume in privaten sowie öffentlichen Räumen

Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei Sanitärräumen im Wohnbau im Allgemeinen um „trockene“ Räume. In ihnen tritt bei üblicher Nutzung nur zeitweise Feuchtigkeit auf. Die relative Luftfeuchtigkeit ist durch Heizen und Lüften nicht wesentlich höher als in den Wohnräumen.

In ÖNORM B 2207 [76] sind die Materialien, zum Schutz feuchtigkeitsempfindlicher Untergründe bei Feuchtigkeitsbelastung durch Spritz-, Kondens-, und Reinigungswasser geregelt. Die Art der zu verwendenden Stoffe ist vom Grad der Feuchtigkeitsbeanspruchung, welche in dieser Norm in vier Gruppen eingeteilt ist (siehe Tab. 4.1), abhängig. Bestimmte Bereiche in Bädern sind demnach in die Beanspruchungsgruppe W3 einzuordnen.

Art der Belastung	Beanspruchungsgruppe			
	W 1	W 2	W 3 ^a	W 4 ^{a, b}
	Dauer und Höhe der Belastung (Intensität)			
Luftfeuchtigkeit	erhöht, kein Tauwasser	kurzzeitig hoch, evtl. Tauwasser	kurzzeitig hoch, Tauwasser	länger erhöht, Tauwasser
Reinigungswasser	periodisch feuchtes Wischen	feuchtes Wischen, periodische Nassreinigung	periodische Nassreinigung	tägliche Intensivreinigung
Spritzwasser ^c	keines	kurzzeitig, gering bis mittel	kurzzeitig, stark	länger anhaltend, mittel bis stark
Beispiele	Wohnbereich: WC, Flure, Stiegenhäuser	Wohnbereich: Küche Bürobereich: WC-Anlagen ^d	Wohnbereich: Spritzwasserbereich in Duschen und Badezimmern Gewerbe- und Bürobereich: WC-Anlagen ^e	Betriebsbereich: Küchen, Duschanlagen Gastgewerbe- und Hotelbetrieb: Duschanlagen Wohnbereich: Dusche ohne vorgefertigter oder mit vorgefertigter niveaugleicher Duschtasse
^a 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. ^b Druckwasserbeanspruchte Fliesenbeläge, z. B. in Schwimmbecken und Wasserbehältern, unterliegen Sonderregelungen. ^c Der Spritzwasserbereich reicht bei Badewannen in der Höhe mindestens bis 30 cm über die oberste Wasserentnahmestelle und bei Duschen sowie Wandbrausen bis zur Türzargenhöhe, in der Länge mindestens 30 cm über die Wanne bzw. Duschtasse hinaus. Ebenso sind Wandabdichtungen hinter Einbauten anzubringen. ^d WC-Anlagen ohne Bodenablauf. ^e WC-Anlagen mit Bodenablauf.				

Tab. 4.1 Einteilung der Beanspruchungsgruppen von Fliesen- und Plattenbelägen gem. ÖNORM B 2207 [76]

In Tab. 4.2 folgt anschließend die Zuordnung der Stoffgruppen der Befestigungsstoffe von Fliesen zu den Beanspruchungsgruppen. Aus dieser ist zu entnehmen, dass bei Verlegung der Fliesen mittels hydraulischen Klebemörtel mindestens eine alternative Abdichtung an- bzw. einzubringen ist. Diese kann z. B. eine Kunststoff-Zement-(Mörtel)-Kombination oder eine Kunststoffdispersion sein.

Beanspruchungsgruppe gemäß Tabelle A.1	Hydraulischer Klebemörtel (auch kunststoffmodifiziert)	Dispersionsklebstoff
W 1	zulässig	zulässig
W 2	zulässig	zulässig
W 3	zulässig ^a	nicht zulässig ^b
W 4	zulässig ^a	nicht zulässig ^b
^a zuzüglich mindestens alternative Abdichtung ^b ausgenommen Dispersionsklebstoff D 2 nach ÖNORM EN 12004, zuzüglich mindestens alternative Abdichtung		

Tab. 4.2 Zuordnung der Stoffgruppen zu den Beanspruchungsgruppen gem. ÖNORM B 2207 [76]

Eine alternative Einteilung erfolgt gemäß dem DIBT (Deutsches Institut für Bautechnik). Dieses hat eine Klassifizierung von feuchtebeanspruchten Innenraumflächen in acht Beanspruchungsklassen vorgenommen, wobei grundsätzlich in „trockene“ Räume (siehe Tab. 4.3), und in „Nassräume“ (siehe Tab. 4.4) unterschieden wird. Je nach Beanspruchungsklasse werden unterschiedliche Anforderungen an die Primärabdichtung gestellt.

- Mäßig beanspruchter Bereich (bauaufsichtlich nicht geregelt)

Beanspruchungs-klasse (BK)	Beanspruchung	Anwendung z. B.
0	Wand- und Bodenflächen, nur zeitweise und kurzfristig mit Spritzwasser <i>geringfügig</i> beansprucht	WC, Küchen mit haushaltsüblicher Nutzung, an Wänden im Bereich von Sanitärkeramiken
A01	Wandflächen, nur zeitweise und kurzfristig mit Spritzwasser <i>mäßig</i> beansprucht	Bäder mit haushaltsüblicher Nutzung im unmittelbaren Spritzwasserbereich von Duschen und Badewannen
A02	Bodenflächen, nur zeitweise und kurzfristig mit Spritzwasser <i>mäßig</i> beansprucht	Bäder mit haushaltsüblicher Nutzung ohne und mit planmäßig genutztem Bodenablauf
B0	Bauteile im Außenbereich mit nichtdrückender Wasserbeanspruchung	

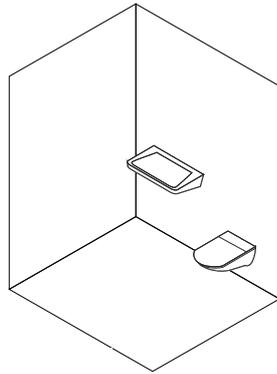
Tab. 4.3 Beanspruchungsklassen im mäßig beanspruchten Bereich gem. DIBT 2004, aus [14]

- Hochbeanspruchter Bereich (bauaufsichtlich geregelt)

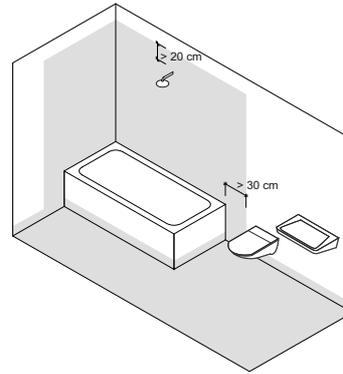
Beanspruchungs-klasse (BK)	Beanspruchung	Anwendung z. B.
A1	Wandflächen, durch Brauch- und Reinigungswasser hoch beansprucht	Wände in öffentlichen Duschen
A2	Bodenflächen, durch Brauch- und Reinigungswasser hoch beansprucht	Böden in öffentlichen Duschen, Schwimmbeckenumgänge
B	Wand- und Bodenflächen in Schwimmbecken, innen und außen mit von innen drückendem Wasser	-
C	Wand- und Bodenflächen bei hoher Wasserbeanspruchung und in Verbindung mit chemischer Beanspruchung	gewerbl. Küchen

Tab. 4.4 Beanspruchungsklassen im hoch beanspruchten Bereich gem. DIBT 2004 aus [14]

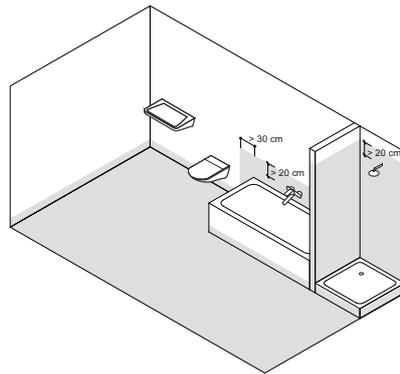
Zur Veranschaulichung werden die Beanspruchungsklassen 0, A01 und A02 in Abb. 4.6 gezeigt:



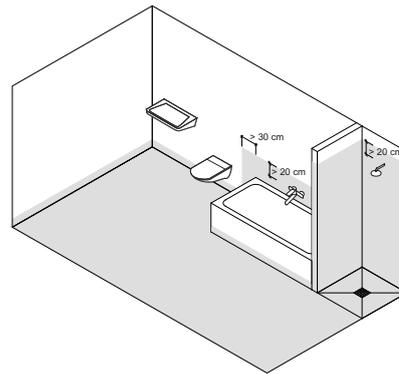
Gäste-WC



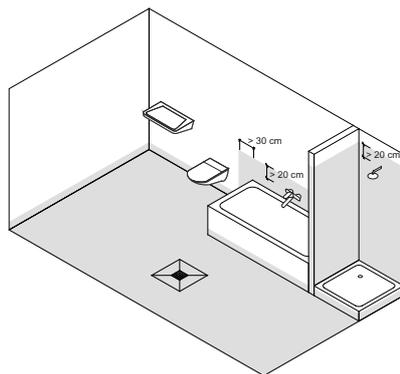
Häusliches Bad mit Badewanne als Dusche



Häusliches Bad mit Wanne ohne Duschnutzung und Dusche



Häusliches Bad mit Wanne ohne Duschnutzung und planmäßig genutztem Bodenablauf im Duscbereich



Häusliches Bad mit Wanne ohne Duschnutzung und nicht planmäßig genutztem Bodenablauf

keine oder geringe Beanspruchung durch Spritzwasser, Beanspruchungsklasse 0 

mäßige Beanspruchung durch Spritzwasser (Spritzwasserbereich), Beanspruchungsklasse A01, A02 

Abb. 4.6 Beispiele für spritzwasserbeanspruchte Bereiche [14]

4. 2. 2 Flächenabdichtungssysteme

Oberflächen aus Fliesen oder plattenförmigen Belägen, welche hauptsächlich in Bad- und WC-Räumen eingesetzt werden, sind aufgrund der Erfordernis von Fugen, Stößen und Durchdringungen nicht als wasserundurchlässig anzusehen. Aus diesem Grund sind, abhängig von Untergrund und Beanspruchungsklasse, geeignete Abdichtungen unter den Belägen vorzusehen. Im Holz- und Trockenbau entspricht es dem Stand der Technik (siehe [14]), auch in mäßig und gering feuchtebeanspruchten Bereichen Abdichtungssysteme zu verwenden, welche im Verbund mit Belägen und Bekleidungen aus Platten und Fliesen hergestellt werden.

Für bestimmte Untergründe ist eine flächige Primärabdichtung lt. DIBT (2004) nicht zwingend erforderlich (siehe Tab. 4.5). Speziell im feuchtesensiblen Holzbau ist diese aus Sicht des Autors und gemäß ÖNORM B 2207 [76] jedoch generell auszuführen.

	Feuchtigkeitsbeanspruchungsklassen			
	Wand		Boden	
	0 gering	A01 mäßig	0 gering	A02 mäßig
Gipsplatten ¹⁾	○	●	○ ²⁾	● ²⁾
Gipsfaserplatten	○	●	○	● ³⁾
Sonstige Gipsbauplatten, z. B. Spezial-Feuerschutzplatten	○	●	⊗	⊗
Gipsputze	○	●	⊗	⊗
Kalk-Zementputze	○	●	⊗	⊗
Calciumsulfatestriche	⊗	⊗	○	● ³⁾
Zementstriche	⊗	⊗	○	○ ⁵⁾
Gussasphaltestriche	⊗	⊗	○	○ ⁵⁾
Zementgebundene Bauplatten ⁴⁾²⁾	○	○	○	○ ⁵⁾
Zementbeschichtete Hartschaumplatten ²⁾	○	○	○	○ ⁵⁾

1) Anwendung nach DIN 18181

2) Herstellerangaben beachten

3) Im Bereich von planmäßig genutzten Bodenabläufen nicht zulässig (z. B. barrierefreier Duschbereich)

4) ausgenommen sind zementgebundene Bauplatten mit organischen Zuschlägen (z. B. zementgebundene Spanplatten)

5) Randanschlüsse und Bewegungsfugen sind entsprechend Abschnitt 5.5 auszuführen

 Anwendung nicht zulässig

 Bereich ohne zwingend erforderliche Abdichtung (Abzudichten wenn vom Auftraggeber oder Planer für erforderlich gehalten und beauftragt wird)

 Abdichtung erforderlich

Tab. 4.5 Untergründe für Abdichtungen und Keramische Beläge, [14]

Grundsätzlich können folgende Gruppen von Flächenabdichtungsstoffen unterschieden werden:

- Polymer- und Kunstharzdispersionen
- Kunststoff-Zement-Mörtel
- Reaktionsharze
- Folien und Bahnen aus Kunststoff- oder Bitumenbahnen

Das jeweilige Abdichtungssystem ist entsprechend der vorhandenen Beanspruchungsklasse, sowie des vorhandenen Untergrundes auszuwählen. Die feuchtebeanspruchten Wand- und Bodenflächen sind in den Bereichen entsprechend Abb. 4.6 mit einer Oberflächenabdichtung zu versehen. Ein dauerhaft dichter Anschluss zu den Sanitärobjekten ist dabei sicherzustellen. Zu empfehlen, bzw. gem. ÖNORM B 2207 gefordert, ist eine vollflächige Abdichtung auch hinter bzw. unter der Wanne oder Duschtasse vorzusehen.

4. 2. 3 Abdichtungen für (Bewegungs-) Fugen

Im Bereich von Bewegungs-, Anschluss- oder Bauteilfugen muss die Kontinuität der Abdichtung sichergestellt sein. In der Regel wird dies mit Hilfe von Dichtbändern verschiedenster Art realisiert (siehe Abb. 4.8 bis Abb. 4.10). Silikonfugen sind nicht als Dichtfugen zu betrachten (Wartungsfugen).

Relativbewegungen in den jeweiligen Anschlussfugen müssen weitestgehend vermieden werden, bzw. im Toleranzbereich der Dichtungsbänder bzw. Sekundärdichtungen liegen. Für den dichten Anschluss einer Wanne an die Umfassungswände ist eine feste und sichere Lage von besonderer Bedeutung, um ein „Aufreißen“ der Fuge durch Bewegungen der Wanne zu verhindern. Besonders Badewannen, welche auf dem Estrich und nicht auf der Deckenplatte aufgestellt werden (siehe Abb. 4.12), können durch das hohe Gewicht bei Füllung der Badewanne zu hohen Verformungen des Untergrundes und dadurch zu einem Aufreißen der Fugen führen.

4. 2. 4 Durchdringungen in feuchtebeanspruchten Bereichen

In den feuchtebeanspruchten Bereichen kann mit Hilfe geeigneter Abdichtungssysteme ein Wassereintritt an Rohrdurchdringungen verhindert werden. Damit eine durchgängige Abdichtung gewährleistet werden kann, müssen diese in die Flächenabdichtung eingebunden werden. Zur Abdichtung der Durchdringungen können z. B. Dichtmanschetten (siehe Abb. 4.7 und Abb. 4.11) oder spezielle Armaturen eingesetzt werden.



Abb. 4.7 Dichtmanschette „Wand Flex“ der Fa. Sopro GmbH mit elastischer Innenzone [121]

4. 2. 5 Anwendungsbeispiele

Im Folgenden werden Beispiele von Abdichtungen in feuchtebeanspruchten Bereichen aufgezeigt. Abhängig vom verwendeten Abdichtungssystem, der Konstruktionsweise und den verwendeten Baustoffen, gibt es mehrere Möglichkeiten einer dichten Ausbildung feuchtebeanspruchter Flächen. Die gezeigten Abbildungen entstammen der Anwendungsrichtlinie „Bäder und Feuchträume im Holzbau und Trockenbau“ [14] und stellen eine exemplarische Ausführung dar.

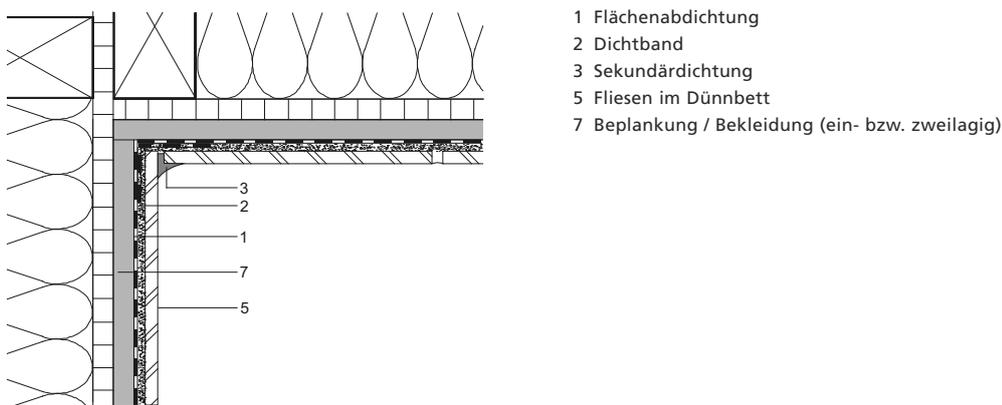


Abb. 4.8 mögliche Ausbildung der Abdichtungen bei Eckverbindungen von Wänden, [14]

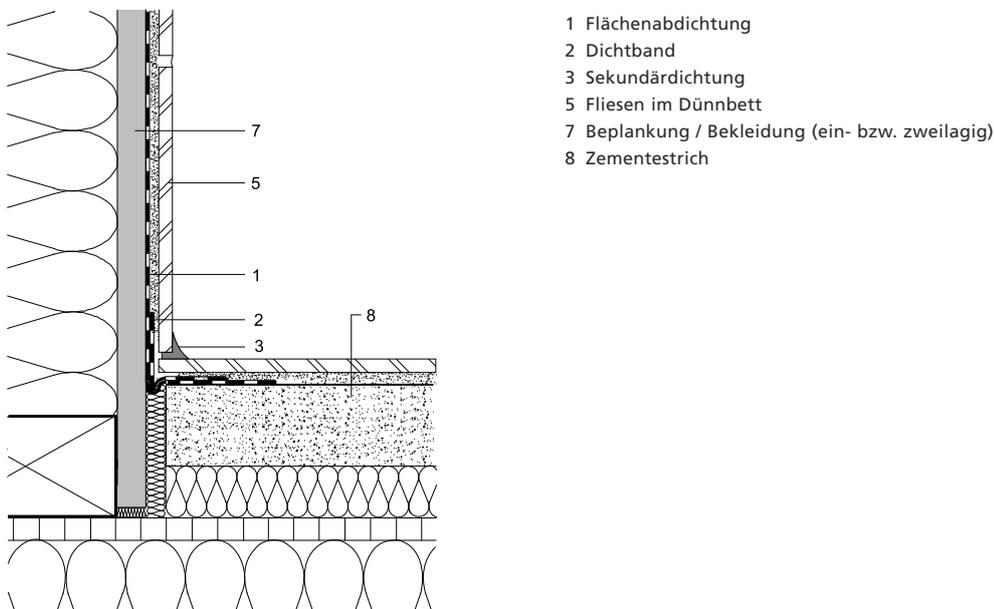
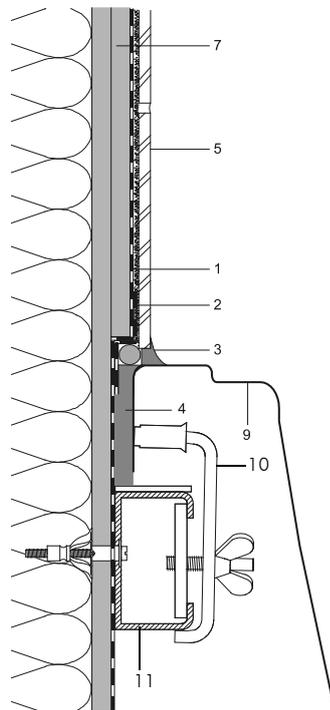
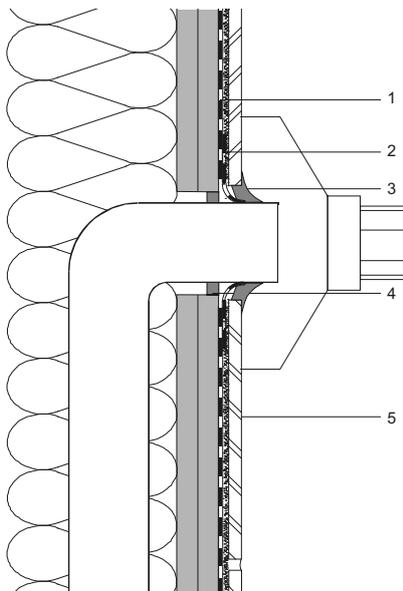


Abb. 4.9 mögliche Ausbildung eines Boden-Wand-Anschlusses, [14]



- 1 Flächenabdichtung
- 2 Dichtband
- 3 Sekundärdichtung
- 4 Primärdichtung
- 5 Fliesen im Dünnbett
- 7 Beplankung / Bekleidung
(ein- bzw. zweilagig)
- 9 Duschtasse / Badewanne
- 10 Wandanker
- 11 Wannenleiste

Abb. 4.10 Befestigung einer Badewanne an der Wand, [14] (Abb. überarbeitet)



- 1 Flächenabdichtung
- 2 Dichtmanschette
- 3 Sekundärdichtung
- 4 Dichtungsmasse
- 5 Fliesen im Dünnbett
- 6 Beplankung (ein- bzw. zweilagig)

Abb. 4.11 Wanddurchdringung einer Sanitärinstallation, [14]

4. 2. 6 Einbau einer Duschtasse oder Badewanne

vgl. [95]

Vor der Montage der Wanne muss der Estrich eingebracht und die oberflächennahe Abdichtung unter der Wanne ausgeführt werden. Für den Einbau und die Abdichtung der Duschtasse/Badewanne stehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

- der Estrich wird auch unter der Duschtasse/Badewanne eingebaut und vollflächig abgedichtet (siehe Abb. 4.12)
- aussparen des Estrichs im Bereich der Standfläche des Sanitärobjektes und vollflächiges Abdichten des ausgesparten Bereichs (siehe Abb. 4.13)

Am Boden verlaufende Versorgungsleitungen im Bereich einer Aussparung erschweren häufig den Abdichtungsprozess. Mit einer Kombination von flüssig zu verarbeitenden und bahnförmigen Verbundabdichtungen, lassen sich jedoch auch diese Bereiche gut abdichten. Im Wohnbau ist diese Variante, wegen der direkten Aufstellung der Wanne auf der Rohdecke, nur mithilfe gesonderter schalltechnischer Maßnahmen geeignet.

Auf dem Estrich aufgestellte Badewannen, können dagegen aufgrund ihrer Masse bei Wannenfüllung, zu erhöhten Untergrundverformungen und dadurch zu Rissen in den Anschlussfugen führen. Aus diesem Grund sind Badewannen zusätzlich an der Wand mithilfe von Wannenleisten und Wannenankern zu befestigen (siehe Abb. 4.10). Hierdurch wird eine vertikale Bewegung des Wannenrandes verhindert bzw. minimiert, und zusätzlich wird dadurch ein Anpressen der Wanne an die Primärdichtung sichergestellt.

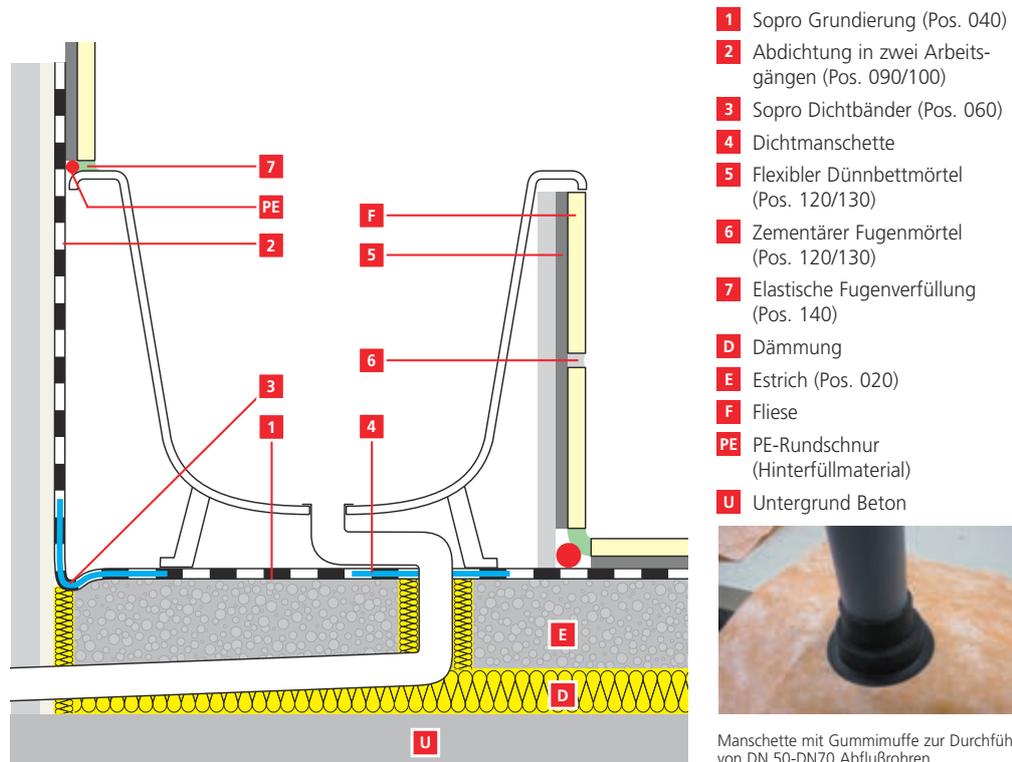


Abb. 4.12 Einbau einer Badewanne auf abgedichteten Estrich (BK A0), Wannenleiste und Wannenanker ist nicht dargestellt, jedoch unbedingt auszuführen [95]

Anm.: Die Wannenleiste und der Wannenanker ist in Abb. 4.12 nicht dargestellt, ist jedoch auszuführen.

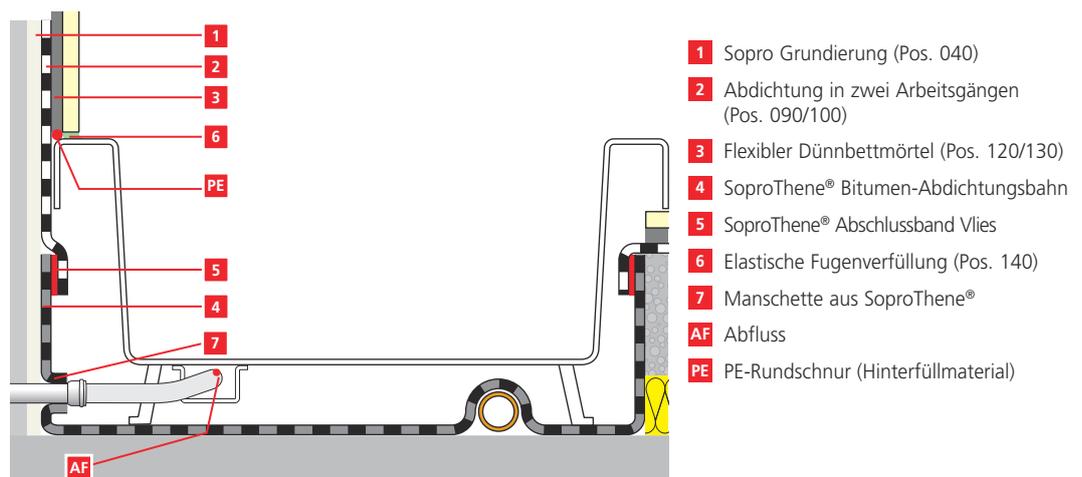


Abb. 4.13 Einbau einer Badewanne/Duschtasse in Bereich der Estrich-Aussparung (BK A0), [95]

4. 2. 7 Richtlinien und Normen für die Ausführung von oberflächennahen Abdichtungen

Hilfreich, für Planung und Ausführung von Abdichtungen feuchtebeanspruchter Oberflächen, sind unter anderen die Merkblätter

- Bund Deutscher Zimmermeister / et al.: Bäder und Feuchträume im Holzbau und Trockenbau, [14]
- Fachverband Fliesen und Naturstein: Verbundabdichtungen, [23]
- Bundesverband Estrich und Belag: Abdichtungsstoffe im Verbund mit Bodenbelägen, [24]

sowie folgende Normen:

- ÖNORM B 2207 - Fliesen-, Platten- und Mosaiklegearbeiten, Werkvertragsnorm, [76]
- ÖNORM B 2209-1 - Abdichtungsarbeiten, Werkvertragsnorm, [54]
- ÖNORM B 7209 - Abdichtungsarbeiten, Verfahrensnorm, [55]
- ÖNORM EN 14891 - Flüssig zu verarbeitende wasserundurchlässige Produkte im Verbund mit keramischen Fliesen und Plattenbelägen, [53]
- DIN 18195 - Bauwerksabdichtungen, [56]

4. 2. 8 Eignung oberflächennaher Abdichtungen in Holzbauten

In Holzbauten können nicht fachgerecht ausgeführte oder defekte oberflächennahe Abdichtungen zu erheblichen Schäden führen (siehe Abb. 4.14). Eine gewissenhafte Auswahl und Planung der Abdichtungsmaßnahmen ist die wichtigste Grundvoraussetzung für die Sicherstellung des Feuchteschutzes.

Aufgrund der Besonderheiten des organischen Baustoffs Holz, wird ein Anbringen der Fliesen direkt auf den BSP-Elementen als nicht geeignet betrachtet. Eine geeignete Ausführungsvariante wird im Kapitel "E Strategien zur Gewährleistung eines dauerhaften Holzbaus" besprochen.

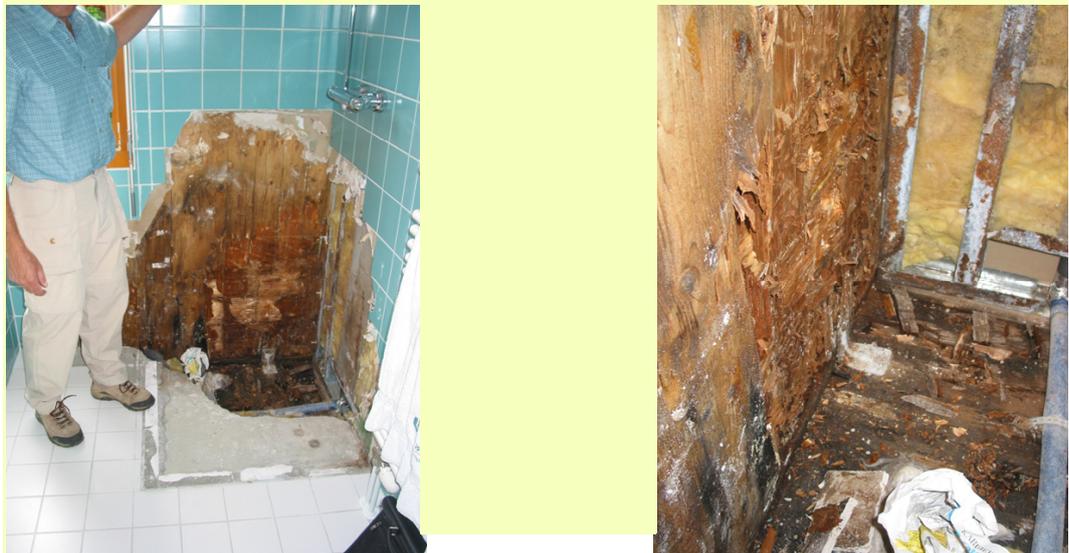


Abb. 4.14 Feuchteschaden an der BSP-Tragstruktur im Duschbereich. [15]

Der Einbau von Duschtasse und Badewanne muss im Holzbau zur Sicherstellung des Feuchteschutzes eine besondere Aufmerksamkeit erhalten. Dabei stellen z.B. Flächenabdichtungen, Fugenausbildungen, Rohrdurchführungen und unkontrollierbare Zu- und Abwasserleitungen besondere Gefährdungspunkte dar.

5 Trinkwasserversorgung

vgl. [3]; [119]

Das Trinkwasser ist eines der wichtigsten Lebensmittel für den Menschen. Eine Versorgung von Wohngebäuden mit hygienisch einwandfreiem Wasser ist in unseren Breiten unerlässlich und muss dauerhaft sichergestellt werden.

5.1 Wasserleitungssystem im Gebäude

Das Wasserversorgungsunternehmen ist für die Herstellung des Hausanschlusses ab Versorgungsleitung unter der Straße bis zum Wasserzähler im Gebäude zuständig. Ab dem Wasserzähler beginnt der Arbeitsbereich des beauftragten Installateurs.

Nach dem Wasserzähler, den Absperrventilen, dem Entleerungsventil und einem Rückfluss-Verhinderer schließt sich im Allgemeinen die Verteilerbatterie an. Jede Wohnung sowie Heizung, Warmwasserversorgungssysteme, Feuerlöscheinrichtungen, Waschküche, frostgefährdete Bereiche, etc. erhalten eigene, mit einem Absperrventil versehene, Zuleitungen. An die Verteilerbatterie angeschlossene Steigleitungen übernehmen die vertikale Verteilung im Gebäude. Von diesen Steigleitungen zweigen in den einzelnen Wohnungen Stockwerksleitungen ab (Abb. 5.1).

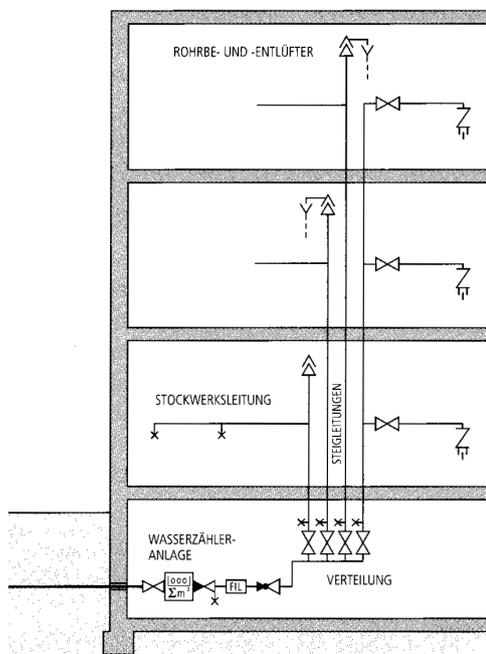


Abb. 5.1 Wasserleitungssystem im Gebäude, [3]

Für die Aufteilung der Stockwerksleitung auf die einzelnen Zulaufstränge zu den Armaturenanschlüssen, stehen die zentrale Verteilung mittels Verteilerschrank, oder die kon-

ventionelle Aufteilung mittels Verzweigungen (T-Stücken) in den Leitungen zur Verfügung.

5. 1. 1 Aufteilung mittels zentralem Trinkwasser-Verteilerkasten

Der Trinkwasser-Verteilerkasten wird üblicherweise in einer Installationswand bzw. Vorsetzschale installiert. In diesem befindet sich ein Verteilerelement, welches an die Stockwerksleitung angeschlossen ist und das Wasser auf voneinander unabhängige Leitungen aufteilt Abb. 5.2.

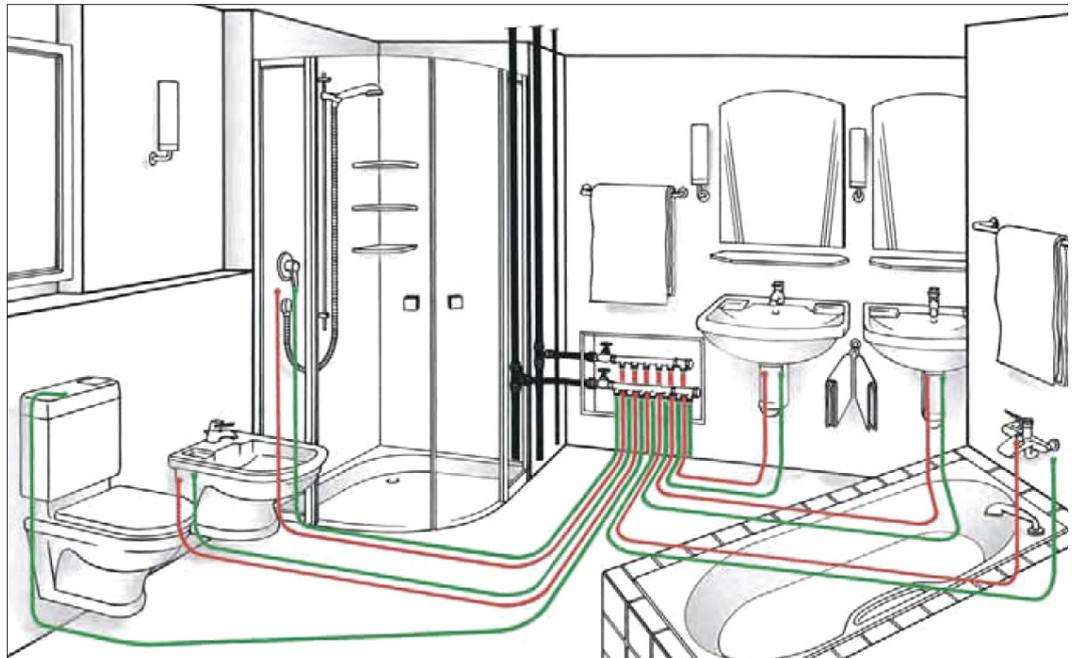


Abb. 5.2 Führung einzelner Leitungen ohne Abzweigungen aus einem zentralen Verteilerkasten [118]

Durch diese Installationsweise werden Abzweigungen und Verbindungen an den Rohren vermieden, welche eine häufige Schadensursache im Bereich der wasserführenden Installationen darstellen. Die Rohre können in einem durchgängigen Strang vom Verteiler zu den Armaturenanschlüssen geführt werden. In Kombination mit geeigneten Rohr-in-Rohr-Systemen ist dadurch ebenfalls ein Austausch der wasserführenden Innenleitungen, ohne Öffnen der Boden- bzw. Wandkonstruktion möglich. Als Nachteil ist jedoch der deutlich höhere Bedarf an Leitungen zu nennen.

5. 1. 2 Aufteilung mittels Verzweigungen der Leitungen

Die gängige Variante in Wohnbauten stellt die Ausbildung eines Verteilungsnetzes (siehe Abb. 5.3) dar. Die Stockwerksleitung, herführend vom vertikalen Schacht, wird hierbei mittels Verzweigungen (siehe Abb. 5.4) in einzelne Stränge aufgeteilt. Dadurch ergeben sich kurze Leitungswege, doch wird eine Vielzahl von Verbindungsstücken (Fittings) benötigt.

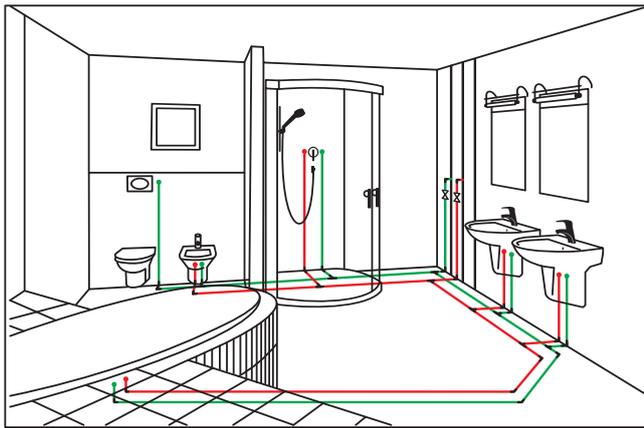


Abb. 5.3 mögliches Verteilungsnetz einer Trinkwasserinstallation in einem Bad

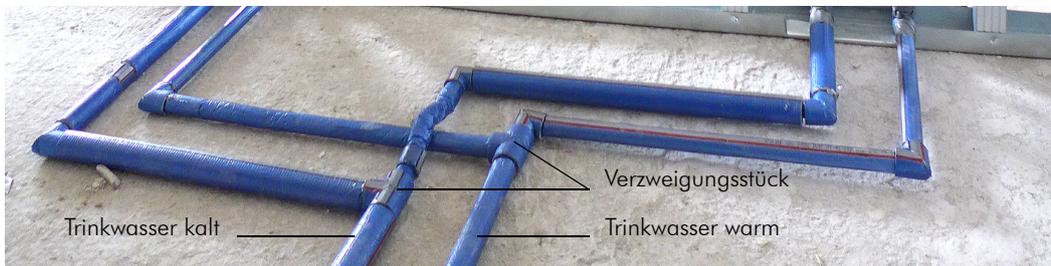


Abb. 5.4 Aufteilung der Trinkwasserleitungen mittels Verzweigungsstücken

5.2 Materialien und Rohrsysteme

Es gibt eine Vielzahl von Systemen von Trinkwasser-Leitungsrohren, welche sich vor allem in der Verbindungstechnik (löten, pressen, schrauben, schweißen, etc.), sowie den verwendeten Materialien unterscheiden.

Folgende Rohrmaterialien werden im Allgemeinen für Kalt- und Warmwasserleitungen verwendet:

- Kupferrohre Diese wurden bisher am häufigsten für Trinkwasserleitungen verwendet. Sie sind relativ korrosionsunempfindlich und leicht zu verlegen.
- Kunststoffrohre Verwendet werden Rohre aus PE-X, PB, PVC-C, PP-C (Abb. 5.5) oder Mehrschichtenrohre. Aufgrund ihrer großen Wärmedehnung müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden. Rohr-in-Rohr-Systeme sind i.d.R. ebenfalls aus Kunststoffen aufgebaut (siehe Abschnitt 5.2.1).
- verzinkte Stahlrohre Diese sind günstiger als Kupferrohre, dürfen aber aufgrund der Korrosionsbeschichtung nicht gebogen werden.
- Edelstahlrohre Rohre aus Edelstahl sind einfach zu verarbeiten und sehr korrosionsbeständig.

Anmerkung: Kunststoffrohre finden europaweit eine zunehmende Verwendung. Vielfach sind in den Kunststoffen diverse Zusatzstoffe enthalten, welche ins Trinkwasser gelangen können. Verschiedene Untersuchungen (z. B. von Dr. Andreas Koch, Hygiene-Institut Gelsenkirchen [104]) zeigen eine Migration diverser bedenklicher Stoffe aus Kunststoffrohren in Abhängigkeit vom verwendeten Material, Wasserverweildauer und Wassertemperatur. Aus diesem Grund sind Kunststoffrohre, besonders für Warmwasserinstallationen, in welchen eine längere Verweildauer des Wassers vorherrscht, kritisch zu betrachten.

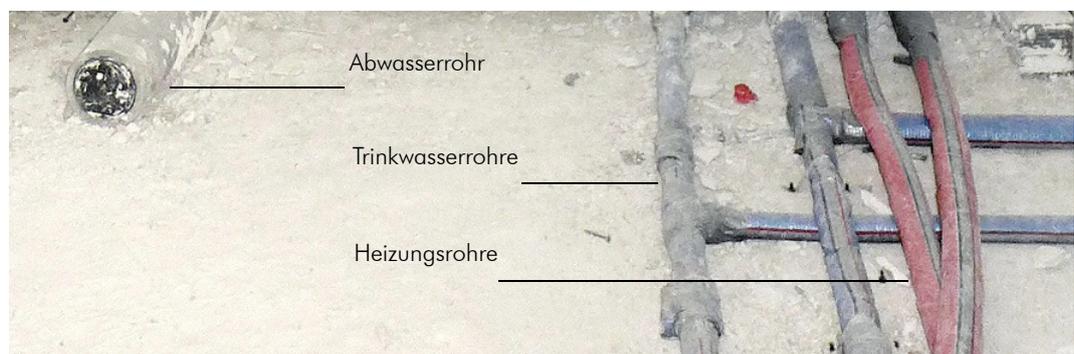


Abb. 5.5 Trinkwasser- und Heizungsinstallationen aus wärmegeprägten Kunststoffrohren

5. 2. 1 Rohr-in-Rohr-System

vgl. [118]; [119]

Rohr-in-Rohr Systeme (Abb. 5.6) bieten einen zusätzlichen Schutz vor mechanischen Beanspruchungen. Ebenfalls ist der gesamte Wasserkreislauf doppelt abgedichtet. Bei einer eventuellen Leckage des wasserführenden Innenrohrs dient das Schutzrohr als zusätzliche Abdichtung. Im Schadensfall kann das sich im Schutzrohr ansammelnde Wasser im Schutzrohr zum Verteilerkasten fließen. Ein Wasseraustritt ist dadurch im Verteilerkasten optisch oder sensorisch feststellbar, sofern das Schutzrohr nicht ebenfalls beschädigt wurde.

Bei Beschädigungen der Innenrohre können diese einfach ausgetauscht werden, indem in das Schutzrohr ein neues Innenrohr eingezogen wird. Ein wichtige Voraussetzung hierfür ist die Einhaltung der herstellerspezifischen Verlegerichtlinien (z.B. Mindest-Verlegeradius), sowie eine direkte Führung der einzelnen Leitungen vom Verteiler zum Verbraucher ohne Abzweigungen (siehe Abb. 5.2).

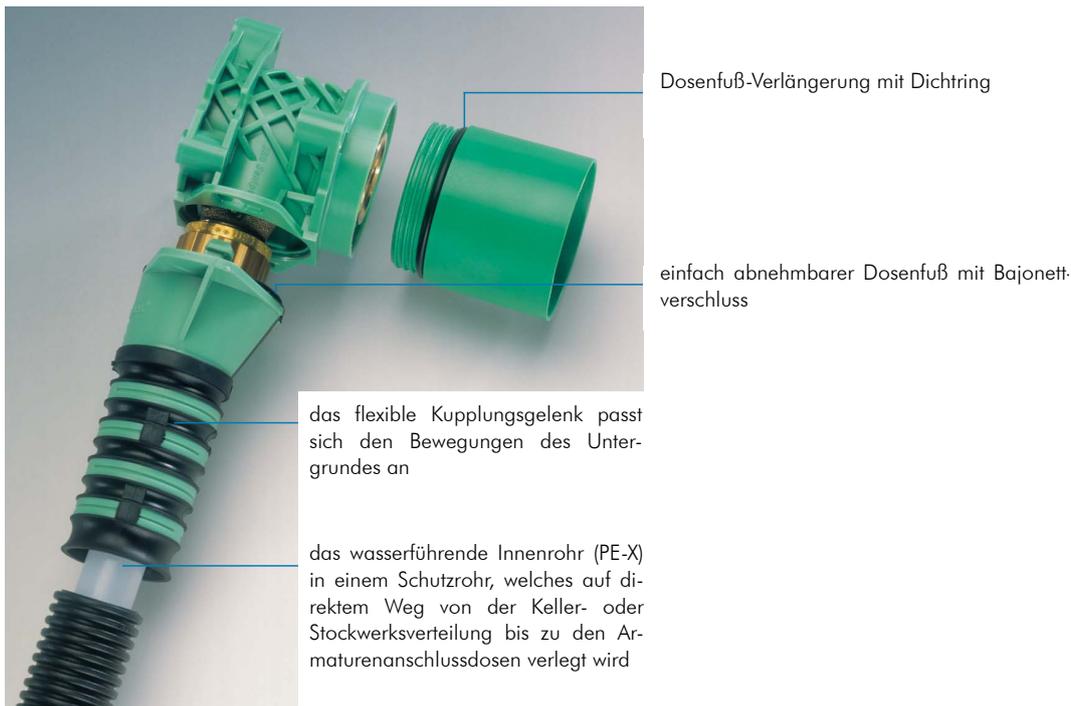


Abb. 5.6 Rohr-in-Rohr-System der Firma Georg Fischer AG (JRG Sanipex) für Trinkwasserinstallationen [119] (Abb. bearbeitet)

Für Trinkwasserinstallationen in Holzbauten eignen sich besonders Rohr-in-Rohr-Systeme, kombiniert mit einem zentralen Trinkwasserverteiler. Diese gewährleisten einen zusätzlichen Schutz des wasserführenden Innenrohrs mithilfe des Schutzrohrs. Durch die Verlegung der Rohre vom Verteiler zu den Armaturenanschlüssen in einem Strang, werden keine Verbindungsstücke benötigt, welche eine häufige Schadensursache von Wasserschäden darstellen. Ebenfalls ist ein einfacher Austausch des Innenrohres möglich.

Bei Beschädigung des Innenrohrs kann das austretende Wasser über das Schutzrohr in den Verteilerschrank gelangen. Über diesen kann frühzeitig ein Wasseraustritt festgestellt werden. Der Verteilerkasten kann zusätzlich mit einem Warnsystem ausgestattet werden, welches einen Wasseraustritt ohne Öffnen des Verteilerschranks optisch feststellen lässt (Abb. 5.7).

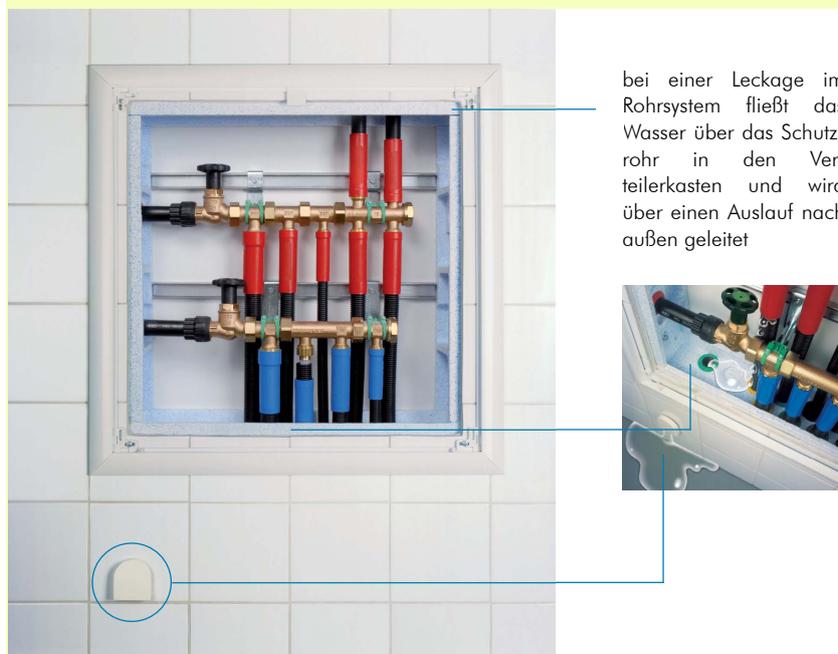


Abb. 5.7 Trinkwasser-Verteilerkasten (JRG Sanipex) ausgestattet mit Warnsystem [119]

Anzumerken ist jedoch, dass bei Beschädigungen des Außenrohres und des Innenrohres, z.B. durch Anbohren, bei diesem System ebenfalls ein unbemerkter Wassereintritt in den Bauteil möglich ist. Aus diesem Grund ist die Verwendung dieses Systems, nicht als alleinige Lösung zur Sicherstellung des Holzschutzes zu betrachten.

5.3 Warmwasserversorgung

Bezogen auf eine Wassertemperatur von 60 °C beträgt der durchschnittliche Warmwasserverbrauch in Haushalten in etwa 40 Liter pro Person und Tag. Im Wohnbau wird hauptsächlich im Bad (Dusche, Waschbecken, etc.) sowie in der Küche (Spüle) Warmwasser benötigt. Grundsätzlich ist zu unterscheiden, ob die Warmwassererzeugung mit der Wärmeerzeugungsanlage gekoppelt ist oder eine eigenständige Einheit darstellt.

5.3.1 Eigenständige Warmwasserbereitung

Zur Brauchwassererwärmung können z. B. mit Strom oder Gas betriebene Wassererwärmungsgeräte verwendet werden, welche zentral oder dezentral bei den einzelnen Bedarfsstellen angeordnet sind. Hierzu stehen eine Vielzahl unterschiedlicher Typen zur Verfügung:

Elektrisch betriebene Warmwasserbereiter:

- Speicher, Boiler
- Durchlauferhitzer (evtl. mit Warmwasservorrat)
- Elektro-Standspeicher, Wärmepumpenspeicher

Mit Gas betriebene Warmwasserbereiter

- Gas-Wasserheizer, Gas-Vorratswasserheizer

Weiters werden Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung herangezogen. Diese können, bei ausreichender Dimensionierung, in den sonnenintensiven Monaten die alleinige Versorgung mit Warmwasser sicherstellen. Zu bestimmten Jahreszeiten wird jedoch eine zusätzliche Warmwasserbereitungsanlage benötigt.

5.3.2 Gekoppelte Warmwasserbereitung

Die Warmwasserversorgung eines Gebäudes kann auch mit Hilfe eines zentralen Warmwasserspeichers, welcher mit der Wärmeerzeugungsanlage gekoppelt ist, gewährleistet werden. In den warmen Jahreszeiten wird dabei die Heizenergie nur dem Warmwasserspeicher und nicht dem Wärmeverteilungssystem zugeführt. Es ist auch möglich, diesen Speicher mit Wärmeenergie aus verschiedenen Quellen gleichzeitig, oder je nach Verfügbarkeit, zu versorgen. Bei neuen Wohnbauten wird der Warmwasserspeicher oftmals zusätzlich durch Solarkollektoren gespeist.

Bei der Anwendung einer zentralen Warmwasserbereitung sind oftmals lange Warmwasserleitungen vom zentralen Speicher zu den einzelnen Verbrauchern erforderlich. Erfolgt keine Wasserentnahme, so kühlt das in den Leitungen stehende Warmwasser ab. Da-

durch sind oftmals lange Anstoßzeiten erforderlich, um das warme Wasser vom Speicher zu erhalten. Zur Vermeidung langer Anstoßzeiten, können dezentrale Warmwasserbereiter, Zirkulationsleitungen oder dezentrale Trinkwasserstationen mit Wärmetauscher und Anbindung an das zentrale Heizsystem verwendet werden.

Zirkulationsleitungen sind Ringleitungen an denen jedes Sanitärobjekt mit Warmwasserbedarf angeschlossen ist. Das Warmwasser befindet sich in stetiger Zirkulation, wodurch unmittelbar bei Wasserentnahme warmes Wasser zur Verfügung steht. Im Gegensatz zur konventionellen Installationen mit Stichleitungen, ist jedoch ein erhöhter Installationsaufwand erforderlich, zudem ist mit höheren Energieverlusten zu rechnen.

Im mehrgeschossigen Wohnbau werden daher häufig dezentrale Trinkwasserstationen mit Anbindung an das zentrale Heizsystem verwendet (siehe Abb. 5.8). Diese werden in den einzelnen Wohneinheiten installiert, wodurch sich die Leitungslängen deutlich reduzieren. Über einen Wärmetauscher wird die Wärmeenergie aus dem Heizkreislauf auf die Trinkwasserleitung im Durchlaufprinzip übertragen und das Wasser nur im Bedarfsfall erwärmt.

Wärmetauscher

Anschlüsse (links nach rechts):

Radiator oder FBH, Vorlauf
Trinkwasser, kalt
Trinkwasser, warm
Trinkwasser, kalt
(Zulauf Trinkwasserstation)
Heizungsleitung, Vorlauf
Heizungsleitung, Rücklauf
Radiator oder FBH, Vorlauf
Radiator oder FBH, Rücklauf
Radiator oder FBH, Rücklauf

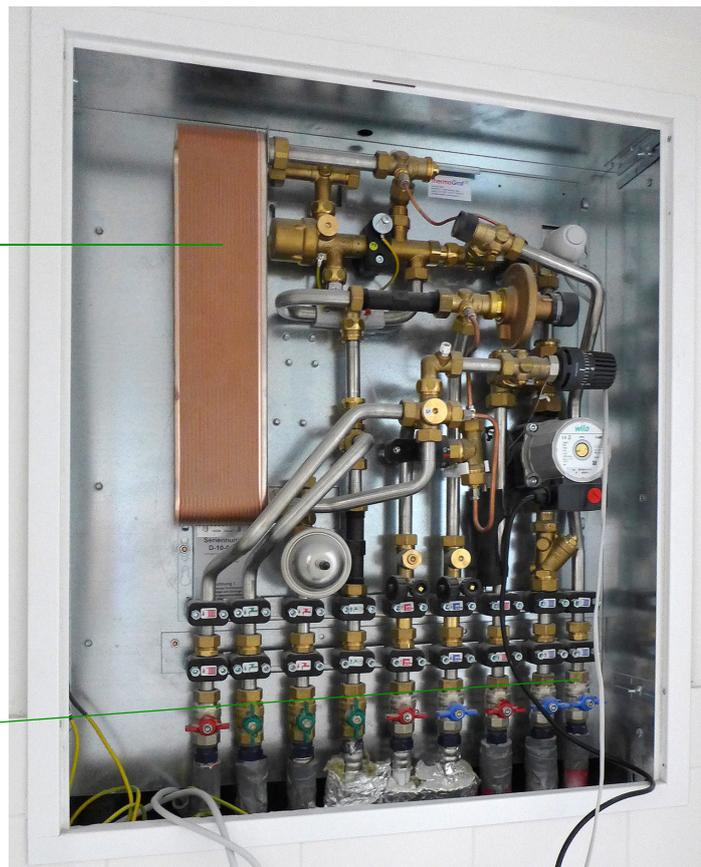


Abb. 5.8 dezentrale Trinkwasserstation mit Anbindung an das zentrale Heizsystem

6 Löschanlagen

Löschanlagen gewinnen für den mehrgeschoßigen Holz-Wohnbau immer mehr an Bedeutung. Aufgrund der Brandschutzanforderungen (in Österreich geregelt in der OIB-Richtlinie 2) sind in Holzbauten zum Teil erhebliche Innenausbauarbeiten erforderlich, um die geforderte Brennbarkeitsklasse von Oberflächen zu erreichen. In einer an der TU Graz durchgeführten wirtschaftlichen Vergleichsrechnung [27], wurde ermittelt, dass diese Ausbauarbeiten maßgebend für höhere Gesamtkosten von mehrgeschoßigen Wohnbauten in Holz-Massivbauweise, im Vergleich zur mineralischen Massivbauweise, verantwortlich sind.

Im Rahmen eines Brandschutzkonzeptes kann mit geeigneten Maßnahmen von den Anforderungen an die Brennbarkeit von Bauteiloberflächen abgewichen werden. Eine geeignete Maßnahme hierzu stellt der Einsatz einer automatischen Löschanlage, wie z.B. einer Sprinkleranlage, dar. In vielen Ländern, speziell in Nordamerika, ist der Einsatz von Sprinkleranlagen bereits seit mehreren Jahren üblich und teilweise gesetzlich verpflichtend. In Österreich haben sich diese Systeme, häufig wegen diverser Vorbehalte, im Wohnbau noch nicht durchgesetzt.

6.1 Sprinkleranlagen

vgl. [3]; [105]; [28]

Sprinkleranlagen ermöglichen eine selbständige Brandbekämpfung bereits beim Ausbrechen eines Feuers. Durch das frühzeitige Erkennen, Melden und Löschen des Brandes kann in vielen Fällen ein Ausbrechen eines Großbrandes vermieden werden. Ebenfalls können Sprinkleranlagen die Sicherheit für die Bewohner wesentlich erhöhen und die Zahl der Brandopfer minimieren.

Sprinkleranlagen bestehen aus einem, im Regelfall an der Deckenunterseite geführten, Rohrleitungsnetz und daran angeschlossenen Sprinklerköpfen (Abb. 6.1). Als Wasserquelle kann ein Wasserbehälter, oder unter Verwendung geeigneter Sicherungseinrichtungen, die öffentliche Trinkwasserversorgung verwendet werden. Die Komponenten einer gesamten Sprinkleranlage werden in Abb. 6.2 dargestellt.



Abb. 6.1 Sprinklerkopf, angeschlossen an das Leitungsnetz [107]

6. 1. 1 Funktionsweise

Die Sprinklerköpfe sind mit flüssigkeitsgefüllten Glasampullen verschlossen. Bei Überschreiten einer gewissen Temperaturbelastung (i.d.R. 30 °C über höchster erwarteter Raumtemperatur) platzen die Ampullen, wodurch die Düsen geöffnet werden. Im Brandfall öffnen daher nur jene Sprinkler, in denen die Ampullen zerbrochen sind. Wird ein Druckabfall im Rohrleitungsnetz aufgrund einer zerplatzten Ampulle registriert, so werden spezielle Ventile geöffnet und das Löschwasser aus der Wasserquelle in das Sprinklersystem gepumpt. Ebenfalls wird ein Alarm ausgelöst und an die Sprinklerüberwachungszentrale und in weiterer Folge an eine übergeordnete Brandmeldeanlage oder direkt an die örtliche Feuerwehr, weitergeleitet. Grundsätzlich ist zwischen folgenden Systemen von Sprinkleranlagen zu unterscheiden:

- Nassanlage
- Trockenanlage
- vorgesteuerte Sprinkleranlage

In einer Nassanlage steht das gesamte Rohrleitungsnetz dauerhaft unter Wasserdruck. Im Gegensatz dazu befindet sich in Trockenanlagen Luft bzw. Gas, welches ebenfalls unter Druck steht. Bei Auslösen eines Sprinklerkopfes wird in das System wiederum Wasser gepumpt. Eingesetzt werden Trockenanlagen vielfach in frostgefährdeten Bereichen. Vorgesteuerte Sprinkleranlagen werden speziell in sensiblen Bereichen eingesetzt. Hierbei wird eine Trockenanlage mit einem zusätzlichen Brandmelder (meist Rauchmelder) ausgestattet. Erst bei Auslösen eines Sprinklerkopfes und des Brandmelders erfolgt die Füllung des Systems mit Wasser.

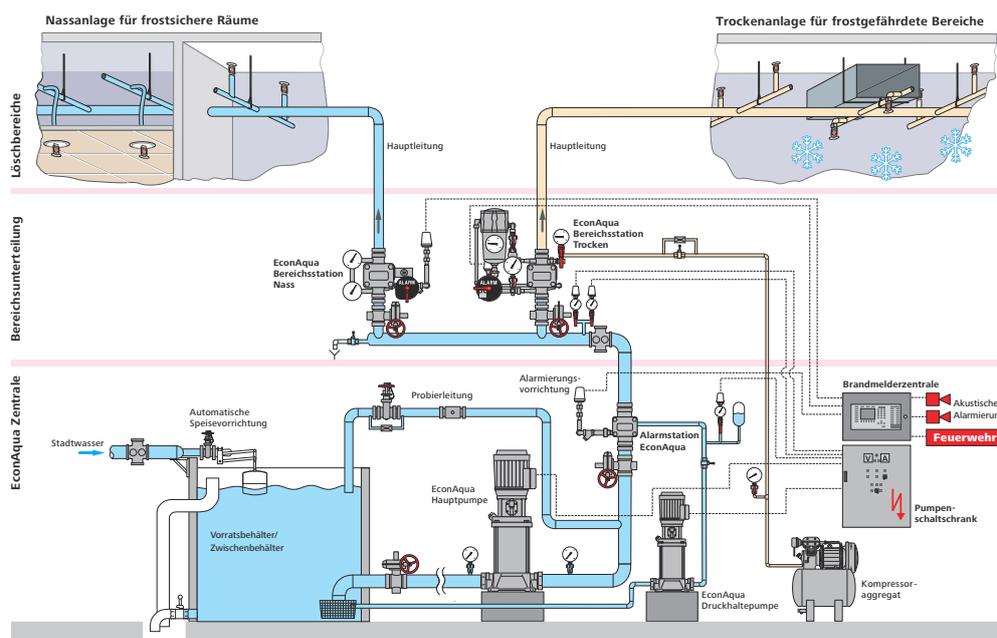


Abb. 6.2 Aufbau einer Sprinkleranlage der Firma Minimax GmbH & Co. KG, [106]

6. 1. 2 Kosten einer Sprinkleranlage

Die Kosten einer Sprinkleranlage, bezogen auf einen m^2 Wohnfläche, sind wesentlich vom Umfang und Art der gesamten Sprinkleranlage des Gebäudes abhängig. Erfahrungswerte verwirklichter Bauprojekte zeigen Kosten von ca. 33 €/m². vgl. [28]

Hinzuzurechnen sind Einsparungen, welche durch Prämienrabatte der Versicherungsunternehmen bei Einsatz einer Sprinkleranlage möglich sind. Besonders in mehrgeschossigen Holzbauten können, wie bereits erwähnt, beträchtliche Kosten für den brandsicheren Innenausbau eingespart werden, wodurch der Einsatz von Sprinkleranlagen bei Betrachtung der Gesamtkosten wirtschaftlich von Vorteil sein könnte.

6. 1. 3 Wasserschäden

Insgesamt wird die Wahrscheinlichkeit für Undichtigkeiten an Sprinklerköpfen oder am Leitungssystem als sehr gering angegeben. Diese sind jedoch nicht gänzlich auszuschließen. Durch die Verlegung an der Deckenunterseite sind Schäden jedoch meist schnell zu erkennen, eine längere unbemerkte Wasserbeanspruchung der Bausubstanz wird dadurch weitgehend verhindert.

Ebenfalls ist ein versehentliches Auslösen durch mechanische Beschädigung des Sprinklerkopfes möglich. Zur Minimierung dieser Gefahr sind die Sprinkler oberflächenbündig im Deckensystem zu installieren bzw. Überschutzkappen zu verwenden oder eine vorgesteuerte Anlage zu verwenden.

Bei gängigen Systemen wird bei Auslösung eine Wassermenge von 2 - 30 l/m².min, je nach zu schützendem Bereich, abgegeben. Mit Einsatz von sogenannten Feinsprühlöschanlagen kann die Wassermenge im Vergleich zu konventionellen Sprinkleranlagen noch deutlich gesenkt werden (z.B. ca. 1,9 l/m².min bei System Minifog der Firma Minimax GmbH & Co. KG).

6. 1. 4 Auslegung

In Österreich erfolgt die Auslegung von Sprinkleranlagen gem. ÖNORM EN 12845 [61] und der ergänzenden TRVB 127 S [62]. In Deutschland wird hierzu die DIN EN 12845 sowie die VdS CEA 4001 [63] herangezogen.

6.2 Gas-Löschsysteme

vgl. [3]; [108]

Die Brandbekämpfung mit Gas-Löschsystemen wird für besonders sensible Räume oder Bereiche eingesetzt. Die Löschwirkung basiert dabei auf der Verdrängung des für eine Verbrennung erforderlichen Sauerstoffes durch bestimmte Gase. Das Löschsystem besteht hierbei aus einem Leitungssystem, daran angeschlossenen Gasflaschen (Argon, Stickstoff, Kohlendioxid etc.) und automatischen Auslöse- sowie Brandmeldeeinrichtungen.

Die Flutung von Räumen mit dem Löschgas erfolgt grundsätzlich nach einer bestimmten Vorwarnzeit, damit die anwesenden Personen nach der erfolgten Warnung auch rechtzeitig den Raum verlassen können. Je nach eingesetztem Gas und Ausmaß der Sauerstoffverdrängung kann Erstickungsgefahr für die anwesenden Personen bestehen. Aus diesem Grund werden diese Systeme vorrangig in Bereichen eingesetzt, in denen Wasser-Löschsysteme zu hohen Löschfolgeschäden führen. Hierzu zählen vor allem EDV- oder Serverräume, Museen, Gefahrstofflager, Labore und Technikzentralen.

6.3 Hydrantenanlagen

vgl. [3]

Hierbei wird im Brandfall über installierte Steigleitungen, Löschwasser zu den Löscheinrichtungen in den einzelnen Geschossen transportiert. Zu unterscheiden ist in „nasse“ Steigleitungen, welche ständig unter Leitungsdruck stehen, und „trockene“ Steigleitungen, die nur im Bedarfsfall mit Wasser gefüllt werden (Abb. 6.3).

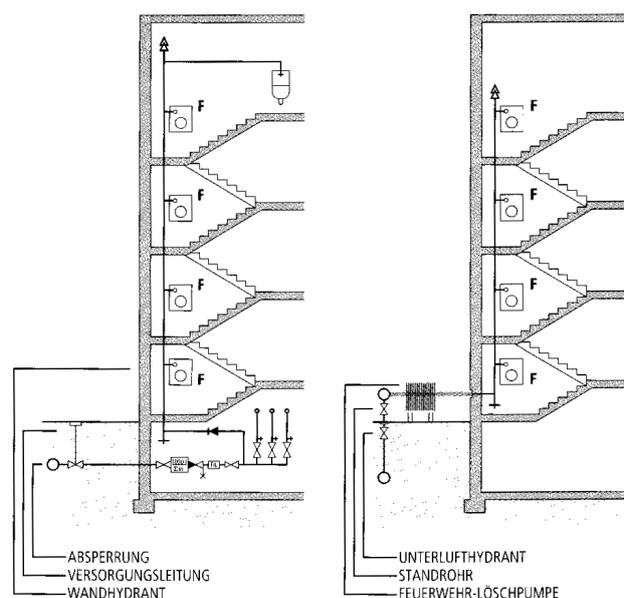


Abb. 6.3 „nasse“ (li) und „trockene“ (re) Steigleitungen zur Brandbekämpfung, [3]

Nasse Steigleitungen ermöglichen eine sofortige Brandbekämpfung, welche bei geeigneten Löscheinrichtungen durch die Bewohner begonnen werden kann. Trockene Steigleitungen werden üblicherweise durch die Feuerwehr mit Wasser gefüllt. Hierdurch ist im Brandfall die Verlegung langer Löschleitungen nicht erforderlich. Ebenfalls existiert eine Kombination von Steigleitungssystemen, bei welcher die trockene Steigleitung durch Betätigung eines Schalters geflutet werden und dadurch sofort mit den Löschmaßnahmen begonnen werden kann.

6. 4 Beurteilung der Eignung diverser Löschsyste^me in Holzbauten

Obwohl Wasser-Löschsyste^me eine gewisse Gefährdung für den feuchtesensiblen Baustoff Holz darstellen, sind sie in Wohnbauten den Gas-Löschsyste^men vorzuziehen. Insbesondere gilt dies für Wohnbauten, in welchen Personen mit eingeschränkter Beweglichkeit oder sensorischen Einschränkungen leben. Ein Wahrnehmen eines Alarmsignals und ein rechtzeitiges Verlassen des Raumes vor Flutung des Raumes mit diversen Gasen, ist für diese Personen oftmals nicht möglich.

Sprinkleranlagen welche als Trockenanlage oder vorgesteuerte Anlagen ausgeführt werden, stellen keine Gefährdung für die Bausubstanz aufgrund von Undichtigkeiten dar. Auch bei Verwendung von Nassanlagen ist durch die Leitungsführung an der Deckenunterseite das Gefährdungspotenzial gering. Ebenfalls stehen diese Anlagen unter einer strengen und regelmäßigen Überwachung. Undichtigkeiten der Anlage werden bei einem Druckabfall im System rasch entdeckt.

Erhebungen des Bundesverbandes Technischer Brandschutz e.V. (Deutschland) haben gezeigt, dass im Jahr 2012 58 % der gemeldeten Brände mit nur 1-2 Sprinklern gelöscht wurden. Mit dem Einsatz von 1-4 Sprinklern konnten bereits 82 % der Brände gelöscht werden [109]. 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 der Schäden, aufgrund der Löschwasserbeanspruchung, zu erwarten sind.

Der Einsatz automatischer Löschsyste^me ermöglicht einen hervorragenden Personenschutz, sowie einen hohen Schutz der gesamten Bausubstanz. In mehrgeschossigen Holzbauten ist bei Betrachtung der gesamten Gebäudekosten unter Umständen sogar eine Verringerung der Gesamtkosten, resultierend aus der Minimierung der notwendigen Ausbaurbeiten, möglich.

7 Abwasseranlagen

vgl. [3]

Ein Großteil des Wasserbedarfs in Wohnbauten wird wiederum über das Abwassersystem des Gebäudes in das Kanalsystem abgeführt. Das Abwassersystem besteht aus Entwässerungs- und Lüftungsleitungen. Geregelt werden Abwasseranlagen durch die ÖNORM EN 12056 - „Schwerkraftentwässerungsanlagen (...)“ [49].

7.1 Abwasserleitungen im Gebäude

Wichtige Arten von Abwasserleitungen in Wohnbauten sind z.B.:

- Anschlussleitungen

Anschlussleitungen verbinden die Entwässerungsgegenstände mit den weiterführenden Leitungen wie z. B. Sammelleitung, Fallleitung oder Grundleitung. Je Anschlussleitung darf nur ein Entwässerungsgegenstand angeschlossen werden. Die Verlegung der Leitung kann in geringem Gefälle, im Fußbodenaufbau oder in Vorwandinstallationen erfolgen. In Tab. 7.2 ist die Bemessung von Anschlussleitungen zusammengefasst.

- Sammelanschlussleitung

Diese verbinden mehrere Anschlussleitungen mit der Fallleitung, sofern sie nicht direkt an diese anschließen. Sie sind in einem Mindestgefälle von 1 cm/m (unbelüftet) zu verlegen.

- Fallleitungen

Fallleitungen ermöglichen die vertikale Entwässerung des Gebäudes. Nebeneinanderliegende Wohnungen dürfen dabei nicht an eine gemeinsame Fallleitung angeschlossen werden. Auch Fallleitungen für Schmutz- und Regenwasser müssen getrennt geführt werden. Im Allgemeinen verlaufen sie vertikal, bzw. darf ihre Neigung nicht mehr als 45° von der Vertikalen abweichen.

- Lüftungsleitungen

An der Einmündung der obersten Anschlussleitung ist die Fallleitung mit einer Lüftungsleitung bis über das Dach zu führen, wobei mehrere Fallleitungen zu einer gemeinsamen Lüftungsleitung zusammengeführt werden können. Mit Hilfe der Belüftung der Fallleitungen können starke Druckschwankungen, verursacht durch einen unstetigen, schwallartigen Wasserabfluss, minimiert werden.

- Grundleitungen und Sammelleitungen

Diese nehmen das Abwasser aus den Fallleitungen auf und leiten es an das Ka-

nalnetz weiter. Sie befinden sich generell im Erdreich (Grundleitungen) oder zugänglich z.B. von der Decke abgehängt (Sammelleitungen).

7. 1. 1 Materialien und Rohrquerschnitte

Für die verschiedenen Abwasserleitungen sind eine Vielzahl an Materialien verfügbar, welche jedoch nur für bestimmte Verwendungsbereiche geeignet sind (siehe Tab. 7.1).

ROHRART (Werkstoff)	DIN-Norm Prüfzeichen	Farbe	Kennzeichnungschriftzug	Anschlussleitung	Schmutzwasserfallleitung Schmutzwasser	Lüftungsleitung	Sammelleitung	Regenwasserleitung im Gebäude Freileitung	Grundleitung im Erdreich im Baukörper	Einleitung von Kondensaten aus Feuerungsanlagen	Brandverhalten nach DIN 4102 T. 1
Steinzeugrohr mit Steckmuffe	(DIN 1230) DIN EN 295						+	+	+	+	A1 nicht brennbar
PVC-U-Rohr	DIN EN 1401	orangebraun	-		(+) ¹		(+) ¹		+	+	B1 schwer entflammbar
Faserzementrohr	DIN EN 12763			+	+	+	+	+	+	(+) ²	A2 nicht brennbar
Gusseisernes Rohr ohne Muffe (TML)	DIN EN 1123 T. 1 u. 2			+	+	+	+	+	+	(+) ^{2,4}	A1 nicht brennbar
Stahlrohr	DIN 1123			+	+	+	+	+	+	(+) ²	A1 nicht brennbar
Edelstahlrohr	Zulassung			+	+	+	+	+	+	(+) ³	A1 nicht brennbar
PE-HD-Rohr für Hausabflussleitungen	DIN 1123	schwarz	gelb	+	+	+	+	+	+		B2 normal entflammbar
PVC-C-Rohr	DIN 19538	grau	rot	+	+	+	+	+	+	+	B1 schwer entflammbar
PP-Rohr	DIN 19560	grau	rot	+	+	+	+	+	+	+	B1 schwer entflammbar
ABS-Rohr ASA-Rohr	DIN 19561	grau	gelb	+	+	+	+	+	+	+	B2 normal entflammbar
Blechrohre aus Zink, Kupfer, Aluminium, verz. Stahl	(DIN 18461) DIN EN 612							+			A1 nicht brennbar
PP-Rohr mineralverstärkt	Zulassung			+	+	+	+	+	+	+	B2 normal entflammbar
ABS/ASA/PVC mit mineralverstärkter Außenschicht	Zulassung			+	+	+	+	+	+	+	B2 normal entflammbar

³ Sind außen mit Korrosionsschutz zu versehen.

⁴ Auch SML und ältere Gusswerkstoffe wie LNA- oder GA-Rohre sind zur Ableitung nicht neutralisierter Kondensate ungeeignet.

¹ Sofern keine höhere Abwassertemperatur als 45 °C zu erwarten ist.

² Verwendbar, sofern eine planmäßige Verdünnung mit anderen Abwässern stattfindet (relevant bei Gebäuden im Bestand). Bei Neuinstallationen wird empfohlen, nur kondensatsresistente Werkstoffe zu verwenden.

Tab. 7.1 Verwendungsbereich und Rohrmaterial der wichtigsten Abwasserrohre [3]

Zu entwässerndes Sanitärobjekt	Nennweite der Einzelanschlussleitung DN	Anwendungsgrenzen	
		unbelüftet	belüftet
Urinal ohne Wasserspülung	50	Maximale Leitungslänge l: 4 m Maximale Anzahl der Umlenkungen 90°: 3 Maximale Höhendifferenz h: 1 m Mindestgefälle: 1 cm/m	Maximale Leitungslänge l: 10 m Maximale Anzahl der Umlenkungen 90°: keine Maximale Höhendifferenz h: 3 m Mindestgefälle: 0,5 cm/m
Waschbecken	40		
Bidet			
Einzelurinal mit Druckspüler	50		
Dusche ohne Verschluss-Stopfen			
Dusche mit Verschluss-Stopfen			
Einzelurinal mit Spülkasten			
Badewanne			
Küchenspüle mit Geschirrspülmaschine (gemeinsamer Geruchverschluss)			
Küchenspüle			
Geschirrspüler			
Waschmaschine bis 6 kg Füllmasse			
Bodenablauf DN 50			
Waschmaschine bis 12 kg Füllmasse			
Bodenablauf DN 70	70		
WC mit 4,0 / 4,5-Liter-Spülkasten	80		
WC mit 6-Liter-Spülung			
Bodenablauf DN 100	100		
WC mit 9-Liter-Spülung			

Tab. 7.2 Nennweite und Anwendungsgrenzen von Einzelanschlussleitungen, aus [94]

8 Wärmerversorgung, Wärmeverteilung und Wärmeabgabe

vgl. [3]; [5]

Wärme ist eine Form der Energie, welche als gespeicherte Arbeit bzw. als Fähigkeit Arbeit zu verrichten zu verstehen ist. Wärmeenergie kann in einem bestimmten Umfang, je nach materialspezifischer Wärmespeicherkapazität, in einem Stoff gespeichert werden. Die thermische Energie wird hierbei immer vom System höherer Temperatur zum System tieferer Temperatur übertragen. Diese Übertragung kann mittels Konvektion, Wärmeleitung sowie Wärmestrahlung erfolgen.

In vielen Klimaregionen der Erde nimmt die Wärmerversorgung von Gebäuden eine zentrale Position des Haustechnikkonzeptes ein. Je nach Standort des Gebäudes, Kompaktheit des Baukörpers und gewünschter Raumtemperatur, ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an die Wärmerversorgung. Aus der Berechnung und Gegenüberstellung von Wärmeverlusten und Wärmegewinnen ergibt sich der erforderliche Heizwärmebedarf eines Gebäudes.

Wärmeverluste und Wärmegewinne können in folgende Kategorien zusammengefasst werden:

- Transmissionswärmeverluste

Diese beschreiben die Verluste, welche durch Transmission durch die Gebäudehülle entstehen. Maßgebende Kenngrößen sind hier die U- Werte [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$] der Außenbauteile sowie der Wärmebrückenkoeffizient ψ [-] der jeweiligen Wärmebrücken.

- Lüftungswärmeverluste

Zur Sicherstellung eines gesunden und behaglichen Raumklimas ist ein stetiger Luftwechsel im Raum notwendig. Über den Austausch der warmen Innenraumluft mit der Frischluft (Konvektion) entsteht, je nach Lüftungssystem, ein z.T. beachtlicher Wärmeverlust.

- Interne Wärmegewinne

Ein interner Wärmeeintrag in das Gebäude erfolgt z.B. durch Personenwärme, Beleuchtung und Abwärme elektrischer Geräte.

- Solare Wärmegewinne

Diese stellen in der Regel die größten passiven Wärmegewinne im Gebäude dar. Sonnenenergie gelangt, in Form von elektromagnetischer Wärmestrahlung, durch

die transparenten Bauteile der Gebäudehülle ins Gebäudeinnere, und erwärmt die raumbegrenzenden Bauteiloberflächen. Das Energiedurchlassvermögen transparenter Bauteile wird mit dem Gesamtenergiedurchlasskoeffizient g [-] beschrieben.

Die Dimensionierung der Wärmeerzeuger, der Wärmeverteilungs- und Wärmeabgabesysteme erfolgt mittels der ermittelten Heizlast [W]. Die Heizlast quantifiziert den Wärmestrom, welcher notwendig ist, um das Gebäude bei tiefster „Norm- Außentemperatur“ auf „Norm- Innentemperatur“ zu erwärmen. Der Begriff Heizwärmebedarf [kWh/m².a] dient dagegen zur Bewertung und zum Vergleich der energetischen Qualität eines Gebäudes. Dieser wird zum spezifischen Vergleich auf 1 m² Nettonutzfläche bezogen.

8.1 Wärmeerzeugung

In heute gängigen Wärmeerzeugungsanlagen (Heizkessel, Wärmepumpe, etc.) werden vorrangig nachfolgende Primärenergieträger verwendet:

- Heizöl
- Holz
- Umweltwärme (Erd-, Luft-, Wasserwärme)
- Sonnenenergie
- elektrischer Strom
- Biomasse
- Biodiesel
- Braunkohle, Steinkohle, Koks
- Brenngase

Ein Großteil der bestehenden Gebäude, verwendet Heizöl oder Erdgas als Energieträger. Dieses wird bei ca. 1000 °C verbrannt, die freiwerdende Wärmeenergie wird dabei über einen Wärmetauscher an ein Wärmeträgermedium abgegeben. Aufgrund seiner hohen spezifischen Wärmekapazität (ca. 4,2 kJ/kg.K), wird meist Wasser als Wärmeträger bzw. Wärmetransportmittel verwendet. In bestimmten Fällen findet auch Luft (ca. 1,0 kJ/kg.K) oder Wasserdampf eine Verwendung als Wärmeträger.

8.2 Warmwasserpumpenheizung (WWPH)

Der Transport und die Verteilung der Wärmeenergie von der Wärmeerzeugungsanlage zu den Wärmeabgabeflächen wird in den meisten Fällen mittels einer Warmwasserpum-

penheizung realisiert (Abb. 8.1). Hierbei wird, mit Hilfe einer Pumpe, das aufgeheizte Wasser über den Vorlauf zu den wärmeabgebenden Heizflächen transportiert. Das nach der Wärmeabgabe abgekühlte Wasser gelangt über den Rücklauf wieder zur Wärmeerzeugungsanlage. Die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf wird dabei als Spreizung bezeichnet.

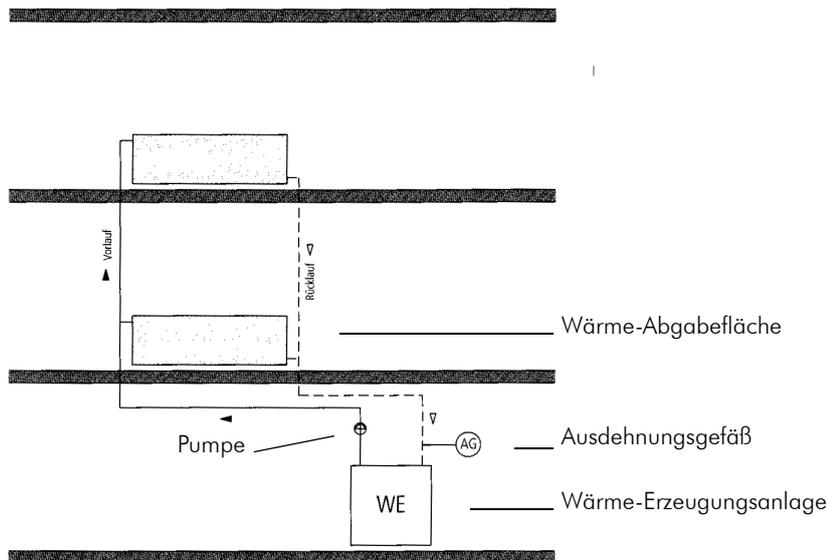


Abb. 8.1 Prinzip einer Warmwasserpumpenheizung, [3] (Abb. überarbeitet)

Im Gegensatz zu älteren Heizungssystemen, in denen Vorlauftemperaturen bis zu 100 °C realisiert wurden, wird heutzutage üblicherweise eine „Niedertemperatur-Heizung“ verwendet. Die Auslegungstemperaturen liegen hier, je nach Wärmeabgabesystem (Radiatoren, Fußbodenheizung, etc.), bei z. B. 55/45 °C oder 40/30 °C (Vorlauf/Rücklauf).

8. 2. 1 Rohrleitungsmaterialien für Warmwasserheizungen

- Stahlrohre

Stahlrohre haben derzeit einen geringen Marktanteil. Verbindungen werden grundsätzlich durch Schweißen oder auch Rohrverschraubungen hergestellt. Die Gefahr des Durchrostens besteht, jedoch ist der für die Korrosion erforderliche Sauerstoff bereits nach kurzer Zeit aus dem System entwichen.

- Weichstahlrohre

Weichstahlrohre besitzen eine gute Biegebarkeit bei ausreichender Festigkeit. Meist sind die dünnwandigen Stahlrohre mit Kunststoff ummantelt. Verbindungen erfolgen mittels Pressfittings.

- Kupferrohre
Kupferrohre werden im Wohnbau sehr häufig verwendet. Sie sind gut per Hand biegsam. Verbindungen erfolgen mittels Löt- oder Pressfittings.
- Kunststoffrohre
Kunststoffrohre, z.B. aus PE-X (vernetztes Polyethylen), werden vermehrt als Heizungsleitungen im Wohnbau eingesetzt. Sie sind korrosionsbeständig und leicht zu verarbeiten.
- Rohr-in-Rohr-Systeme
Die Innenrohre bestehen üblicherweise aus PE-X oder PB (Polybuten). Diese werden in einem (gedämmten) Außenrohr aus PE vor mechanischer Beanspruchung geschützt. Ebenfalls bieten die Außenrohre Raum für Dehnungen infolge Temperaturschwankungen.
- Mehrschicht-Verbundrohre aus Alu/PE-X
Ebenfalls werden Rohre aus mehreren Materialien im Verbund, wie z.B. Alu/PE-X, verwendet, um gewisse Vorteile im Materialverhalten oder der Verarbeitung zu erhalten.

Wärmedämmung von Rohrleitungen

vgl. [9]

Gemäß OIB- Richtlinie 6, ist die Wärmeabgabe von Wärmeverteilungssystemen, Warmwasserleitungen einschließlich Armaturen in Neubauten oder bei Instandsetzung, durch die in Tab. 8.1 beschriebenen Dämmmaßnahmen zu begrenzen:

Art der Leitungen bzw. Armaturen	Minstdämmdicke bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(mK) ³⁾
Leitungen / Armaturen in nicht konditionierten Räumen	2/3 des Rohrdurchmessers, jedoch höchstens 100 mm
Bei Leitungen/Armaturen in Wand und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, bei zentralen Leitungsnetzteilern	1/3 des Rohrdurchmessers, jedoch höchstens 50 mm
Leitungen / Armaturen in konditionierten Räumen	1/3 des Rohrdurchmessers, jedoch höchstens 50 mm
Leitungen im Fußbodenaufbau	6 mm (kann entfallen bei Verlegung in der Trittschalldämmung bei Decken gegen konditionierte Räume)
Stichleitungen	keine Anforderungen
³⁾ Bei 10° C Mitteltemperatur; Bei Materialien mit anderen Wärmeleitfähigkeiten als 0,035 W/(mK) sind die Minstdämmdicken mit Hilfe von in den Regeln der Technik enthaltenen Rechenverfahren umzurechnen.	

Tab. 8.1 Minstdämmdicke von Leitungen und Armaturen im Gebäude, [9]

Rohrsysteme und Rohrleitungsführung

Bei Auswahl der geeigneten Rohrleitungsführung stehen Einrohr- sowie Zweirohrsysteme zur Verfügung (siehe Abb. 8.2). Zweirohrsysteme funktionieren auf dem Prinzip der Parallelschaltung, Einrohrsysteme entsprechen dagegen einer seriellen Schaltung. Beim klassischen Zweirohrsystem werden Vor- und Rücklauf nebeneinander an die Heizflächen herangeführt. Jede Heizfläche erhält erwärmtes Wasser mit annähernd gleicher Temperatur.

Bei Einrohrsystemen werden die Heizflächen an eine Ringleitung angeschlossen. Die Wassertemperatur in der Ringleitung nimmt dadurch von einem Heizelement zum Nächsten kontinuierlich ab, wodurch die Heizflächen zum Ende zunehmend größer werden müssen. Ein Vorteil ist der Entfall von Rohrkreuzungen, welche bei Zweirohrsystemen einen höheren Fußbodenaufbau erfordern können (Abb. 8.3).

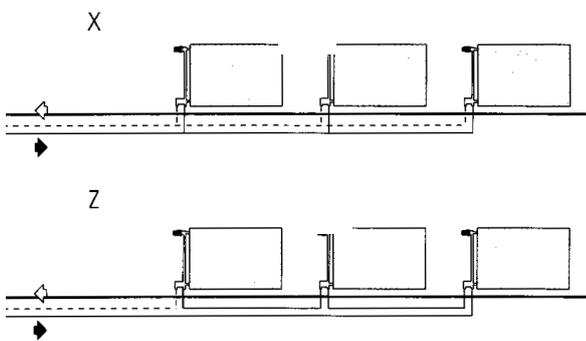


Abb. 8.2 Zweirohrsystem (oben) und Einrohrsystem (unten) zur Wärmeverteilung im Gebäude, [3] (Abb. überarbeitet)



Abb. 8.3 Zweirohrsystem mit Anschluss an einen Heizkörper (STB-Massivbauweise)

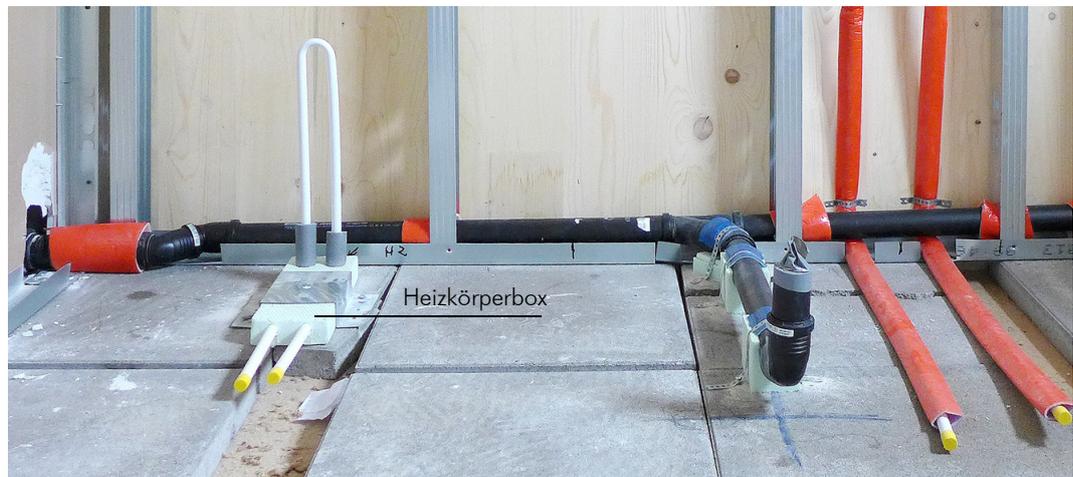


Abb. 8.4 Installation einer Heizkörperbox in einem Wohngebäude in Holz-Massivbauweise

Je nach Art der Wärmeabgabe (Radiator, Fußboden- oder Wandheizung, etc.) ergeben sich für den Wohnbau folgende Möglichkeiten der Rohrleitungsführung zwischen Wärmeerzeuger und Heizfläche:

- horizontale Verteilung unterhalb der Kellerdecke („untere Verteilung“) auf die einzelnen Kreisläufe; die Steigstränge und Anschlussleitungen werden in Außenwandschlitten geführt. Aufgrund des Schallschutzes und des Wärmeschutzes ist dieses System nicht mehr Stand der Technik.
- Ausführung zentral angeordneter Steigstränge, Verlegung der Anschlussleitungen z.B. unterhalb des Estrichs.
- dezentrale Steigstränge an Innenwänden und Führung der Anschlussleitungen innerhalb spezieller Fußleisten.

In größeren Gebäuden kann sich die Notwendigkeit ergeben, vertikale Stränge in einem zentralen Schacht zu führen, und für die horizontale Verteilung verdeckte Leitungstrassen vorzusehen. Hierzu wird zwischen folgenden Systeme gewählt:

- Die horizontale Verteilung der Leitungen erfolgt in einem abgehängten Deckensystem, welches die Heizflächen in dem darüberliegenden Geschöß versorgt. Gegebenenfalls können auch untenliegende Heizflächen angeschlossen werden. In der Abhängung werden oftmals auch Elektroinstallationen und Lüftungskanäle untergebracht.
- horizontale Verteilung der Leitungen in Installations-Doppelböden

8. 2. 2 Raumheizflächen

Raumheizflächen geben die Wärmeenergie an den Raum, größtenteils durch Konvektion und Wärmestrahlung ab. Der Effekt der Wärmeleitung wird in erster Linie zur gleichmäßigen Wärmeverteilung in den Heizflächen genutzt.

Heizflächen können unterschieden werden, ob sie die Wärme überwiegend durch Wärmestrahlung an den Raum abgeben, oder den Raum größtenteils mittels Konvektion erwärmen. Konvektionsheizungen sind meist günstiger in der Anschaffung und reagieren schneller auf einen wechselnden Wärmebedarf. Strahlungsheizungen haben dagegen einen Vorteil in der Behaglichkeit. Im Gegensatz zu Konvektionsheizungen liegen hier die Raumoberflächentemperaturen höher und die Raumlufttemperaturen etwas tiefer, dies wird von den meisten Menschen als angenehmer empfunden. Ebenfalls wird durch die geringere Konvektion weniger Staub aufgewirbelt. Ein weiteres wichtiges Behaglichkeitskriterium, sowie ein Einflussparameter hinsichtlich des Heizwärmebedarfs, ist die Temperaturschichtung der Luft in einem Raum (siehe Abb. 8.5).

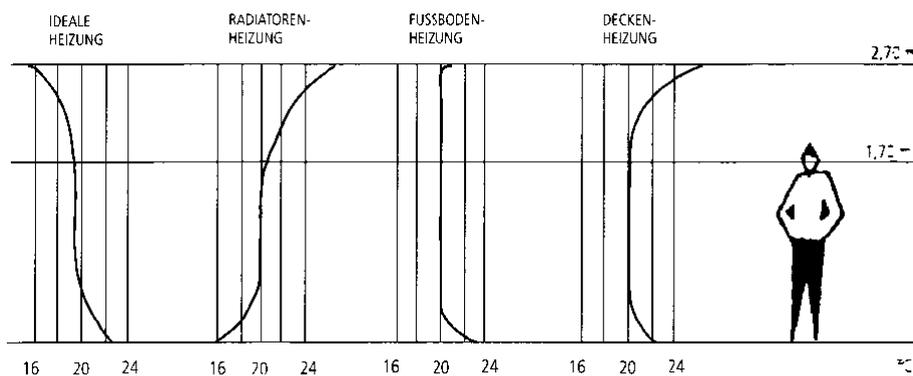


Abb. 8.5 vereinfachte Raumlufttemperaturprofile, [3]

Für die Behaglichkeit in Räumen ist die Lufttemperaturschichtung, die Oberflächentemperatur der Raumbegrenzungsflächen, sowie die Luftfeuchtigkeit von Bedeutung. Als angenehm wird eine Temperaturschichtung empfunden, in der die Lufttemperaturen vom Fußboden zur Decke abnehmen. Nachdem jedoch warme Luft aufgrund der geringeren Dichte aufsteigt und sich an der Decke sammelt, ist eine ideale Luftschichtung mit den gängigen Raumheizflächen nicht zu erreichen. Ziel soll es sein, bei der Auswahl einer behaglichen Raumheizfläche, auf eine möglichst geringe bzw. langsame Konvektion der Luft zu achten, um ein verstärktes Ansammeln warmer Luft in den Deckenbereichen zu vermeiden. Dies kann z.B. durch großflächige Wärmeabgabeflächen, betrieben mit einer möglichst niedrigen Temperatur, erreicht werden.

Weiters wird eine niedrigere Lufttemperatur und eine höhere Oberflächentemperatur der Raumbegrenzungsflächen angenehmer empfunden, als umgekehrt. Bei Konvektionsheizungen wird vorrangig die Luft erwärmt, die Oberflächentemperaturen der Außenbauteile liegen daher etwas unter der Raumtemperatur. Da sich alle Körper (mit Sichtkontakt) in einem stetigen Wärmestrahlungsaustausch befinden, verliert einer Person in diesem

Raum Wärmeenergie an die kühleren Wandflächen, wodurch Kälte empfunden wird. Auch hat eine höhere Raumtemperatur eine niedrigere Luftfeuchtigkeit zur Folge, welche in den Wintermonaten in Wohnbauten oftmals ohnehin zu niedrig ist.

Zusammenfassend wird angemerkt, dass Raumheizflächen mit einem hohen Strahlungsanteil und einer langsamen Luft-Konvektion im Raum die behaglichste Heizmöglichkeit von Wohnbauten darstellen. Dies können z.B. niedertemperierte großflächige Wärmeabgabeflächen (Fußboden-, Wandheizung, etc.) sein, bei welchen die Strahlungswärme gering ist, jedoch eine sehr langsame Konvektion im Raum stattfindet. Andererseits stellen deutlich „spürbare“ Strahlungsheizungen, wie z.B. Infrartheizungen und Kachel- bzw. Kaminöfen behagliche Raumheizsysteme dar.

Radiatoren

Wie aus dem Namen schon zu erkennen (lat.: radiatus = strahlend), gibt der Radiator Wärme zu einem großen Teil in Form von Strahlung an den Raum ab. Hierbei handelt es sich meist nicht um „echte“ Strahlungsheizungen, da die Wärmeenergie bei den gängigen Bauformen noch überwiegend über Konvektion abgegeben wird.

Am weitesten verbreitet sind Plattenheizkörper (bzw. Flachheizkörper), weiters finden Gliederheizkörper wie z.B.: Röhrenheizkörper (Stahlrohrradiatoren) eine verbreitete Anwendung (Abb. 8.6).

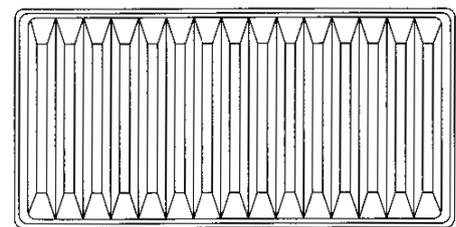
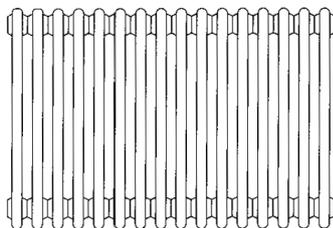


Abb. 8.6 Röhrenheizkörper und Plattenheizkörper, [3]

Der Anschluss der Heizkörper erfolgt üblicherweise aus der Wand oder aus dem Fußboden (Abb. 8.7). Für den Anschluss von Heizkörpern werden vermehrt Fertigboxsysteme verwendet.



Abb. 8.7 übliche Heizkörperanschlussarten, aus der Wand (li), aus dem Fußboden (re), [79]

Konvektoren

Konvektoren bestehen aus Warmwasserrohren, welche dicht mit Lamellen besetzt sind. Die an den Lamellen erwärmte und dadurch aufsteigende Luft bewirkt eine ständige Konvektion. Um eine ausreichende Konvektion sicherstellen zu können, müssen hohe Vorlauftemperaturen gewählt oder zusätzliche Gebläse installiert werden.

Folgende Konvektoren stehen zur Wärmevermittlung zur Verfügung:

- Gebläsekonvektor
- Unterflurkonvektor
- Estrich-Konvektor
- Fußleistenkonvektor
- Fußleistenheizungen

Fußbodenheizungen

Fußbodenheizungen geben Wärme in Form von Wärmestrahlung (Infrarotstrahlung), sowie über sehr langsame Konvektion der an der Oberfläche erwärmten Luft ab. Aufgrund der großen Wärmeübertragungsfläche und der geringen Oberflächentemperatur werden nur niedrige Vorlauftemperaturen benötigt.

Die von Heizwasser durchflossenen Röhrenregister einer Fußbodenheizung können innerhalb oder unterhalb eines Nass- oder Trockenestrichs angeordnet werden (Abb. 8.8).

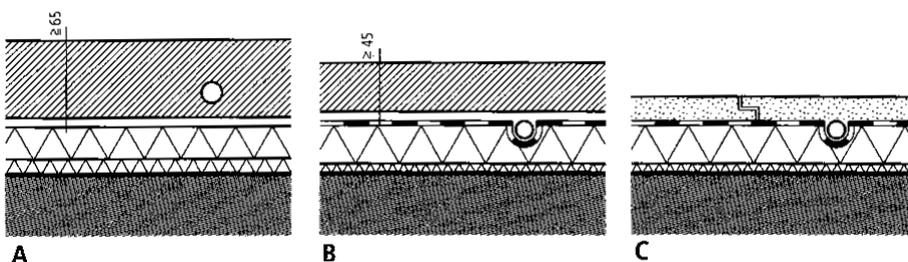


Abb. 8.8 Ausbauelemente von Fußbodenheizungen, [3]

Die Rohrleitungen des Röhrenregisters werden im Allgemeinen aus Kupfer, Stahl, Kunststoff oder Verbundmaterialien hergestellt. Damit die Heizkreisläufe der einzelnen Räume regelbar bzw. absperrenbar sind, erfolgt eine Verteilung auf die einzelnen Kreisläufe in einem zentral in der Wohneinheit angeordneten Verteiler (Abb. 8.9). In den einzelnen Räumen werden die Heizkreisläufe in einem geeigneten Verlegemuster mit Hilfe von Schienen-, Platten- oder Klammersystemen auf dem Untergrund befestigt (Abb. 8.10).

Die Rohre werden im Regelfall in einem Strang, bzw. ohne Verbindungsstellen geführt.

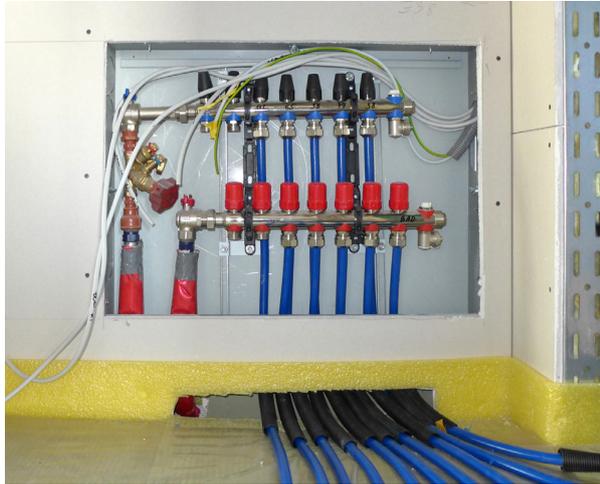


Abb. 8.9 Fußbodenheizungsverteiler im Wohnbau



Abb. 8.10 Röhrenregister einer Fußbodenheizung befestigt auf Montageschienen

Normen bezüglich Flächenheizungen sind z. B.:

- ÖNORM EN 1264 Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung, [50]
- ÖNORM B 2242 Herstellung von Warmwasser-Fußbodenheizungen - Werkvertragsnorm, [51]

Deckenstrahlheizungen

Diese bestehen aus Heizwasser durchflossenen Rohren, an welchen Abstrahlflächen befestigt sind. Deckenstrahlheizungen eignen sich besonders zur Beheizung hoher Räume wie Arbeitsräumen oder Hallen. Ebenfalls können sie für Kühlzwecke eingesetzt werden.

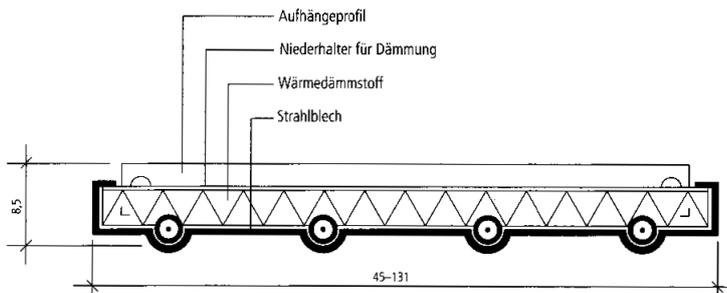


Abb. 8.11 Deckenstrahlplatte aus Stahlblech, [3]

Eine weitere Form der Deckenheizung stellt die Bauteilaktivierung, mittels in Stahlbetondecken eingegossene Heizrohre bzw. Kühlrohre, dar. Aufgrund der hohen Trägheit dieses Systems ist hierzu eine genaue vorausschauende Planung notwendig.

Wandheizungen

Wandheizungen erzeugen eine besonders angenehme Temperaturverteilung im Raum. Wegen des hohen Bedarfs an freien Wänden, finden diese im Wohnbau nur selten Verwendung. Ausgeführt werden Wandheizungen nach dem Prinzip einer Fußbodenheizung, anstelle des Estrichs wird jedoch ein Wandputz oder eine Beplankung mit Gipskartonplatten verwendet.

Wasserführende Heizsysteme stellen generell ein gewisses Gefährdungspotenzial für den Baustoff Holz dar, weshalb im Holzbau die Verwendung alternativer „wasserfreier“ Heizsysteme anzudenken ist (siehe Abschnitt 7 im Kapitel „E Strategien zur Gewährleistung eines dauerhaften Holzbaus“).

Die Auswahl des Raumheizflächentyps entscheidet maßgebend die Art und Lage der Heizungsrohre. Unkontrollierbare und lange Leitungswege erhöhen mögliche Problemfelder und sollten daher vermieden werden. Im Besonderen sind Fußbodenheizungen, aufgrund ihrer flächigen Ausbreitung über große Teile der Wohnfläche, kritisch zu betrachten.

Im Gegensatz dazu muss festgehalten werden, dass Heizsysteme aus geschlossenen und unter hohem Druck stehenden Kreisläufen bestehen. Bereits kleine Undichtigkeiten äußern sich in einem Druckverlust im System, welcher an einem Manometer festgestellt werden kann, sofern dieser regelmäßig kontrolliert wird. In Wohngebäuden kann sich jedoch das Auffinden der undichten Stelle als sehr aufwendig herausstellen.

8.3 Luftheizungen

Luftheizungen sind wegen der geringen Wärmekapazität von Luft und aus Gründen der Behaglichkeit, nur bei Gebäuden mit sehr geringem Wärmebedarf geeignet. Realisiert werden diese mittels elektrischen oder wassergeführten Heizregistern, welche die durchströmende Frischluft erwärmen. Die Heizregister sind üblicherweise Bestandteil einer Lüftungsanlage des Gebäudes (siehe Abschnitt 10).

8.4 elektrische Raumheizsysteme

In einem modernen Haustechnikkonzept finden konventionelle elektrische Raumheizsysteme, aus ökologischen und wirtschaftlichen Gründen, meistens keine Anwendung mehr. Eine Ausnahme stellt die Infrarotstrahlungsheizung dar. Die Verwendung dieser als alleiniges Heizsystem im Wohnbau ist relativ neu und wird zum Teil kontrovers diskutiert. Im Folgenden werden die konventionellen elektrischen Raumheizsysteme, speziell aufgrund der Verwendung im Bestand, kurz vorgestellt. Auf die Anwendung von Infrarotstrahlungsheizungen wird im Abschnitt „Alternative Heizsysteme“ näher eingegangen.

Elektrische Raumheizsysteme ermöglichen eine Beheizung des Gebäudes mit Hilfe von Elektrowärme. Resultierend aus den vielen Umwandlungen zwischen den Energiearten, von der Erzeugung von elektrischem Strom im Kraftwerk bis zur Erwärmung der Wärmeabgabeflächen im Gebäude, ergibt sich ein niedriger Gesamtwirkungsgrad. Dieser Umstand und die mittlerweile begrenzte Verfügbarkeit von Schwachlast- bzw. Nachtstromtarifen in Europa, führt zu einem minimierten Einsatz von elektrischen Raumheizsystemen.

Grundsätzlich ist zu unterscheiden in Schwachlast-Speicherheizungen, welche nur den zu bestimmten Zeiten, infolge des Überangebots, günstigeren Strom (Nachtstrom) nutzen, und Direktheizungen, die auch den Tagstrom nutzen.

Schwachlast-Speicherheizungen

Einzel-Speichergeräte bzw. Nachtstrom-Speichergeräte geben Wärme in Form von Konvektion und Wärmestrahlung an den Raum ab. Sie besitzen einen Speicherkern welcher mit Hilfe eines elektrischen Widerstandes erhitzt wird. Als Speichermasse kann auch der Estrich in Form einer elektrischen Fußbodenspeicherheizung dienen. Alternativ dazu kann ein Elektro-Blockspeicher die Funktion eines zentralen Heizkessels übernehmen und dadurch viele Einzel-Speichergeräte ersetzen.

Elektrische Direktheizung

Besonders zur Beheizung kurzzeitig genutzter Räume werden elektrische Direktheizungen verwendet. Diese können in Form von Gebläsekonvektoren, oder in Form von elektrischen Niedertemperatur-Flächenheizungen (Wandpaneele), realisiert werden.

8. 5 weitere Raumheizsysteme

Kaminöfen und Kachelöfen stellen ebenfalls gängige Wärmeerzeugungsanlagen dar. Jedoch werden Kachelöfen, in mehrgeschoßigen Wohnbauten in der Regel nicht verwendet. Es ist möglich, wassergeführte Kaminöfen in den Wohnungen zu installieren, welche die Wärmeenergie im Kamin über Heißwasserleitungen aufnehmen und der zentralen Warmwasserpumpenheizung zuführen. In einem mehrgeschoßigen Wohnbau ist diese Variante jedoch nicht wirtschaftlich. Vielmehr werden Kaminöfen angesichts ihrer angenehmen Strahlungswärme und der durch eine Glastür sichtbaren Flamme dezentral im Gebäude, wie z. B. in den Wohnräumen der einzelnen Wohnungen, installiert. Eine Unterstützung der zentralen Wärmegewinnungsanlage ist hier natürlich ebenfalls gegeben.

Weiters stehen noch die Heißwasserheizung (HWH), sowie die Niederdruckdampfheizung (NDH) zur Verfügung. Diese haben allerdings nur eine sehr geringe Relevanz für den Wohnbau.

9 Elektrotechnik in Gebäuden

Die Elektrotechnik in Gebäuden ermöglicht den Betrieb vieler haustechnischer Einrichtungen. Neben der selbstverständlichen Stromversorgung diverser Geräte und Anlagen und der Beleuchtungstechnik sind weitere wichtige Bereiche der Elektrotechnik in Wohngebäuden z. B.:

- Blitzschutz- und Erdungsanlagen, Photovoltaikanlagen
- Fernmelde- und Informationstechnik
- Gebäudeautomation

Wohnbauten werden im Allgemeinen mit Strom aus dem Niederspannungsnetz mit 230/400 V versorgt. Das Niederspannungsnetz wird wiederum über regionale Transformatorstationen aus dem Mittelspannungsnetz gespeist.

Mit der Zunahme an Funktionen bzw. an elektrisch gesteuerten Systemen in Gebäuden, findet ebenfalls ein Wandel der elektrischen Installationssysteme in Gebäuden statt. Zunehmend werden anstatt dem klassischen Installationssystem, welches eine Vielzahl an Kabeln und Leitungen zur Stromversorgung und Steuerung der verschiedenen Verbraucher benötigt, moderne Bussysteme verwendet.

9.1 Elektroinstallation mit Bussystemen

vgl. [122];[123]

Mit der Nutzung moderner „Bussysteme“ werden Energie (230 V) und Information (Busleitung z.B. 30 V) in getrennten Leitungen transportiert (siehe Abb. 9.1). Dadurch wird die Gerätesteuerung und die Stromversorgung auf voneinander unabhängige Netze aufgeteilt.

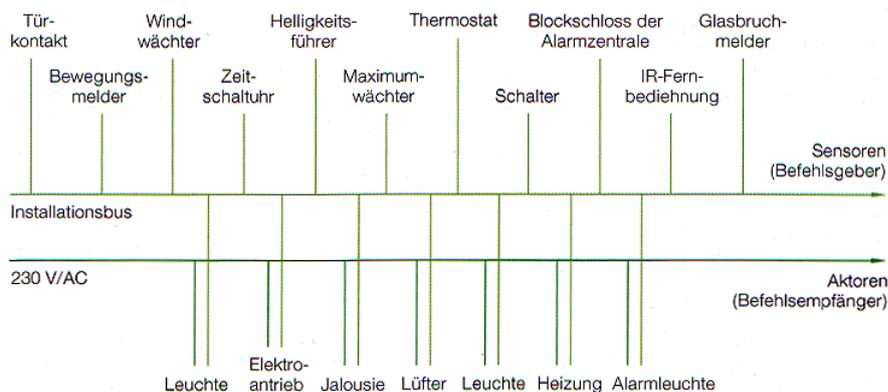


Abb. 9.1 Elektroinstallationen mit „Bussystem“ [5]

Mittlerweile existieren eine Vielzahl an unterschiedlichen Bussystemen zur Gebäudeautomation. Ein offener und für den Einsatz in Gebäuden international verbreiteter Standard stellt der KNX-Standard dar.

Ein wesentlicher Unterschied zur klassischen Elektroinstallation besteht darin, dass mehrere verschieden zu steuernde Verbraucher, mit einer gemeinsamen 230/400 V Leitung (Wechselspannung) verbunden werden. Somit ist keine separate Leitung vom Elektro-Verteilerkasten zu jedem einzelnen unabhängigen Verbraucher notwendig. Zusätzlich sind alle Befehlsgeber (Taster, Sensoren, etc.) mit allen Aktoren (Leuchten, Jalousie, etc.) über eine Steuerleitung (Busleitung) mit z.B. 30 V Gleichspannung (KNX Standard) oder Funkverbindung verbunden. Sendet ein Befehlsgeber ein (digitales) Signal an einem ihm zugeordneten Aktor über die Busleitung, so wird dessen Spannungsversorgung durchgeschaltet.

Die Befehlsgeber und Aktoren können dabei durch Programmierung beliebig miteinander verknüpft werden. Als Befehlsgeber kann neben Schalter und Taster auch ein Steuerungs-Touchpad (siehe Abb. 9.2), PC oder Smartphone eingesetzt werden. Für die gängigen mobilen Betriebssysteme (Android, IOS) existieren verschiedenste Anwendungen (ugs. Apps) zur Steuerung und Überwachung der Sensoren und Aktoren im Gebäude.



Abb. 9.2 Steuerung-Touchpad „Gira Control 9 KNX“ der Firma Gira, Giersiepen GmbH [126]

In Abb. 9.3 wird ein Beispiel einer Raumsteuerung (Keller), sowie eine Möglichkeit der Visualisierung kontinuierlich aufgezeichneter Messdaten aufgezeigt.



Abb. 9.3 Beispiel einer Steuerungsmöglichkeit und Datenlogger am Steuerungs-Touchpad „Gira Control 9 KNX“ [126]

9.2 klassische Elektroinstallationen

vgl. [3]

Ausgehend vom Hausanschlusskasten führen Leitungen über Zähler, Verteiler und Sicherungsanlagen zu den einzelnen Verbrauchern. Steuerungsvorgänge erfolgen hierbei durch Schließen oder Unterbrechen des Stromkreislaufes.

Die vertikale Erschließung erfolgt über senkrechte Steigleitungen, welche in vertikalen Schlitten oder Schächten verlegt werden. Die Zählereinrichtungen sind in leicht zugänglichen Räumen anzuordnen wie z. B. Zählerräume, Treppenträume oder Hausanschlussräume. Die Zähleranlagen können zentral oder dezentral angeordnet werden (Abb. 9.4).

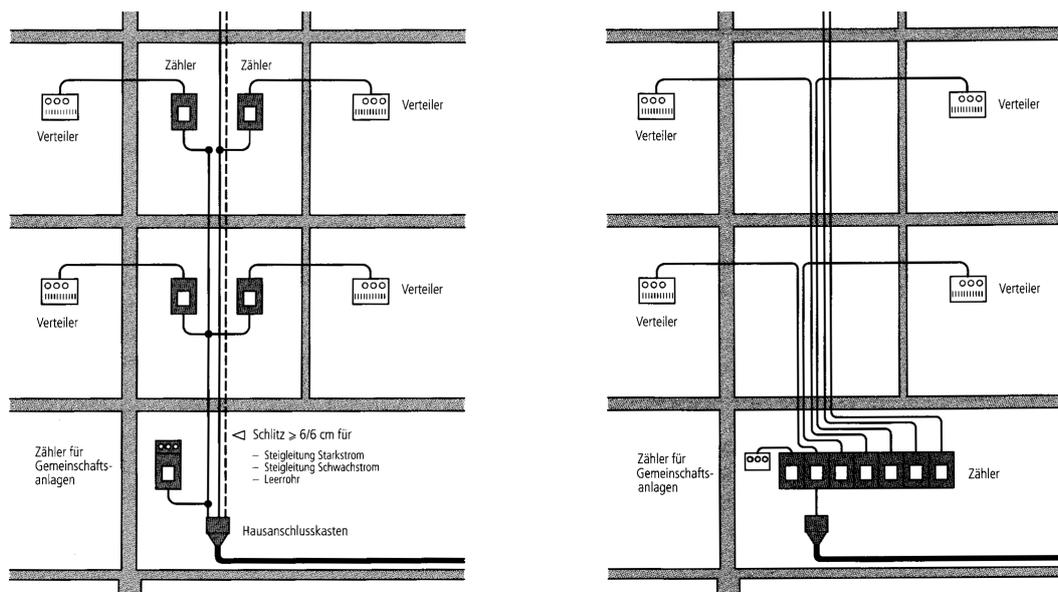


Abb. 9.4 dezentrale (li) und zentrale (re) Anordnung der Zähleranlage, [3]

Dezentrale Zähleranlagen werden vorwiegend in kleineren Wohngebäuden eingesetzt.

Bei der zentralen Anordnung werden alle Zähleranlagen in einem Raum, meist im Hausanschlussraum, angeordnet. Die Zähler sind über Hauptleitungen mit den einzelnen (Wohnungs-) Verteilern verbunden. In den Verteilerschränken wird die Zuleitung auf einzelne Stromkreise verteilt, welche mit Sicherungselementen versehen werden.

Die Bemessung der Leitungen und Kabeln hat nach den Bestimmungen nach ÖVE/ÖNORM E 8001 „Errichtung von elektrischen Anlagen mit Nennspannungen bis AC 1000 V und DC“ [52], zu erfolgen.

9. 2. 1 Leitungsmaterial

Zur Leitung des elektrischen Stroms werden Kupferleiter verwendet. Ein isolierter einzelner Kupferleiter wird Ader oder Leiter genannt. Mehrere umhüllte Adern bezeichnet man als Leitung. Wird die Leitung mit einem zusätzlichen Mantel versehen, so spricht man von einem Kabel.

Zur eindeutigen Unterscheidung sind für die einzelnen Adern von Niederspannungs-Kabelsystemen je nach Region einzelne Farben festgelegt. In Österreich sind die Farben durch die ÖVE/ÖNORM EN 60445 [73] geregelt. Altinstallationen können hingegen noch in abweichenden Farbkennzeichnungen ausgeführt sein.

9. 2. 2 Leitungsarten

Für Elektroleitungen, welche fest in Gebäuden verlegt werden, stehen verschiedene Leitungsarten zur Verfügung (Abb. 9.5). Je nach Vorgaben der nationalen Normen sowie der Beanspruchung, wie z. B. Feuchte- oder mechanische Beanspruchung, ist die geeignete Leitungsart auszuwählen. Neben einer Vielzahl am Markt erhältlichen Leitungsarten werden folgende am häufigsten verwendet:

- Stegleitung

Die Kunststoffstegleitung wird vor allem für trockene Räume (einschl. Bäder) verwendet. Sie ist bandartig aus eindrätigen Kupferleitern ausgeführt. In Holzhäusern bzw. auf brennbaren Oberflächen ist sie nicht zulässig. Haupteinsatzgebiet ist die Verlegung in oder unter dem Putz in Massivbauten.

- Kunststoffaderleitung (Rohrinstallation)

Diese eignen sich zur festen Verlegung in trockenen Räumen einschließlich Bäder. Die Kunststoffaderleitung besteht aus einem Isolierrohr, in welches nach der Verlegung eindrätige Kunststoffadern eingezogen werden. Die Isolierrohre bzw. Leerrohre werden im Regelfall unter Putz in Schlitzfen, oberflächenbündig mit der unverputzten Wand, oder auf Putz verlegt. Grundsätzlich wird diese Leitungsart in Österreich, unabhängig von der Bauweise, für Elektroinstallationen in Wohneinheiten verwendet.

- Mantelleitung

Mantelleitungen werden vorwiegend in Feuchträumen verlegt, sie sind im Allgemeinen allerdings auch universell einsetzbar (Holzoberflächen, Unter-, Aufputz, etc.). Aufgebaut ist die Mantelleitung aus mehreren zusammengefassten Adern welche mehrmals mit einer Kunststoffisolation „ummantelt“ sind.

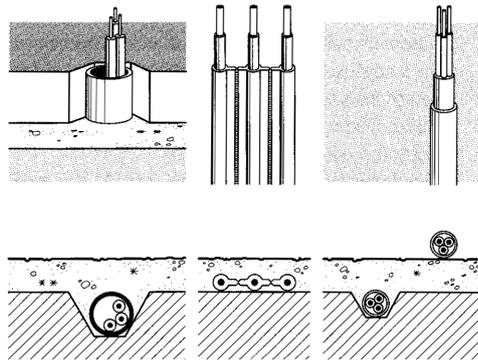


Abb. 9.5 gängige Leitungsarten, Aderleitung (li), Stegleitung (mi) und Mantelleitung (re), [3]

Weitere Leitungsarten für die feste Verlegung sind z. B.: Koaxial-Antennenleitungen, Telefonleitungen, Erdkabel, etc.

9. 2. 3 Leitungsführung

Die Verlegung der Leitungen ist in der ÖVE/ÖNORM E 8015 [74] bzw. in DIN 18015 [75] normativ geregelt. Insbesondere sind bei Verlegung unter Putz (nicht sichtbare Leitungen), die Leitungen nur waagrecht und senkrecht im Bereich von bestimmten Installationszonen zu führen (Abb. 9.6). An den Decken oder in Fußböden dürfen sie auf kürzestem Weg verlegt werden.

Übliche Verlegearten im Gebäude sind z. B.:

- auf, in und unter Putz
- in Hohlräumen von Decken und Wänden
- in Elektroinstallationsrohren
- in Elektroinstallationskanälen im Sockelbereich, Brüstungsbereich, etc.
- auf Kabeltrassen
- im Beton

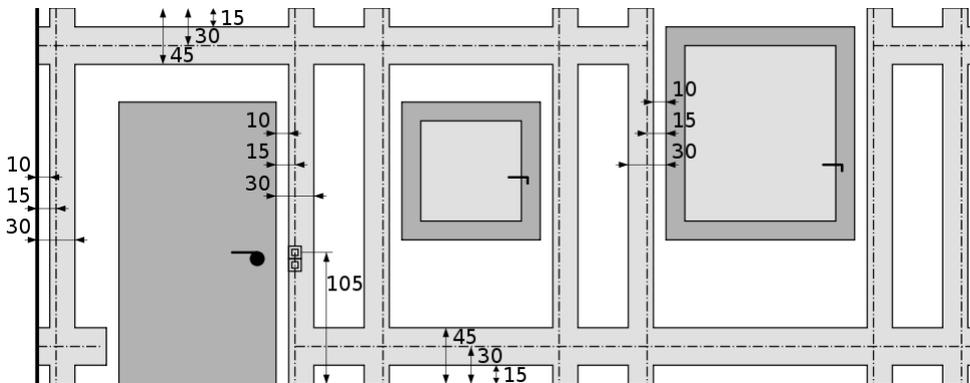


Abb. 9.6 mögliche Verlegezonen in Wohnräumen, [92]

Speziell bei Einsatz mehrerer verschiedener Sensoren wie z.B. Bewegungsmelder (Licht), Temperatur- und Feuchtesensoren, Brandmelder, etc. scheint der Einsatz von Bussystemen in Gebäuden sinnvoll.

In Holzbauten können hierdurch z.B. relativ einfach und leicht adaptierbar Sensoren zur Feuchtemessung in ein alarmgebendes System eingebunden werden. Ebenfalls besteht die Möglichkeit, durch Einbindung von Rauchwarnmeldern in das Bussystem, Störmeldungen raumgenau zu registrieren.

Auch sind Vorteile hinsichtlich des Brand- und Feuchteschutzes von Holzbauten, mit einem Einsatz eines Bussystems einfach zu realisieren, z.B. durch:

- „Wasser-Stopp“-Funktion; diese ermöglicht einen automatischen Wasserstopp bei Spüle, Badewanne, Waschbecken etc. bei Erkennung einer Abweichung des Normalverbrauchs
- zentrale „Strom-Aus“-Taster bei Wohnungseingangstür
- „E-Herd-Aus“-Funktion nach einer gewissen Zeit

Wie bereits in vorhergehenden Abschnitten diskutiert, sind Schlitze zu Installationsführung in BSP-Wänden nur in Richtung der Decklage auszuführen, bzw. ist eine statische Abklärung erforderlich.

10 Frischluftversorgungssysteme

Im Wohnbau werden vermehrt technische Lüftungsanlagen zur Frischluftversorgung, anstatt der manuellen Fensterlüftung, realisiert. Diese werden mit einem Wärmetauscher ausgestattet, welcher die in der Abluft enthaltene Wärme an die frische Zuluft abgibt. Hierdurch lassen sich die Lüftungswärmeverluste im Vergleich zur konventionellen Fensterlüftung erheblich senken, wodurch der Heizwärmebedarf des Gebäudes minimiert wird. Für Wohnbauten mit hoher Energieeffizienz ist mittlerweile der Einbau eines Wohnraumlüftungssystems mit Wärmerückgewinnung unerlässlich.

10.1 zentrale und dezentrale Wohnraumlüftung

Grundsätzlich ist zwischen einer zentralen und einer dezentralen Wohnraumlüftung zu unterscheiden. Dezentrale Lüftungsgeräte (Abb. 10.1) dienen zur kontrollierten Be- und Entlüftung von Einzelräumen. Diese werden direkt in der Außenwand installiert, womit keine Luftkanäle notwendig sind.



Abb. 10.1 dezentrales Wohnraumlüftungsgerät der Firma Dimplex (DL 50 WE), [93]

Bei Verwendung einer zentralen Raumlüftung (Abb. 10.2) wird ein Lüftungsgerät mit integrierter Wärme- und evtl. Feuchterückgewinnung im Haustechnikraum installiert.

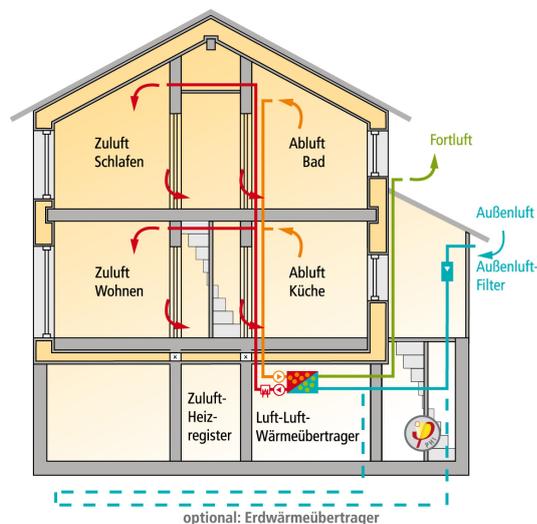


Abb. 10.2 Funktionsprinzip einer zentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, [80]

Die Raumlufte wird in der Regel in Räumen erhöhter Luftbelastung, wie z. B. Bad oder Küche, über Abluftöffnungen in Decken oder Wänden abgeführt. Anschließend gelangt sie über Röhre in den Wärmetauscher. Im Wärmetauscher wird der, eventuell über einen Erdkanal vorgewärmten, Außenluft die Wärme der Abluft zugeführt, ohne sich mit dieser zu vermischen. Die frische Zuluft wird wiederum über Rohrsysteme zu den Wohnräumen verteilt und über Frischluftoffnungen an die Räume abgegeben. Bei Gebäuden mit besonders niedrigem Energiebedarf, kann eine zusätzliche Erwärmung der Frischluft mittels Heizregister ein konventionelles Heizsystem ersetzen.

10. 1. 1 Verteilung der Luffungsrohre

Für die Verteilung der Luffungsrohre stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung. Die Verlegung in der Fuodenkonstruktion (Abb. 10.3) erfolgt in der Ebene der Schüttung. Dies hat meist einen geringfügig dickeren Aufbau zur Folge. Da sich die Luffungsoffnungen üblicherweise in Deckenebene befinden, wird jeweils der darunterliegende Raum über einen kleinen Deckendurchbruch angeschlossen. Als Variante hierzu können die Luffungsrohre hinter einer Installationswand, zu einer Luffungsoffnung im oberen Bereich der Wand geführt werden. Eine Führung der Luffungsinstallationen in abgehängten Deckensystemen ist ebenfalls möglich (Abb. 10.4). Hervorzuheben ist hierbei der einfache Wartungszugang zu den Rohren, hingegen ist oftmals ein höherer Deckenaufbau im Vergleich zur Verlegung in der Schüttung notwendig.



Abb. 10.3 Kunststoff-Luffungsrohre in der Ebene der Schüttung verlegt

Die Installation einer Luffungsanlage im Holz-Massivbau, stellt im Allgemeinen keine Besonderheit im Vergleich zu mineralischen Bauweisen, dar.



Abb. 10.4 Verlegung der Lüftungsrohre in einer abgehängten Decke

10. 1. 2 Material der Lüftungsrohre

Die Lüftungsrohre werden größtenteils aus diversen Kunststoffen (Abb. 10.3) oder Edelstahl hergestellt. Um den Druckverlust in den Rohren gering zu halten, sollten diese eine möglichst glatte Innenoberfläche aufweisen. Häufig eingesetzte Rohrquerschnitte sind z. B. runde/ovale Rohre oder rechteckige Flachkanäle. Eine gängige Rohrdimension für Rundrohre im Wohnbau ist z.B. 75 mm. Flachkanäle können infolge ihres rechteckigen Profils eine geringere Aufbauhöhe aufweisen (z. B. 50 mm). Strömungstechnisch und damit aus Energieeinsparungsgründen sind jedoch runde Rohre vorzuziehen.

11 Lebensdauer und Sanierungszyklen der technischen Gebäudeausrüstung

Baustoffe bzw. Bauteile, sowie die technische Gebäudeausrüstung unterliegen verschiedensten Lebensdauern (siehe Abb. 11.1), und damit verbunden auch unterschiedlichen Sanierungszyklen. Besonders bei der Installationsführung ist darauf zu achten, dass diese hinsichtlich ihres vergleichsweise kurzen Sanierungszyklus, einfach ausgetauscht bzw. repariert werden können.

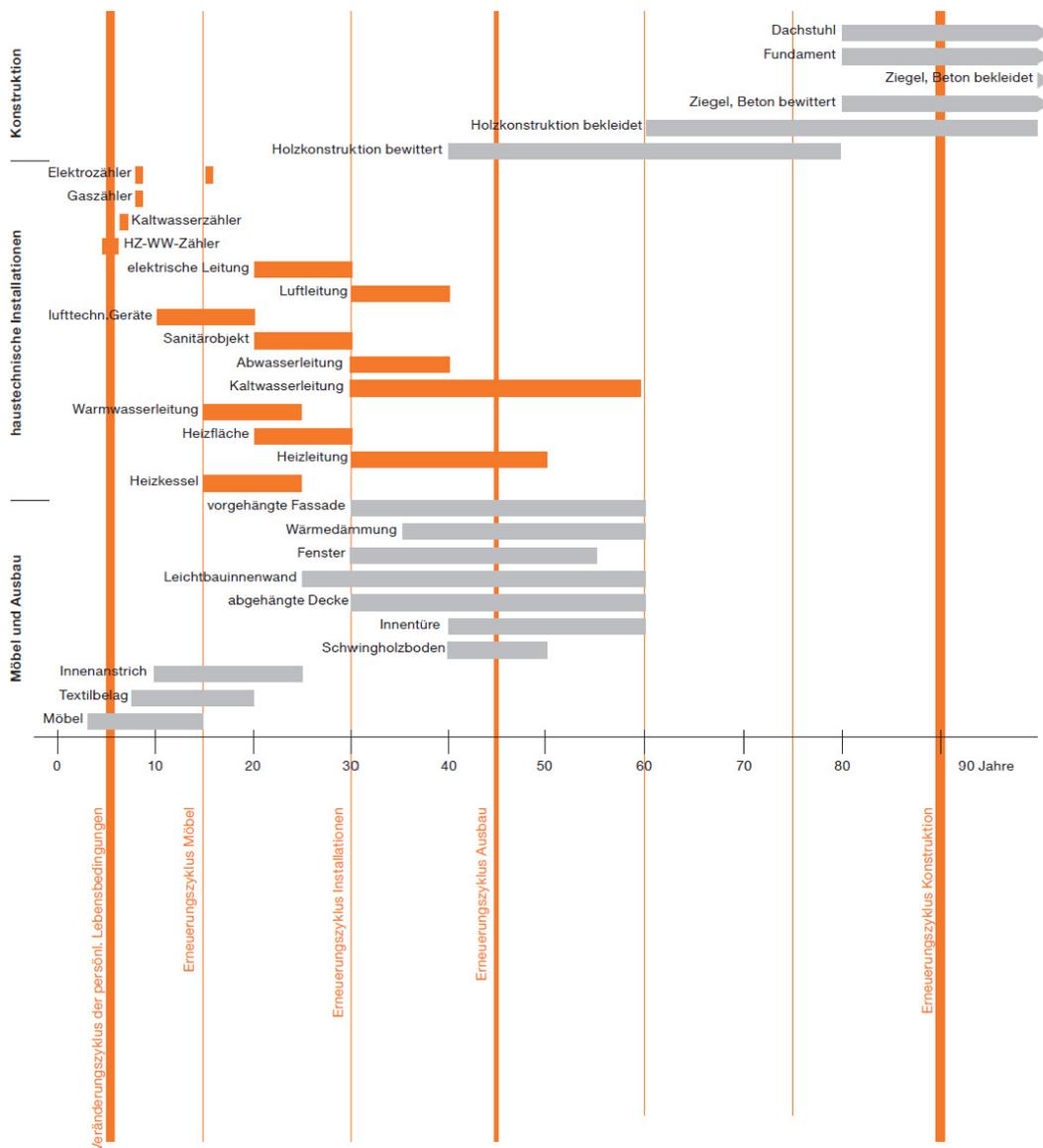


Abb. 11.1 Bereiche der max. Lebensdauer von Bauteilen (grau) und haustechnischen Installationen (orange), [25],[30]

D Betrachtungen zur Dauerhaftigkeit von Konstruktionen aus Holz

Jede Bauweise erfordert eine, in Bezug auf seine technischen und materialspezifischen Eigenschaften, angepasste Planung und Ausführung der Versorgungstechnik. Vor allem im Bereich der Leitungsführung sind Unterschiede zwischen den jeweiligen Bauweisen jedoch zurzeit nicht erkennbar.

Die Auswirkungen eventueller Schäden bzw. Mängel auf die jeweilige Bausubstanz sind grundsätzlich verschieden. Während zum Beispiel Stahlbetonbauteile bei Kontakt mit Wasser teilweise sogar an Festigkeit zulegen, können bei Holzbauteilen bereits kleine und über einen längeren Zeitraum andauernde Feuchtebeanspruchungen zu erheblichen Schäden bis zum Verlust der Substanz führen.

Gerade im Bereich der Installationen handelt es sich meist um versteckte Schäden, deren Auswirkungen oftmals erst nach Jahren und damit einem großen Schadensfortschritt entdeckt werden. Eine Sanierung ist vielfach nur mit großem Aufwand möglich und kann dadurch hohe Kosten verursachen.

Ein „Bewusstsein“ der Besonderheiten der Holz -Massivbauweise in BSP, besonders aller Beteiligten bereits in der Entwurfsphase, kann helfen, schon im Vorhinein Probleme zu vermeiden und dauerhafte Gebäude zu errichten.

Im Folgenden wird auf die Besonderheiten des Baustoffs Holz, speziell hinsichtlich des Materialverhaltens bei Feuchtebeanspruchung, näher eingegangen. Ebenfalls werden mögliche Feuchtequellen im Innenbereich von Gebäuden und daraus folgende Konsequenzen besprochen.

Einen weiteren wichtigen Punkt zur Sicherstellung einer dauerhaften Tragstruktur stellen fachgerecht durchgeführte Schlitz- bzw. Fräsarbeiten in BSP-Elementen dar. Nicht materialgerechte Eingriffe in die Tragsubstanz können hierbei zu statischen Problemen führen.

1 Materialspezifische Besonderheiten von Holz

Holz ist ein organischer Baustoff und unterscheidet sich daher grundsätzlich im chemischen Aufbau von mineralischen Baustoffen. Dieser Unterschied im Materialaufbau führt natürlich zu einem unterschiedlichem Verhalten gegenüber physikalischen, chemischen, sowie diversen anderen Beanspruchungen.

1.1 Feuchteverhalten des Baustoffs Holz

Je nach Baustoff kann eine erhöhte bzw. eine sich ändernde Feuchtebeanspruchung unter anderem folgende Auswirkungen beinhalten:

- Befall mit holzerstörenden und/oder gesundheitsgefährdenden Organismen (z.B. Pilze und Insekten)
- Quellen und Schwinden des Baustoffs
- Veränderung der mechanischen Kennwerte (z.B. Festigkeit, Steifigkeit)
- Veränderung der physikalischen Kennwerte (z.B. Wärmedämmvermögen)

Vor allem (feuchtes) Holz stellt im Gegensatz zu mineralischen Baustoffen ein Nahrungsmittel für viele holzerstörende Organismen dar. Für die Sicherstellung der geforderten Nutzungsdauer und Qualität von Holzbauwerken ist daher ein konsequenter Feuchteschutz des Holzes unabdingbar.

1.1.1 Quellen und Schwinden

Holz ist ein anisotroper Baustoff mit hygroskopischen Eigenschaften. Feuchtigkeit kann durch Diffusion, Sorption und Kapillarleitung transportiert werden. Bei schwankendem Feuchtegehalt unterhalb des Fasersättigungsbereichs, reagiert das Holz je nach Faserrichtung in unterschiedlichem Maße, mit Quellen und Schwinden. Der Fasersättigungsbereich ist abhängig von der jeweiligen Holzart und liegt bei den meisten Hölzern zwischen 24 % und 32 % Holzfeuchte. In Holzbauten ist in der Nutzungsklasse 1 und 2 eine Ausgleichsfeuchte von ca. 8 - 15 %, maximal jedoch 20 % zu erwarten.

Durch die um 90° zueinander verklebten Schichten von Brettsperrholz wird das Quell- bzw. Schwindmaß in Plattenebene auf 0,02 - 0,04 % pro % Holzfeuchteänderung in alle Richtungen angeglichen. Normal zur Plattenebene ergibt sich ein gemittelter Wert aus Radial- und Tangentialverformung mit 0,24 % pro % Holzfeuchteänderung. (vgl. [13])

Zur Veranschaulichung des Quell- und Schwindverhalten von BSP, infolge einer Wasserbeanspruchung bedingt durch z.B. schadhafte Installationen, wird die Berechnung der maximalen Verformungen an einem Element mit den Maßen 1.000 x 1.000 x 200 mm, ausgehend von einer Holzfeuchte von 8 % und einer maximalen Holzfeuchte von 32 % (Fasersättigung) durchgeführt.

$$\text{In Plattenebene} \quad (32 - 8) \times \frac{0,03}{100} \times 1000 \text{ mm} = 7,2 \text{ mm}$$

$$\text{Normal zur Plattenebene} \quad (32 - 8) \times \frac{0,24}{100} \times 200 \text{ mm} = 11,5 \text{ mm}$$

Vergleicht man das Quell- und Schwindverhalten von mineralischen Baustoffen und Brettsperrholz in Plattenebene [Mauerziegel max. +0,3 mm/m; Brettsperrholz 7,2 mm/m (bei Δ= 24%)], so sind die deutlich größeren Verformungen von Holzbauteilen ersichtlich. Dies hat zur Folge, dass bei Feuchtebeanspruchung Schäden an Konstruktionen durch Quellen und Schwinden entstehen können.

In Tab. 1.1 ist der Schwankungsbereich der Feuchtedehnung von mineralischen Baustoffen aufgrund Quellen und Schwinden in [mm/m] angegeben. Aus der Tabelle ist zu entnehmen, dass die angeführten mineralischen Baustoffe nahezu kein Quellen bei Feuchteänderung aufweisen, und auch nur in geringem Maße schwinden.

Verformungskennwerte von Mauerwerk für Kriechen, Schwinden und Temperaturänderung sowie Elastizitätsmodulen								
Mauersteinart	Endwert der Feuchtedehnung (Schwinden, chemisches Quellen) ¹⁾ ε _{1,∞} in mm/m		Endkriechzahl φ _∞ ²⁾		Wärmedehnungskoeffizient α _t in 10 ⁻⁶ /K		Elastizitätsmodul E ³⁾ in MN/m ²	
	Rechenwert	Wertebereich	Rechenwert	Wertebereich	Rechenwert	Wertebereich	Rechenwert	Wertebereich
Mauerziegel	0	+0,3 bis -0,2	1,0	0,5 bis 1,5	6	5 bis 7	3500 · σ ₀	3000-4000 · σ ₀
Kalksandsteine ⁴⁾	-0,2	-0,1 bis -0,3	1,5	1,0 bis 2,0	8	7 bis 9	3000 · σ ₀	2500-4000 · σ ₀
Leichtbetonsteine	-0,4	-0,2 bis -0,5	2,0	1,5 bis 2,5	10 od. 8 ⁵⁾	8 bis 12	5000 · σ ₀	4000-5500 · σ ₀
Betonsteine	-0,2	-0,1 bis -0,3	1,0	–	10	8 bis 12	7500 · σ ₀	6500-8500 · σ ₀
Porensteine	-0,2	+0,1 bis -0,3	1,5	1,0 bis 2,5	8	7 bis 9	2500 · σ ₀	2000-3000 · σ ₀

¹⁾ Verkürzung (Schwinden): Vorzeichen minus; Verlängerung (chemisches Quellen): Vorzeichen plus
²⁾ φ_∞ = α_{1,∞}/ε_{1,∞}; ε_{1,∞}: Endkriechdehnung; ε = σ_{el}/E
³⁾ E: Sekantenmodul aus Gesamtdehnung bei etwa 1/3 der Mauerwerksdruckfestigkeit
⁴⁾ Gilt auch für Hüttensteine
⁵⁾ Für Leichtbeton mit überwiegend Blähton als Zuschlag

Tab. 1.1 Verformungskennwerte von Mauerwerk [125]

1. 1. 2 richtungsabhängige Wasseraufnahme von Holz

Holz nimmt die in der Luft vorhandene Feuchte überwiegend über Sorption auf. Feuchte in Form von flüssigem Wasser wird dagegen zu einem großen Teil über Kapillarkräfte aufgenommen. Im Allgemeinen ist die Wasseraufnahme von Holz, aufgrund des Kapillartransportes in den Fasern, in Faserrichtung deutlich höher als quer dazu. Dieser Umstand kann dazu führen, dass sich bei einer Wasserbeanspruchung das Wasser an der Oberfläche der Decklage des Brettsperrholzelementes großflächig ausbreitet. Über die Elementdicke wird aufgrund der parallel liegenden Holzfasern, sowie zum Teil auch durch den verwendeten Klebstoff der Wassertransport verzögert.

Unter Umständen können deshalb an der einen Seite bereits große Schäden infolge Feuchtebeanspruchung vorhanden sein, ohne dass sich die Feuchtebelastung an der gegenüberliegenden Seite des BSP-Elementes abzeichnet.

1.2 thermische Längenänderung

Die Wärmeausdehnung von Holz ist sehr gering und entspricht in etwa jener von gängigen mineralischen Baustoffen. Zur Veranschaulichung der Größenordnung einer Längenänderung aufgrund thermischer Belastung, wird die Ausdehnung von Holz in Faserrichtung infolge einer Temperaturänderung von 10 °K berechnet.

$$\text{Mit } \alpha_T = 5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1} \quad \Delta T = 5 \times 10^{-6} \times 10^\circ\text{K} \times 1000 \text{ mm} = 0,5 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$$

2 Dauerhaftigkeit von Holz

Die Dauerhaftigkeit von Holz ist besonders von den physikalischen und chemischen Einflüssen auf die Holzsubstanz abhängig. Einen wesentlichen Aspekt zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit stellt die Vermeidung einer Ansiedelung von holzerstörenden Organismen dar.

2.1 holzerstörende Organismen

Holz und Holzwerkstoffe werden von Pilzen, Insekten und marinen Organismen in unterschiedlicher Weise befallen. Im Wesentlichen ist die Möglichkeit eines Befalls mit diesen Organismen von der Feuchtebeanspruchung und dem daraus folgenden Feuchtegehalt des Holzes abhängig. In ÖNORM EN 335 [71] sind 5 Gebrauchsklassen (siehe Tab. 2.1) definiert, welche verschiedene Umweltbeanspruchungen repräsentieren, denen Holz bzw. Holzprodukte ausgesetzt sein können. Für jede dieser Gebrauchsklassen sind weiters Organismen angeführt, welche zu einer biologischen Zerstörung des Holzes führen können.

Gebrauchs- klasse	Allgemeine Gebrauchssituation ^a	Auftreten von Organismen ^{b,c}				
		Holz verfärbende Pilze	Holz zerstörende Pilze	Käfer	Termiten	Marine Organismen
1	Innenbereich, trocken	—	—	U	L	—
2	Innenbereich oder unter Dach, nicht der Witterung ausgesetzt. Möglichkeit der Kondensation	U	U	U	L	—
3	Außenbereich, ohne Erdkontakt, der Witterung ausgesetzt. Wenn unterteilt: 3.1 eingeschränkt feuchte Bedingungen 3.2 anhaltend feuchte Bedingungen	U	U	U	L	—
4	Außenbereich, in Kontakt mit Erde oder Süßwasser	U	U	U	L	—
5	Dauerhaft oder regelmäßig in Salzwasser eingetaucht	U ^d	U ^d	U ^d	L ^d	U

U = ist überall in Europa und in den Gebieten der Europäischen Union verbreitet
 L = tritt lokal in Europa und in den Gebieten der Europäischen Union auf

^a Es bestehen Grenz- und Extremfälle für den Gebrauch von Holz und Holzprodukten. Diese können dazu führen, dass eine Gebrauchsklasse zugewiesen wird, die von den Festlegungen in dieser Norm abweicht (siehe Anhang B).
^b Ein Schutz gegen alle aufgeführten Organismen ist nicht unbedingt erforderlich, da diese nicht unter allen Gebrauchsbedingungen an allen geographischen Standorten vorkommen oder wirtschaftlich von Bedeutung sind oder diese nicht in der Lage sind, bestimmte Holzprodukte aufgrund des spezifischen Zustands des Produkts zu befallen.
^c Siehe Anhang C.
^d Der oberhalb des Wasserspiegels befindliche Bereich von bestimmten Holzbauteilen kann allen genannten Organismen ausgesetzt sein.

Tab. 2.1 Zusammenfassung der Gebrauchsklassen und der entsprechenden Schadorganismen für Holz und Holzprodukte gem. ÖNORM EN 335 [71]

Hierbei ist ersichtlich, dass eine zunehmende Feuchtebeanspruchung günstigere Bedingungen für holzerstörende Organismen darstellt. Durch Feuchtebeanspruchung infolge diverser Schäden z.B. an versorgungstechnischen Installationen kann auch im Innenbereich von Gebäuden eine Ansiedelung von holzerstörenden und holzverfärbenden Pilzen erfolgen.

2. 1. 1 Pilze

vgl. [116]; [33]; [34]

Pilze bilden neben den Tieren und Pflanzen eine eigene biologische Klassifikation. Die Vermehrung und Verbreitung der ein- oder mehrzelligen Pilze erfolgt je nach Art geschlechtlich und/oder ungeschlechtlich durch Sporen oder vegetativ. Die mehrzelligen Pilze bilden in organischem Substrat (z.B. Holz) ein Geflecht aus unzähligen mikroskopisch kleinen Fäden (Myzel). Die Fruchtkörper, als auffälligstes Erkennungsmaterial, sind nur ein kleiner Teil des Pilzorganismus und dienen vorwiegend der Vermehrung.

Holzerstörende Pilze in Gebäuden werden als Hausfäulepilze bezeichnet, Gebäudepilze beinhalten zusätzlich die holzverfärbenden Pilze. Da sich in der üblichen Raum- bzw. Außenluft eine Vielzahl an unterschiedlichen Pilzsporen befinden, kann ein Befall nur durch Sicherstellen von, für Pilze ungünstigen, Lebensbedingungen vermieden werden. Neben der Temperatur ist die Holzfeuchte die wichtigste Einflussgröße hinsichtlich der Wuchsgeschwindigkeit bzw. der Fähigkeit zur Besiedelung von Holz. Trockenes oder sehr nasses Holz wird im Normalfall nicht durch Pilze geschädigt.

Eine nennenswerte Schädigung der Holzsubstanz findet bei allen Holzpilzen erst über dem Fasersättigungsbereich (ca. > 30 % rel. Holzfeuchte) statt. Ein Bewachsen des Holzes ist jedoch auch bei geringeren Holzfeuchten (ab ca. 20 %) möglich. In Innenräumen sind dadurch nur Bauteile gefährdet, welche einer erhöhten Feuchtebeanspruchung aufgrund diverser Baumängel oder Schäden unterliegen. In Abb. 2.1 ist z.B. ein Befall einer Holzdecke mit einem Hausschwamm zu erkennen. Die Ursache für den erhöhten Feuchtegehalt der Holzstruktur war in einem undichten (Balkon-) Türanschluss zu finden.



Abb. 2.1 Befall einer Wohnungstrennendecke mit einem Hausschwamm infolge geringer aber beständiger Feuchteeinwirkung, [115]

Es gibt eine Vielzahl von Hausfäule- bzw. Gebäudepilzen, welche je nach Art, eine unterschiedliche Gefährdung für die Bausubstanz darstellen. Zur Feststellung einer geeigneten Sanierungsmethode befallener Gebäudebereiche, muss die Identität des Pilzes durch eine Fachkraft festgestellt werden. Eine erste grobe Einteilung kann nach dem verursachtem Schadbild erfolgen (siehe Abb. 2.2).

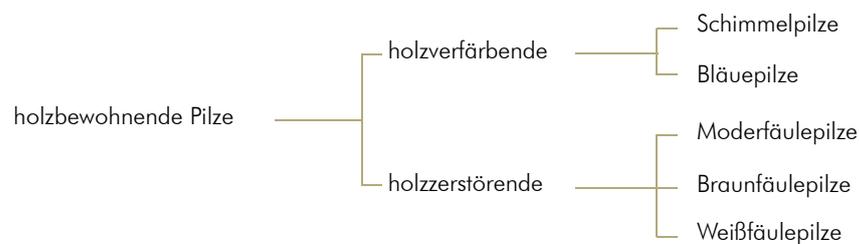


Abb. 2.2 Einteilung holzbewohnender Pilze nach ihrem Schadbild, [33] (Abb. überarbeitet)

Häufig sind in (schadhaften) Gebäuden holzverfärbende Schimmelpilze, sowie holzerstörende Braunfäulepilze wie z.B. „echter Hausschwamm“, „brauner Kellerschwamm“, etc. anzutreffen.

2. 1. 2 tierische Holzschädlinge

vgl. [34]

Holzerstörende Insekten nutzen die Holzstruktur in gewissen Lebensstadien als Nahrungsquelle sowie Nist- und Brutplatz. Käfer stellen dabei die wichtigste Gruppe unter den holzerstörenden Insekten dar. Grundsätzlich ist zu unterscheiden in Trockenholzschildlinge, Frischholzschildlinge und Feuchtholzschildlinge, wobei für die Gefährdung der Holzsubstanz von bestehenden Gebäuden vorrangig Trockenholzschildlinge von Bedeutung sind. Feuchtholzschildlinge können nachträglich befeuchtetes Holz befallen, welches oftmals bereits von Pilzbefall betroffen ist. Im Vergleich zu Pilzen richten die holzerstörenden Insekten prinzipiell geringe Schäden an. Wichtigste Vertreter der holzerstörenden Insekten sind (Abb. 2.3):

- Hausbockkäfer (*Hylotrupes bajulus*)
- gemeiner Nagekäfer (*Anobium punctatum*)
(wird umgangssprachlich als „Holzwurm“ bezeichnet)
- Splintholzkäfer (*Lyctus brunneus*)

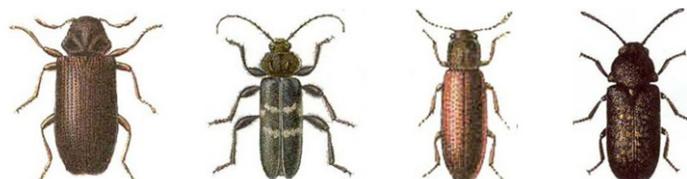


Abb. 2.3 häufig anzutreffende holzerstörende Insekten (in unterschiedlichem Maßstab), von links: gemeiner Nagekäfer, Hausbock, Brauner Splintholzkäfer, Totenuhr [117]

2.2 natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz

Holzbauteile im Innenbereich von Gebäude sind in die Gebrauchsklasse 1 nach EN 335 [71] einzuordnen. In dieser ist eine Gefährdung durch Pilze nicht gegeben, ein Gefährdungsrisiko durch Käfer und Termiten ist je nach geografischer Lage jedoch grundsätzlich möglich. Werden Holzarten verwendet, welche eine für die Gefährdungsklasse ausreichende Dauerhaftigkeit gem. ÖNORM EN 350-2 [72] aufweisen, so sind keine weiteren Holz-Schutzbehandlungen erforderlich.

Aus Tab. 2.2 ist zu entnehmen, dass z.B. die Holzarten Fichte und Lärche (nur Splint) gem. ÖNORM EN 350-2 keinen ausreichenden natürlichen Schutz gegen Insekten, mit welchen in Gefährdungsklasse 1 zu rechnen ist, besitzen. Es wird jedoch in dieser Norm ebenfalls darauf hingewiesen, dass „anfällig“ nicht unbedingt bedeutet, dass alle Gegenstände aus der fraglichen Holzart einem Risiko unterliegen. Das Risiko eines Befalls kann sich zum Beispiel durch Alterung des Holzes und den tatsächlichen Feuchtegehalt des Holzes vermindern.

Nr	Wissenschaftlicher Name	Handelsname	Herkunft	Dichte/Bereich der Mittelwerte bei $u = 12\%$ kg/m^3	Natürliche Dauerhaftigkeit				Tränkbarkeit		Splint-holz-breite	Bemerkungen
					Pilze	Hausbock-käfer	Anobium	Termiten	Kern-holz	Splint-holz		
2.6	<i>Larix decidua</i> Mill. <i>L. kaempferi</i> (Lamb.) Sarg. [= <i>L. leptolepis</i> (Sieb. & Zucc.) Gord.], <i>L. x eurolepis</i> A. Henr. <i>L. occidentalis</i> Nutt.	E: Larch F: Mélèze D: Lärche	Europa Japan	470–600–650	3 bis 4	S	S	S	4	2v	s	
2.7	<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	E: Norway Spruce F: Epicéa D: Fichte	Europa	440–460–470	4	SH	SH	S	3 bis 4	3v	x	

S... Splint anfällig SH... auch Kernholz als anfällig bekannt D... dauerhaft
 1... sehr dauerhaft 2... dauerhaft 3... mäßig dauerhaft 4... wenig dauerhaft 5... nicht dauerhaft

Tab. 2.2 Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz, Auszug aus ÖNORM EN 350-2 [72]

In Österreich ist im Allgemeinen für Holz in beheizten Innenräumen von keiner Gefährdung durch Pilze oder Insekten bei Einsatz von heimischen Nadelhölzern auszugehen. Die relative Holz-Ausgleichsfeuchte liegt in Gebäuden üblicherweise weit unter 20%, wodurch diese Holzprodukte für die gängigsten heimischen Insekten als uninteressant gelten. Ein gegebenenfalls einzelner Befall z.B. des Splintholzes eines einzelnen Balkens, stellt für gewöhnlich keine Gefährdung für die Tragsicherheit dar und ist nicht als problematisch zu betrachten. Ein großflächig angebrachter Holzschutz würde nicht im Verhältnis zum Nutzen stehen.

2.3 Maßnahmen zum Schutz des Holzes

vgl. [33]

Für die Sicherstellung bzw. Erhöhung der Dauerhaftigkeit von Holzbauteilen können verschiedene Maßnahmen durchgeführt werden. Die folgende Aufzählung soll einen Überblick zu möglichen Holzschutzmaßnahmen liefern. Üblicherweise ist jedoch in Österreich, für Holzbauteile im Innenbereich von Gebäuden, neben dem organisatorischen und baulichen Holzschutz kein zusätzlicher Holzschutz erforderlich.

- organisatorischer Holzschutz
bereits vor der endgültigen Nutzung können durch z.B. richtigen Fällzeitpunkt und richtige Lagerung auf der Baustelle Qualitätsverluste vermieden werden.
- baulicher Holzschutz
Dieser kann in den konzeptionellen und konstruktiven Holzschutz unterschieden werden. Beim konzeptionellen Holzschutz ist die Art (Holzart, Holzwerkstoffe) von eingesetzten Holzprodukten, sowie deren Anwendung, gezielt auf die Anwendungsbestimmungen abzustimmen. Das Ziel des konstruktiven Holzschutzes besteht darin, die Beanspruchung durch geeignete Konstruktionen zu vermindern.
- physikalischer Holzschutz
Mittels Oberflächenbeschichtungen und Hydrophobierungen kann die Aufnahme und evtl. Abgabe von Feuchtigkeit verzögert werden.
- Holzmodifikation
Durch verschiedene Verfahren der Holzmodifizierung (Acetylierung, Hitzebehandlung, etc.) wird eine Veränderung der Holzsubstanz bewirkt, welche zu einer Erhöhung der Dauerhaftigkeit des Holzes führt.
- biologischer Holzschutz
Hierbei werden Holzschädlinge mittels biologischen Feinden (Antagonisten) bzw. deren Abwehrstoffen bekämpft.
- chemischer Holzschutz
Der chemische Holzschutz wird durch Verwendung von Bioziden erreicht. Hierzu stehen verschiedene Imprägnierverfahren zur Verfügung.

3 Ursachen von Feuchtebeanspruchungen im Gebäude

In versorgungstechnischen Anlagen bzw. Installationen kann die Ursache von Feuchteschäden in mehreren voneinander unabhängigen Bereichen liegen:

- mangelhafte Abdichtung von wasserbeanspruchten Flächen
- mangelhafte Abdichtung von Fugen und Anschlüssen
- mangelhafte Ausführung von Rohrdurchführungen
- defekte oder mangelhafte Sanitär- und Heizungstechnik
- defekte Haushaltsgeräte

Schäden in den haustechnischen Anlagen, bei denen eine große Menge an Wasser anfällt, werden in der Regel schnell entdeckt. Größere Schäden an der Bausubstanz werden durch die kurze Einwirkungsdauer meist vermieden. Ein erhebliches Schadenspotenzial stellen häufig kleinere, kontinuierlich einwirkende Wassermengen dar. Die Wasser- bzw. Feuchtigkeitsbeanspruchung führt hierbei zu einer langandauernden, lokal stark erhöhten Holzfeuchte, welche sich nicht bzw. verzögert an den Raumbooberflächen abzeichnet und dadurch oftmals sehr spät entdeckt wird. Diese Voraussetzungen stellen eine ideale Basis für holzerstörende Organismen wie Pilze und Insekten dar.

3.1 mangelhafte Abdichtung wasserbeanspruchter Flächen

Wasserbeanspruchte Flächen befinden sich in Wohngebäuden üblicherweise in Bad, WC, Küche und eventueller Waschküche. Flächen bzw. Bodenbeläge aus Stein und Keramik sind dabei grundsätzlich nicht als „dicht“ zu betrachten. Wasser kann über feine Fugenrisse oder poröses Fugenmaterial, vorwiegend über kapillares Saugen, unter die Oberfläche gelangen.

Aufgrund des hohen Wasserdampfdiffusionswiderstandes der Stein- oder Keramikplatten, und dem flächenmäßig geringen Fugenanteil, wird ein rasches Austrocknen verhindert. Dies kann zu einer vermehrten Ansammlung von Wasser über einen längeren Zeitraum führen, welches an feuchtesensiblen Untergründen zu Schäden führen kann.

Eine weitere undichte Stelle können Durchdringungen für z. B. den Anschluss von Armaturen darstellen.

3. 2 mangelhafte Abdichtung von Fugen und Anschlüssen

Die meisten Anschlüsse von Bauteilen und diversen Objekten erfordern eine elastische Fugenausführung um Bewegungen, welche durch die übliche Nutzung oder Schwinden und Quellen des Holzes auftreten, aufnehmen zu können. Besonders im Anschlussbereich Fußboden/Wand sind elastische Fugen auch zur Vermeidung der Übertragung von Trittschall erforderlich. Solche elastische Fugen sind im Allgemeinen als Verschleißfuge und nicht als Abdichtung zu betrachten. Aufgrund der hohen mechanischen sowie chemischen Beanspruchung (Reinigung), kann die Fugenmasse bereits nach kurzer Zeit Risse bekommen durch die Wasser in den Bauteil gelangen kann.

Aufgrund der erhöhten Spritzwasserbeanspruchung sind überwiegend folgende Anschlüsse gefährdet:

- Badewanne / Wand
- Duschtasse / Wand
- Küchenzeile / Wand
- Wand / Fußboden in spritzwassergefährdeten Bereichen

3. 3 mangelhafte Ausführung von Rohrdurchführungen

Besondere Aufmerksamkeit ist auf eine geeignete Ausführung von Bodenabflüssen zu legen, welche hauptsächlich in Hauswirtschaftsräumen oder aber auch in bodengleichen und somit behindertengerechten Duschen zum Einsatz kommen. Der Abfluss befindet sich hierbei in der Fußbodenkonstruktion, undichte Stellen bleiben hier oftmals sehr lange unentdeckt und können erhebliche Schäden zur Folge haben.

Eine weitere Schadensursache stellen undichte Wanddurchführungen von Rohren bzw. Installationsleitungen dar. Über diese kann Wasser in den Wandaufbau gelangen und zu lokalen Schäden führen. Da sich die Feuchtigkeitsansammlung in der Konstruktion befindet, handelt es sich hier wiederum um versteckte Schäden, welche meist erst bei großem Schadensausmaß sichtbar werden. Im Besonderen im Spritzwasserbereich oder in Kombination mit defekten Sanitär- oder Heizungsobjekten, bzw. undichten Rohranschlüssen an diese, können erhebliche Wassermengen anfallen.

3. 4 defekte oder mangelhafte Sanitär- und Heizungstechnik

Eine große Schadenshäufigkeit und auch meist große Schadensauswirkungen stellen defekte oder mangelhaft ausgeführte technische Installationen für Wasserversorgung und

Abwasserentsorgung dar. Vor allem Installationen, welche versteckt in Bauteilen verlaufen sind problematisch. Schäden bleiben hier meist lange Zeit unentdeckt und werden erst bei großem Schadensausmaß sichtbar.

Mögliche Feuchtigkeitsquellen können hierbei sein:

- defekte oder mangelhafte Rohrverbindungen
- unzureichende Fixierung der Abwasserrohre
- Schäden an Installationen aufgrund von Bohrungen, Nägel, Klammern etc.
- Schäden an Installationen aufgrund von übermäßigen Verformungen des Untergrundes
- Rohrbruch infolge Korrosion oder anderen Ursachen
- Frostschäden
- Verstopfungen

Ebenfalls können Defekte oder mangelhafte Sanitär- und Heizungsobjekte eine Gefahr von Wasseranfall darstellen.

Mögliche Schadensszenarien können zum Beispiel sein:

- undichte Anschlüsse von wasserführenden Rohren an die Objekte
- defekte Ventile von Radiatoren / Konvektoren
- defekte Armaturen

3. 5 defekte Haushaltsgeräte

Defekte Haushaltsgeräte (Waschmaschine, Geschirrspüler, etc.) stellen eine weitere Schadensursache dar. Primär ältere Geräte bergen ein erhöhtes Risiko.

Ursachen für den Wasseraustritt von Geräten können zum Beispiel sein:

- undichte Zu- und Ablaufschläuche, sowie Schläuche im Gerät
- brüchige Dichtungen
- defekte Ventile, Druckwächter, etc.

4 Sanierung von Feuchteschäden an BSP-Elementen

In folgendem Abschnitt werden mögliche Strategien aufgezeigt, welche zur Sanierung von schadhaften BSP-Elementen herangezogen werden können. Ebenfalls wird die Problematik einer Sanierung dargestellt.

Grundsätzlich muss vorher die Ursache der Feuchtebeanspruchung erkannt und behoben werden. Das Ausmaß der anschließenden Sanierung ist überwiegend, neben dem Maß der räumlichen Ausdehnung, stark von der Beanspruchungsdauer abhängig.

Bei kurzen Einwirkungsauern reicht im Allgemeinen eine Trocknung der feuchten Konstruktionen bzw. Bauteile mittels verschiedener technischer Verfahren. Gegebenenfalls ist hierzu ein Freilegen der Konstruktion erforderlich, um ein rasches Austrocknen des gesamten Bauteilaufbaus zu ermöglichen. Ebenfalls sind Schäden an Baustoffen zu beheben, welche z. B. durch Quellen von Baumaterialien (Abplatzungen, Risse, etc.) entstanden sind.

Feuchteinwirkungen von längerer Dauer können hingegen zu einem Befall diverser Baustoffe mit verschiedenen Mikroorganismen oder Insekten führen. Diese können rein optisch, Substanz zerstörend und/oder auch gesundheitsgefährdend sein. Eine fachkundige Beurteilung ist in jedem Fall notwendig.

Länger andauernde Feuchteinwirkungen können daher größere Maßnahmen bis zum Entfernen der befallenen Baustoffe erfordern. Feuchteschäden an den großflächigen Brettsperrholzelementen führen dadurch zu einem oftmals erheblichen technischen und finanziellen Aufwand.

Betrachtet man z. B. einen, in der üblichen Ausführung hergestellten, Wand-Decken-Knoten (Abb. 4.1), so ist klar ersichtlich dass eine Sanierung eines zerstörten Deckenelementes eine große Herausforderung darstellt.

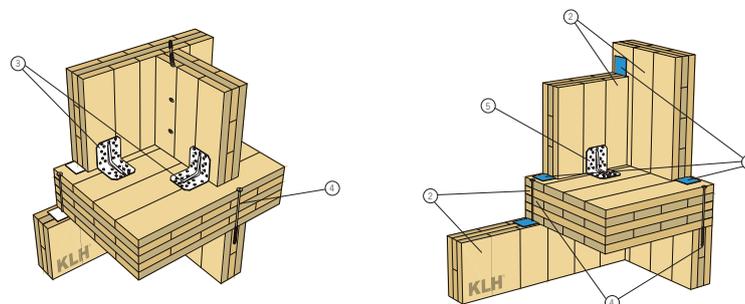


Abb. 4.1 Übliche Ausbildung von Wand-Decken-Knoten, [19]

Neben der Entfernung und der Wiederherstellung der zerstörten Struktur, muss ebenfalls die vorgesehene statische Funktion sichergestellt werden. Besonders Schäden an statisch

hochbeanspruchten Decken- oder Wandelementen erfordern somit eine umfangreiche Planung der Sanierungsmaßnahme.

Je nach Schadensausmaß können grundsätzlich verschiedene Sanierungsmöglichkeiten eines zerstörten BSP-Elementes in Betracht gezogen werden. Die Maßnahmen müssen natürlich allen Anforderungen (wie z. B. Tragfähigkeit, Brand, etc.) an den Bauteil entsprechen.

4.1 Sanierung des gesamten BSP-Elementes

Ein Austausch des gesamten Elementes ist für gewöhnlich nur schwer bzw. nicht zu realisieren. Eine z.B. vielfach verschraubte und zwischen den Wänden eingeklemmte Deckenplatte muss in mehrere Einzelteile zerschnitten oder zerlegt werden. Im Wand/Decken-Knoten ist die Entfernung aufgrund der Einklemmung, sowie der vielfachen Verschraubungen nur schwer zu bewerkstelligen. Die Lastweiterleitung der Wände muss dabei weiterhin sichergestellt werden.

Der Einbau eines Plattenelementes in den üblichen Wohnbaudimensionen stellt sich weiters als nahezu unmöglich dar, da kein ausreichender Manipulationsraum zur Montage zur Verfügung steht. Zur Sanierung ist eine abschnittsweise Substitution des gesamten BSP-Elementes durch kleinformatigere Elemente, oder gänzlich anderer Konstruktionen bzw. Baustoffe erforderlich.

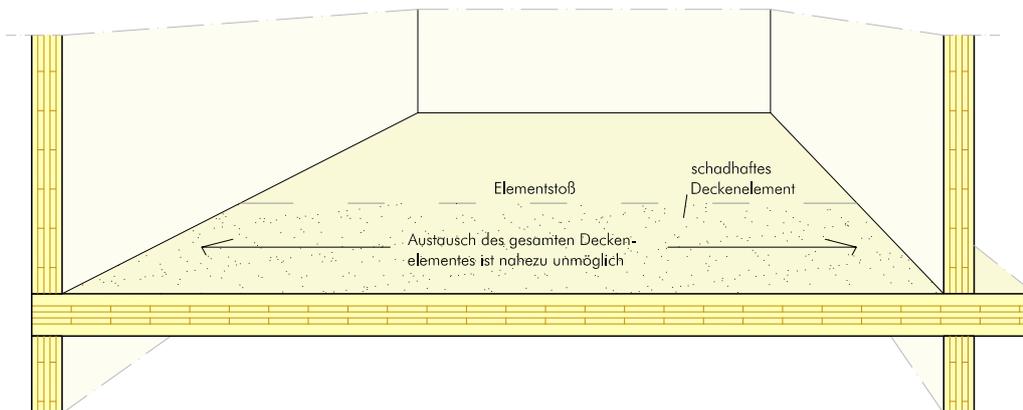


Abb. 4.2 Sanierung eines gesamten BSP-Deckenelementes

4.2 Sanierung von Teilen des BSP-Elementes

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, nur die befallenen Bereiche des BSP-Elementes zu entfernen und durch manipulationsfähige Plattenelemente oder Stabkonstruktionen zu ersetzen.

In hoch beanspruchten Bereichen ist dies allerdings nur bedingt möglich, da die Verbindungen zwischen dem Bestandelement und dem neu einzusetzenden Element allen auftretenden Schnittgrößen standhalten müssen. Um die Verbindungszonen in statisch niedriger beanspruchte Bereiche zu verlegen, ist hier ein großflächigerer Elementaustausch anzudenken.

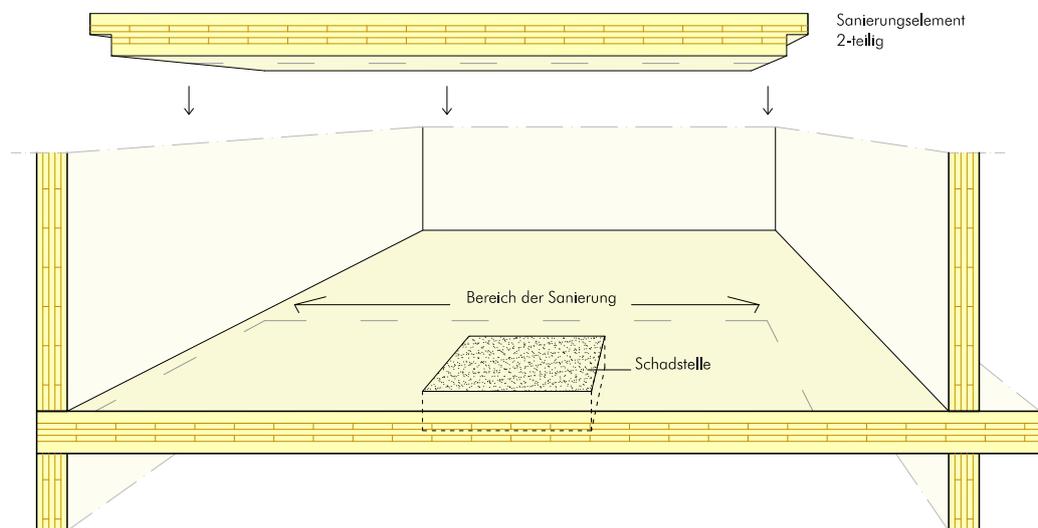


Abb. 4.3 Sanierung von Teilen eines BSP-Deckenelementes

4.3 Sanierung von BSP-Elementen in lokalen Bereichen

Bei kleineren lokalen Schäden in statisch gering beanspruchten Bereichen ist es in vielen Fällen möglich, die betroffene Stelle aus dem Element herauszuschneiden bzw. zu fräsen und diesen Bereich durch Einpassen eines kleinformatigen BSP-Elementes, oder auch mittels anderer geeigneter Baustoffe aufzufüllen.

Die Tragsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit kann dabei oftmals durch das restliche Plattenelement sichergestellt werden.

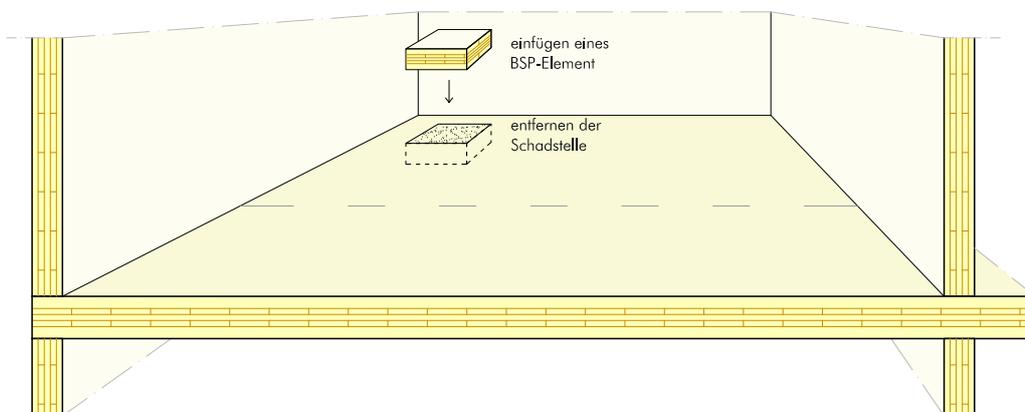


Abb. 4.4 lokale Sanierung eines BSP-Deckenelementes

4. 4 Sanierung der Decklage eines BSP-Elementes

Ist in einem gewissen Bereich die Decklage von der Zerstörung betroffen, so ist ein alleiniger Austausch dieser in Betracht zu ziehen. Im Falle einer betroffenen Wohnungstrenndecke kann dadurch die unten liegende Wohnung nahezu ohne Einschränkungen genutzt werden.

Im ersten Schritt wird im zerstörten Bereich die Decklage abgetragen (hobeln, fräsen) und anschließend Holzlamellen oder Holzwerkstoffplatten (z. B. Furniersperrholz) aufgeklebt. Der nötige Pressdruck kann durch zusätzliches Verschrauben erreicht werden. Vor allem in zugbeanspruchten Bereichen stellt ein lokaler Austausch, aufgrund der Unterbrechung der Zugzone jedoch eine Schwierigkeit dar.

Bei genügend Platz (z.B. in Ebene der Schüttung) können zur Verstärkung außenliegende Laschen aufgeklebt/verschraubt werden. Dadurch ist es auch möglich zugbeanspruchte Bauteile zu Sanieren.

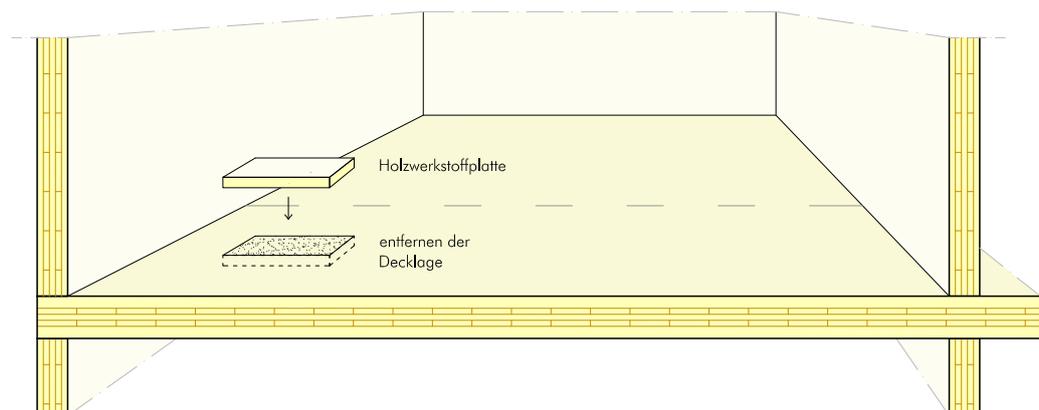


Abb. 4.5 Sanierung der Decklage eines BSP-Deckenelementes

5 Querschnittsschwächungen infolge von Schlitten und Aussparungen

Im Holz-Massivbau in BSP werden im Allgemeinen Installationssysteme herangezogen, welche auch in der Stahlbeton- oder Ziegel-Massivbauweise Anwendung finden. Die Unterschiede stellen sich hauptsächlich in der Leitungsführung dar. Hierzu stehen grundsätzlich folgende Möglichkeiten für alle Bauweisen zur Verfügung:

- im Bauteil
- bündig mit der Bauteiloberfläche (eingefräst, eingestemmt, etc.)
- auf der Bauteiloberfläche, sichtbar oder hinter Vorsatzschale

Zu beachten ist hierbei, dass Fräsungen und Bohrungen die statische Tragfähigkeit schwächen können. Üblicherweise erfolgt bei Holz-Massivbauten eine frühzeitige Planung der Leitungsführung, womit alle Fräsungen, Bohrungen und Ausschnitte im Zuge des Abbundes der Elemente im Werk fachgerecht durchgeführt werden können.

Jedoch sind oftmals nachträgliche Adaptionen notwendig. Speziell bei Fräsungen ist die Kenntnis der statischen Funktionsweise von Brettsperrholz von besonderer Bedeutung.

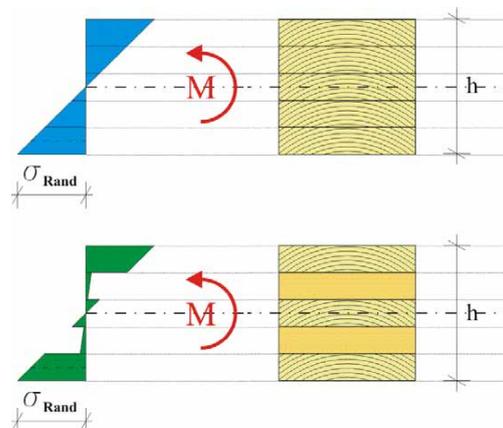


Abb. 5.1 Biegespannungsverlauf in Brettsperrholz (unten) im Vergleich zu Brett-schichtholz (oben), [32]

Betrachtet man z. B. den Biegespannungsverlauf eines BSP-Deckenelementes im Vergleich zu einem Vollholz- bzw. Brett-schichtholzelement (siehe Abb. 5.1), so ist der Unterschied klar erkennbar. Die infolge Biegung entstehenden Druck- und Zugspannungen in einem BSP-Element, können hauptsächlich nur von den Längslagen aufgenommen werden. Die Ursache hierfür ist die unterschiedliche Steifigkeit (E-Modul) und Festigkeit von Holz, infolge einer Kraft in oder quer zur Faserrichtung.

Aus diesem Grunde darf keinesfalls, ohne vorhergehende statische Abklärung, eine Fräsung quer zur Faserrichtung vorgenommen werden. Dies würde zu einem drastischen Verlust der Biegetragfähigkeit führen. Eine Schwächung der untersten Lage in Abb. 5.1

würde den statisch wirksamen Querschnitt von einem 5-schichtigen auf einen 3-schichtigen Querschnitt reduzieren. Der statische Restquerschnitt eines Brettschichtholzquerschnittes wird dagegen „nur“ entsprechend der Frästiefe reduziert.

Nicht nur in Decken, sondern auch in Wänden darf ohne statische Abklärung keine größere Bohrung oder Fräsung durchgeführt werden. Wände werden oftmals in Form 3-schichtiger Brettsperrholzelemente ausgeführt. Im Bereich von Fräsungen wird dadurch der tragfähige Querschnitt auf eine Schicht reduziert.

E Strategien zur Gewährleistung eines dauerhaften Holzbaus

Die Dauerhaftigkeit von Holzbauten wird durch ein Zusammenspiel vieler Faktoren bestimmt. Als selbstverständlich ist die Sicherstellung der Stand- und Tragsicherheit, mittels statisch-konstruktiver Planung entsprechend dem aktuellen Stand der Technik, zu betrachten.

Einen sehr wichtigen Faktor für eine hohe Dauerhaftigkeit von Holzbauten stellt die Vermeidung der Ansiedelung von holzerstörenden Organismen dar. Hierzu ist es bei üblichem Innenraumklima im Allgemeinen ausreichend, eine Feuchtebeanspruchung von Holzbauteilen zu verhindern und durch geeignete Konstruktionen einen dauerhaften Feuchteschutz zu erreichen. Ein chemischer Holzschutz ist dadurch nicht notwendig. Der „Feuchteschutz im Holzbau“ umfasst, angesichts der Anzahl an unterschiedlichen Beanspruchungsarten, wiederum eine Vielzahl von technischen und bauphysikalischen Maßnahmen, um eine hohe Dauerhaftigkeit zu gewährleisten.

Die Beanspruchung der Außenbauteile durch Regen oder Kondensat im Bauteil wurde in den letzten Jahrzehnten ausreichend erforscht. Mit Hilfe moderner Wasserdampf-Diffusionsberechnungen, sowie durch „richtiges“ Konstruieren entsprechend dem derzeitigen Stand der Technik, werden Außenbauteile mit hoher Dauerhaftigkeit realisiert.

Eine weitere Feuchtebeanspruchung können mangelhaft ausgeführte oder defekte versorgungstechnische Installationen im Inneren des Gebäudes darstellen.

Dieses Kapitel soll Lösungsansätze für mögliche Problempunkte der Haustechnikinstallation aufzeigen, welche bereits in den vorhergehenden Kapiteln erörtert wurden.

1 Entwurfsgrundsätze für Wohnbauten in Holzbauweise

Ein wesentlicher Beitrag zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit von Wohnbauten in Holz-Bauweise, ist mit Einhaltung gewisser Entwurfsgrundsätze zu erreichen. Hierdurch werden bereits in der Entwurfsphase mögliche Problempunkte, und damit aufwendige technische Maßnahmen, verbunden mit hohen Herstellungskosten, vermieden.

Ein wichtiger Punkt ist, eine grundsätzliche Strategie zur „sicheren“ Verteilung, bereits im Entwurfsstadium festzulegen. Ziel dieser ist, einen Wasserkontakt mit dem Holz zu vermeiden, oder diesen frühzeitig zu erkennen bevor dauerhafte Schäden am Holz entstehen. Hierzu können vor allem folgende Punkte herangezogen werden:

- ein Schaden bzw. ein Wasseraustritt ist an ersichtlichen Punkten ohne spezifische Kontrolle **unmittelbar** (optisch) zu erkennen
- ein Schaden bzw. ein Wasseraustritt ist durch **regelmäßige** optische **Kontrollen** der Installationsbereiche über Revisionsöffnungen feststellbar
- ein Schaden bzw. ein Wasseraustritt ist durch stetige Kontrollen mittels geeigneter **Sensoren** und Alarmgebern erkennbar

Mit Hilfe der nachfolgend angeführten Entwurfsgrundsätze können anschließend die Strategien ausgearbeitet und an den Gebäudeentwurf angewendet werden.

- die **Leitungswege** wasserführender Installationen sind möglichst kurz zu planen

Die horizontalen Anbindeleitungen der Installationen vom vertikalen Schacht zu den einzelnen Bedarfsstellen sind z.B. durch optimierte Raumkonzepte zu minimieren. Hierbei spielt einerseits die Anordnung der vertikalen Installationsschächte, als auch die Lage der Bedarfselemente eine wichtige Rolle.

- zentrale Anordnung **vertikaler Schächte**

Die vertikalen Schächte in einer Wohneinheit sollten möglichst zentral im Bereich der Bedarfsstellen angeordnet sein. Um lange horizontale Leitungswege zu vermeiden sind gegebenenfalls mehrere vertikale Schächte jeweils „zentral“ bei den Bedarfsstellen anzuordnen. Die Schächte sind über die Gebäudehöhe vertikal, ohne horizontalen Verzug zu führen. Es empfiehlt sich daher, die Sanitärräume in den einzelnen Geschossen übereinander anzuordnen.

- Planung von **Revisionsöffnungen**

In vertikalen Installationsschächten, sowie Vorsatzschalen, Installationswänden, Installationskanälen, etc. sind Revisionsöffnungen einzuplanen. Es ist darauf zu achten, dass diese in spritzwasserfreien Bereichen angeordnet werden.

Es soll jederzeit möglich sein, ohne Eingriffe in die Bausubstanz, alle wasserführenden Installationen zu überprüfen. Dies kann durch eine direkte optische Kontrolle der Leitungen erfolgen, oder es sind Bereiche auszubilden, an denen sich ein eventueller Wasseraustritt bemerkbar machen kann (z.B. kontrollierbare und abgedichtete Sammelstellen). Vor allem ist die konventionelle Leitungsführung in der Ebene der Schüttung und der Einsatz von konventionellen Fußbodenheizungen zu vermeiden.

- Abwasserrohre sind in **kontrollierbaren** Wänden zu führen

Abwasserrohre in Fußbodenkonstruktionen können durch geeignete Anordnung der Sanitärelemente an Installationsschächten bzw. Installationswänden vermieden werden. Für Duschen empfiehlt sich die Ausführung eines Wandablaufs in eine kontrollierbare Installationswand. Toiletten sind infolge ihres vergleichsweise großen Durchmesser des Abflussrohres (ca. 110 mm), möglichst am vertikalen Schacht anzubringen

Badewannen sind mit Hilfe von Wandankern und Wannenleisten an den Umfassungswänden zu befestigen, um größere Bewegungen bzw. eine Rissbildung zu vermeiden. Grundsätzlich ist aus schalltechnischen Gründen eine Aufstellung auf dem Estrich zu empfehlen. Im Bereich der Aufstellung ist eine geeignete Abdichtung und Kontrollmöglichkeit herzustellen.

- Verwendung hochwertiger, **vorgefertigter** Sanitärinstallationen

Durch die Verwendung bereits im Werk vorgefertigter und geprüfter Installationssysteme können mögliche Ausführungsschäden verhindert werden.

- **gemeinsame Nutzung** von Installationswänden und Vorsatzschalen

Von Vorteil ist es, die Sanitärelemente an einer gemeinsamen Installationswand anzuordnen. Somit können die Bereiche in denen wasserführende Installationen anzutreffen sind, verringert werden. Als Beispiel ist die gegenüberliegende Anordnung von Küche und Bad an einer gemeinsamen Installationswand zu nennen.

- Nutzung von Bauteilen in **mineralischer Bauweise** für Installationszwecke

Befinden sich im Gebäude Bauteile in mineralischer Bauweise, so empfiehlt sich gewisse Installationen, angesichts deren geringeren Feuchtesensibilität, an diesen zu führen. Im Besonderen bieten sich hierzu die Stiegenhauswände an, welche oftmals in STB-Massivbauweise ausgeführt werden.

2 Regelmäßige Überprüfung und Wartung von Installationen

Regelmäßige Überprüfungs- und Wartungsmaßnahmen haben sich gegenwärtig im Wohnbau noch nicht etabliert, obwohl diese eine einfache und effiziente Möglichkeit zur Schadensbegrenzung darstellen.

Ein anzustrebendes Ziel ist es, vergleichbar mit der Überprüfung eines Fahrzeugs, eine periodische Inspektion gewisser neuralgischer Punkte im Gebäude durchzuführen. Die zu überprüfenden Positionen können in einem Serviceplan für das gesamte Gebäude oder die einzelnen Wohnungen festgehalten werden.

Ein günstiger Nebeneffekt mit der Einführung eines Serviceplans, ist eine Sensibilisierung der Bewohner auf die speziellen Gegebenheiten des Gebäudes. Die Inspektionen gemäß einem Serviceplan können je nach Umfang und technischer Herausforderung, vom Bewohner selbst oder von einem qualifiziertem Fachunternehmen durchgeführt werden.

Ebenfalls ist es von Vorteil, in den Serviceplan eine Darstellung der Lage der einzelnen Installationsleitungen (z. B. Fotos) einzufügen. Bei nachträglichen Einbauten kann dadurch das Risiko einer Beschädigung durch Anbohren etc. minimiert werden.

2.1 Überprüfungen während der Bauphase

Bereits während der Bauphase ist die Funktionstüchtigkeit der Haustechnikanlagen sicherzustellen. Vielfach ist die Durchführung gewisser Überprüfungen bereits normativ geregelt.

Grundsätzlich zu empfehlen, sofern möglich, ist die Durchführung einer Belastungs- und Druckprüfung an allen wasserführenden Installationen. Die ÖNORM EN 1264-4 [50] fordert zum Beispiel nach der Installation von Flächenheizsystemen eine Druckprüfung der noch freiliegenden Rohre. Ebenfalls ist für Trinkwasserinstallationen eine Druckprüfung mit Wasser gemäß ÖNORM EN 806-4 [68], bzw. unter bestimmten Umständen auch mit Luft oder Inertgasen gemäß ÖNORM B 2531 [69], durchzuführen. Für Radiatorheizsysteme ist ebenfalls eine Druckprüfung, z.B. nach DIN 18380 [70] zu empfehlen.

Neben der Sicherstellung der einwandfreien Funktion der Installationen, ist auch auf die korrekte Ausführung der Anschluss- und Abdichtungsarbeiten, der Fugenausbildung, etc. zu achten.

Eine sorgfältige Überprüfung der Installationen vor bzw. bei Inbetriebnahme, sowie der technischen Maßnahmen für den Feuchteschutz, ist Grundvoraussetzung für ein nachhaltiges Servicekonzept.

2.2 Überprüfung und Wartung während der Nutzungsdauer

Wie bereits erwähnt, können regelmäßig durchgeführte Überprüfungen und Wartungen gewisser „neuralgischer“ Punkte, einen erheblichen Beitrag zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit eines Holzbaus leisten. Natürlich ist diese Maßnahme, sofern sie nicht vom Bewohner selbst durchgeführt werden kann, mit gewissen Kosten verbunden. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass durch das frühzeitige Erkennen von Schäden, aufwendige Sanierungsarbeiten und die damit verbundenen hohen Kosten vermieden werden.

Bestenfalls wird bereits bei der Planung ein Serviceplan ausgearbeitet. Dieser dient als Leitfaden zur Inspektion und beschreibt Art, Ort, und Umfang der einzelnen Wartungs- bzw. Kontrollpunkte. Während der Planung ist bereits darauf zu achten, eine möglichst einfache und schnelle Kontrollmöglichkeit diverser Installationen oder Konstruktionen zu ermöglichen.

Wichtige Punkte, welche regelmäßig überprüft und gewartet werden sollten, können sein:

- **Haushaltsgeräte**
Überprüfung der Wasserzu- und Abläufe. Feststellung eventueller feuchter Stellen und (trockener) Wasserflecken an oder unter den Geräten. Gefährdete Haushaltsgeräte sind z. B. Waschmaschine, Geschirrspüler, etc.
- **Rohrdurchführungen**
Überprüfung aller Rohrdurchführungen auf fachgerechte Ausführung
- **Fugen und Anschlüsse**
Überprüfung aller elastischen Fugen auf Risse. Gefährdete Bereiche sind besonders Fugen in Bereichen erhöhter Spritzwasserbeanspruchung, wie z. B. der Anschluss Duschtasse-Wand. Ebenfalls zu kontrollieren sind die Fugen im Fußbodenbelag, sowie die Eckausbildungen im Spritzwasserbereich.
- **Sanitär und Heizungstechnik**
Überprüfung der Sanitär- und Heizungstechnikanlagen, sowie aller sichtbaren bzw. zugänglichen Sanitär und Heizungsinstallationen.
- **Installationswände bzw. Installationsräume**
Überprüfung der Installationen über Inspektionsöffnungen in vertikalen Schächten, Installationswänden bzw. Installationsräumen.

- Dichtheitsprüfung

Vor allem das geschlossene Rohrsystem einer Warmwasserpumpenheizung ermöglicht eine einfache Kontrolle der Dichtheit des Systems. Fällt der Druck im Rohrleitungsnetz außerhalb gewisser Normbereiche, bzw. ist Wasser in ungewöhnlich kurzen Abständen nachzufüllen, so ist mit einer Undichtigkeit im System oder defekten Ventilen zu rechnen.

Nicht abgeschlossene Systeme, wie z.B. das Trinkwasser-Rohrleitungsnetz, können mit Hilfe von Druckprüfungen auf ihre Dichtheit überprüft werden. Eine genaue Lokalisierung der Schadstelle ist dabei wiederum nicht möglich.

Speziell in Wohnbauten mit vielen Wohneinheiten kann sich die Lokalisierung der Schadstelle, infolge der großen Ausdehnung der Leitungsnetze, als sehr aufwendig herausstellen.

- nachträgliche Einbauten und diverse Befestigungen

Überprüfung der Befestigungen von nachträglichen Einbauten bzw. Möbelstücken.

3 Kontrolle der Installationen mittels Feuchtemessung

Eine andere Möglichkeit stellt die Kontrolle verbauter Sanitär- und Heizungsinstallationen durch eine kontinuierliche Feuchtemessung der Installationsbereiche dar. Eine Feuchtemessung kann jedoch nicht an jeder Stelle der wasserführenden Installationen eines Gebäudes erfolgen. Deshalb ist diese Maßnahme stets in Kombination mit konstruktiven Feuchteschutzmaßnahmen durchzuführen.

3.1 Arten der Feuchtemessung

Je nach Baustoff, Messbereich und Anforderung an die Messgenauigkeit muss ein geeignetes Verfahren zur Feuchtemessung verwendet werden. Unter anderem stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Darrtrocknung einer Probe und Bestimmung der Gewichts Differenz
- Messung der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit und Rückrechnung auf die Holzfeuchte
- Widerstandsmessung
- dielektrische Feuchtemessung
- CM - Methode (Calciumcarbid-Methode)

Für Leck-Ortungen in Gebäuden wird vielfach eine dielektrische Feuchtemessung durchgeführt (siehe Abb. 3.1 links). Hierbei wird mit Hilfe einer auf den Baustoff aufgesetzten Elektrode, ein elektrisches Feld erzeugt und die stoff- und feuchteabhängige Dielektrizitätskonstante gemessen. Mit Vergleichswerten trockener Stellen, können feuchte Stellen einfach lokalisiert werden. Die Eindringtiefe beträgt je nach Materialart ca. 40 bis 120 mm.

Bei der Widerstandsmessung wird der elektrische Widerstand zwischen zwei, in den Baustoff eingetriebenen, Elektroden gemessen (siehe Abb. 3.1 rechts). Je feuchter der Baustoff ist, umso besser leitet dieser den Strom.

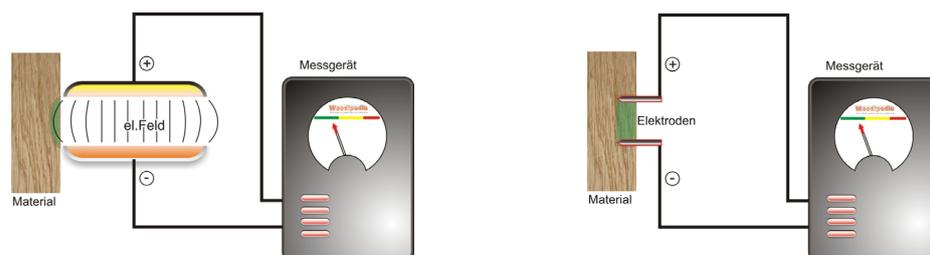


Abb. 3.1 dielektrische Feuchtemessung (li) und Widerstandsmessung (re), [81]

Für die stetige Kontrolle von Bereichen wasserführender Installationen, ist insbesondere die Messung von Temperatur und Luftfeuchte und damit der Rückschluss auf die Holzfeuchte von Bedeutung. Ebenfalls können fest installierte Wassermelder, welche bei direktem Wasserkontakt ansprechen, eingesetzt werden. Diese beruhen ebenfalls auf dem Prinzip der Widerstandsmessung, jedoch befinden sich die Elektroden an der Luft und werden nicht in den Baustoff eingetrieben. Beide Verfahren werden im Folgenden näher dargestellt. Obwohl sie getrennt voneinander vorgestellt werden, kann auch eine Kombination beider Verfahren zum Schutz der Bausubstanz angewendet werden.

Die Verfahren „dielektrische Feuchtemessung“ und „Widerstandsmessung“ eignen sich ebenso zur kontinuierlichen Kontrolle. Im Gegensatz zu den vorher genannten Möglichkeiten messen diese den Feuchtegehalt eines bestimmten Baustoffs am Messpunkt. Zur flächendeckenden Kontrolle von Installationsbereichen ist daher oftmals eine Vielzahl von Messpunkten erforderlich.

3. 2 Wassermelder zum Schutz der Bausubstanz

Eine vereinfachte Form der Widerstandsmessung stellen Wassermelder dar. Die Elektroden befinden sich hierbei an der Luft, ein Wasserkontakt schließt den Stromkreis, wodurch ein Alarmsignal ausgegeben wird. Zur Alarmierung vor einer möglichen Wasserbeanspruchung von Bauteilen können einfache Wassermelder in Räumen und Installationsbereichen installiert werden. Hierzu müssen in den zu kontrollierenden Bereichen Messstellen vorgesehen werden, an denen sich im Falle eines Wasseraustrittes das Wasser ansammeln kann. Weiters sollten die Wassermelder bzw. Sensoren für Wartungszwecke zugänglich sein. Wassermelder können z. B. installiert werden in:

- Installationswänden
- Installationsschächten
- Räumen wie z. B.: Küche, Bad, Hauswirtschaftsraum, etc.
- der Fußbodenkonstruktion (Zugänglichkeit vorausgesetzt)

Nochmals erwähnt sei die Erfordernis baulicher Vorkehrungen, welche eine Wassersammlung bzw. einen Wasserzufluss zu den Wassermeldern ermöglichen.

Es können Einzelgeräte (Abb. 3.2, re.) oder Multifunktionsgeräte (Abb. 3.2, li.) im Gebäude installiert werden. Bei Wasserkontakt des Sensors wird in der Regel ein optisches und akustisches Signal gegeben. Ebenfalls besteht die Möglichkeit, Absperrventile, Signalgeräte, Telefonwahlgeräte oder auch ein BUS-System anzusteuern.

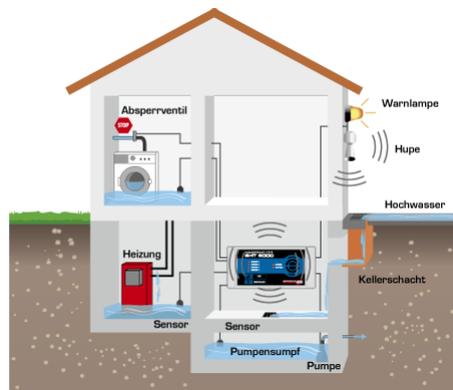


Abb. 3.2 Varianten von Wassermeldern, Multifunktionsgeräte (li.) und Einzelgeräte (re.), [82]

Ein wesentlicher (Problem-) Punkt ist die Erfordernis von direktem Wasserkontakt zur Signalgebung. Besonders in unbelüfteten Installationshohlräumen stellt die Messung der relativen Luftfeuchte und der Raumtemperatur eine geeignete Alternative dar.

3. 2. 1 flächiges Leckortungs- und Monitoringsystem

Durch den Einsatz flächiger Wassermelder könnten z.B. BSP-Deckenelemente großflächig auf eine mögliche Wasserbeanspruchung kontrolliert werden. Im Speziellen würde sich ein Einsatz bei Verwendung einer wasserführenden Fußbodenheizung als Wärmeabgabesystem eignen.

Derzeit sind keine für diesen Einsatzzweck entwickelten Produkte am Markt erhältlich. Es existieren allerdings bereits Leckortungssysteme für Flachdachkonstruktionen, deren Einsatz, gegebenenfalls nach Adaption, auch in Wohnungstrenndecken anzudenken ist.

Das Leckortungssystem „ProtectDach“ der Firma Vedag GmbH besteht z.B. aus einem elektrisch leitenden Edelstahl-Metallgitter, welches direkt unter der Dachabdichtungsbahn verlegt wird (siehe Abb. 3.3). Bei einem minimalen Wasserkontakt mit diesem, wird der Stromkreislauf geschlossen. Mit Hilfe eines Messgerätes kann anschließend die genaue Stelle des Lecks festgestellt werden.

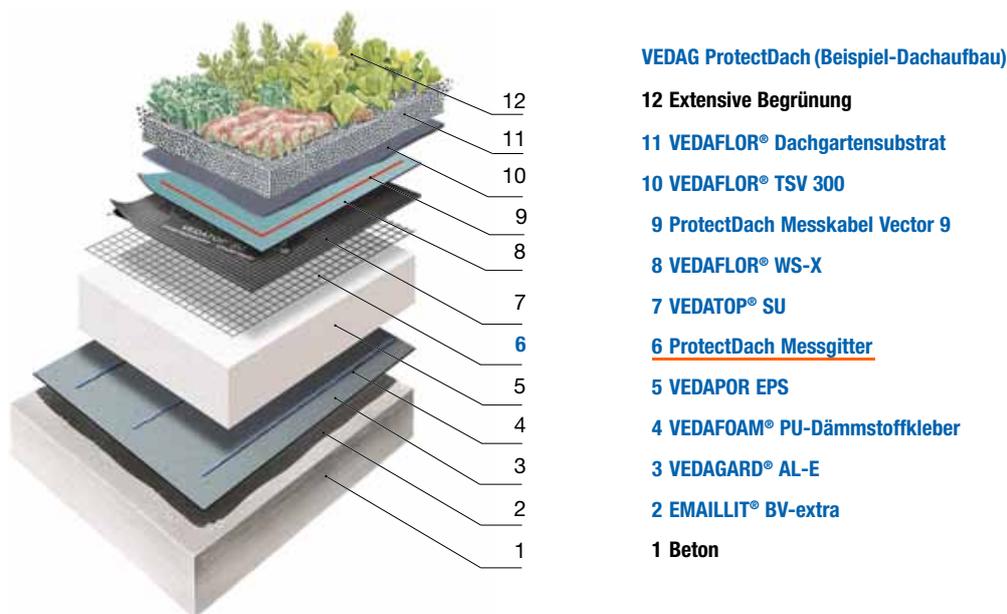


Abb. 3.3 Leckortungs- und Monitoringsystem für Flachdachaufbauten der Firma Vedag GmbH [130]

Der Einsatz flächiger Monitoring- und Leckortungssysteme würde eine einfache Lösung der Problematik von konventionell in der Fußbodenkonstruktion geführten Installationen darstellen. Anzumerken ist, dass diese wiederum eine zusätzliche technische Installation darstellen, welche eine regelmäßige Kontrolle erfordern und weitere gebäudetechnische Kosten verursachen.

3.3 Luftfeuchte/Temperatur Messumformer

Eine geeignete Möglichkeit zur stetigen Kontrolle von Installationshohlräumen stellt die Installation von Feuchte/Temperatur-Messumformern (Abb. 3.4) in Installationshohlräumen dar. Messumformer sind Sensoren, welche physikalische und nichtelektrische Größen in elektrische Signale umformen. Dadurch können die gegenwärtigen Werte der Temperatur und Luftfeuchte an verschiedene elektronische Systeme weitergegeben werden.

Bei einem Wasseraustritt steigt aufgrund der nahezu nicht vorhandenen Durchlüftung von Installationshohlräumen die Luftfeuchtigkeit. Die Messumformer registrieren kontinuierlich die Änderung von Temperatur und Feuchte und geben die Daten an ein beliebiges elektronisches System (z.B.: Anzeigegerät, Signalgeber, Bussystem, Ethernet, etc.) weiter. Sie können einzeln mit direkter Anzeige der Messwerte oder im System mit zentraler Verwaltung bzw. Kontrolle installiert werden. Durch den bekannten Zusammenhang zwischen Luft- und Holzfeuchte kann somit auf einen möglichen Feuchtegehalt des Holzes rückgeschlossen werden (siehe Abb. 3.5). Über lokale Feuchtegehalte kann jedoch keine Information erhalten werden.

Für die Installation von Luftfeuchtemessgeräten in Installationshohlräumen sind mehrere Voraussetzungen zu erfüllen:

- Vorhandensein eines abgeschlossenen, unbelüfteten Luftvolumens
- Zugänglichkeit zu den Messfühlern (Wartungsöffnung)
- Wasserablauf in unkontrollierte, separate Bereiche muss vermieden werden



EE08 mit Kabel (Typ E)

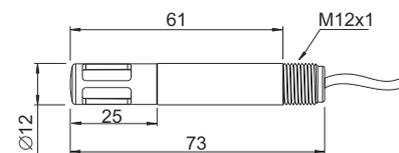


Abb. 3.4 Temperatur/Feuchte-Messumformer der Firma E+E Elektronik GmbH, [83]

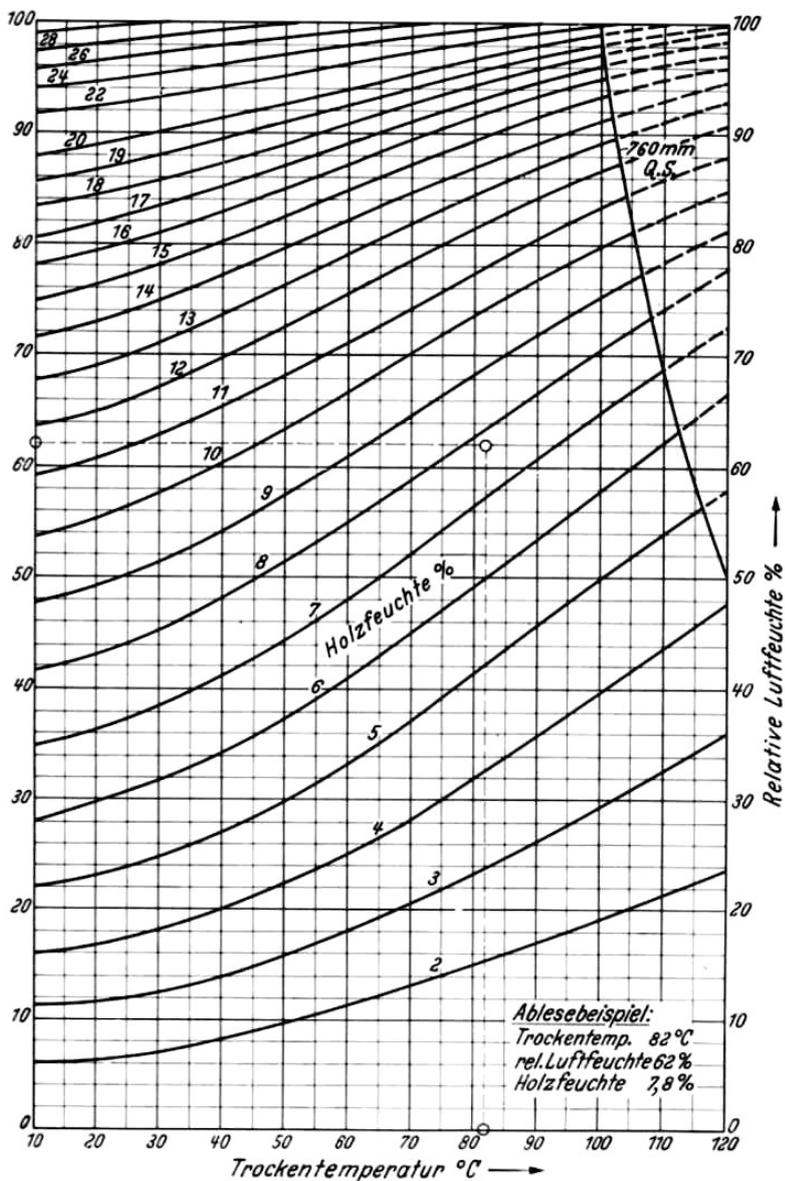
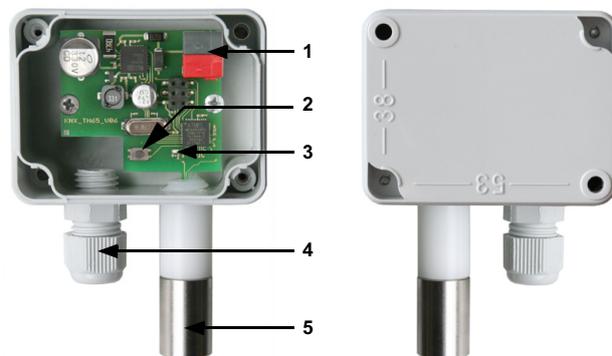


Abb. 3.5 Zusammenhang zwischen Lufttemperatur, relativer Luftfeuchte und Holz-Ausgleichsfeuchte, [114]

3.3.1 Luftfeuchte/Temperatur Sensoren mit Einbindung in ein Bus-System

Eine einfache Installation und Auswertung der Messergebnisse von Sensoren ist mit Hilfe einer Einbindung in ein Bus-System (siehe Kapitel C, Abschnitt 9. 1) möglich. Der Sensor kann hierbei an eine Busleitung angeschlossen werden, welche gleichzeitig als Spannungsversorgung dient (Abb. 3.6). Die Messdaten können anschließend an beliebigen Stellen im Gebäude visualisiert und ausgewertet werden. Dies ermöglicht eine einfache zentrale Auswertung und erfordert daher keine stetige Kontrolle durch die Bewohner der einzelnen Wohneinheiten in einem Wohngebäude.



- 1 KNX-Klemme +/-
- 2 Programmier-Taster zum Einlernen des Geräts
- 3 Programmier-LED
- 4 Kabelzuführung mit Verschraubung
- 5 Sensorspitze

Abb. 3.6 Temperatur- und Feuchtigkeitssensor „KNX TH65-AP“ der Firma Elsner Elektronik GmbH [127]

4 Optimierte Verteilung der Sanitär- und Heizungsinstallationen

Wie bereits im Kapitel "D Betrachtungen zur Dauerhaftigkeit von Konstruktionen aus Holz" ausgeführt, stellen defekte oder mangelhaft ausgeführte wasserführende Installationen ein erhebliches Gefährdungspotential für die umgebenden Holzbauteile dar.

In folgendem Abschnitt werden verschiedene Strategien zur Installationsführung aufgezeigt und deren Eignung, insbesondere hinsichtlich des Feuchteschutzes der Holzstruktur, diskutiert. Als Ausgangsbasis werden versorgungstechnische Installationen herangezogen, welche den derzeitigen Stand der Technik in mehrgeschossigen Wohnbauten darstellen. Vorrangig wird die Führung der Sanitär- und Heizungsinstallationen aufgrund ihrer wasserführenden Rohrsysteme betrachtet. Hinsichtlich des Feuchteschutzes stellt die konventionelle Installationsweise von Elektro- und Lüftungsinstallationen keine Gefährdung für die Holzsubstanz dar. Bezüglich Zugänglichkeit für Revisions- und Sanierungszwecken besteht bei diesen jedoch ebenfalls Entwicklungsbedarf.

4. 1 vertikale Verteilung wasserführender Installationen

Für die vertikale Verteilung versorgungstechnischer Installationen, sind als Schottsystem ausgeführte und vertikal über die gesamte Gebäudehöhe verlaufende Schächte, für die gesammelte Führung diverser Leitungen vorzuziehen. Je nach Wohnungsgröße und Anordnung der Sanitär- und Heizungsobjekte können hierzu ein oder mehrere Schächte erforderlich sein. Zu empfehlen ist eine Anordnung des vertikalen Schachtes im Bereich der Toilette, da diese für gewöhnlich das Abwasserrohr mit dem größten Durchmesser (z.B. DN 100) erfordert.

4. 1. 1 konventionelle Ausführung

Installationsschächte werden mit Hilfe von Deckendurchbrüchen bzw. Deckenaussparungen realisiert. Nach Fertigstellung der Rohr- und Leitungsinstallationen wird zur Vermeidung eines Brandüberschlags eine Brandabschottung eingebracht (siehe Abb. 4.1). Anschließend wird der vertikale Installationsschacht, meist in Form einer Leichtbauwand, ausgebildet. In vielen Fällen ist der Installationsschacht in einer Installationswand integriert.

Treten Schäden an wasserführenden Rohren mit damit verbundenem Wasseraustritt auf, so fließt das Wasser entlang der Rohre nach unten und sammelt sich hinter der Installationswand bzw. am Brandschott. In Abb. 4.1 ist eine flächige bituminöse Abdichtung der BSP-Decke zu sehen, welche in derzeitigen Wohnbauten typischerweise nicht anzutreffen ist. Bei einer Wasseransammlung im vertikalen Schacht ist allerdings ein Wasserkontakt mit dem Holz im Bereich des Deckendurchbruchs möglich. Ebenfalls kann eine Wasser-

beanspruchung der angrenzenden Wände, z.B. über die Wandaufstandsfläche erfolgen.



Abb. 4.1 konventionelle Ausbildung eines vert. Schachtes vor Einbringen des Brandschotts, (li) Verhinderung eines Brandüberschlags mit Hilfe eines Brandschotts, (re)

4. 1. 2 empfohlene Ausführung eines vertikalen Schachtes

Ziel jeder Maßnahme soll natürlich sein, den Wasserkontakt mit diversen Baustoffen, im Besonderen mit Holzbauteilen, zu vermeiden. Aufgrund von Brandschutzgründen ist ein dichtes Brand- und Rauchschott in einem vertikalen Installationsschacht bei mehrgeschossigen Gebäuden in der Regel unerlässlich.

Eine erste Maßnahme zum Schutz der Holzdecke vor Feuchtebeanspruchung kann sein, das Brandschott etwas tiefer als die Oberkante des BSP-Deckenelementes in die Deckenöffnung einzubringen, und anschließend mit Hilfe einer (flüssigen) Abdichtung eine dichte Wanne herzustellen. In dieser „Dichtwanne“ kann sich das Wasser sammeln und mit Hilfe eines Wassermelders oder durch regelmäßige Überprüfung mittels Inspektionsöffnungen registriert werden (siehe Abb. 4.2).

Bei großzügigen Platzverhältnissen, kann auch der Einbau eines Bodenabflusses in Ebene des abgedichteten Brandschotts angedacht werden. Hiermit könnte evtl. das Intervall der regelmäßigen Überprüfung des Installationsschachtes ausgedehnt werden. Die Durchdringung der Abdichtung durch den Bodenabfluss stellt jedoch wiederum einen Problempunkt dar, die sorgfältige Ausführung ist während der Bauphase zu kontrollieren.

Vertikale Installationsschächte sind in vielen Fällen in Installationswänden, welche zur horizontalen Verteilung gewisser Installationen benötigt werden, integriert. Die Planung und Ausführung einzelner Feuchteschutzmaßnahmen ist stets im Gesamtkontext zu betrachten.

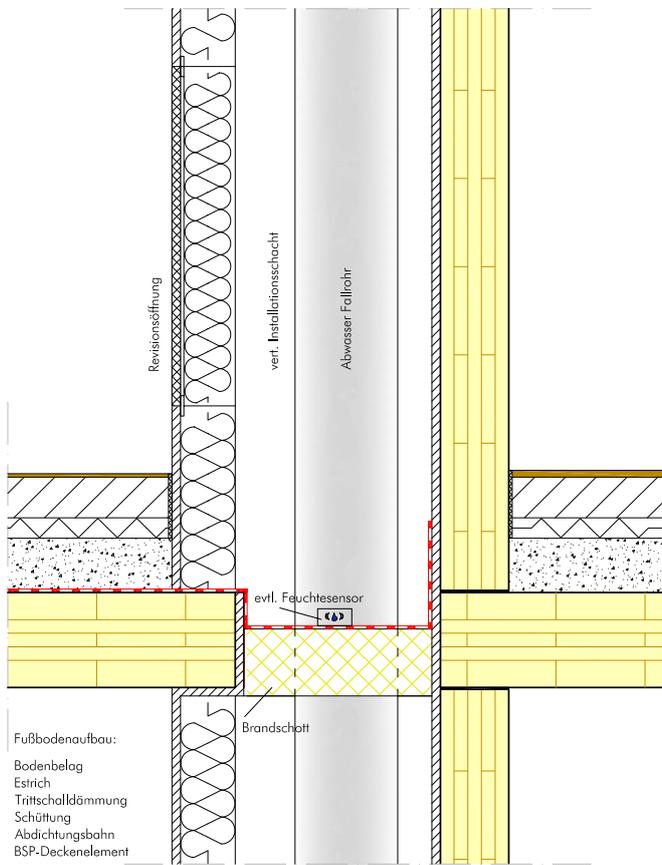


Abb. 4.2 Vertikalschnitt: abgedichtete Ausführung eines vertikalen Schachtes im Schottsystem mit Revisionsöffnung

4.2 horizontale Verteilung wasserführender Installationen

Die horizontale Verteilung der versorgungstechnischen Installationen erfolgt vom zentralen vertikalen Schacht zu den einzelnen Bedarfsstellen. Im Folgenden werden unterschiedliche Varianten dieser Verteilung aufgezeigt und deren Vor- und Nachteile hinsichtlich des Feuchteschutzes diskutiert.

4.2.1 Beurteilung der aufgezeigten Verteilungsmöglichkeiten

vgl. [31];[113]

Die Beurteilung der Eignung der aufgezeigten horizontalen Verteilungsmöglichkeiten kann nur subjektiv erfolgen. Mit Hilfe einer Nutzwertanalyse kann diese jedoch nachvollziehbar und für geänderte Randbedingungen leicht adaptierbar erfolgen. In dieser diskursiven Analyse werden, abhängig von den definierten Randbedingungen, Teilkriterien zur Beurteilung und zum Vergleich der aufgezeigten Lösungen erarbeitet, deren Bedeutung gewichtet, bewertet und anschließend ein Gesamtwert gebildet.

Die einzelnen Teilkriterien bzw. Bewertungskriterien werden dabei aus einzelnen untereinander unabhängigen Zielvorstellungen abgeleitet. Ebenfalls wird den Bewertungskriterien ein Wertebereich von sehr gut (4 Punkte) bis unbefriedigend zugeordnet (0 Punkte). In Abb. 4.3 ist ein Ausschnitt der erarbeiteten Nutzwertanalyse zur Bewertung der einzelnen Varianten der Installationsführung zu sehen. Erhält ein Teilkriterium welches als Ausscheidungskriterium gekennzeichnet ist 0 Punkte so erhält diese Variante eine Gesamtbeurteilung als unbefriedigend. Die Prozentangaben verdeutlichen das Ergebnis der Analyse. 100% würde bedeuten, dass alle Ziele zu 100% erreicht werden. Zu beachten ist, dass nicht jede Variante für jede Installation geeignet ist.

Zielvorgabe	Teilkriterien	Gewichtung [%]	
		Gesamt	Einzel
Dauerhaft	Feuchteschutz der Tragstruktur	37	40
	rasches Feststellen von Wasseraustritt		30
	Schutz vor Beschädigung		30
Revisionsmöglichkeit	optisch über Revisionsöffnungen	25	100
Sanierungsmöglichkeit	Austauschbarkeit	18	100
niedrige Kosten	Materialkosten	10	50
	Herstellungskosten		50
Design	optisches Erscheinungsbild	10	100

Punkte Gesamtbewertung
Prozent Gesamtbewertung

Abb. 4.3 Nutzwertanalyse zur Bewertung der einzelnen Varianten der Installationsführung

4. 2. 2 Verteilung in Ebene der Schüttung

In der konventionellen Ausführung werden die diversen Leitungen in der Ebene der Schüttung geführt (siehe Abb. 4.4).

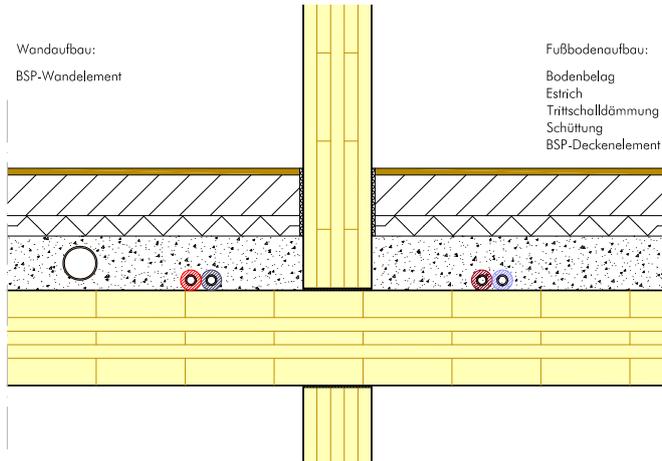


Abb. 4.4 konventionelle horizontale Verteilung versorgungstechnischer Installationen

Bei dieser Ausführung besteht kein Feuchteschutz der Holzbauteile im Falle defekter oder mangelhaft ausgeführter Sanitärinstallationen. Ebenfalls ist die Zugänglichkeit für Revisions- oder Sanierungsaufgaben nicht gegeben. In der folgenden Nutzwertanalyse wird diese Variante infolge der Bewertung der Ausscheidungskriterien mit 0 Punkten mit „unbefriedigend“ bewertet (Tab. 4.1).

Zielvorgabe	Teilkriterien	Gewichtung [%]		konventionell	
		Gesamt	Einzel	Punkte	Gesamt
Dauerhaft	Feuchteschutz der Tragstruktur	37	40	0	0,0
	rasches Feststellen von Wasseraustritt		30	0	0,0
	Schutz vor Beschädigung		30	3	0,3
Revisionsmöglichkeit	optisch über Revisionsöffnungen	25	100	0	0,0
Sanierungsmöglichkeit	Austauschbarkeit	18	100	0	0,0
niedrige Kosten	Materialkosten	10	50	4	0,2
	Herstellungskosten		50	4	0,2
Design	optisches Erscheinungsbild	10	100	4	0,4
Punkte Gesamtbewertung					0,0
Prozent Gesamtbewertung					0%
Punktvergabe:					
0...unbefriedigend 1...noch tragbar 2...ausreichend 3...gut 4...sehr gut					
Ausscheidungskriterium					

Tab. 4.1 Nutzwertanalyse der konventionellen Verteilung in Ebene der Schüttung

Ausbildung einer „dichten Wanne“ im gesamten Fußbodenbereich

Mit Hilfe einer flächigen Abdichtung mit seitlichen Hochzügen kann der Feuchteschutz von Holzbauteilen erhöht werden (Abb. 4.6 u. Abb. 4.5). Die Zugänglichkeit zu den Leitungen ist hingegen ebenfalls nicht gegeben. Für einen etwaigen Schadensfall sollten Vorkehrungen getroffen werden, mit welchen eine Wasseransammlung auf der Abdichtungsebene feststellbar ist. Anlässlich der Durchbiegung von Deckenelementen empfiehlt sich hierzu eine Bohrung in Deckenmitte auszuführen. Hierdurch kann ein Wasseraustritt an der Deckenunterseite festgestellt werden. Alternativ dazu kann eine Entwässerung der flächigen Abdichtung in einen kontrollierbaren Schacht oder eine kontrollierbare Vorwand vorgesehen werden.

Bei der Verlegung der Rohre und Leitungen ist darauf zu achten, dass deren Befestigung keine undichten Stellen in der Flächenabdichtung darstellen. Damit ein Aufstauen von anfallendem Wasser vermieden wird, muss auf eine Abflussmöglichkeit des Wassers an jeder Stelle des Fußbodens, bzw. im Bereich der Installationen, geachtet werden. Die Bodenprofile einer kontrollierbaren Installationswand oder Vorsatzschale müssen daher an gewissen Stellen durchbrochen sein, um einen Wasserdurchfluss zu ermöglichen.

Idealerweise wäre die Flächenabdichtung im Gefälle auszuführen. Dies würde aber einen hohen technischen und baupraktischen Aufwand bedeuten. Ein Schaden an einer Leitung wird daher erst ab einer gewissen „Ausbreitung“ von ausgetretenem Wasser an der Kontrollstelle ersichtlich. Kleinere Wassermengen bleiben daher unentdeckt, diese führen jedoch aufgrund der flächigen Abdichtung zu keinem Schaden an dem BSP-Deckenelement. Dies setzt natürlich eine fehlerfreie Abdichtung voraus.

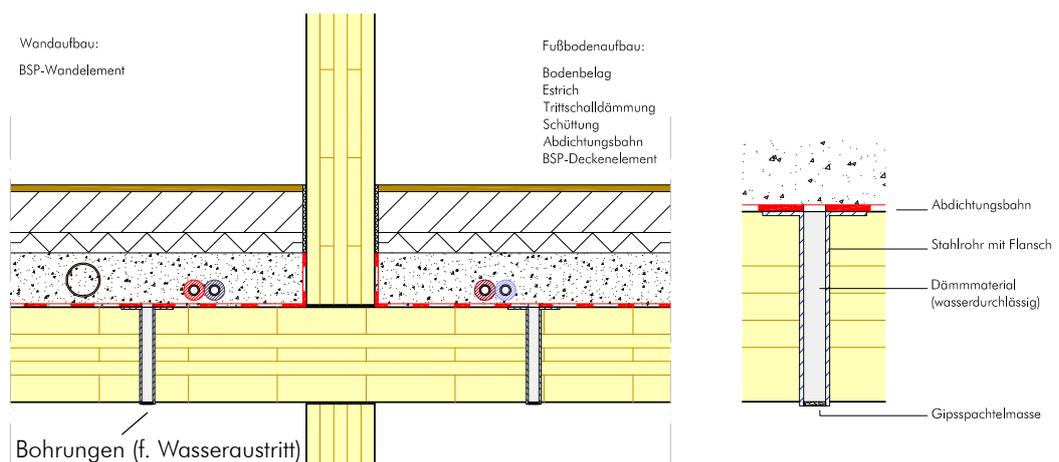


Abb. 4.5 horizontale Verteilung in der Ebene der Schüttung mit zusätzlicher Abdichtungsebene (li) Bohrungen im Deckenelement ermöglichen einen Wasseraustritt im Schadensfall (re)

Bei dieser Ausführung besteht grundsätzlich ein Feuchteschutz der Holzbauteile im Fall defekter oder mangelhaft ausgeführter Sanitärinstallationen. Wie bereits erwähnt, ist hierzu jedenfalls eine fehlerfreie Abdichtung vorauszusetzen. Diverse Befestigungen der Leitungen dürfen zu keinen Undichtigkeiten in der Abdichtung führen. Die Zugänglich-

keit für Revisions- oder Sanierungsaufgaben ist weiterhin nicht gegeben. In der Tab. 4.2 wird die Nutzwertanalyse dieser Variante angeführt.

Zielvorgabe	Teilkriterien	Gewichtung [%]		flächige. Abd.	
		Gesamt	Einzel	Punkte	Gesamt
Dauerhaft	Feuchteschutz der Tragstruktur	37	40	2	0,3
	rasches Feststellen von Wasseraustritt		30	1	0,1
	Schutz vor Beschädigung		30	3	0,3
Revisionsmöglichkeit	optisch über Revisionsöffnungen	25	100	0	0,0
Sanierungsmöglichkeit	Austauschbarkeit	18	100	0	0,0
niedrige Kosten	Materialkosten	10	50	3	0,2
	Herstellungskosten		50	3	0,2
Design	optisches Erscheinungsbild	10	100	4	0,4
Punkte Gesamtbewertung				1,4	
Prozent Gesamtbewertung				36%	
Punktvergabe:					
0...unbefriedigend 1...noch tragbar 2...ausreichend 3...gut 4...sehr gut					
Ausscheidungskriterium					

Tab. 4.2 Nutzwertanalyse der Verteilung in der Ebene der Schüttung mit zusätzlicher Abdichtungsebene

In Abb. 4.6 ist eine bituminöse Fußbodenabdichtung, aufgebracht auf den BSP-Deckenelementen, eines Sanitärzimmers zu erkennen. Die Abwasserrohre wurden mit PUR-Schaum befestigt, die Heizungs- und Trinkwasserleitungen dagegen mit Metallbändern und Schrauben. Die Befestigungspunkte stellen daher lokale undichte Stellen der Abdichtung dar.



Abb. 4.6 Ausbildung einer Fußbodenabdichtung in einem Sanitärzimm (Wannenausbildung)

Ausbildung einer „dichten Wanne“ in Teilbereichen der Decke

Eine Ausbildung einer dichten Wanne in lokalen Bereichen, anstatt im gesamten Deckenbereich des Raumes, ist ebenfalls möglich. Eine Entwässerungs- bzw. Kontrollmöglichkeit (z. B. über die Installationswand oder Bohrung) muss natürlich in gleicher Weise hergestellt werden. Die Wanne wird vor Verlegung der Installationsleitungen direkt auf dem Deckenelement befestigt. Anschließend werden die Installationen verlegt und die Schüttung auf der gesamten Decke aufgebracht.

Die lokale Wannenausbildung (Abb. 4.7) hat den Vorteil, dass sich bei einem Wasseraustritt das Wasser nicht mehr auf der gesamten Bodenfläche verteilt. Eine Wassersammlung im Kontrollbereich findet daher schneller statt. Ein Zugang für Revisions- oder Sanierungsaufgaben ist dennoch weiterhin nicht möglich.

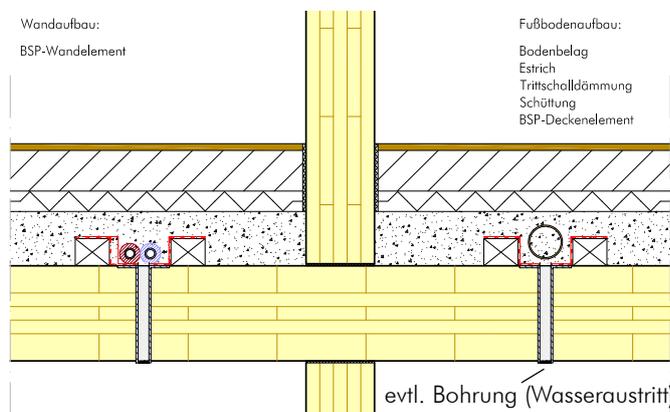


Abb. 4.7 horizontale Verteilung einzelner Leitungen in lokaler Wannenausbildung

Die Nutzwertanalyse (Tab. 4.3) zeigt eine Verbesserung zur großflächigen Abdichtung der Bodenfläche.

Zielvorgabe	Teilkriterien	Gewichtung [%]		lokale Abd.	
		Gesamt	Einzel	Punkte	Gesamt
Dauerhaft	Feuchteschutz der Tragstruktur	37	40	3	0,4
	rasches Feststellen von Wasseraustritt		30	2	0,2
	Schutz vor Beschädigung		30	3	0,3
Revisionsmöglichkeit	optisch über Revisionsöffnungen	25	100	0	0,0
Sanierungsmöglichkeit	Austauschbarkeit	18	100	0	0,0
niedrige Kosten	Materialkosten	10	50	4	0,2
	Herstellungskosten		50	3	0,2
Design	optisches Erscheinungsbild	10	100	4	0,4
Punkte Gesamtbewertung				1,7	
Prozent Gesamtbewertung				44%	
Punktvergabe:					
0...unbefriedigend 1...noch tragbar 2...ausreichend 3...gut 4...sehr gut					
Ausscheidungskriterium					

Tab. 4.3 Nutzwertanalyse der Verteilung einzelner Leitungen in lokaler Wannenausbildung

Anzudenken wäre auch die Entwicklung von Fertigteil-Dichtwannen (siehe Abb. 4.8), passend für im Wohnbau übliche Installationen. Zum Beispiel würde für einen gängigen Badewannenabfluss sowie für die Zuflüsse zu den Armaturen ein Fertigteilwannenelement aus Bitumen mit B/L= 180/80 cm und einer Höhe von ca. 3 cm benötigt werden.



Abb. 4.8 mögliche Ausführung einer lokalen Abdichtungswanne für den Wannenabfluss in der Ebene der Schüttung

Auf die Ausbildung einer Kontrolleinrichtung bzw. einer geeigneten Entwässerungsmöglichkeit der „Dichtwanne“ in einen kontrollierbaren Bereich ist wiederum zu achten.

Bodenabdichtungen in Sanitärbereichen

Für flächige Abdichtungen der BSP-Deckenelemente (siehe Abschnitt 4. 2. 2) können verschiedene Abdichtungsmaterialien verwendet werden. Zum einen eignen sich Bitumenbahnen, welche selbstklebend sind oder mittels Flämmen verklebt werden. Zum anderen können heißluftverschweißte Kunststoffbahnen, wie z.B. PVC-Bahnen eingesetzt werden. Aufgrund ihrer geringen Dicke wird eine zusätzliche Abdeckung mit Filz empfohlen.

Angesichts des hohen Diffusionswiderstands der Abdichtungsbahnen ist die Dampfdiffusion und damit die Vermeidung von Kondensat im Bauteil zu überprüfen. Bei zwei übereinanderliegenden Sanitärräumen könnte z.B. unter folgender Bedingungen Kondensat im Bauteil entstehen:

- Sanitärraum oben
rel. Luftfeuchtigkeit 40 %
Raumtemperatur 10 °C
- Sanitärraum unten
rel. Luftfeuchtigkeit 80 %
Raumtemperatur 24 °C

Führung einzelner Versorgungsleitungen in Hüllrohren

Um die Zugänglichkeit bzw. den einfachen Austausch und die Sanierung einzelner Leitungen zu ermöglichen, können diese auch in größeren Rohren oder Kanälen geführt werden (Abb. 4.9). Hierzu können z.B. Abwasserrohre oder auch Lüftungsrohre verwendet werden. Bei Erneuerung gewisser Leitungen ist hierdurch ein einfaches Einziehen dieser, geeignetes flexibles Leitungsmaterial vorausgesetzt, möglich. Abwasserrohre sind dadurch für diese Installationsweise nicht geeignet. „Richtig“ ausgeführte Rohr-in-Rohr-Systeme (siehe Kapitel C, Abschnitt 5. 2. 1) sind ebenfalls dieser Verteilungsvariante zuzuordnen.

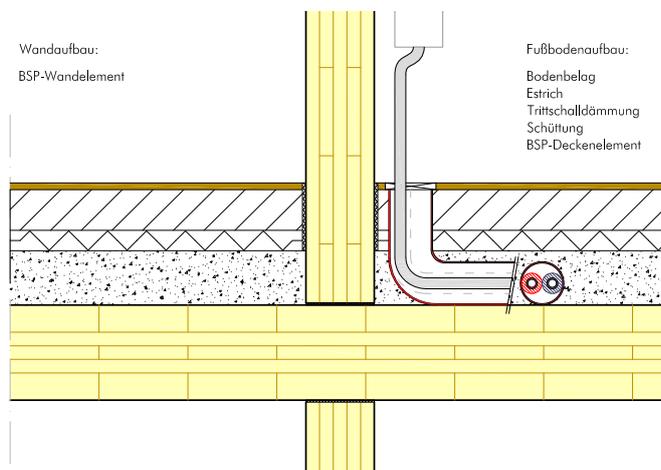


Abb. 4.9 horizontale Verteilung einzelner oder mehrerer Leitungen in separaten Rohren

In Tab. 4.4 wird wiederum die Bewertung dieser Variante aufgezeigt.

Zielvorgabe	Teilkriterien	Gewichtung [%]		Hüllrohr	
		Gesamt	Einzel	Punkte	Gesamt
Dauerhaft	Feuchteschutz der Tragstruktur	37	40	3	0,4
	rasches Feststellen von Wasseraustritt		30	3	0,3
	Schutz vor Beschädigung		30	3	0,3
Revisionsmöglichkeit	optisch über Revisionsöffnungen	25	100	2	0,5
Sanierungsmöglichkeit	Austauschbarkeit	18	100	4	0,7
niedrige Kosten	Materialkosten	10	50	3	0,2
	Herstellungskosten		50	3	0,2
Design	optisches Erscheinungsbild	10	100	4	0,4
Punkte Gesamtbewertung				3,0	
Prozent Gesamtbewertung				76%	
Punktvergabe:					
0...unbefriedigend 1...noch tragbar 2...ausreichend 3...gut 4...sehr gut					
Ausscheidungskriterium					

Tab. 4.4 Nutzwertanalyse der Verteilung in separaten Rohren

4. 2. 3 Verteilung in Abdeckleisten

Eine sehr einfache Zugänglichkeit zu den Leitungen ermöglicht die Führung hinter Abdeckleisten. Hierzu sind diverse Fußleisten-Systeme, z.B. zur Verteilung der Heizungsleitungen, am Markt erhältlich. Anzudenken ist ebenfalls die Führung diverser Installationen an der Deckenunterseite in Deckenleisten.

Die Verteilung in Abdeckleisten eignet sich besonders für Vor- und Rücklaufleitungen zu Wärme-Abgabesystemen, sowie für Trinkwasserleitungen.

Leitungsführung in Sockelleisten

Üblicherweise werden Sockelleisten, bei Sanierungen oder nachträglichem Einbau von Heizkörpern verwendet (Abb. 4.10 u. Abb. 4.11). Aus optischen Gründen ist diese Verlegungsmöglichkeit in Neubauten oftmals unerwünscht. Der Vorteil besteht vor allem in der einfachen Wartung und Kontrollierbarkeit der Leitungen, sowie der Anschlüsse an die Heizelemente.



Abb. 4.10 Heizkörperanschluss aus der Sockelleiste, [79]

Leitungsführung in Deckenleisten

Anzudenken wäre im Gegensatz zu den Sockelleisten eine Leitungsführung in Deckenleisten (Abb. 4.11). Hierzu können z.B. die bereits am Markt befindlichen Sockelleisten-systeme verwendet werden. Eventuelle Schäden an den an der Deckenunterseite verteilten Leitungen zeichnen sich wiederum nach kurzer Zeit ab und verursachen keine Schäden an der Tragsubstanz. Dadurch ist eine verhältnismäßig einfache Sanierung gegeben.

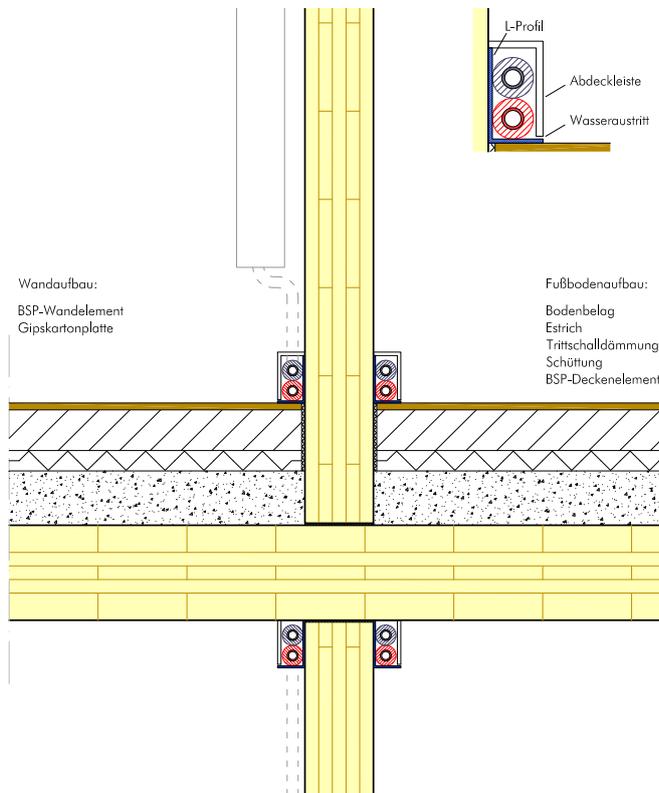


Abb. 4.11 horizontale Verteilung in Abdeckleisten

In Tab. 4.5 erfolgt die Bewertung der horizontalen Verteilung in Abdeckleisten. Die vertikalen Anschlussmöglichkeiten an die Armaturen werden dabei nicht berücksichtigt. Eine Bewertung der vertikalen Anschlussmöglichkeiten wird im Abschnitt 4. 3 durchgeführt.

Zielvorgabe	Teilkriterien	Gewichtung [%]		Abdeckleisten	
		Gesamt	Einzel	Punkte	Gesamt
Dauerhaft	Feuchteschutz der Tragstruktur	37	40	4	0,6
	rasches Feststellen von Wasseraustritt		30	4	0,4
	Schutz vor Beschädigung		30	4	0,4
Revisionsmöglichkeit	optisch über Revisionsöffnungen	25	100	4	1,0
Sanierungsmöglichkeit	Austauschbarkeit	18	100	4	0,7
niedrige Kosten	Materialkosten	10	50	2	0,1
	Herstellungskosten		50	3	0,2
Design	optisches Erscheinungsbild	10	100	2	0,2
Punkte Gesamtbewertung				3,7	
Prozent Gesamtbewertung				91%	
Punktvergabe:					
0...unbefriedigend 1...noch tragbar 2...ausreichend 3...gut 4...sehr gut					
Ausscheidungskriterium					

Tab. 4.5 Nutzwertanalyse der horizontalen Verteilung in Abdeckleisten

4. 2. 4 Verteilung in Bodenkanälen

Eine weitere einfach zu kontrollierende Installationsführung besteht darin, die Heizungsleitungen, Trinkwasserleitungen und eventuell auch Elektroinstallationen, in fußbodengleichen abgesenkten Bodenkanälen zu den Bedarfsstellen zu führen (siehe Abb. 4.12 u. Abb. 4.13). Die fußbodengleiche Abdeckleiste muss ein Eindringen von Wasser, z. B. infolge Nasspflege des Bodens verhindern. Die Bodenkanäle können aus z.B. Folienwerkstoffen (Bitumen, Kunststoff) oder Blechen hergestellt werden. Gegebenenfalls können auch am Markt befindliche Entwässerungsrinnen nach Adaption eingesetzt werden.

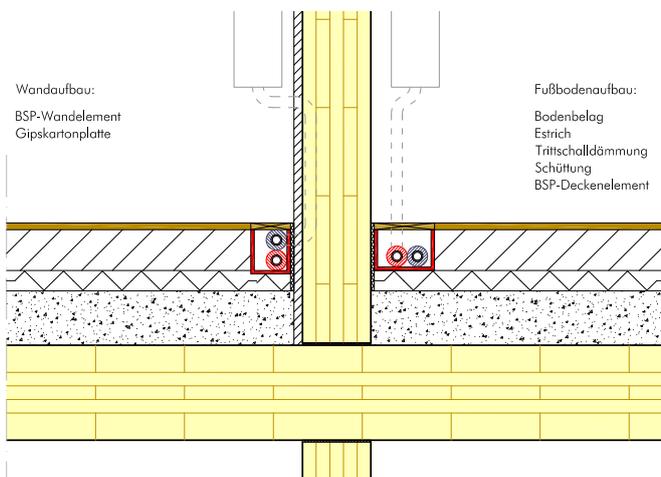


Abb. 4.12 horizontale Verteilung in Bodenkanälen in Estrichebene

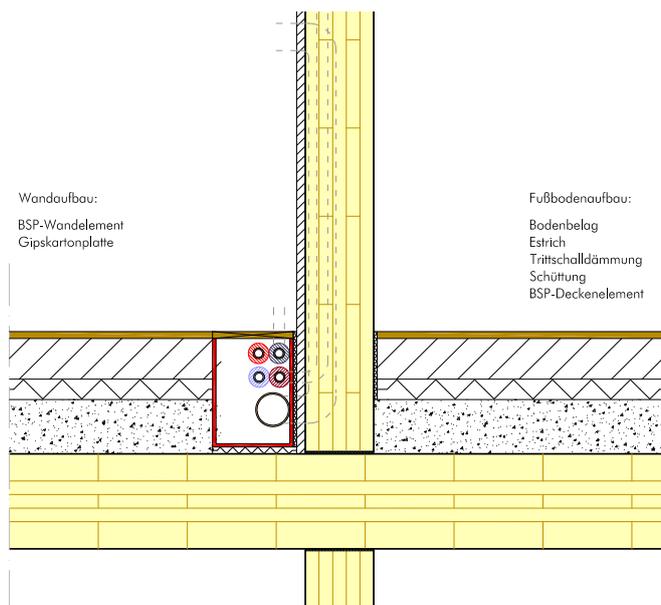


Abb. 4.13 horizontale Verteilung in Bodenkanälen in gesamter Fußbodenkonstruktion

Die Bewertung der Installationsführung in Bodenkanälen wird in Tab. 4.6 aufgezeigt.

Zielvorgabe	Teilkriterien	Gewichtung [%]		Bodenkanal	
		Gesamt	Einzel	Punkte	Gesamt
Dauerhaft	Feuchteschutz der Tragstruktur	37	40	3	0,4
	rasches Feststellen von Wasseraustritt		30	3	0,3
	Schutz vor Beschädigung		30	4	0,4
Revisionsmöglichkeit	optisch über Revisionsöffnungen	25	100	4	1,0
Sanierungsmöglichkeit	Austauschbarkeit	18	100	4	0,7
niedrige Kosten	Materialkosten	10	50	2	0,1
	Herstellungskosten		50	2	0,1
Design	optisches Erscheinungsbild	10	100	3	0,3
Punkte Gesamtbewertung				3,4	
Prozent Gesamtbewertung				86%	
Punktvergabe:					
0...unbefriedigend	1...noch tragbar	2...ausreichend	3...gut	4...sehr gut	
Ausscheidungskriterium					

Tab. 4.6 Nutzwertanalyse der horizontalen Verteilung in Bodenkanälen

4. 2. 5 Verteilung in abgehängter Decke

Eine weitere Strategie zum Schutz der tragenden Holzkonstruktion besteht darin, die horizontale Verteilung diverser Installationsleitungen in abgehängten Deckensystemen zu führen. Bei eventuellem Wasseraustritt aus wasserführenden Leitungen bleibt die Brettsperrholzdecke im Trockenen, undichte Stellen zeichnen sich relativ rasch an der Deckenbeplankung ab und sind ohne großen Aufwand zu sanieren. Abgehängte Decken sind dabei nur in den Bereichen der Verteilung notwendig, in Wohn- und Schlafräumen sind diese somit gegebenenfalls nicht vonnöten.

Oftmals wird in Holz-Massivbauten aus Schall- und Brandschutzgründen auf die Unterseite der Massivholzdecke eine Dämmung mit Gipskartonbeplankung aufgebracht. Eine gleichzeitige Nutzung dieses zusätzlichen Aufbaus als Installationsebene ist ohne größeren Aufwand möglich.

Eine Installationsführung in abgehängten Deckensystemen beinhaltet folgende Vorteile im Vergleich zur Führung der Installationen in der Fußbodenkonstruktion:

- Schutz der tragenden Deckenelemente vor Feuchtebeanspruchung infolge undichter Leitungen
- rasches Sichtbarwerden von Wasseraustritt
- Zugänglichkeit und damit einfache Wartung und Kontrolle der Installationen
- geringere Dicke der Schüttung im Fußboden

Nachteile, welche mit dieser Art der Installationsführung einhergehen sind z. B.:

- „Abschirmung“ der speicherwirksamen Masse des Decken-Elementes durch die abgehängte Decke (siehe Kapitel C, Abschnitt 3. 2. 4)
- erschwerte Installationsarbeiten („überkopf“)
- erschwerter Schallschutz

Grundsätzlich können zwei Strategien zur Verteilung in abgehängten Deckensystemen verfolgt werden:

- Führung der Installationen (Elektro, Sanitär, Lüftung, etc.) in der abgehängten Decke der Wohnung und Anschluss an die Objekte nach „unten“.
- Führung ausgewählter Leitungen in abgehängten Decken der darunterliegenden Räume und Anschluss an die Objekte nach „oben“ mit vertikalen Stichleitungen durch das Deckenelement.

Installationen in der abgehängten Decke der Wohneinheit

Werden die Installationen in der abgehängten Decke der Wohnung geführt, so sind die vertikalen Anschlussleitungen zu den Bedarfsstellen nach unten zu führen (Abb. 4.14). Vorteilhaft ist hierbei, dass sich im Gegensatz zum Anschluss nach „oben“ alle Installationen innerhalb einer Wohneinheit befinden. Dies birgt schallschutztechnische Vorteile, sowie werden bei Sanierungs- oder Revisionsarbeiten die Bewohner der angrenzenden Wohneinheiten nicht beeinträchtigt. Für die horizontale Führung von (Schwerkraft-) Entwässerungsanlagen muss jedoch trotzdem die Fußbodenebene herangezogen werden, sofern diese nicht hinter Vorsatzschalen geführt werden können.

Die vertikalen Anschlussleitungen nach „unten“ stellen allerdings ein gewisses Gefährdungspotenzial für Beschädigungen durch eine Montage diverser Einrichtungsgegenstände (Anbohren der Leitungen, etc.) dar.

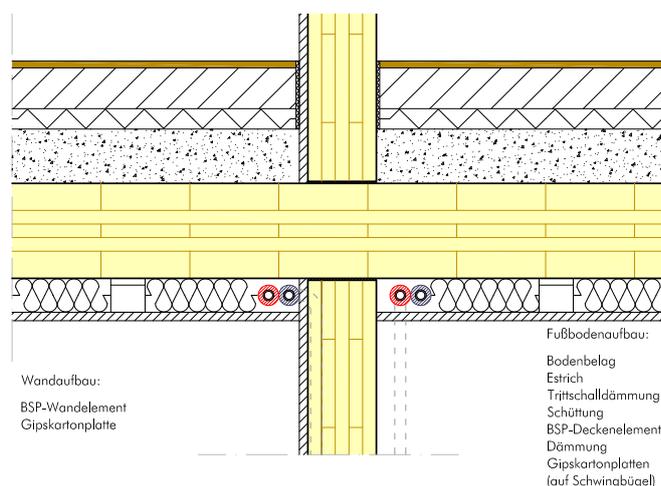


Abb. 4.14 horizontale Verteilung in abgehängten Deckenkonstruktionen mit Anschluss nach unten

Installationen in abgehängter Decke der darunterliegenden Wohneinheit

Der Anschluss an die Bedarfsstellen kann auch nach „oben“, von den Versorgungsleitungen, geführt in einer abgehängten Decke im darunter liegenden Geschoss, erfolgen (Abb. 4.15). Hierdurch wird eine vertikale Leitungsführung im potentiellen Montagebereich diverser Einrichtungsgegenstände vermieden. Jedoch befinden sich die Versorgungsleitungen im darunter liegenden Geschoss und dadurch oftmals in fremden Eigentum. Die Schallschutztechnischen Maßnahmen erfordern dadurch besonders großes Augenmerk.

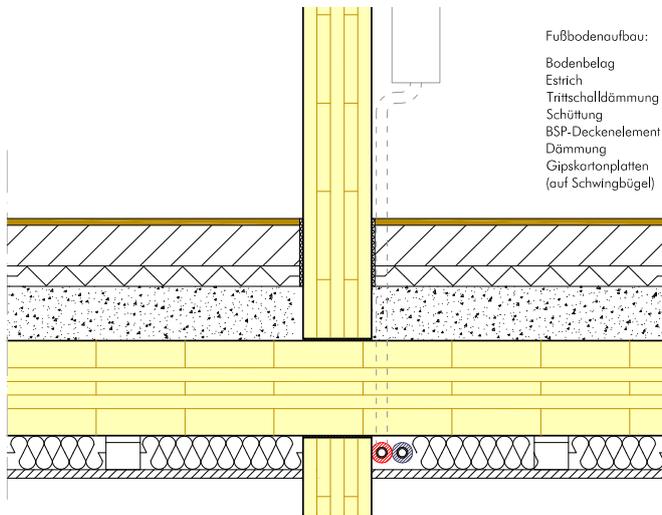


Abb. 4.15 horizontale Verteilung in abgehängten Deckenkonstruktionen mit Anschluss nach oben

In Tab. 4.7 wird die horizontale Verteilung versorgungstechnischer Installationen, unabhängig von der Art der vertikalen Anschlussleitungen, einer Nutzwertanalyse unterzogen.

Zielvorgabe	Teilkriterien	Gewichtung [%]		abgeh. Decke	
		Gesamt	Einzel	Punkte	Gesamt
Dauerhaft	Feuchteschutz der Tragstruktur	37	40	4	0,6
	rasches Feststellen von Wasseraustritt		30	4	0,4
	Schutz vor Beschädigung		30	3	0,3
Revisionsmöglichkeit	optisch über Revisionsöffnungen	25	100	4	1,0
Sanierungsmöglichkeit	Austauschbarkeit	18	100	3	0,5
niedrige Kosten	Materialkosten	10	50	2	0,1
	Herstellungskosten		50	2	0,1
Design	optisches Erscheinungsbild	10	100	4	0,4
Punkte Gesamtbewertung				3,5	
Prozent Gesamtbewertung				88%	
Punktvergabe:					
0...unbefriedigend 1...noch tragbar 2...ausreichend 3...gut 4...sehr gut					
Ausscheidungskriterium					

Tab. 4.7 Nutzwertanalyse der horizontalen Verteilung in einer abgehängten Decke

4. 2. 6 Verteilung hinter Leichtbau-Vorsatzschalen vor BSP-Wänden

Die horizontale Verteilung versorgungstechnischer Installationen, sowie deren Anschluss an die Bedarfsstellen, kann auch hinter Vorsatzschalen erfolgen. Ebenfalls wird der Hohlraum oftmals für vertikale Schächte genutzt (siehe Abb. 4.16).



Abb. 4.16 Installationswand einer Arztpraxis mit integriertem Installationsschacht

Aufgabe einer Vorsatzschale kann neben der Verteilung der Leitungen sein, den Wärme-, Schall-, Brand- und Feuchteschutz der Konstruktion zu gewährleisten. Gleichmaßen wird die statische Tragfähigkeit der Wände nicht durch Schlitze, Bohrungen etc. geschwächt. Insbesondere hinsichtlich des Feuchteschutzes ist die übliche Ausführung von Installationswänden in Holzwohnbauten unzureichend. Für einen ausreichenden Feuchteschutz ist das Trockenbleiben der feuchtesensiblen Bauteile durch bautechnische Maßnahmen sicherzustellen.

Installationswand mit Ablaufmöglichkeit auf den Fußboden

Eine Möglichkeit der Ausbildung von Installationswänden besteht darin, den Fußboden unter die Vorsatzschale zu führen (Abb. 4.17). Über einen kleinen Spalt zwischen Vorsatzschale und Fußboden kann im Schadensfall Wasser austreten. Ein besonders rasches Feststellen eines Schadens ist dadurch gegeben und Folgeschäden an der Holzstruktur werden vermieden.

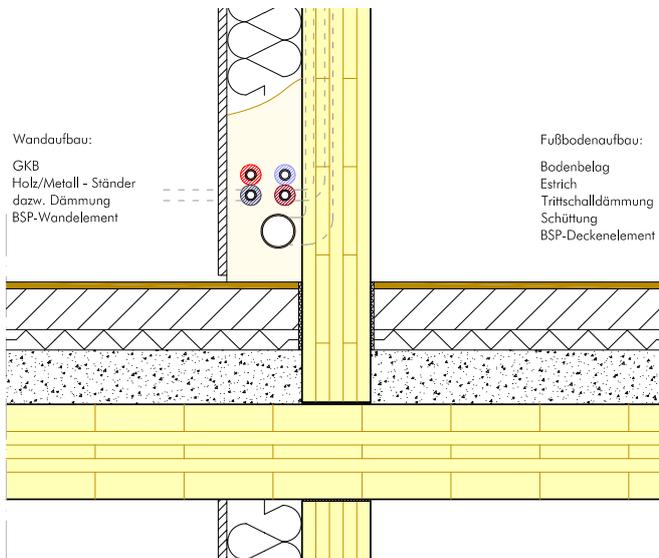


Abb. 4.17 Vorwandinstallation an BSP-Wand mit Abflussmöglichkeit auf den Fußboden

In Tab. 4.8 wird die Nutzwertanalyse für eine Vorsatzschale über dem Fußbodenaufbau angeführt.

Zielvorgabe	Teilkriterien	Gewichtung [%]		VWI ü. FB_BSP	
		Gesamt	Einzel	Punkte	Gesamt
Dauerhaft	Feuchteschutz der Tragstruktur	37	40	3	0,4
	rasches Feststellen von Wasseraustritt		30	4	0,4
	Schutz vor Beschädigung		30	2	0,2
Revisionsmöglichkeit	optisch über Revisionsöffnungen	25	100	4	1,0
Sanierungsmöglichkeit	Austauschbarkeit	18	100	3	0,5
niedrige Kosten	Materialkosten	10	50	2	0,1
	Herstellungskosten		50	2	0,1
Design	optisches Erscheinungsbild	10	100	3	0,3
Punkte Gesamtbewertung					3,2
Prozent Gesamtbewertung					79%
Punktvergabe:					
0...unbefriedigend 1...noch tragbar 2...ausreichend 3...gut 4...sehr gut					
Ausscheidungskriterium					

Tab. 4.8 Nutzwertanalyse der Vorwandinstallation an BSP-Wand mit Abflussmöglichkeit auf den Fußboden

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, mit Hilfe von gefalteten Blechen (bzw. U-Profilen) oder geschweißten/geklebten Folien, Wannen zu realisieren, in denen sich im Schadensfall Wasser ansammeln kann (Abb. 4.18). Diese können im Werk individuell vorgefertigt werden und an der Baustelle montiert werden. Die Wanne kann allseitig geschlossen ausgeführt werden oder zur Wasserableitung in den vertikalen Schacht bzw. dessen

Wanne mit einem Auslass versehen werden. Zur regelmäßigen Überprüfung ist eine Inspektionsöffnung in die Installationswand und gegebenenfalls ein Feuchtesensor oder Wassermelder einzubauen.

Verlaufen aus der Installationswand wasserführende Leitungen in die Fußbodenkonstruktion, so ist vielfach eine geschlossene Wannenausbildung schwer zu realisieren. Einzelne bzw. zusammengefasste Leitungen können ebenfalls in einer Folienwanne bzw. einem Blechprofil (U-Profil) geführt werden, welches in die Wanne der Installationswand entwässert wird. Eine dichte Verbindung der Wannens zueinander ist herzustellen.

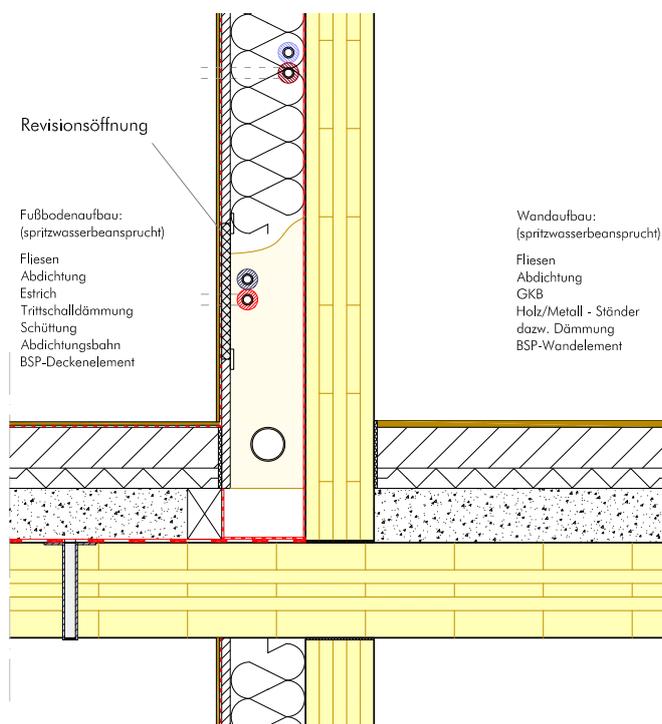


Abb. 4.18 Vorwandinstallation an BSP-Wand, ausgeführt mit dichter Wanne und Revisionsöffnung

Die Installationswand mit dichter und kontrollierbarer Wanne wird in Tab. 4.9 einer Nutzwertanalyse unterzogen.

Zielvorgabe	Teilkriterien	Gewichtung [%]		VWI_Wanne_BSP	
		Gesamt	Einzel	Punkte	Gesamt
Dauerhaft	Feuchteschutz der Tragstruktur	37	40	3	0,4
	rasches Feststellen von Wasseraustritt		30	3	0,3
	Schutz vor Beschädigung		30	2	0,2
Revisionsmöglichkeit	optisch über Revisionsöffnungen	25	100	4	1,0
Sanierungsmöglichkeit	Austauschbarkeit	18	100	2	0,4
niedrige Kosten	Materialkosten	10	50	2	0,1
	Herstellungskosten		50	2	0,1
Design	optisches Erscheinungsbild	10	100	4	0,4
Punkte Gesamtbewertung				3,0	
Prozent Gesamtbewertung				74%	
Punktvergabe:					
0...unbefriedigend 1...noch tragbar 2...ausreichend 3...gut 4...sehr gut					
Ausscheidungskriterium					

Tab. 4.9 Nutzwertanalyse der Vorwandinstallation an BSP-Wand, ausgeführt mit dichter Wanne und Revisionsöffnung

4. 2. 7 Verteilung hinter Leichtbau-Vorsatzschalen an STB-Wänden

Wie bereits im Abschnitt 1 ausgeführt, ist die Installationsführung hinter Leichtbau-Vorsatzschalen an einer Stahlbetonwand zu empfehlen. Hierzu können in erster Linie die Stiegenhauswände, welche oftmals aus brandschutztechnischen Gründen in Stahlbeton auszuführen sind, herangezogen werden.

Mit Hilfe einer STB-Konsole kann eine Wannenausbildung in der Installationswand realisiert werden (Abb. 4.19). Dies ermöglicht im Schadensfall eine Vermeidung von Wasserkontakt mit der Holztragstruktur. In der Vorsatzschale ist wiederum eine Revisionsöffnung im spritzwasserfreien Wandbereich zur regelmäßigen Kontrolle anzuordnen.

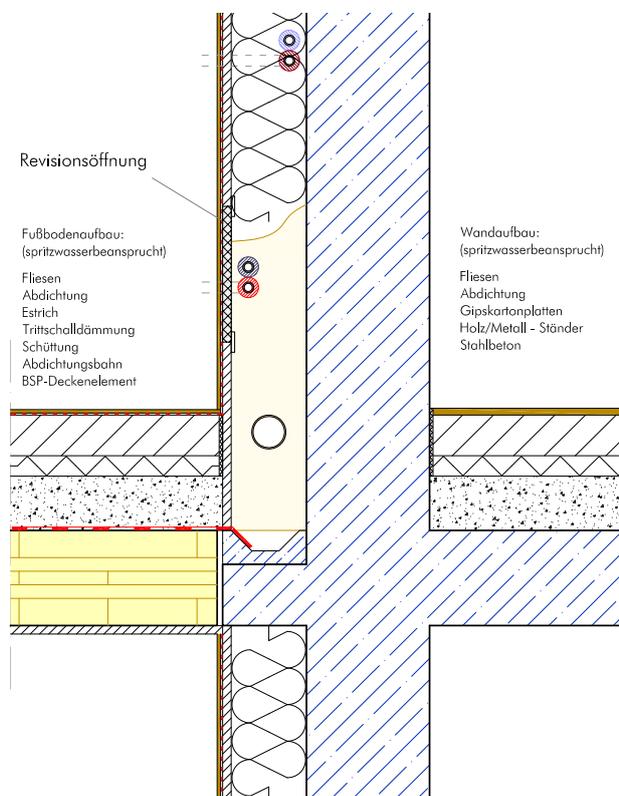


Abb. 4.19 Vorwandinstallationen an STB-Wand mit Konsolenausbildung, beweglicher Deckenan-schluss

Besonderes Augenmerk ist hierbei ebenso auf die Detailausbildung bzw. den Anschluss der BSP-Decke an die Stahlbetonkonsole zu richten. Zur Aufnahme der auftretenden statischen Vertikal- und Horizontalkräfte, müssen geeignete Verbindungsmittel eingesetzt werden. Abb. 4.20 zeigt einen exemplarischen Anschluss des BSP-Deckenelements an die STB-Konsole mittels eines im Beton verankerten L-Profils.

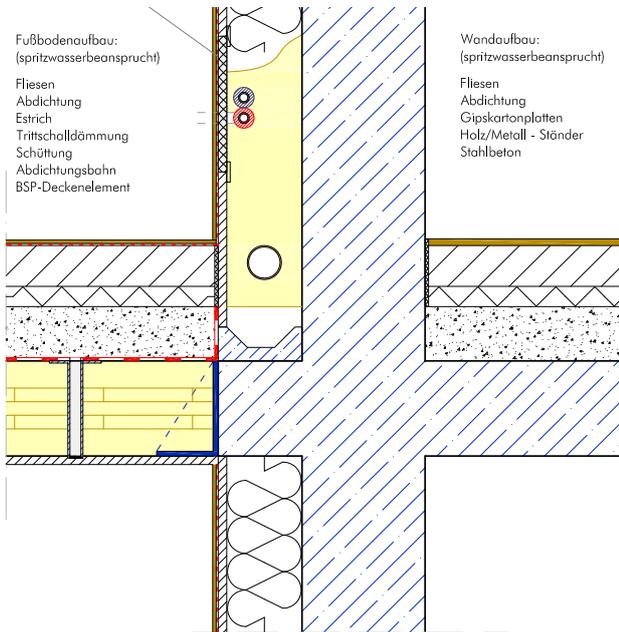


Abb. 4.20 Vorwandinstallationen an STB-Wand mit Konsolenausbildung, kraftschlüssiger Anschluss

In Tab. 4.10 wird die Variante der Vorsatzschale an einer STB-Wand einer Nutzwertanalyse unterzogen.

Zielvorgabe	Teilkriterien	Gewichtung [%]		VWI_Wanne_STB	
		Gesamt	Einzel	Punkte	Gesamt
Dauerhaft	Feuchteschutz der Tragstruktur	37	40	4	0,6
	rasches Feststellen von Wasseraustritt		30	3	0,3
	Schutz vor Beschädigung		30	2	0,2
Revisionsmöglichkeit	optisch über Revisionsöffnungen	25	100	4	1,0
Sanierungsmöglichkeit	Austauschbarkeit	18	100	2	0,4
niedrige Kosten	Materialkosten	10	50	2	0,1
	Herstellungskosten		50	2	0,1
Design	optisches Erscheinungsbild	10	100	4	0,4
Punkte Gesamtbewertung					3,1
Prozent Gesamtbewertung					78%
Punktvergabe:					
0...unbefriedigend 1...noch tragbar 2...ausreichend 3...gut 4...sehr gut					
Ausscheidungskriterium					

Tab. 4.10 Nutzwertanalyse der Vorwandinstallation an BSP-Wand, ausgeführt mit dichter Wanne und Revisionsöffnung

4. 2. 8 Verteilung in Leichtbauwänden

In Gebäuden in Holz-Massivbauweise werden oftmals nichttragende Zwischenwände sowie Installationswände in Leichtbauweise ausgeführt. Diese werden in der Regel direkt auf dem Deckenelement befestigt und somit in den Bodenaufbau eingebunden. Im Schadensfall kann allerdings hierdurch Wasser unbemerkt in die Fußbodenkonstruktion gelangen und das BSP-Deckenelement großflächig befeuchten.

Einen besseren Feuchteschutz stellt dagegen die in Abb. 4.21 dargestellte Ausführungsvariante dar. Hierbei werden die Ständer der Leichtbauwand mit einem gewissen Abstand (Möglichkeit für Wasserdurchfluss) in einem „dichten“ U-Profil (z.B. aus verzinktem Stahl) befestigt. Dieses ist wiederum mit außenliegenden Laschen auf der BSP-Decke befestigt.

Im Schadensfall kann sich im U-Profil das Wasser sammeln und über eine Revisionsöffnung, als auch optional über Sensoren wahrgenommen werden. Ebenfalls besteht die Möglichkeit das Profil in einem kontrollierbaren Schacht zu entwässern, oder eine Bohrung durch die Decke, zum Feststellen eines Wasseraustritts an der Deckenunterseite, durchzuführen.

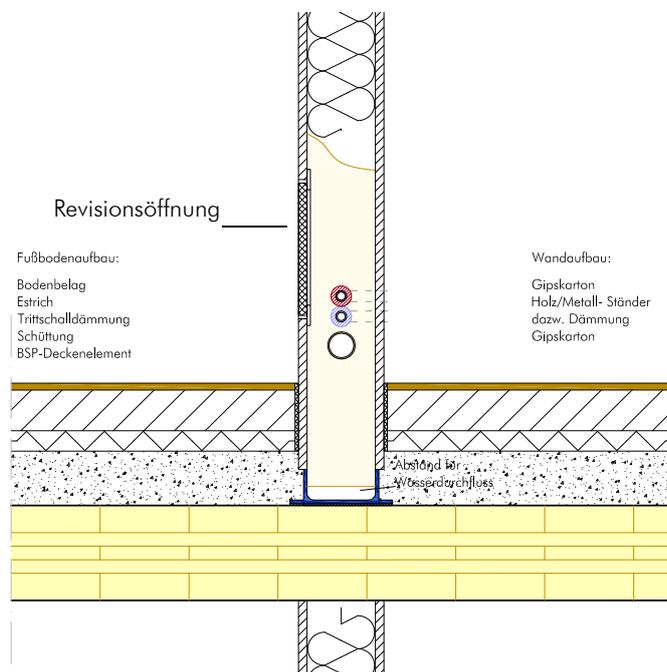


Abb. 4.21 Installationsführung in Leichtbauwand auf „dichtem“ U-Profil

Die Nutzwertanalyse dieser Installationsvariante wird in Tab. 4.11 aufgezeigt.

Zielvorgabe	Teilkriterien	Gewichtung [%]		LBW U-Profil	
		Gesamt	Einzel	Punkte	Gesamt
Dauerhaft	Feuchteschutz der Tragstruktur	37	40	3	0,4
	rasches Feststellen von Wasseraustritt		30	3	0,3
	Schutz vor Beschädigung		30	2	0,2
Revisionsmöglichkeit	optisch über Revisionsöffnungen	25	100	4	1,0
Sanierungsmöglichkeit	Austauschbarkeit	18	100	3	0,5
niedrige Kosten	Materialkosten	10	50	3	0,2
	Herstellungskosten		50	3	0,2
Design	optisches Erscheinungsbild	10	100	4	0,4
Punkte Gesamtbewertung					3,2
Prozent Gesamtbewertung					81%

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

Ausscheidungskriterium

Tab. 4.11 Nutzwertanalyse der Installationsführung in Leichtbauwänden auf „dichtem“ U-Profil

Eine weitere Möglichkeit stellt die in Abb. 4.22 dargestellte Variante dar. Die Leichtbau-Ständerwand wird auf einem Kantholz, welches auf dem BSP-Deckenelement befestigt ist, aufgestellt. Im Falle eines Wasseraustritts wird dadurch ein Eindringen des Wassers in die Fußbodenkonstruktion verhindert. Über Wasserflecken an der Gipskartonbeplankung bzw. über einen Wasseraustritt unter der Sesselleiste ist dieser frühzeitig erkennbar.

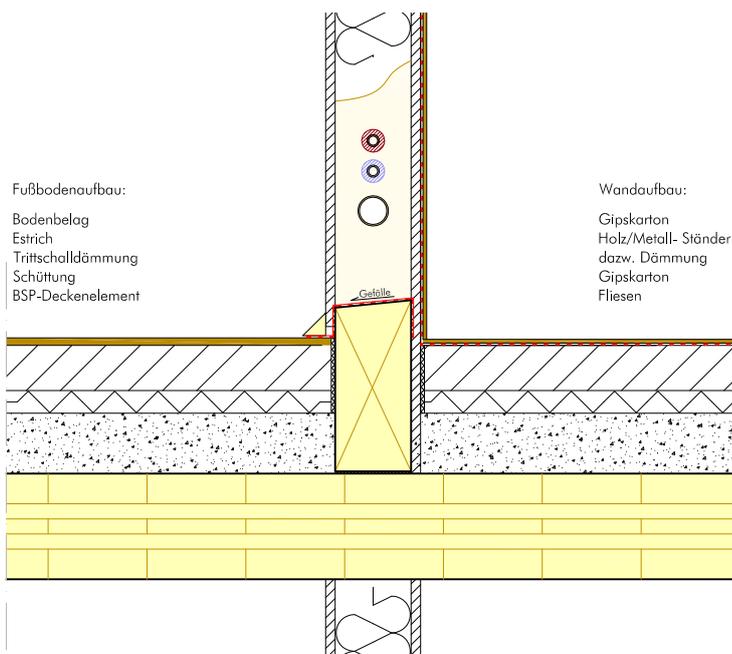


Abb. 4.22 Installationsführung in Leichtbauwand auf Kantholz

In Tab. 4.11 wird diese Variante einer Nutzwertanalyse unterzogen.

Zielvorgabe	Teilkriterien	Gewichtung [%]		LBW Kantholz	
		Gesamt	Einzel	Punkte	Gesamt
Dauerhaft	Feuchteschutz der Tragstruktur	37	40	3	0,4
	rasches Feststellen von Wasseraustritt		30	4	0,4
	Schutz vor Beschädigung		30	2	0,2
Revisionsmöglichkeit	optisch über Revisionsöffnungen	25	100	4	1,0
Sanierungsmöglichkeit	Austauschbarkeit	18	100	3	0,5
niedrige Kosten	Materialkosten	10	50	3	0,2
	Herstellungskosten		50	4	0,2
Design	optisches Erscheinungsbild	10	100	4	0,4
Punkte Gesamtbewertung					3,4
Prozent Gesamtbewertung					85%
Punktvergabe:					
0...unbefriedigend 1...noch tragbar 2...ausreichend 3...gut 4...sehr gut					
Ausscheidungskriterium					

Tab. 4.12 Nutzwertanalyse der Installationsführung in Leichtbauwänden auf Kantholz

4. 2. 9 Gegenüberstellung der Ergebnisse der einzelnen Nutzwertanalysen

In Tab. 4.13 werden die Ergebnisse der Nutzwertanalysen zu den Varianten der horizontalen Installationsführung gegenübergestellt. Anzumerken ist, dass nicht jede Variante für jede Installation geeignet ist. Insbesondere für die Installation von Abwasserrohren sind nur bestimmte Verteilungsvarianten geeignet.

Die Verteilungsmöglichkeit mit dem „größten Nutzen“ hinsichtlich der bewerteten Zielvorgaben, stellt die Führung in Abdeckleisten, sowie in abgehängten Deckensystemen dar. Als unbefriedigende Lösung wird die konventionelle Verteilung in der Ebene der Schüttung, ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen betrachtet. Zusätzliche flächige Abdichtungen auf den BSP-Deckenelementen stellen lediglich eine geringfügige Verbesserung betreffend des Gesamtnutzens dar.

Die Ergebnisse der Nutzwertanalysen sind als Entscheidungshilfe zu betrachten. Bei der Herstellung eines Wohngebäudes handelt es sich in der Regel um Prototypen mit unterschiedlichen Anforderungen, Konstruktionen, Randbedingungen, etc.. Die nachfolgende Gegenüberstellung soll lediglich die Basis, für die Findung geeigneter Verteilungsmöglichkeiten der gebäudetechnischen Installationen, für ein spezifisches Bauprojekt darstellen.

Teilkriterien	Gewichtung [%]		Punkte	P.									
	Gesamt	Einzeln											
Feuchteschutz der Tragstruktur	40	0	0	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
rasches Feststellen von Wasseraustritt	30	0	0	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3
Schutz vor Beschädigung	30	3	3	3	4	3	2	2	2	2	2	2	2
optisch über Revisionsöffnungen	25	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Austauschbarkeit	18	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Materialkosten	50	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Herstellungskosten	50	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
optisches Erscheinungsbild	10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Punkte Gesamtbewertung		0,0	0,0	1,7	3,7	3,4	3,0	3,2	3,0	3,1	3,2	3,4	3,4
Prozent Gesamtbewertung		0%	0%	44%	91%	86%	76%	88%	74%	78%	81%	85%	85%

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

Tab. 4.13 Gegenüberstellung der Nutzwertanalysen der einzelnen Varianten

4.3 Ausführung vertikaler Anschlussleitungen

Je nach Art der horizontalen Verteilung, ergeben sich verschiedene Möglichkeiten der Führung der vertikalen Anschlüsse an die Bedarfsstellen bzw. Armaturen. Grundsätzlich können folgende Möglichkeiten der Verlegung in Betracht gezogen werden:

- sichtbar (Abb. 4.23, Bereich C)
- in eingefrästen Schlitzten in mit GKB beplankten BSP-Elementen (Abb. 4.23, Bereich D)
- in Vorwandinstallationen und zusätzlich in Schlitzten in BSP-Wänden (Abb. 4.23, Bereich A)
- in Vorwandinstallationen an BSP-Wänden (Abb. 4.23, Bereich B)
- in Vorwandinstallationen an STB- Wänden (Abb. 4.19)
- in Leichtbau-Installationswänden (Abb. 4.21)

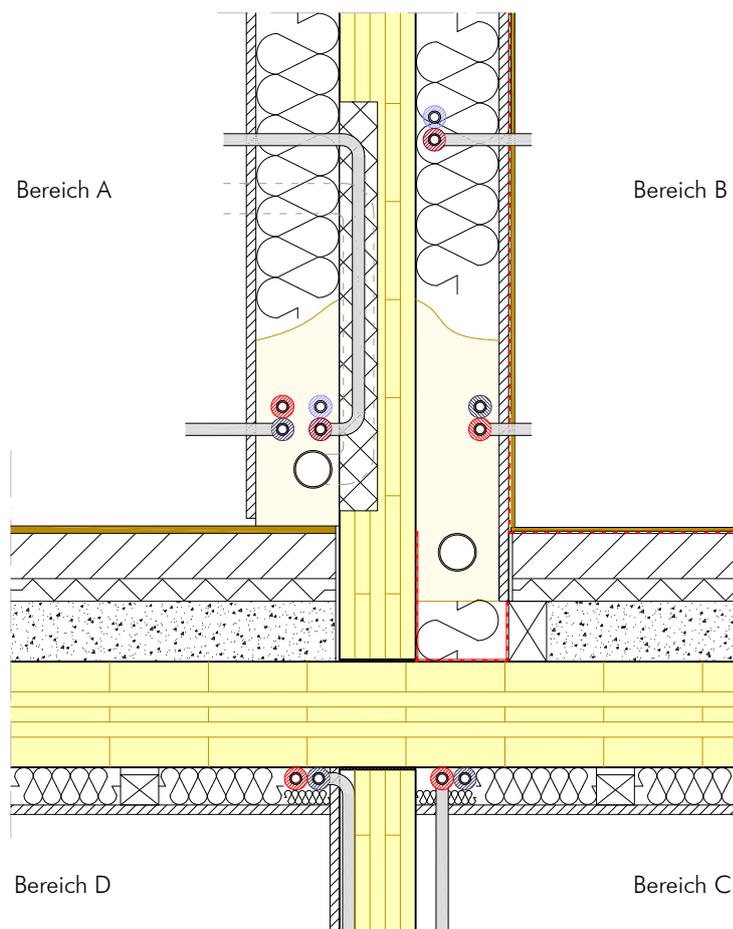


Abb. 4.23 Varianten der Führung vertikaler Anschlussleitungen

Sichtbare Anschlussleitungen stellen hinsichtlich des Feuchteschutzes die optimale Lösung dar. Allerdings sind diese aus optischen Gründen oftmals unerwünscht.

In vertikalen Schlitzen geführte Installationen, welche direkt mit GKB beplankt werden, stellen grundsätzlich eine tragbare Lösung dar, sofern diese nicht durch Wandverbauten oder Einrichtungsgegenstände verdeckt werden. Beschädigungen zeichnen sich in der Regel rasch durch Wasserflecken an der Oberfläche ab und werden daher erkannt bevor größere Schäden an der Holzsubstanz entstehen. Nachdem ein Verbau bzw. ein Verstellen der Leitungsbereiche durch die Nutzer nicht vermeiden werden kann, wird diese Installationsweise jedoch als nicht geeignet betrachtet, sofern nicht weitere Holzschutzmaßnahmen unternommen werden.

Die Führung in Vorwandinstallationen und zusätzlich in Schlitzen in BSP-Wänden (siehe Abb. 4.23, Bereich A), ist generell nicht geeignet da eine Feuchtebeanspruchung der Holzkonstruktion im Schadensfall nicht bzw. schwer feststellbar ist.

Als geeignete Installationsweise werden dagegen die Varianten der Führung der Leitungen hinter kontrollierbaren Vorsatzschalen (entsprechend Abb. 4.17 bis Abb. 4.20), befestigt an der BSP- oder STB-Wand mittels Abstandhalter, betrachtet. Die Diskussion und Bewertung dieser Varianten wird unter Abschnitt 4. 2. 6 (BSP) sowie Abschnitt 4. 2. 7 (STB) durchgeführt. Ebenfalls geeignet ist die Verlegung der vertikalen Anschlussleitungen in einer Installationswand in Leichtbauweise, ausgeführt gemäß Abschnitt 4. 2. 8.

4. 3. 1 Befestigung der Installationsleitungen an den Wänden

Für die Befestigung der wasserführenden Rohre sind Distanzhalter zu verwenden, welche ein direktes Anliegen der Leitungen an der Oberfläche vermeiden (Abb. 4.24). Im Falle eines langsamen Wasseraustritts fließt das Wasser bzw. die Wassertropfen entlang der Rohre ab, somit wird eine Durchfeuchtung der Wand vermieden.



Abb. 4.24 Distanzhalter zur Befestigung von wasserführenden Leitungen

Damit das Wasser nicht entlang der Distanzhalter an die Wand gelangt, müssen diese zumindest waagrecht an die Wand führen oder mit einer dezidierten Tropfstelle (z. B. Gummiring) ausgestattet sein. Das abtropfende Wasser ist in einem kontrollierbaren Bereich aufzufangen.

5 Revisionsöffnungen in Sanitärwänden

Revisionsöffnungen in Sanitärwänden ermöglichen eine einfache Kontrolle der Installationen in Sanitärwänden und Sanitärschächten. Sie bieten die Möglichkeit eine Wasseransammlung, welche im Schadensfall in konstruktiv dafür vorgesehenen Bereichen auftritt, festzustellen.

Im optimalen Fall werden Revisionsöffnungen so groß wie möglich ausgeführt, um neben der optischen Kontrolle auch Adaptierungs- bzw. Sanierungsarbeiten durchführen zu können. Eine einfache und dauerhafte Zugänglichkeit kann z.B. durch Revisionsöffnungen, welche über das Stiegenhaus zugänglich sind, gewährleistet werden.

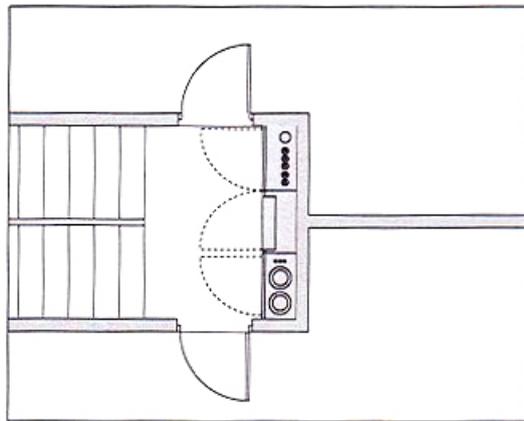


Abb. 5.1 über das Treppenhaus zugängliche Revisionsöffnungen [25]

Hersteller von Trockenbausystemen haben üblicherweise verschiedene Revisionsklappen im Sortiment (Abb. 5.2), welche verschiedenste Anforderungen (z. B. Brandschutz) erfüllen.



Abb. 5.2 Revisionsklappen der Firma Knauf Gips KG, [97]

Die Oberfläche der Revisionsklappen kann wie die Wandoberfläche ausgeführt werden und wirken daher optisch nicht störend.

Als einfachere Alternative können auch Inspektionsöffnungen mit einem Durchmesser von rund 70 mm in die Installationswand gebohrt werden, welche anschließend mit einer Blindabdeckung (Abb. 5.3) verdeckt werden. Aufgrund der kleinen Inspektionsöffnung muss zur Inspektion gegebenenfalls eine Inspektionssonde verwendet werden.



Abb. 5.3 Einsatz einer Blindabdeckung als Zugangsmöglichkeit zu Installationswänden, [98]

In Sanitärräumen empfiehlt sich die Installation von Revisionsöffnungen in Wandbereichen, an denen keine oder nur geringe Beanspruchungen mit Spritzwasser auftreten.

6 Ausführung einer bodengleichen Dusche

vgl. [96]

Bodengleiche Duschen ohne dezidierte Duschtasse finden eine vermehrte Anwendung im Wohnbau. Diese werden aus ästhetischen Gründen zunehmend gewünscht, zudem ermöglichen sie einen behindertengerechten Zugang zur Dusche.

Bei der Ausführung von bodengleichen Duschen können mehrere Punkte gewisse Schwachstellen darstellen:

- aufwendige Ausführung und Einbindung in die Oberflächenabdichtung der feuchtebeanspruchten Bereiche
- Unterbrechung des Fußbodenaufbaus durch Entwässerungseinrichtungen
- Unterbrechung der Trittschall und Wärmedämmung
- Durchdringung der horizontalen Oberflächenabdichtung durch Entwässerungseinrichtungen
- horizontale Führung von Abflussrohren unter der Oberflächenabdichtung

Besonders im Holzbau sind zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit alle Problempunkte, welche eine direkte oder indirekte Feuchtebeanspruchung der Holzstruktur ermöglichen könnten, zu vermeiden bzw. sind eventuelle Schwachstellen kontrollierbar zu machen. Ein möglicher Lösungsansatz besteht darin, den Wasserablauf anstatt in der Fußbodenkonstruktion in eine Installationswand zu verlegen. Hierzu empfiehlt es sich, Systemlösungen diverser Hersteller zu verwenden (siehe Abb. 6.1).

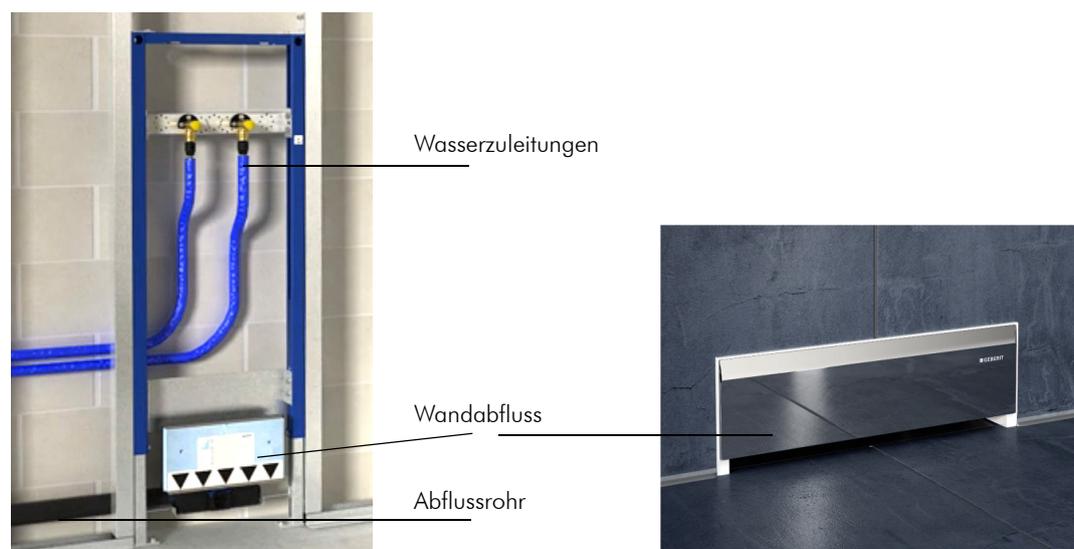


Abb. 6.1 links: Installationselement zur Herstellung eines Wandabflusses [96]
rechts: Wandabfluss nach Fertigstellung [96]

Die Ausführung eines Wandablaufs bietet unter anderem folgende Vorteile:

- Wasserzu- und ableitungen liegen in der Installationswand und nicht im unkontrollierbaren Fußbodenbereich.
- eventuelle Revisionsklappen in der Installationswand ermöglichen eine einfache Kontrolle der Wasserzu- und Ableitungen
- der Boden unter der Dusche kann ohne Unterbrechung des Fußbodenaufbaus ausgeführt werden
- sichere Einbindung des Wandabflusses in die Oberflächenabdichtung durch geeignete vorgefertigte Systemprodukte ist gewährleistet

7 Alternative Heizsysteme

Mit dem Einsatz alternativer Heizsysteme können mögliche Problempunkte, welche bei üblichen Heizungsinstallationen im Wohnbau bestehen, im Vorhinein vermieden werden.

7.1 wasserfreie Heizsysteme

Heizsysteme, welche anstelle von Wasser, andere Medien zum Transport der Energie zu den Wärmeabgabeflächen verwenden, stellen im Wohnbau eher die Ausnahme dar. Gängige alternative Energietransportmedien sind Luft und auch der elektrische Strom.

7.1.1 Luftheizungen

Luftheizungen können infolge der geringen Wärmekapazität von Luft nur bei Gebäuden mit sehr geringem Heizwärmebedarf sinnvoll verwendet werden. Sie basieren grundsätzlich auf dem Prinzip von Konvektionsheizungen. Bei größerem Wärmebedarf und der damit verbundenen höheren Konvektion werden diese im Allgemeinen als unbehaglich empfunden. Die Funktionsweise und Installation von Luftheizungen wird im Kapitel 3 unter dem Abschnitt „Frischluftversorgungssysteme“ behandelt.

7.1.2 elektrische Infrarotstrahlungsheizungen

vgl. [20]

Die Verwendung von Infrarotheizungen zur Beheizung von Wohnbauten ist derzeit noch unüblich, Fachliteratur ist daher nahezu nicht vorhanden. Da diese in die Kategorie elektrische Widerstandsheizungen einzuordnen sind, ist der Einsatz als Hauptheizungssystem in Neubauten gem. OIB-Richtlinie 6 [47] untersagt. Die Eignung im Wohnbau wird speziell im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit und Ökologie in Fachkreisen differenziert diskutiert. Typische Anwendungen der Infrarotheizung waren bisher vorwiegend Hallenbauten und teilweise geöffnete Gebäude.

Elektrisch betriebene Infrarotstrahlungsheizungen stellen unter den elektrischen Heizsystemen eine effiziente Heizmöglichkeit dar. Sie sind nicht gleichzusetzen mit herkömmlichen Elektro-Direktheizungen, welche im Gegensatz zu der Strahlungsheizung die Wärmeenergie überwiegend über Konvektion an den Raum abgeben.

Die Infrarotstrahlung ist ein Teil der Wärmestrahlung im Spektrum der elektromagnetischen Wellen. Jeder Körper sendet in Abhängigkeit seiner Temperatur Wärmestrahlung in einer bestimmten Wellenlänge ab.

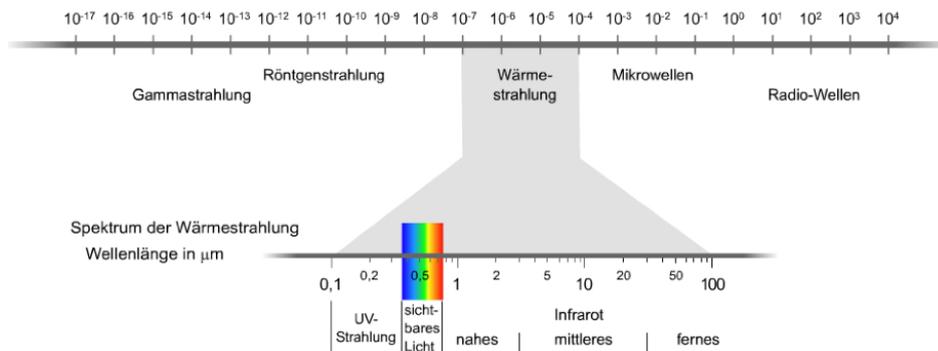


Abb. 7.1 elektromagnetisches Strahlungsspektrum, [20]

Im Wohnbau werden als elektrische IR-Heizung grundsätzlich sogenannte Dunkelstrahler verwendet. Das Strahlungsmaximum liegt bei diesen im Infrarot-C Bereich (fernes IR, siehe Abb. 7.1), ein sichtbarer Lichtanteil wird nicht emittiert.

Elektrische Dunkelstrahler bestehen aus Blechen mit integrierter Heizwendel oder stromdurchflossenen Carbonfolien. Diese werden in Form von Paneelen, angebracht in den zu beheizenden Räumen, realisiert (siehe Abb. 7.2). Die Paneele werden an die Elektroinstallation angeschlossen und an den Wänden montiert. Eine Deckenmontage ist ebenfalls möglich, jedoch nur bei hohen Räumen üblich.



Abb. 7.2 Infrarotpaneele mit Abmessungen von 60/60/2,2 [350 W] cm bis 60/120/2,2 cm [800W] [84]

Die Oberflächentemperatur der Paneele beträgt ca. 60 °C bis 120 °C. Da zwischen allen Oberflächen ein Strahlungsaustausch stattfindet, erwärmt diese Primärstrahlung alle Körper im Raum. Die Raumluft wird primär indirekt über die angestrahlten Oberflächen, über sehr schwache oberflächige Konvektion erwärmt. Die Oberflächen sind dadurch

wärmer als die Raumlufte. Dadurch ergibt sich eine besonders behagliche (geringe) Lufttemperaturschichtung über die Raumhöhe. Infolge der unterschiedlichen Wirkungsweise gegenüber Konvektionsheizungen ist zur Beheizung von Gebäuden mittels Strahlungsheizungen ein geringerer Heizwärmebedarf zu erwarten. Dies lässt sich unter anderem durch die höheren Oberflächentemperaturen, und der dadurch aus Behaglichkeitsgründen niedrigeren erforderlichen Raumlufteemperatur, erklären.

Wie schon zuvor erwähnt, fehlen jedoch wissenschaftliche Studien, welche den sinnvollen Einsatz von IR-Heizungen im Wohnbau hinsichtlich Ökologie und Wirtschaftlichkeit belegen.

Dr.-Ing. Peter Kosack / TU Kaiserslautern belegt in dem Forschungsprojekt „Beispielhafte Vergleichsmessung zwischen Infrarotstrahlungsheizung und Gasheizung im Altbaubereich“, die IR-Heizung als sinnvolle Alternative zur Gasheizung im Altbaubereich. [20]

Einige Anbieter von IR-Heizungen veröffentlichen Heizkostenvergleichsrechnungen welche wirtschaftliche und ökologische Vorteile der Infrarotheizung aufzeigen. Diese Ergebnisse sind jedoch oftmals nicht von unabhängigen Stellen überprüft.

7.2 Wandheizung als Alternative zur Fußbodenheizung

vgl. [110]

Wandheizungen sind flächige Heizsysteme, welche die Wärme über die Wände an den Raum abgeben. Generell werden diese, ähnlich den Fußbodenheizungen, mit Wasser als Energieträgermedium im Niedertemperaturbereich betrieben. Die Wärmeabgabe erfolgt mit einem relativ hohen Strahlungsanteil und wird daher als angenehme Wärme empfunden. Zu unterscheiden ist in erster Linie zwischen folgenden Ausführungsvarianten von wassergeführten Wandheizungssystemen:

- Leitungen oder Trockenbauplatten auf Wandoberflächen (Abb. 7.3)
- Bauteilheizung (z.B. Betonkernaktivierung)

Die Bauteilheizung wird vorwiegend im mineralischen Massivbau eingesetzt und findet im Holzbau keine Anwendung.

Wandheizungen stellen in Bezug auf das Gefährdungspotenzial von Holzbauten eine alternative zu Fußbodenheizungen dar. Folgende Vorteile sind dabei von besonderer Bedeutung:

- keine Leitungen in der schwer kontrollierbaren Fußbodenkonstruktion
- leichte Zugänglichkeit zu den Heizrohren
- rasches Erkennen eines Wasserschadens an der Oberfläche ist gegeben

Die Wände an denen sich die Wandheizungen befinden, sollten in der Heizperiode nicht mit diversen Möbeln verstellt werden. Kleinere Bilder stellen jedoch kein Problem dar. Dagegen kann im Vergleich zu Fußbodenheizungen die Bodenfläche beliebig möbliert und mit jeglichen Fußbodenoberflächen ausgestattet sein.

7. 2. 1 Aufbau einer Wandheizung

Grundsätzlich ist in Nass- und Trockensysteme zu unterscheiden (Abb. 7.3). Bei Nasssystemen werden Rohre oder Kapillarrohrmatten aus Kupfer, Metallverbund oder Kunststoff auf der Wand befestigt, und anschließend in Kalk-, Lehm- oder Silikatputzen eingebettet. In der Regel ist mit Putzstärken von ca. 30-35 mm zu rechnen.

Bei Trockensystemen sind die wasserführenden Rohre bereits in vorgefertigten Elementen integriert. Diese Elemente werden an der Wand befestigt und je nach Typ mit z.B. Gipsbauplatten beplankt oder nur die Stöße verspachtelt und mit Innenwandfarbe versehen.

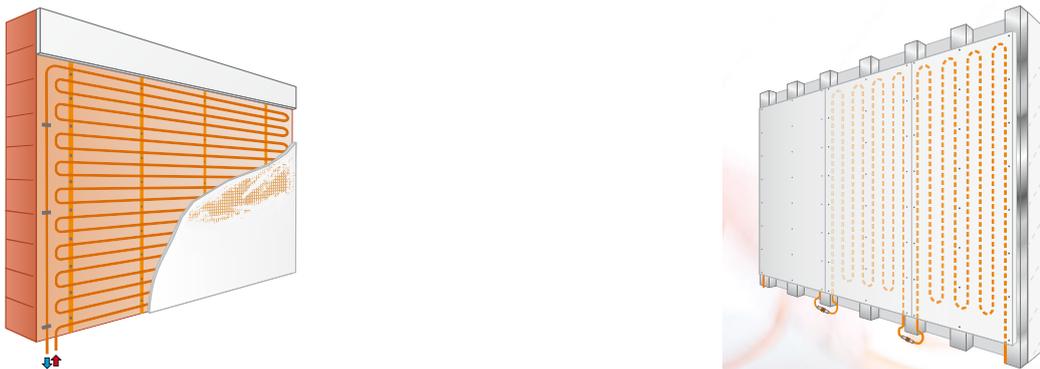


Abb. 7.3 links: verputzte Wandheizung [111]
rechts: Trockenbauwandheizung, Gipsfaserplatten mit integriertem Heizregister [112]

F Verteilung versorgungstechnischer
Installationen am Beispiel der Wohnanlage
„Timber in Town“

1 Projektbeschreibung „Timber in Town“

Am östlichen Mur-Ufer, im Bereich der Grazer Seifenfabrik, soll ein Wohnquartier mit ca. 380 Wohnungen entstehen und einen Lebens- und Arbeitsraum für rund 1.000 Personen schaffen. Das Projekt „Timber in Town“ wird durch die Beteiligung und Zusammenarbeit mehrerer Experten aus dem Bereich Holzbau entwickelt.

Für das neue Quartier sind punktförmige Massivholz-Wohngebäude mit bis zu 8 Geschossen geplant. Erstmals in Graz wird dadurch der Holzwohnbau die Hochhausgrenze erreichen.



Abb. 1.1 Visualisierung des Entwurfs des Projekts „Wohnen am Fluss“, Graz [35]

1.1 Projektdaten

Standort:	Graz, Seifenfabrik
Projektträger:	Kovac Immobilien
Projektkoordination:	Technische Universität Graz Institut für Holzbau und Holztechnologie
beteiligte Architekten:	DI Josef Hohensinn DI Martin Strobl DI Peter Zinganel
beteiligte Holzindustrie:	Mayr-Melnhof Kaufmann Holding GmbH Stora Enso Wood Products GmbH KLH Massivholz GmbH

2 Raumkonzept der ausgewählten Entwurfsvariante

Im Folgenden wird am Beispiel eines konkreten Gebäudeentwurfs, des Projekts „Timber in Town“, eine mögliche Verteilung der versorgungstechnischen Installationen einer Wohneinheit aufgezeigt. Für das Wohnquartier wurden von den beteiligten Architekten verschiedene Entwürfe bzw. Grundrissvarianten ausgearbeitet. Für die nähere Bearbeitung wird eine Grundrissvariante des Architekturbüros „Architektur STROBL“ herangezogen (Abb. 2.1).

Die Wohnungen werden über einen zentral liegenden Stiegenhauskern aus STB-Massivbauweise erschlossen. Je Geschöß befinden sich vier Wohnungen mit einer Größe von ca. 55 m² bis 82 m². Die Sanitärbereiche, sowie die vertikalen Versorgungsschächte sind am zentralen Stiegenhauskern angeordnet.

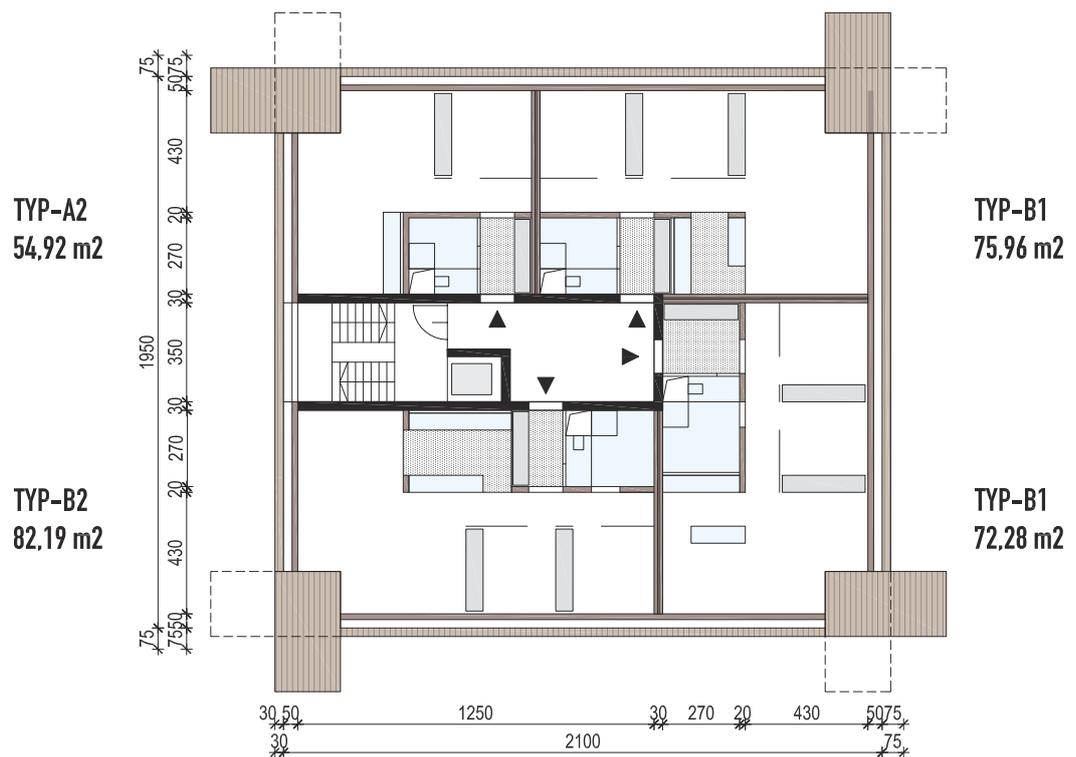


Abb. 2.1 ausgewählte Grundrissvariante des Projekts „Timber in Town“, Graz [35]

3 Installationsführung am Beispiel der „Wohnung 1“

Für die in Abb. 3.1 gekennzeichnete „Wohnung 1“ wird eine mögliche Installationsführung anhand von Detaildarstellungen aufgezeigt. Ausgehend vom vertikalen Versorgungsschacht, welcher sich im „WC-Raum“ befindet, werden die Bedarfsstellen in Küche, WC und Bad versorgt. Ebenfalls werden Heizungsleitungen zu den Heizkörpern (evtl. auch Wandheizungen) in den zwei Zimmern, Bad und im Wohnraum geführt.

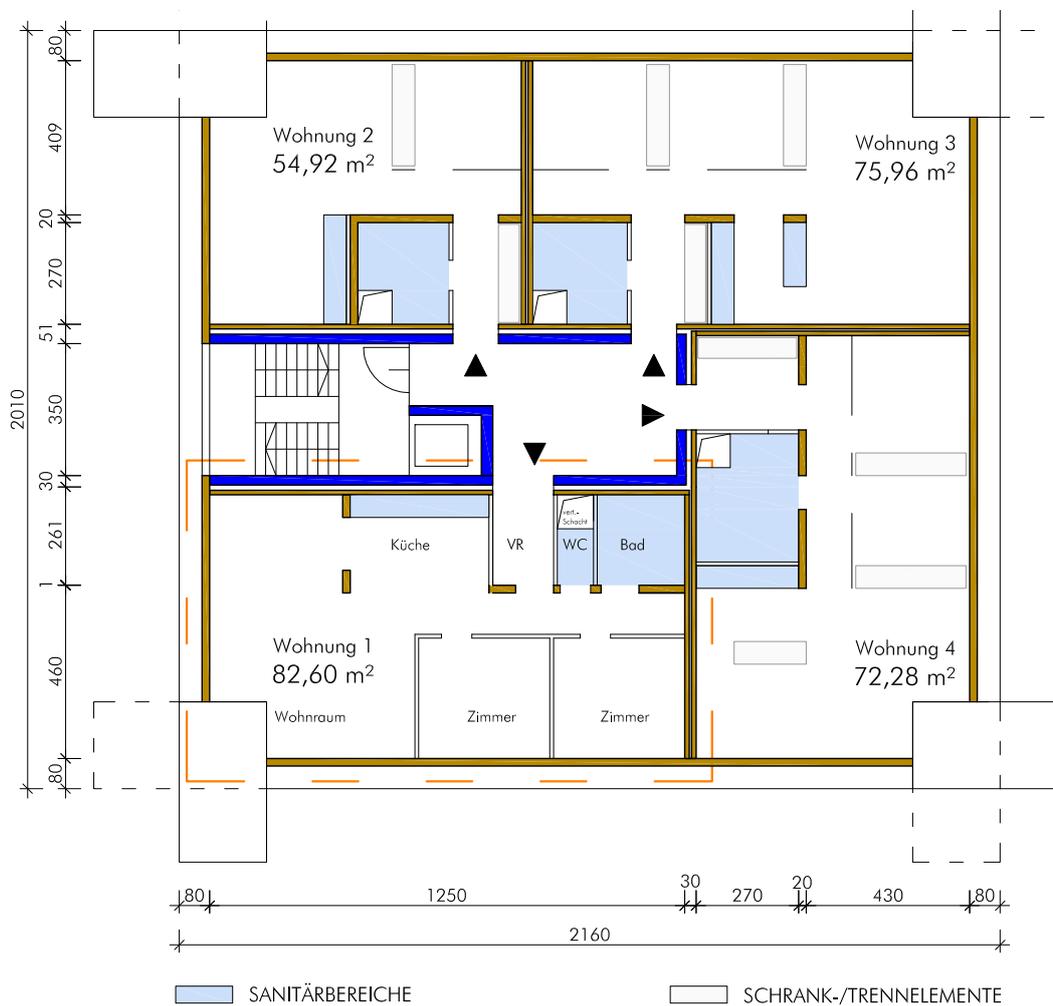


Abb. 3.1 ausgewählte Grundrissvariante mit Kennzeichnung der bearbeiteten „Wohnung 1“

In Abb. 3.2 sind alle erforderlichen Sanitär und Heizungsinstallationen der „Wohnung 1“ dargestellt.

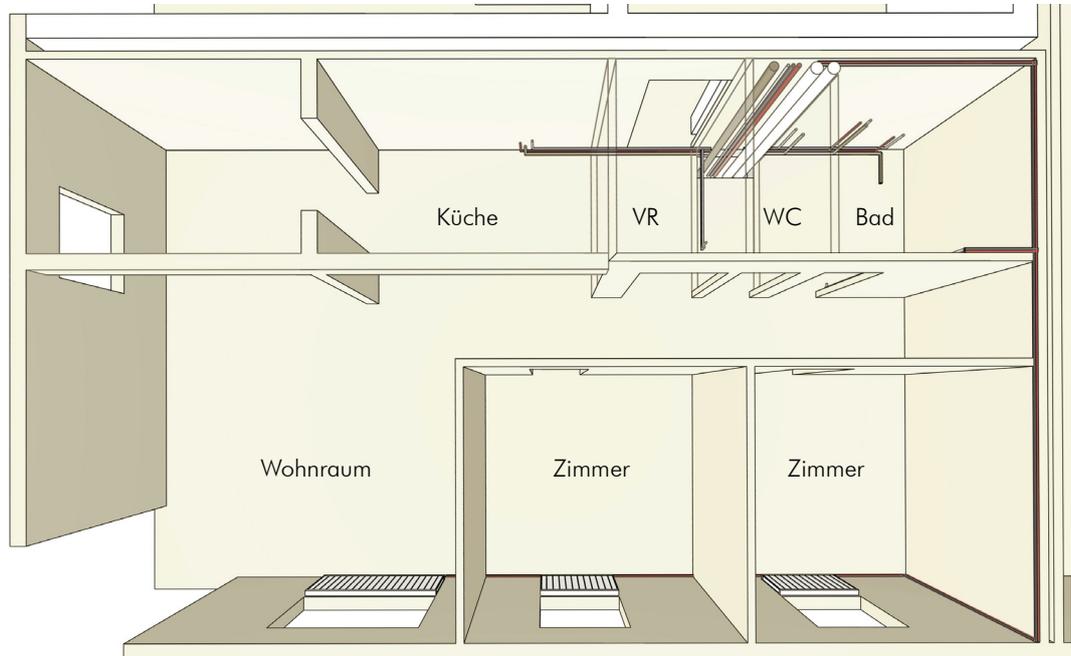


Abb. 3.2 perspektivische Darstellung der „Wohnung 1“ - Sanitärinstallationen

Die Abb. 3.3 zeigt in einer perspektivischen Darstellung die erforderlichen Sanitär- und Heizungsinstallationen in den Sanitarräumen. Ebenfalls sind die im Weiteren bearbeiteten Detailpunkte gekennzeichnet.

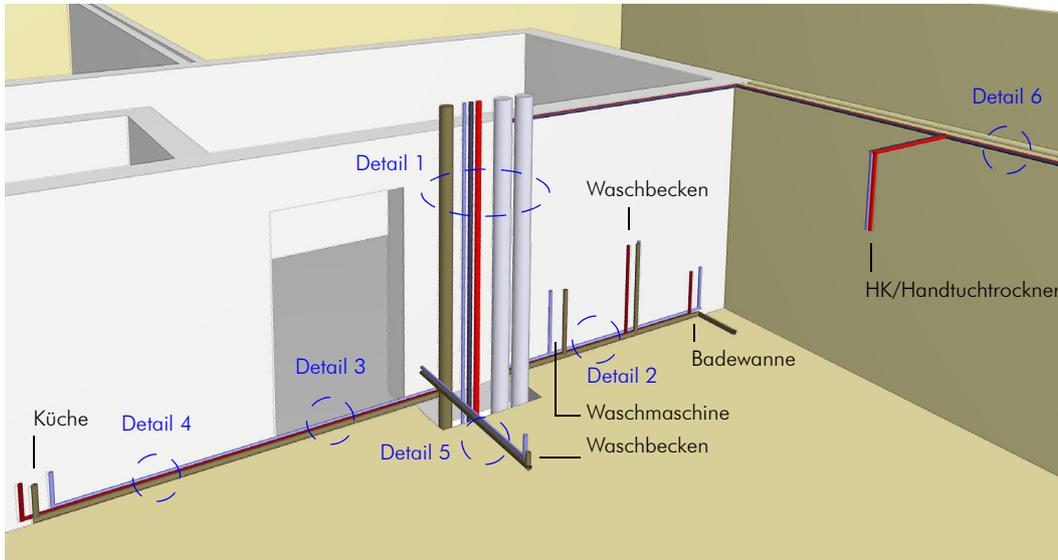


Abb. 3.3 Sanitarräume und Sanitärinstallationen der „Wohnung 1“

Die folgenden versorgungstechnischen Installationen sind in der „Wohnung 1“ erforderlich:

- Trinkwasser warm/kalt

Küche:	Spüle, Geschirrspüler, etc.
WC:	Waschbecken, Toilette
Bad:	Badewanne, Waschbecken, Waschmaschine

- Abwasser

Küche:	Spüle, Geschirrspüler, etc.
WC:	Waschbecken, Toilette
Bad:	Badewanne, Waschbecken, Waschmaschine

- Heizung Vor-/Rücklauf

Wohnraum:	Heizkörper oder Wandheizung
Bad:	Handtuchtrockner
Zimmer:	Heizkörper oder Wandheizung

3.1 Ausführungsdetails der Sanitär- und Heizungsinstallationen

Im folgenden Abschnitt wird die Führung der Sanitär- und Heizungsinstallationen im Detail betrachtet. Als Basis werden hierzu insbesondere die Verteilungsvarianten herangezogen, welche im Kapitel „E Strategien zur Gewährleistung eines dauerhaften Holzbaus“ angeführt sind.

Für die horizontale versorgungstechnische Erschließung der Küche und des Bades wird die Führung der Rohre in einer dichten Wanne (Stahl U-Profil) herangezogen. Eine Detaildarstellung dieser Wanne ist in Abb. 3.4 dargestellt.

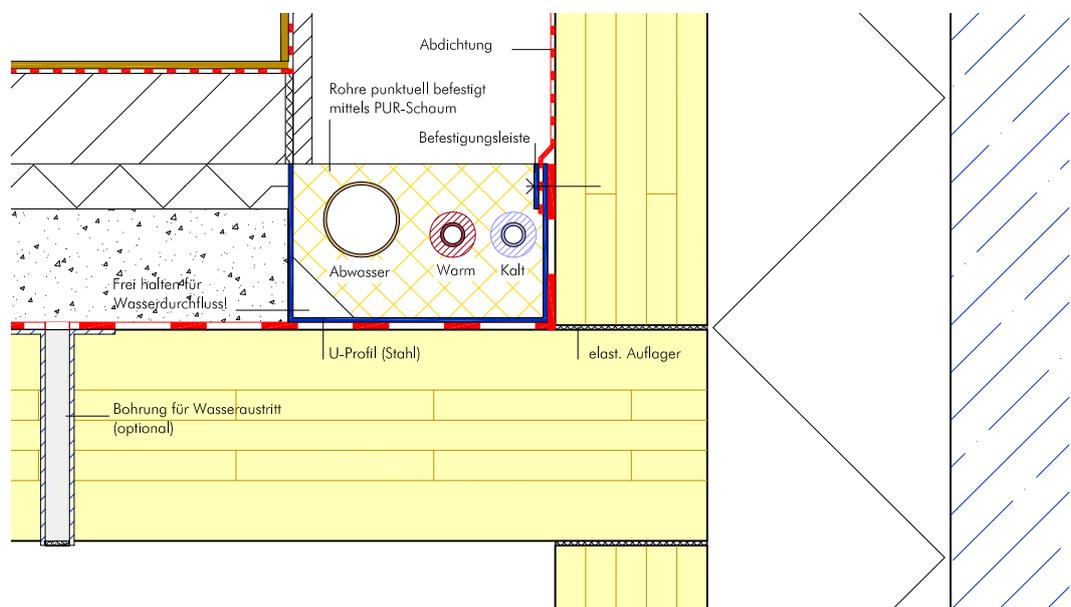


Abb. 3.4 Ausbildung einer dichten Wanne für die Verteilung versorgungstechnischer Installationen

3. 1. 1 Detail 1: vertikaler Installationsschacht

Die „Wohnung 1“ wird über einen zentralen vertikalen Versorgungsschacht erschlossen (Abb. 3.5 und Abb. 3.6). Dieser befindet sich im WC zwischen Vorsatzschale und STB-Wand (Stiegenhaus). Im Schacht verlaufen alle erforderlichen vertikalen wasserführenden Leitungen, sowie evtl. benötigte Lüftungsrohre. Die horizontale Verteilung zu den Bedarfstellen erfolgt in einem U-Profil (Stahl), bzw. in abgehängten Deckensystemen.

Für Revisionszwecke ist der Schacht mit einer, vom Stiegenhaus zugänglichen, Revisionsöffnung ausgestattet. Ein eventueller Wasseraustritt kann über eine Wasseransammlung im U-Profil, bzw. in der Wannenausbildung auf dem Brandschott festgestellt werden. Ebenso besteht die Möglichkeit, einen Wasseraustritt über Sensoren oder über einen Auslass in das Stiegenhaus unmittelbar, ohne Kontrolle über die Revisionsöffnung, festzustellen.

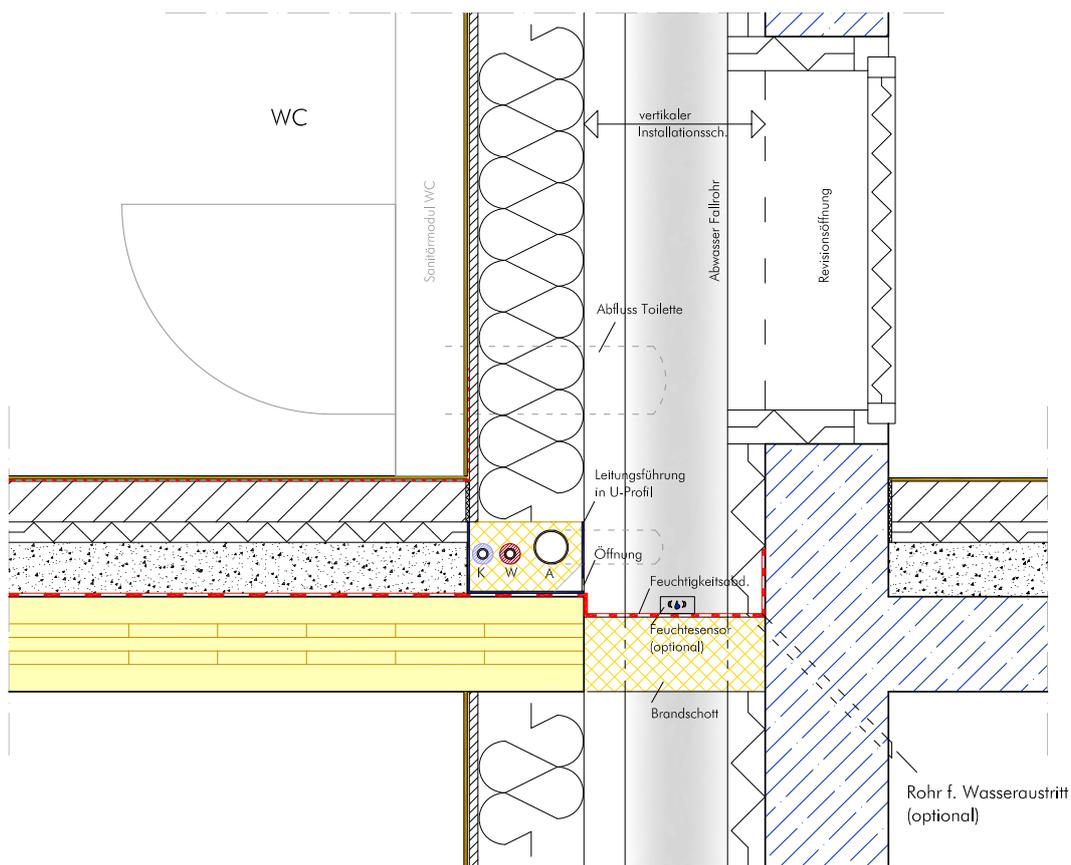


Abb. 3.5 vertikaler Installationsschacht ausgestattet mit Revisionsöffnung (Vertikalschnitt)

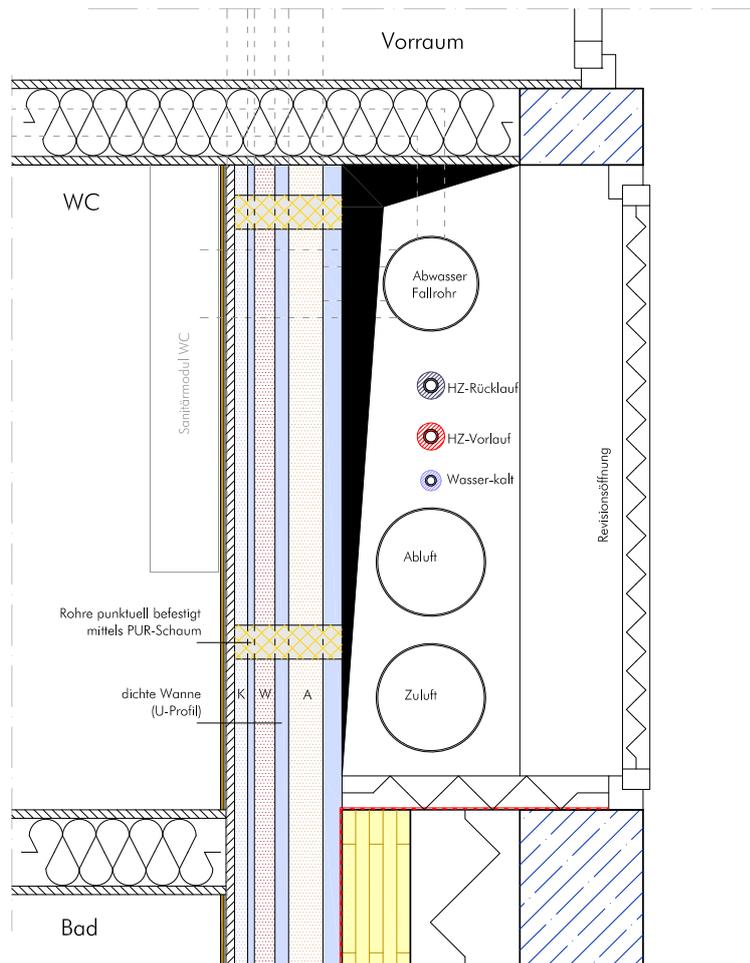


Abb. 3.6 vertikaler Installationsschacht ausgestattet mit Revisionsöffnung (Grundriss)

3. 1. 2 Detail 2: horizontale Verteilung in Vorsatzschalen an STB-Wänden

Die horizontale Verteilung zu den Bedarfsstellen des Bades erfolgt, ausgehend vom vertikalen Schacht (WC-Raum), in Vorsatzschalen an den BSP-Wandelementen des Stiegenhauses (siehe Abb. 3.7). Zur Vermeidung eines Wasserkontakts mit dem Holz im Schadensfall, wird ein U-Profil entlang der BSP-Wand ausgeführt. Über eine Revisionsöffnung im Schacht kann dieses regelmäßig kontrolliert werden.

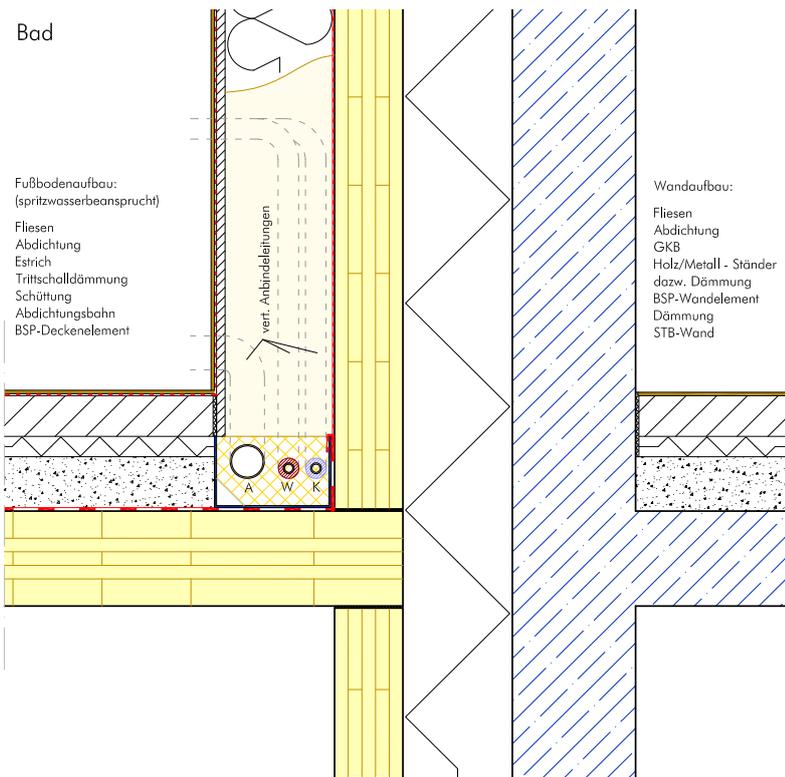


Abb. 3.7 horizontale Verteilung hinter Vorsatzschale

3. 1. 3 Detail 3: horizontale Verteilung in Bodenkanal (Vorraum)

Im Vorraum werden die erforderlichen Versorgungsleitungen zu den Bedarfsstellen in der Küche ebenfalls in dem U-Profil (Stahl) geführt. Hierbei handelt es sich um einen verdeckten Bodenkanal, da die Installationen unter dem Fußboden im Wohnungseingangsbereich geführt werden (siehe Abb. 3.8). Der Bodenkanal kann entweder unzugänglich, oder zugänglich über ein abnehmbares Fertigteil-Estrichelement ausgeführt werden.

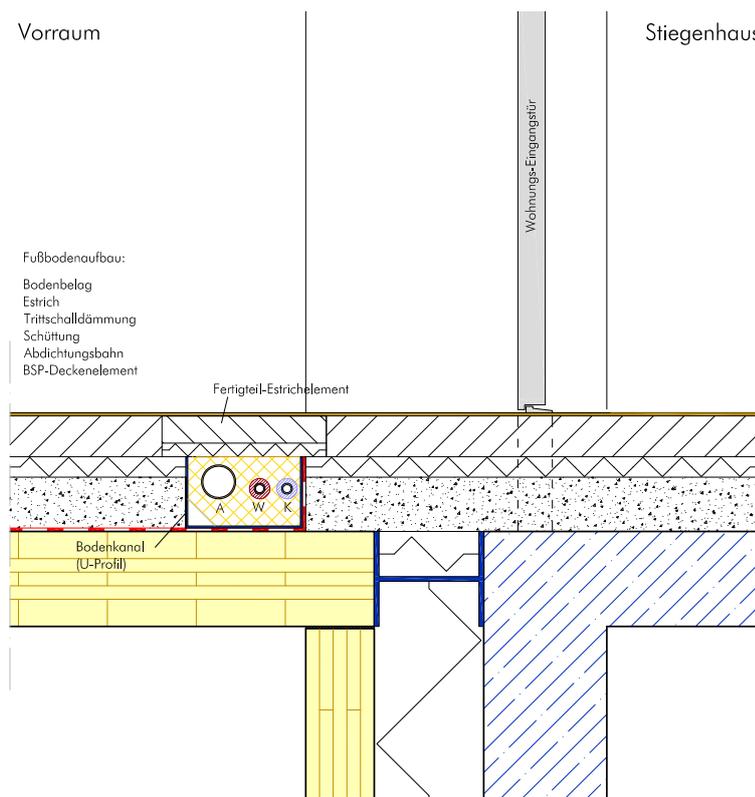


Abb. 3.8 horizontale Verteilung in abgedecktem Bodenkanal (Vorraum)

3. 1. 4 Detail 4: horizontale Verteilung in Bodenkanal (Küche)

Der Bodenkanal unter bzw. hinter der Küchenzeile, wird mit einer Abdeckleiste geschlossen (Abb. 3.9). Ein Wasseraustritt kann direkt über eine optische Kontrolle durch abnehmen der Abdeckleiste, oder über den Revisionschacht erfolgen.

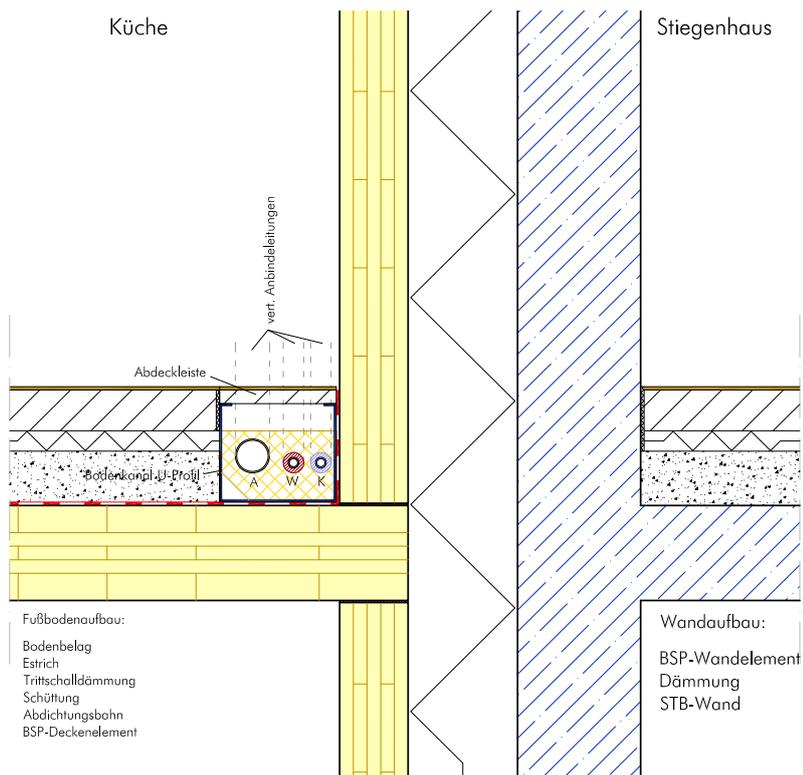


Abb. 3.9 horizontale Verteilung in Bodenkanal (Küche)

3. 1. 5 Detail 5: horizontale Verteilung zu Waschbecken im WC

Das Waschbecken im WC befindet sich an einer Gipskarton-Leichtbauwand. Die Versorgungsleitungen werden in Bohrungen in den Stehern der Wandkonstruktion geführt (Abb. 3.11). Als Fußschwelle der Leichtbauwand wird ein Kantholz herangezogen, welches bei Undichtigkeiten der Leitungen ein Eindringen von Wasser in die Fußbodenkonstruktion verhindert. Undichtigkeiten werden rasch über Wasserflecken an der Wandbeplankung aus GKB oder über einen Wasseraustritt unter der Sockelleiste entdeckt.

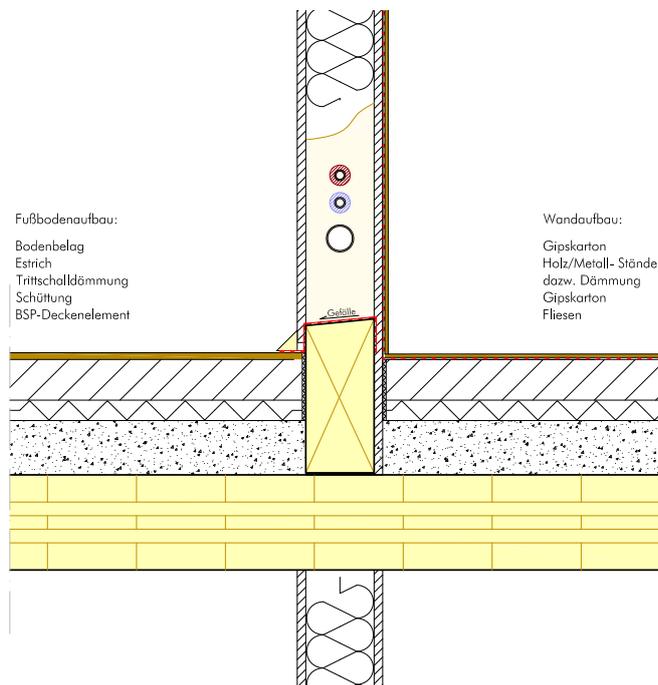


Abb. 3.10 horizontale Verteilung der Versorgungsleitungen zum Waschbecken im WC

3. 1. 6 Detail 6: Heizungsvor- und Rücklaufleitung in abgehängter Decke

Die Vor- und Rücklaufleitung wird vom zentralen Schacht zum Heizelement im Bad (Handtuchtrockner) an der Decke geführt (Abb. 3.11). Undichtigkeiten an den Leitungen zeichnen sich rasch an der Deckenunterseite ab, ohne dabei die Holzsubstanz zu gefährden.

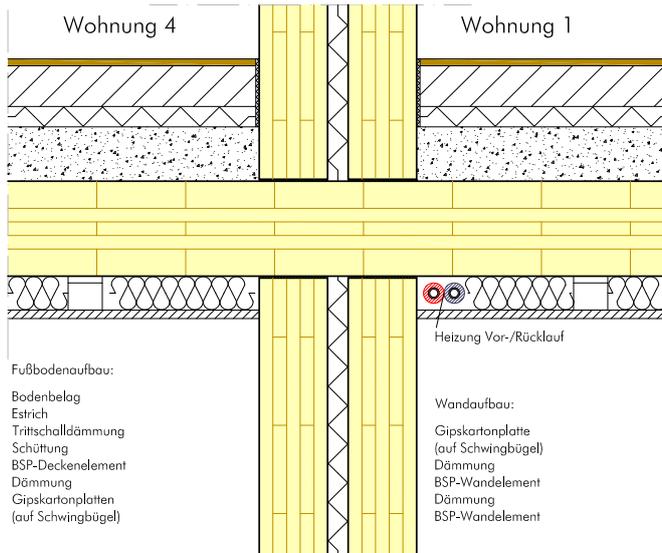


Abb. 3.11 horizontale Verteilung der Heizungsleitungen an der Deckenunterseite

3. 1. 7 Detail 7: Heizungsvor- und Rücklaufleitung in Sockelleiste

Die Verteilung zu den Heizelementen in den Wohn- und Schlafräumen erfolgt dagegen in Fußbodenleisten (Abb. 3.12). Eventuelle Undichtigkeiten können hierbei rasch über einen Wasseraustritt auf die Fußbodenfläche festgestellt werden. Die vertikalen Leitungen zur Verbindung der Decken- und Bodenleitungen können ebenfalls in einer Abdeckleiste (Eckleiste) geführt werden.

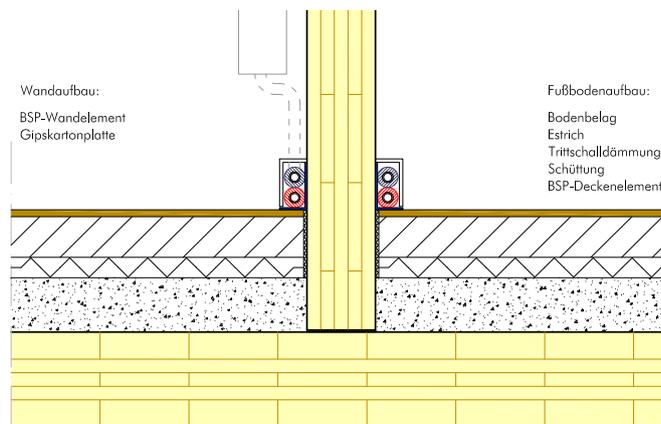


Abb. 3.12 horizontale Verteilung der Heizungsleitungen in Sockelleisten

4 Brandschutztechnische Planung am Beispiel der „Wohnung 1“

Im Entwurf zum Projekt „Timber in Town“ sind 17 Gebäude mit 5 bis 8 Geschossen geplant (Abb. 4.1). Entsprechend der OIB-Richtlinie 2 [46], sind diese Gebäude aufgrund des maximalen Fluchtniveaus (Fußbodenoberkante) von $11\text{m} < \text{FOK} < 22\text{m}$, in die Gebäudeklasse 5 einzuordnen.



Abb. 4.1 Visualisierung des Entwurfs des Projekts „Wohnen am Fluss“, Graz [35]

Die Anforderungen an den Feuerwiderstand von Bauteilen gem. OIB-Richtlinie 2 [45], sind in Tab. 4.1 angeführt. Neben den Feuerwiderstandsklassen (REI, EI, etc.) sind auch Anforderungen an das Brandverhalten einzuhalten. Die Feuerwiderstandsklassen sind im Holz-Massivbau, durch ausreichende Dimensionierung der Bauteile, einfach zu erfüllen. In der Gebäudeklasse 5 wird jedoch für viele Bauteile das Brandverhalten A2 (schwerentflammbar) gefordert. Dies erfordert eine Bepankung (Kapselung) der Holzoberflächen mit schwerentflammbaren Baustoffen, wie z.B. mit Gipskartonbauplatten.

Mit Hilfe eines Brandschutzkonzeptes kann von diesen Anforderungen abgewichen werden, sofern die äquivalente Einhaltung der Schutzziele (Personen-, Sachschutz, etc.) sichergestellt wird. Unter dem Gesichtspunkt der Minimierung der Ausbauarbeiten durch diverse Kapselungen, wird im Folgenden der Einsatz einer automatischen Sprinkleranlage im Rahmen eines Brandschutzkonzeptes aufgezeigt.

Gebäudeklassen (GK)	GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5
1 tragende Bauteile (ausgenommen Decken und brandabschnittsbildende Wände)					
1.1 im obersten Geschoß	-	R 30	R 30	R 30	R 60 ⁽¹⁾
1.2 in sonstigen oberirdischen Geschoßen	R 30 ⁽²⁾	R 30	R 60	R 60	R 90 und A2
1.3 in unterirdischen Geschoßen	R 60	R 60	R 90 und A2	R 90 und A2	R 90 und A2
2 Trennwände (ausgenommen Wände von Treppenhäusern)					
2.1 im obersten Geschoß	nicht zutreffend	REI 30 EI 30	REI 30 EI 30	REI 60 EI 60	REI 60 ⁽¹⁾ EI 60 ⁽¹⁾
2.2 in oberirdischen Geschoßen	nicht zutreffend	REI 30 EI 30	REI 60 EI 60	REI 60 EI 60	REI 90 und A2 EI 90 und A2
2.3 in unterirdischen Geschoßen	nicht zutreffend	REI 60 EI 60	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2
2.4 zwischen Wohnungen bzw. Betriebseinheiten in Reihenhäusern	nicht zutreffend	REI 60 EI 60	nicht zutreffend	REI 60 EI 60	nicht zutreffend
3 brandabschnittsbildende Wände und Decken					
3.1 brandabschnittsbildende Wände an der Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenze	REI 60 EI 60	REI 90 ⁽³⁾ EI 90 ⁽³⁾	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2
3.2 sonstige brandabschnittsbildende Wände oder Decken	nicht zutreffend	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 und A2 EI 90 und A2
4 Decken und Dachschrägen mit einer Neigung ≤ 60°					
4.1 Decken über dem obersten Geschoß	-	R 30	R 30	R 30	R 60 ⁽¹⁾
4.2 Trenndecken über dem obersten Geschoß	-	REI 30	REI 30	REI 60	REI 60 ⁽¹⁾
4.3 Trenndecken über sonstigen oberirdischen Geschoßen	-	REI 30	REI 60	REI 60	REI 90 und A2
4.4 Decken innerhalb von Wohnungen bzw. Betriebseinheiten in oberirdischen Geschoßen	R 30 ⁽²⁾	R 30	R 30	R 30	R 90 ⁽¹⁾ und A2
4.5 Decken über unterirdischen Geschoßen	R 60	REI 60 ⁽⁴⁾	REI 90 und A2	REI 90 und A2	REI 90 und A2
5 Balkonplatten					
	-	-	-	R 30 oder A2	R 30 und A2
(1) Bei Gebäuden mit nicht mehr als sechs oberirdischen Geschoßen genügt für die beiden obersten Geschoße die Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten ohne A2;					
(2) Nicht erforderlich bei Gebäuden, die nur Wohnzwecken oder der Büronutzung bzw. büroähnlichen Nutzung dienen;					
(3) Bei Reihenhäusern genügt für die Wände zwischen den Wohnungen bzw. Betriebseinheiten auch an der Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenze eine Ausführung in REI 60 bzw. EI 60;					
(4) Für Reihenhäuser sowie Gebäude mit nicht mehr als zwei Wohnungen oder zwei Betriebseinheiten mit Büronutzung bzw. büroähnlicher Nutzung genügt die Anforderung R 60.					

Tab. 4.1 Anforderungen an den Feuerwiderstand von Bauteilen gem. OIB-Richtlinie 2 [45]

4. 1 Auslegung einer Sprinkleranlage

Für die Auslegung der Sprinkleranlage wird die ÖNORM EN 12845 [61], sowie die TRVB 127 S [62] herangezogen. Infolge der Vielzahl an Bestimmungen und Regeln in diesen Richtlinien wird anschließend nur eine Auswahl dieser vorgestellt. Die Planung einer Sprinkleranlage hat durch einen Fachplaner zu erfolgen, die angeführte Ausführung der Anlage ist daher als Konzeptentwurf zu verstehen.

Die Wohngebäude werden in die Brandgefährdungsklasse LH (Light Hazard) eingeordnet. Ausgeführt wird die Sprinkleranlage als Nassanlage oder als vorgesteuerte Anlage (Typ A).

4. 1. 1 Abstände und Anordnung der Sprinkler

Die maximale Schutzfläche bzw. der maximale Abstand der Sprinklerköpfe ist der Tab. 4.2 zu entnehmen. Ohne spezielle Vorkehrungen dürfen die Sprinkler in keinem geringeren Abstand als 2 m zueinander installiert werden, um ein gegenseitiges Besprühen (Kühlen) benachbarter Sprinkler zu vermeiden. Der maximale Abstand zu Trennwänden und Wänden beträgt 2 m (normale Anordnung) bzw. 2,5 m (versetzte Anordnung). Zu Außenwänden aus brennbarem Material sind max. 1,5 m einzuhalten.

Brandgefahrenklasse	Maximale Schutzfläche je Sprinkler m ²	Maximale Abstände wie in Bild 8 angegeben m		
		Normal-Sprinkleranordnung <i>S</i> und <i>D</i>	Versetzte Anordnung	
			<i>S</i>	<i>D</i>
LH	21,0	4,6	4,6	4,6
OH	12,0	4,0	4,6	4,0
HHP und HHS	9,0	3,7	3,7	3,7

Tab. 4.2 Abstände von Deckensprinklern gem. ON EN 12845 [61]

Die mögliche Anordnung der Deckensprinkler wird in Abb. 4.2 dargestellt.

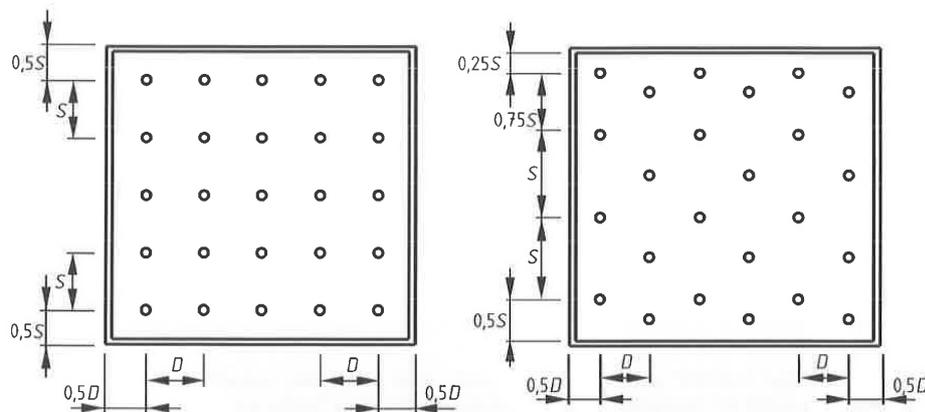
**Legende** S Abstand zwischen den Sprinklern D Abstand zwischen den Sprinklern**Bild 8 — Abstände von Deckensprinklern**

Abb. 4.2 Abstände von Deckensprinklern gem. ON EN 12845 [61]

4. 1. 2 Dimensionierung und Anordnung der Rohre

Die Rohrdurchmesser können gem. ON EN 12845 [61] mit Hilfe von 2 verschiedenen Verfahren ermittelt werden. Einerseits kann eine hydraulische Berechnung für die gesamte Anlage erfolgen, andererseits können diese über eine teilweise Berechnung und mit Hilfe von Tabellenwerten ermittelt werden.

Die Durchmesser der Strangrohre und Endverteilerrohre von LH-Anlagen sind der Tab. 4.3 zu entnehmen. Die Zuleitungen, sowie die Stränge, an denen sich mehr Sprinkler als in der Tabelle angegeben befinden, müssen einer hydraulischen Berechnung unterzogen werden. Für die Brandgefahrenklasse LH ist eine Wasserbeaufschlagung von $2,25 \text{ mm/m}^2 \cdot \text{min}$ sicherzustellen.

Rohre	Durchmesser mm	Maximale Anzahl der an das Strangrohr angeschlossenen Sprinkler
sämtliche Strangrohre und Endverteilerrohre	20	1
	25	3

Tab. 4.3 Strangrohrdurchmesser bei LH-Anlagen gem. ON EN 12845 [61]

Bei Anwendung der TRVB 127 S [62] ist jedoch nur die Bemessung mittels hydraulischer Berechnung der gesamten Anlage zulässig, bzw. mit der Inspektionsstelle abzusprechen.

4.2 Installation einer Sprinkleranlage am Beispiel der „Wohnung 1“

In diesem Abschnitt wird für die „Wohnung 1“ die Planung der Lage der Verteilerrohre und Sprinklerköpfe durchgeführt. In Abb. 4.3 wird eine mögliche Anordnung dieser, entsprechend den Regeln der ON EN 12845 [61], aufgezeigt.

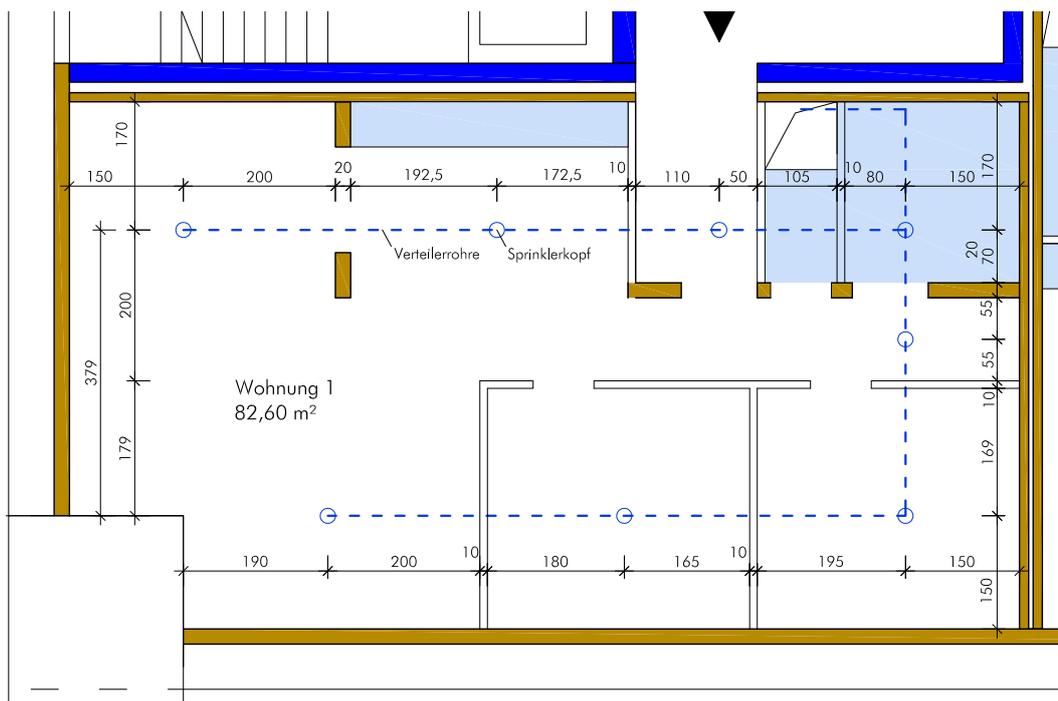


Abb. 4.3 Anordnung der Rohre und Sprinklerköpfe in der „Wohnung 1“

Die Verteilerrohre werden (vom zentralen vertikalen Schacht) im Zwischenraum der abgehängten Decke geführt. Der maximale Abstand zu Außenwänden beträgt 1,5 m, zu den Trennwänden max. 2,0 m. Bis auf den WC-Raum befindet sich in jedem Raum mindestens ein Sprinklerkopf. Im WC-Raum ist dieser nicht erforderlich, da alle Oberflächen in nicht-brennbaren Materialien ausgeführt werden.

4. 2. 1 Sprinklerköpfe

Insbesondere in Wohnbauten empfiehlt sich aus Schutz vor Beschädigung und auch aus optischen Gründen, die Verwendung von verdeckten und in abgehängten Deckensystemen integrierten Sprinklerköpfen. In Abb. 4.4 wird ein Sprinklerkopf der Firma „Tyco Fire Products LP“ gezeigt, welcher besonders für Wohngebäude geeignet ist.

Die Abdeckplatte dieses Sprinklerkopfes ist an drei Stellen an dessen Halterung befestigt. Bei Überschreiten einer Temperatur von 57 °C fällt diese ab und der Sprinkler wird freigelegt. Der Sprühteller fällt in seine Betriebsposition und wird ab einer Temperatur von über 68 °C ausgelöst.

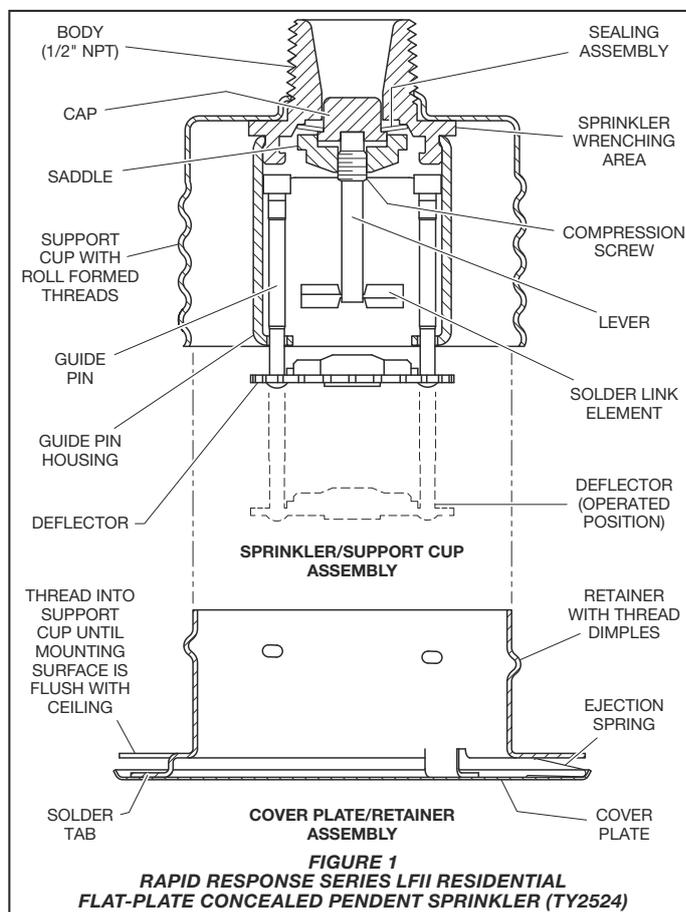


Abb. 4.4 verdeckter Sprinklerkopf der Firma „Tyco Fire Products LP“ [129]

In Abb. 4.5 wird der Einbau der Verteilrohre, sowie der Sprinklerköpfe, in die abgehängte Decke der „Wohnung 1“ dargestellt.

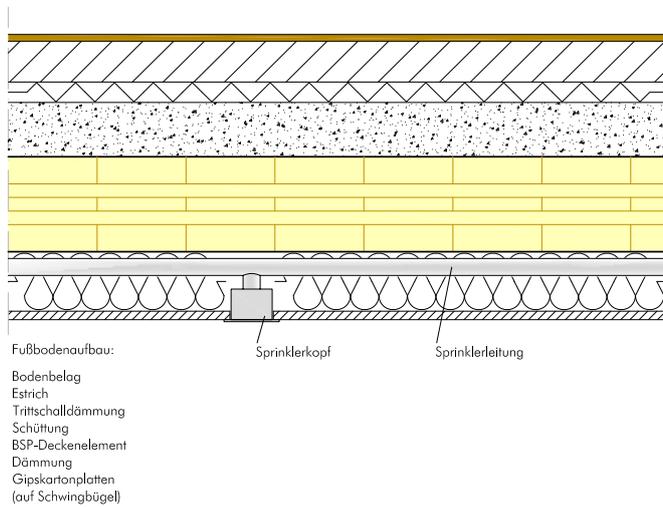


Abb. 4.5 Installation eines Sprinklerkopfes in abgehängter Decke

G Schlussbetrachtung

Aus den vorhergehenden Betrachtungen dieser Masterarbeit ist zu entnehmen, dass für eine bedenkenlose Ausführung versorgungstechnischer Installationen in Wohngebäuden in Holz-Massivbauweise noch weitere interdisziplinäre Entwicklungen notwendig sind.

Die im Kapitel „E Strategien zur Gewährleistung eines dauerhaften Holzbaus“ angeführten Verteilungsmöglichkeiten, zeigen die vielfältigen Optionen der Führung versorgungstechnischer Installationen auf. Es ist jedoch anzumerken, dass wasserführende Leitungen in einem Holzbau, unabhängig von der Art der Verteilung, grundsätzlich ein Gefährdungspotenzial für die Tragstruktur besitzen.

Überlegungen im Kapitel „D Betrachtungen zur Dauerhaftigkeit von Konstruktionen aus Holz“ zu Sanierungsmöglichkeiten von Feuchteschäden in BSP-Tragstrukturen verdeutlichen diese Problematik im Holz-Massivbau. Die Sanierung von Schäden an den großflächigen BSP-Elementen stellt die Holz-Massivbauweise bzw. die ausführenden Unternehmen zukünftig vor große Herausforderungen.

Die grundsätzliche Strategie zur Vermeidung von Feuchteschäden soll sein, einen eventuellen Wasseraustritt infolge Schäden oder Mängel an versorgungstechnischen Installationen, durch geeignete Ausführungen unmittelbar feststellbar zu machen. Dies erklärt unmissverständlich, warum die konventionelle Verteilung in der Fußbodenkonstruktion als nicht geeignet zu betrachten ist.

Als bestmögliche Lösung ist eine sichtbare Installationsführung zu nennen. Vorwiegend aus optischen Gründen wird diese Installationsführung oftmals nicht gewünscht. Die Entwicklungen der letzten Jahrzehnte zielten im Regelfall auf ein Verbergen und Abdecken der Gebäudetechnik ab. Diese Haltung ist kritisch zu hinterfragen, führt diese doch zu einem kontinuierlichen Schwund des Verständnisses gebäudetechnischer Zusammenhänge.

Eine Ebenfalls geeignete Lösung stellt die Führung versorgungstechnischer Installationen in abgehängten Deckensystemen dar. Schäden an den wasserführenden Leitungen werden unmittelbar an der Deckenunterseite erkannt, eine Feuchtebeanspruchung der Trag-

substanz ist nicht gegeben. Es muss jedoch eingeräumt werden, dass die (Schwerkraft-) Entwässerungsleitungen weiterhin in Bodennähe verlaufen müssen.

Für die im Kapitel „F Verteilung versorgungstechnischer Installationen am Beispiel der Wohnanlage „Timber in Town““ aufgezeigte Lösungsvariante, wurde deshalb die gesammelte Leitungsführung in einer dichten Wanne (U-Profil) hinter einer Vorsatzschale gewählt. Die Vorsatzschale, die dichte Wanne sowie der zentrale vertikale Schacht ist jederzeit über eine Revisionsöffnung, zugänglich vom Treppenhaus, kontrollierbar. Ebenfalls besteht die Möglichkeit, mittels Einsatz eines Feuchtesensors oder auch eines Wasserauslasses in das Treppenhaus, eine Feuchtebeanspruchung ohne dezidierte Kontrolle unmittelbar aufzuzeigen.

Ob Sprinkleranlagen im Wohnbau zukünftig auch in Europa Einzug finden, werden zukünftige Entwicklungen zeigen. Insbesondere in mehrgeschossigen Holzbauten der Gebäudekategorie 5 sind deutliche Vorteile zu erkennen. Neben den Vorzügen der Personen- und Gebäudesicherheit, könnte die Forderung der Kapselung von Holzwerkstoffen bei einer Installation von Sprinkleranlagen entfallen. Auf der Kostenseite würden sich dadurch Verschiebungen von Kosten für Innenausbauarbeiten zu Gebäudetechnikkosten ergeben. Der Trend der Gesamtkostenentwicklung wurde in dieser Arbeit allerdings nicht ermittelt.

Zusammenfassend ist zu erwähnen, dass die Nachteile der Holz-Massivbauweise hinsichtlich der „sicheren“ Führung versorgungstechnischer Installationen gegenüber konventionellen Bauweisen, auch positives für zukünftige Entwicklungen im Wohnbau bergen. Die derzeitig eingesetzten Systeme, unabhängig von der verwendeten Bauweise, sind besonders bei Betrachtung der Zugänglichkeit, Sanierbarkeit und Adaptierbarkeit unzureichend.

Mit Erreichen der Ziele bezüglich einer optimierten, sicheren und zugänglichen Gebäudetechnik, samt allen Vorteilen mit Einsatz von Sprinkleranlagen, könnte der Wohnbau in Holz-Massivbauweise, neben der ökologischen auch eine technische Vorreiterrolle übernehmen.

1 Literaturverzeichnis

Bücher / Veröffentlichungen

- [1] Schickhofer, G./ et al.: BSPHandbuch Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz, 2. Auflage, 2010
- [2] W.Pistuhl/ C. Rechenauer/ B. Scheurer: Handbuch der Gebäudetechnik, Band 1+2, 8. Auflage, Werner Verlag, 2013
- [3] Wellpott Edwin/ Bohne Dirk: Technischer Ausbau von Gebäuden, 9. Auflage, Stuttgart, 2006, W. Kohlhammer GmbH
- [4] Usemann, Klaus: Entwicklung von Heizungs- und Lüftungstechnik zur Wissenschaft, München 1993
- [5] Lenz/ Schreiber/ Stark: Nachhaltige Gebäudetechnik, 1. Auflage, München 2010, Institut für internationale Architektur- Dokumentation GmbH & CO. KG
- [6] Laasch Thomas/ Laasch Erhard: Haustechnik/ Grundlagen - Planung - Ausführung, 11. Auflage, Wiesbaden 2005, B. G. Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH
- [7] Pernull, Rudolf: Abhaltung von Feuchteschäden im Holzbau infolge Feuchträume u. Installationen, Graz 2000, Techn. Universität, Dissertation
- [8] Gernot Schmid: Wärmedämm - Verbundsysteme, Anwendung im Brett-

sperrholz-Massivbau, Masterprojekt, 2013, TU GRAZ

- [9] Österreichisches Institut für Bautechnik: OIB-Richtlinie 6, Energieeinsparung und Wärmeschutz, OIB-330.6-094/11, Ausgabe 2011
- [10] Wabl Andreas: Masterarbeit / Brandschutz im mehrgeschossigen Holz-Massivbau, Technische Universität Graz, 2012
- [11] Sylvain Gagnon / Ciprian Pirvu: CLT Handbook / Cross Laminated Timber - Canadian Edition, Québec 2011, FPIInnovations
- [12] Manfred Filippi: Welche Trends und Treiber bewegen den Holzbau, in Tagungsband: Internationale Holzbau-Forum IHF 2013, forum-holzbau, Garmisch Partenkirchen
- [13] Unterwieser H. / Schickhofer G.: Characteristic Values and Test Configurations of CLT with Focus on Selected Properties, in Tagungsband COST Action FP1004: Focus Solid Timber Solutions - European Conference on Cross Laminated Timber (CLT), pp 53-74, May 2013, Graz
- [14] Bund Deutscher Zimmermeister im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e.V. / et al.: Anwendungsrichtlinie - Bäder und Feuchträume im Holzbau und Trockenbau, 2006/2007
- [15] Ringhofer Andreas / Schickhofer Gerhard: Timber-in-Town - current examples for residential buildings in CLT and tasks for the future, TU Graz - Institut für Holzbau und Holztechnologie
- [16] Stora Enso 2012: Stora Enso Building and Living / Building Solutions, Version 04/2012
- [17] KLH Massivholz GmbH: Montage & Installation, Version 01/2012
- [18] KLH Massivholz GmbH: Bauteilkatalog Eigenheim, Version 01/2012
- [19] KLH Massivholz GmbH: Bauteilkatalog Konstruktion, Version 01/2012
- [20] Dr.-Ing. Peter Kosack/ TU Kaiserslautern: Bericht zum Forschungsprojekt „Beispielhafte Vergleichsmessung zwischen Infrarotstrahlungsheizung und Gasheizung im Altbaubereich“, Version 1. Stand Oktober 2009
- [21] Hermann Kaufmann / Winfried Nerdinger: Bauen mit Holz: Wege in die Zukunft, Prestel Verlag
- [22] proHolz Austria: Bauen mit Holz im Ökovergleich - Klimaschutz durch Gebäude aus Holz, proHolz Edition 12, 1. Auflage 2013

-
- [23] Fachverband Fliesen und Naturstein im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e. V.: Verbundabdichtungen / Hinweise für die Ausführung von flüssig zu verarbeitenden Verbundabdichtungen mit Bekleidungen und Belägen aus Fliesen und Platten für den Innen- und Außenbereich, - August 2012
- [24] Bundesverband Estrich und Belag e.V (BEB): Abdichtungstoffe im Verbund mit Bodenbelägen, Troisdorf-Oberlar, August 2010
- [25] Hausladen / Huber / Hilger: Holzbau der Zukunft. Teilprojekt 12. Modulare, vorgefertigte Installationen in mehrgeschossigen Holzbauwerken, Fraunhofer Irb Verlag, 2009
- [26] Univ.Prof. DI Dr.Dr.h.c. Alfred Teischinger / et.al.: Holzbauanteil in Österreich, Statistische Erhebung von Hochbauvorhaben,Zuschnitt Attachment, proHolz Austria, September 2011
- [27] DI David Zügner: Die Holz-Massivbauweise im mehrgeschossigen Wohnbau - Ein kalkulatorischer Vergleich zu mineralischen Massivbauweise, TU Graz, Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft
- [28] Gary Daniels / Karl Wallasch: Zur Verwendung von Sprinkleranlagen im Wohnungsbau, Bauphysik 29 (2007), Heft 2, Ernst & Sohn Verlag, Berlin
- [29] BKI Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammer (Hrsg.): BKI Objektdaten: Baukosten abgerechneter Bauwerke - Technische Anlagen mit statistischen Kostenkennwerten. G1 Technische Gebäudeausrüstung, 2006
- [30] Bundesamt für Bauwesen und Raumplanung: Leitfaden Nachhaltiges Bauen, BMVBW 2001, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
- [31] Prof. Dr. Markus Meier: Der Innovations-Prozess, Vorlesungsskriptum WS 2005-06, ETH Zürich
- [32] R. A. Jöbstl: Traglastnachweis für Brettsperrholz auf Basis der starren Verbundtheorie unter Berücksichtigung von Systemeffekten, 39. SAH Fortbildungskurs, 2007, Weinfelden
- [33] DI Ulrich Hübner: Holzschutz, Vorlesungsskriptum WS 2012/2013, TU Graz
- [34] Johann Müller (Hrsg.): Holzschutz im Hochbau, Grundlagen - Holzschädlinge - Vorbeugung - Bekämpfung, 2005, Fraunhofer IRB Verlag
- [35] Hohensinn J. / Strobl M. / Zinganel P.: Timber in Town - Masterplan, Kon-
-

zepte, Report, Graz, 2012

- [36] M. Knauf/ A. Frühwald: Beitrag des nordrhein-westfälischen Clusters Forst-Holz zum Klimaschutz. Studie von Knauf Consulting und Prof. Arno Frühwald in Kooperation mit Prof. Dr. Michael Köhl, Hrsg. Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen, Münster 2003

Normen und Regelwerke

- [37] ÖNORM B & /EN 1995-1 - Eurocode 5, Bemessung und Konstruktion von Holzbauten
- [38] ÖNORM EN 1995-1-2 - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall, Ausgabe 2011 09 01
- [39] ÖNORM EN 1991-1-2 - Eurocode 1- Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen - Brandeinwirkungen auf Tragwerke, Ausgabe 2013 01 15
- [40] ÖNORM B & EN 1996 - Eurocode 6, Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten
- [41] ÖNORM B 2320 - Wohnhäuser aus Holz - Technische Anforderungen, Ausgabe 2010 07 15
- [42] Steiermärkisches Baugesetz - Stmk. BauG., LGB1. Nr. 78/2012
- [43] OÖ. Bautechnikverordnung 2013 - OÖ. BauTV 2013, LGB1. Nr. 36/2013
- [44] Bautechnikgesetz Salzburg 2013 - BauTG, LGB1. Nr. 32/2013
- [45] Österreichisches Institut für Bautechnik: OIB-Richtlinie 2, Brandschutz, Ausgabe Oktober 2011 - Revision Dezember 2011, OIB-330.2-092/11
- [46] Österreichisches Institut für Bautechnik: Erläuternde Bemerkungen zu OIB-Richtlinie 2 „Brandschutz“, Ausgabe Oktober 2011, OIB-330.2-064/11
- [47] Österreichisches Institut für Bautechnik: OIB-Richtlinie 6, Energieeinsparung und Wärmeschutz, Ausgabe Oktober 2011, OIB-330.6-094/11
- [48] Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden
- [49] ÖNORM EN 12056 - „Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden“, Ausgabe: 2000-12-01

-
- [50] ÖNORM EN 1264-4 - Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung - Teil 4: Installation
- [51] ÖNORM B 2242 - „Herstellung von Warmwasser-Fußbodenheizungen - Werkvertragsnorm“
- [52] ÖVE/ÖNORM E 8001 „Errichtung von elektrischen Anlagen mit Nennspannungen bis AC 1000 V und DC“
- [53] ÖNORM EN 14891 - „Flüssig zu verarbeitende wasserundurchlässige Produkte im Verbund mit keramischen Fliesen und Plattenbelägen - Anforderungen, Prüfverfahren, Konformitätsbewertung, Klassifizierung und Bezeichnung“, Ausgabe 2013 09 01
- [54] ÖNORM B 2209-1 - Abdichtungsarbeiten - Werkvertragsnorm - Teil 1: Bauwerke, Ausgabe 2002 07 01
- [55] ÖNORM B 7209 - Abdichtungsarbeiten für Bauwerke - Verfahrensnorm, Ausgabe 2002 07 01
- [56] DIN 18195 - Bauwerksabdichtungen, Teil 1-10
- [57] ÖNORM EN 14080 - Holzbauwerke - Brettschichtholz und Balkenschichtholz - Anforderungen, Ausgabe 2013 08 01
- [58] ÖNORM EN 13501 - Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten
- [59] ÖNORM B 3800 - Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
- [60] ÖNORM B 2330 - Brandschutztechnische Ausführung von mehrgeschoßigen Holz - und Holzfertighäusern, Ausgabe 2007 05 01
- [61] ÖNORM EN 12845 - Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen - Automatische Sprinkleranlagen - Planung, Installation und Instandhaltung, Ausgabe 2009 10 01
- [62] TRVB 127 S - Technische Richtlinien Vorbeugender Brandschutz (TRVB) - Sprinkleranlagen
- [63] VdS CEA 4001 - Vertrauen durch Sicherheit (VdS) - Sprinkler Systems, Planning and Installation, Ausgabe 2013-08
- [64] ÖNORM B 2530 Wasserversorgungsanlagen und Verbrauchsleitungen - Zusammenfassung der grafischen Symbole, Ausgabe 2010 04 01
- [65] ÖNORM B 8110, Teil 1-7 - Wärmeschutz im Hochbau
-

- [66] ÖNORM B 8115, Teil 1-7 - Schallschutz und Raumakustik im Hochbau
- [67] ÖNORM B 2206 - Mauer- und Versetzarbeiten, Werkvertragsnorm, Ausgabe 2008 8 01
- [68] ÖNORM EN 806-4 - Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Teil 4: Installationen, Ausgabe 2010 07 15
- [69] ÖNORM B 2531 - Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Nationale Ergänzungen zu den ÖNORMEN EN 806-1 bis -5, Ausgabe 2012 09 01
- [70] DIN 18380 - VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbestimmungen für Bauleistungen (ATV) - Heizanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen, Ausgabe 2012 09
- [71] ÖNORM EN 335 - Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Gebrauchsklassen: Definitionen, Anwendung bei Vollholz und Holzprodukten, Ausgabe 2013 05 01
- [72] ÖNORM EN 350-2: Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz - Teil 2: Leitfaden für die natürliche Dauerhaftigkeit und Tränkbarkeit von ausgewählten Holzarten von besonderer Bedeutung in Europa, Ausgabe 1994 12 01
- [73] ÖVE/ÖNORM EN 60445 - Grund- und Sicherheitsregeln für die Mensch-Maschine-Schnittstelle - Kennzeichnung von Anschlüssen elektrischer Betriebsmittel, angeschlossenen Leiterenden und Leitern (IEC 60445), Ausgabe 2011 11 01
- [74] ÖVE/ÖNORM E 8015 - Elektrische Anlagen in Wohngebäuden (Teil 1-3), Ausgabe 2006 10 01
- [75] DIN 18015 - Elektrische Anlagen in Wohngebäuden (Teil 1-4)
- [76] ÖNORM B 2207 - Fliesen-, Platten- und Mosaikarbeiten - Werkvertragsnorm, Ausgabe 2007 09 01

Internetquellen

- [77] www.oib.or.at, Stand 09.09.2013
- [78] <http://www.heddalstavkirke.no/bildearkiv>
- [79] http://www.rehau.com/DE_de/bau/Heizen_Kuehlen/Heizkoerperanbindung/Heizkoerperanschluss_aus_der_Sockelleiste/, Stand 26.09.2013

-
- [80] http://passipedia.passiv.de/passipedia_de/grundlagen/was_ist_ein_passivhaus, Stand 02.10.2013
- [81] <http://www.woodipedia.de/index.php/Holzfeuchtemessung>, Stand 10.10.2013
- [82] <http://www.elektrotechnik-schabus.de/de/warnsysteme-wasser>, Stand 10.10.2013
- [83] http://www.epluse.com/fileadmin/BK_DocumentRoot/index.php?lang=de_DE&group=Katalog&edition=Deutsch/Katalog, Stand 15.10.2013
- [84] http://www.modern-heizen.cc/files/web_produkliste.pdf, Stand 17.10.2013
- [85] http://www.modern-heizen.cc/cms2/index.php?view=weblink&catid=2%3Athema-rund-um-ir-technologie&id=1%3Aheizkostenvergleich&option=com_weblinks&Itemid=48, Stand 17.10.2013
- [86] http://www.geberit.at/media/local_media/unterlagen/produkte_1/kompetenzbroschueren/Geberit_Schallschutz_Leitfaden_2010_web.pdf, Stand 22.10.2013
- [87] http://www.geberit.at/media/local_media/unterlagen/produkte_1/kompetenzbroschueren/Geberit_Planungsgrundlagen_WEB.pdf, Stand 10.03.2014
- [88] <http://www.proholz.at/haeuser/wohnbau-forte-living-melbourneaus>, Stand 23.10.2013
- [89] <http://www.dataholz.com>, Stand 24.10.2013
- [90] <http://www.unserebroschuere.at/instabloc/MailView>, Stand 06.11.2013
- [91] http://www.ims-box.at/site/images/IMS_Preisliste_11.pdf, Stand 06.11.2013
- [92] <http://de.wikipedia.org/wiki/Installationszone>, Stand: 05.09.2013
- [93] <http://www.dimplex.de/pdf/de/DL50WE.pdf>, Stand 07.11.2013
- [94] <http://www.sbz-monteur.de/wp-content/uploads/2011/03/Download-Bemessung-von-Schmutzwasserleitungen.pdf>, Stand 13.11.2013
- [95] <http://download.sopro.com/public/de-de/pdf/programm-2013/praxis->
-

handbuch/praxishandbuch6-kapitel03.pdf, Stand 20.11.2013

- [96] http://www.geberit.at/de_at/target_groups/installer/products_installer/installation_systems/geberit_duofix_2/for_showers/for_showers.html, Stand 21.11.2013
- [97] <http://www.knauf.de/profi/sortiment/systeme/wand-revisionsklappen.html#system297>, Stand 21.11.2013
- [98] <http://www.elektro-wandelt.de/Gira-Schaltermaterial/System-E22-Zentral-einsaetze/Blindabdeckungen/Gira-Blindabdeckung-mit-Tragring-rein-weiss-glz-026803.html>, Stand 21.11.2013
- [99] www.klh.at/projekte/geschossbauten/wohnanlage-in-judenburg.html, Stand 27.11.2013
- [100] http://www.mm-kaufmann.com/uploads/tx_templavoila/start_m1c.jpg, Stand 28.11.2013
- [101] http://www.klh.at/fileadmin/klh/kunde/2011/Kreuzlagenholz/Herstellung/Neu/KLH_Kreuzlagenholz_.pdf, Stand 28.11.2013
- [102] <http://www.mm-kaufmann.com/produkte/m1-bsp-crossplan/technische-daten/>, Stand 28.11.2013
- [103] <http://www.klh.at/typo3temp/pics/92712c648d.jpg>, Stand 28.11.2013
- [104] http://www.gerstel.de/pdf/GERSTEL_Aktuell_36_14-17_de.pdf, Stand 23.01.2014
- [105] <http://de.wikipedia.org/wiki/Sprinkleranlage>, Stand 02.12.2013
- [106] http://www.econaqua.com/files/Schema-Grafik-EconAqua_d.pdf, Stand 02.12.2013
- [107] <http://www.fire-protection-solutions.com/cms-produkte-brandschutz-feuerschutz/sprinkleranlagen>, Stand 02.12.2013
- [108] <http://de.wikipedia.org/wiki/Gaslöschanlage>, Stand 03.12.2013
- [109] <http://www.bvfa.de/de/177/stationaere-loeschtechnik/wasser-loeschanlagen/sprinkleranlagen/loescherfolgsstatistik/>, Stand 03.12.2013
- [110] <http://de.wikipedia.org/wiki/Wandheizung>, Stand 06.12.2013
- [111] http://www.variotherm.at/fileadmin/user_upload/Bilder/Prospekte/SWH_Folder_AT-web.pdf, Stand 17.02.2014

-
- [112] http://www.variotherm.at/fileadmin/user_upload/Bilder/Prospekte/MWH_Folder_AT-web.pdf, Stand 17.02.2014
- [113] <http://de.wikipedia.org/wiki/Nutzwertanalyse>, Stand 07.01.2014
- [114] http://www.holzwurm-page.de/technik/trocknen/feuch_tab.htm, Stand 08.01.2014
- [115] <http://www.bauherrenhilfe.org/index.php/leichter-wassereintritt-und-haus-schwamm>, Stand 14.01.2014
- [116] <http://de.wikipedia.org/wiki/Pilze>, Stand 14.01.2014
- [117] <http://www.thermolignum.at/publikationen>, Stand 14.01.2014
- [118] JRG Sanipex classic,
http://www.gfps.com/appgate/ecat/common_flow/100006/COM/de/4681/download/document.html, Stand 21.01.2014
- [119] JRG Sanipex im Holzbau,
http://www.gfps.com/appgate/ecat/common_flow/100006/COM/de/4579/download/document.html, Stand 21.01.2014
- [120] JRG Sanipex MT
http://www.gfps.com/appgate/ecat/common_flow/100006/COM/de/13175/download/document.html, Stand 21.01.2014
- [121] http://sopro.com/C31-D3w-RZL/products/ftp/fliesentechnik/adt/abdichtungen/317442/dwf_089.html, Stand 22.01.2014
- [122] <http://de.wikipedia.org/wiki/KNX-Standard>, Stand 29.01.2014
- [123] <http://www.knx.de/knx-de/index.php>, Stand 23.01.2014
- [124] <http://www.klh.at/projekte/geschossbauten/wohnanlage-in-judenburg.html#&panel1-1>, Stand 24.01.2014
- [125] http://www.zwk.de/downloads/fremde_prospekte/Ziegelfibel.pdf, Stand 27.01.2014
- [126] http://www.gira.de/gebaeudetechnik/systeme/knx-eib_system/knx-produkte/bediengerate/control9-knx.html, Stand 29.01.2014
- [127] http://www.elsner-elektronik.de/uploads/tx_bmproducts/KNX_TH65-AP_Datenblatt_10Dez13.pdf, Stand 29.01.2014
- [128] http://www.variotherm.at/fileadmin/user_upload/Bilder/Prospekte/Komp_Folder_AT-web.pdf, Stand 29.01.2014
-

- [129] <http://www.tyco-fire.com/index.php?P=product&B=&S=S4>,
Stand 07.02.2014
- [130] [http://www.vedag.de/fileadmin/fm-vedag/downloads/Broschueren/
ProtectDach_Folder_11-2013.pdf](http://www.vedag.de/fileadmin/fm-vedag/downloads/Broschueren/ProtectDach_Folder_11-2013.pdf), Stand 01.03.2014

Dies ist eine Veröffentlichung des

FACHBEREICHS INGENIEURBAUKUNST (IBK) AN DER TU GRAZ

Der Fachbereich Ingenieurbaukunst umfasst die dem konstruktiven Ingenieurbau nahe stehenden Institute für Baustatik, Betonbau, Stahlbau & Flächentragwerke, Holzbau & Holztechnologie, Materialprüfung & Baustofftechnologie, Baubetrieb & Bauwirtschaft, Hochbau & Industriebau, Bauinformatik und Allgemeine Mechanik der Fakultät für Bauingenieurwissenschaften an der Technischen Universität Graz.

Dem Fachbereich Ingenieurbaukunst ist das Bautechnikzentrum (BTZ) zugeordnet, welches als gemeinsame hochmoderne Laboreinrichtung zur Durchführung der experimentellen Forschung aller beteiligten Institute dient. Es umfasst die drei Laboreinheiten für konstruktiven Ingenieurbau, für Bauphysik und für Baustofftechnologie.

Der Fachbereich Ingenieurbaukunst kooperiert im gemeinsamen Forschungsschwerpunkt „Advanced Construction Technology“. Dieser Forschungsschwerpunkt umfasst sowohl Grundlagen- als auch praxisorientierte Forschungs- und Entwicklungsprogramme.

Weitere Forschungs- und Entwicklungskooperationen bestehen mit anderen Instituten der Fakultät, insbesondere mit der Gruppe Geotechnik, sowie nationalen und internationalen Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft.

Die Lehrinhalte des Fachbereichs Ingenieurbaukunst sind aufeinander abgestimmt. Aus gemeinsam betreuten Projektarbeiten und gemeinsamen Prüfungen innerhalb der Fachmodule können alle Beteiligten einen optimalen Nutzen ziehen.

Durch den gemeinsamen, einheitlichen Auftritt in der Öffentlichkeit präsentiert sich der Fachbereich Ingenieurbaukunst als moderne Lehr- und Forschungsgemeinschaft, welche die Ziele und Visionen der TU Graz umsetzt.

Nummerierungssystematik der Schriftenreihe

S – Skripten, Vorlesungsunterlagen | F – Forschungsberichte
V – Vorträge, Tagungen | M – Masterarbeiten

Institutskenzahl:

1 – Allgemeine Mechanik | 2 – Baustatik | 3 – Betonbau
4 – Holzbau & Holztechnologie | 5 – Stahlbau & Flächentragwerke
6 – Materialprüfung & Baustofftechnologie | 7 – Baubetrieb & Bauwirtschaft
8 – Hochbau & Industriebau | 9 – Bauinformatik

Fortlaufende Nummer pro Reihe und Institut / Jahreszahl