

# MASTERARBEIT



## **GEBÄUDETECHNIK IM MEHRGESCHOSSIGEN HOLZBAU: EINE BAUBEGLEITENDE ANALYSE DES ABLAUFES UND DER KONSTRUKTIVEN AUSFÜHRUNG HAUSTECHNISCHER INSTALLATIONEN**

Magg Anna-Katharina

Vorgelegt am  
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft

Betreuer  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Michael Monsberger

Mitbetreuender Assistent  
Dipl.-Ing. Rainer Partl

Graz am 05. Juni 2018



## 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 .....  
(Unterschrift)

## 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, .....  
date(signature)

### Anmerkung

In der vorliegenden Masterarbeit wird auf eine Aufzählung beider Geschlechter oder die Verbindung beider Geschlechter in einem Wort zugunsten einer leichteren Lesbarkeit des Textes verzichtet. Es soll an dieser Stelle jedoch ausdrücklich festgehalten werden, dass allgemeine Personenbezeichnungen für beide Geschlechter gleichermaßen zu verstehen sind.

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mir während meiner Masterarbeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Für die Betreuung von universitärer Seite bedanke ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Michael Monsberger und Herrn Dipl.-Ing. Rainer Partl für die hervorragende Unterstützung.

Besonderer Dank gilt an Frau Dipl.-Ing. Birgit Schauer, die mir die Möglichkeit der Besichtigung der Holzbaubaustelle in der Max-Mell-Allee 6 gegeben hat und mich bei der Baustellendokumentation tatkräftig unterstützt hat. Darüber hinaus möchte ich mich bei den ausführenden Gewerken für das Einverständnis der Durchführung der Baustellendokumentation bedanken.

Danken möchte ich außerdem meiner Familie, die mir die Ausbildung ermöglicht hat und auch in stressigen Zeiten mit ermutigenden Worten zur Seite gestanden ist.

Ganz herzlich bedanken möchte ich mich bei meinen Freunden für die Zusammenarbeit im Studium und gemeinsamen lustigen Momenten während unserer Lernsessions.

Graz, am 05.06.2018

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift des Studierenden)

## Kurzfassung

Die technologische Entwicklung des Baustoffs Holz sowie der Wunsch nach ökologischen Bauweisen führten zu einem substantiellen Anstieg des mehrgeschoßigen Holzbaus. Dieses Wachstum stellt sowohl für Bauherrn, Architekten und Fachplaner als auch für ausführende Unternehmen eine Herausforderung dar, da sie gefordert sind, einwandfreie Konstruktionen in möglichst kurzer Planungs- und Bauzeit umzusetzen.

Neben generellen bauphysikalischen Anforderungen an das Gebäude, wie z.B. im Bereich des Schall-, Brand- und Wärmeschutzes, ist im Holzbau auch der Feuchteschutz von hoher Priorität. Zu hohe Feuchtigkeitzunahmen in Holzkonstruktionen reduzieren die Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften des Baustoffs und können schlimmstenfalls zu einem biologischen Befall der Holzsubstanz führen. Planungs- und Ausführungsfehler im Bereich haustechnischer Installationen können zu signifikanten Schäden an Holzkonstruktionen führen. Feuchträume sowie Installationsschächte und -trassen mit wasserführenden Leitungen sind in Hinblick auf den Feuchteschutz von besonderer Bedeutung.

Ziel der vorliegenden Masterarbeit ist es, momentane Herausforderungen in der Praxis bei der Installation gebäudetechnischer Systeme im Holzbau vor dem Hintergrund des Feuchteschutzes aufzuzeigen und zu analysieren. Im Rahmen einer Baubegleitung wird die vertikale und horizontale Integration haustechnischer Installationen dokumentiert. Insbesondere wird die Ausführung von Rohrdurchführungen durch Außen- und Innenwände, sowie durch Geschoßdecken und Flachdächer untersucht. Mittels Experteninterviews wird die Sichtweise von Architekten, Fachplanern und Bauherrn bezüglich des momentanen Planungs- und Bauprozesses sowie der derzeit praktizierten konstruktiven Detailausbildung gebäudetechnischer Systeme im Holzbau erhoben und analysiert.

Auf Basis der durchgeführten Baustellendokumentation werden beispielhaft Lösungsansätze zur Minimierung des Risikos von Feuchteschäden durch wasserführende Installationen vorgeschlagen. Im Speziellen wird bei diesen Ansätzen auf die Reduzierung von potentiellen Fehlstellen geachtet.

Die vorliegende Arbeit zeigt Risiken im mehrgeschoßigen Holzbau im Bereich der Leitungsführung und der Ausgestaltung von Nassräumen anhand eines realen Bauprojektes mit der Zielsetzung auf, einen Beitrag zur Bewusstseinsbildung bei Architekten, Bauherrn, Fachplanern sowie Bauämtern in dieser wichtigen Thematik zu leisten.

## Abstract

The development of timber as a construction material and the demand for ecological buildings have led to a substantial increase in multi-storey timber buildings. This growth represents a challenge for owners, architects and planners as well as contractors as they are required to realise proper timber constructions in ever shorter planning and construction time. Besides general requirements relating to building physics such as sound, fire and heat protection, the protection against moisture is a very important aspect in timber construction. High moisture content can reduce the strength and stiffness properties of timber and, at worst, result in fungal infestation of the wooden structures. Planning and implementation errors in the field of MEP (mechanical, electrical and plumbing) installations can hence lead to significant damages in timber structures. Bathrooms as well as water-bearing pipes in shafts and horizontal installations, in particular, are of great importance in terms of moisture protection.

The aim of this thesis is to identify and analyse current challenges regarding MEP installations and moisture protection in timber construction. For this purpose, the vertical and horizontal integration of MEP installations is analysed and documented by means of an on-site monitoring of the installation process. Special attention is paid to the penetration of walls, ceilings and flat roofs. In addition, expert interviews were conducted in order to assess the views of architects, planners and building owners regarding current MEP planning and installation practices in timber construction projects.

Based on the documentation and findings of on-site monitoring, exemplary solutions are suggested to reduce the risk of moisture damages caused by water-bearing pipes. The proposed approaches focus on reducing the number of critical spots in installations which represent potential sources of error.

This master thesis highlights risks associated with piping and bathroom design in multi-storey timber buildings based on a real construction project. This way, the thesis contributes to raising awareness of this important topic among architects, planners, building owners and building authorities.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>18</b>
1.1	Problemstellungen in der Gebäudetechnik im Holzbau .....	20
1.2	Zielsetzung .....	25
<b>2</b>	<b>Stand der Technik</b>	<b>27</b>
2.1	Konstruktive Details im Holzbau .....	28
2.1.1	Sekundärabdichtung im Holzbau.....	28
2.1.2	Wanddurchdringungen in Sanitärräumen .....	30
2.1.3	Dach- und Deckendurchdringungen .....	31
2.1.4	Badewannenanschluss an die Wand.....	33
2.2	Gebäudetechnik .....	34
2.2.1	Schachtinstallation .....	34
2.2.2	Installation von Abwasserleitungen innerhalb des Gebäudes ....	36
2.2.3	Trinkwasserversorgung .....	38
2.2.4	Heizungsrohrinstallation .....	41
2.2.5	Elektroinstallation .....	45
<b>3</b>	<b>Methodik</b>	<b>48</b>
3.1	Methodik der Datenerfassung auf der Baustelle.....	48
3.1.1	Vorbereitung auf die Beobachtung der Baustelle.....	50
3.1.2	Datenerfassung auf der Baustelle .....	52
3.1.3	Nachbearbeitung und Protokollierung.....	53
3.2	Qualitative Umfrage .....	54
3.2.1	Grundlagen der qualitativen Umfrage .....	54
3.2.2	Klassifizierung qualitativer Forschungsmethoden .....	55
3.2.3	Auswahl der Methode.....	59
3.2.4	Auswahl der Experten .....	59
3.2.5	Leitfaden .....	60
3.2.6	Aufbereitung der Daten .....	61
<b>4</b>	<b>Objektbeschreibung Max-Mell-Allee 6</b>	<b>63</b>
4.1	Planliche Darstellung .....	63
4.1.1	Allgemeine Angaben und Wohnungsanordnung.....	63
4.1.2	Grundrissgestaltung je Wohnung .....	65
4.2	Beschreibung der konstruktiven Ausführungsdetails .....	66
4.2.1	Vorfertigung und Vor-Ort-Montage .....	66
4.2.2	Außenwände .....	67
4.2.3	Innenwände .....	67
4.2.4	Wohnungstrennwände .....	70
4.2.5	Geschoßdecken .....	70
4.2.6	Dachaufbau.....	72
4.3	Beschreibung des technischen Ausbaus.....	73
4.3.1	Installationsführung - Erschließungskonzept .....	73
4.3.2	Heizungsinstallation .....	76
4.3.3	Trinkwasserinstallation und Sanitärausstattung .....	77
4.3.4	Abwasserinstallation.....	78
4.3.5	Elektroinstallation .....	79
4.3.6	Brandschutzkonzept.....	80
<b>5</b>	<b>Baustellendokumentation – Datenerhebung</b>	<b>81</b>
5.1	Baubeteiligte.....	81

5.2	Untersuchte Bereiche .....	82
5.2.1	Kriterien für die Auswahl .....	83
5.3	Dokumentation der Leitungsführung .....	84
5.3.1	Überblick über die Arten der Leitungsinstallation .....	84
5.3.2	Trinkwasserinstallation .....	85
5.3.3	Abwasserleitungen .....	90
5.3.4	Heizungsinstallation .....	98
5.3.5	Elektroinstallation .....	103
5.4	Konstruktive Ausbildung von Durchdringungen .....	109
5.4.1	Entwässerung der Sekundärabdichtung .....	110
5.4.2	Rohrdurchführung für Sanitärinstallationen .....	111
5.4.3	Anschluss der Badewanne an die Wand .....	112
5.4.4	Bodenebene Dusche und Dusche mit Duschtasse .....	114
5.4.5	Wanddurchdringungen für Elektroinstallationen .....	117
5.4.6	Wanddurchdringungen für Außenarmaturen .....	118
5.4.7	Dachdurchdringung und Schachtinstallation .....	119
5.5	Montageablauf .....	122
5.5.1	Montageablauf eines Lichtschalters im Außenbereich .....	123
5.5.2	Montageablauf einer Außenarmatur in einer Holzleichtbauwand .....	124
5.5.3	Montageablauf der Rohrdurchführung durch das Flachdach .....	125
5.6	Resümee .....	127
<b>6</b>	<b>Herausforderungen im Bauablauf</b> .....	<b>128</b>
6.1	Konstruktive Problemstellungen .....	128
6.1.1	Leitungsführung in Bezug auf die Sekundärabdichtung .....	129
6.1.2	Leibungen in Deckenausschnitten .....	131
6.1.3	Schachtgröße für Elektroleitungen .....	132
6.1.4	Heizungsinstallation – Heizkörperbox .....	132
6.1.5	Schütthöhe im Fußbodenaufbau .....	134
6.2	Koordination während der Bauausführung .....	137
6.2.1	Bauzeitplan .....	137
6.2.2	Leibungen im Schacht .....	137
6.2.3	Schnittstellen bei der Trinkwasserinstallation .....	138
6.2.4	Abdichtung auf der Rohdecke im Erdgeschoß .....	139
6.2.5	Abdichtung auf der Rohdecke – Entwässerung über den Schacht .....	140
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Diskussion der Experteninterviews</b> .....	<b>142</b>
7.1	Interviewpartner .....	142
7.2	Übersicht der abgefragten Themenkomplexe .....	143
7.2.1	Bezug zum Holzbau .....	144
7.2.2	Planungsprozess bei Holzwohnbauten .....	144
7.2.3	Konstruktive Details im Holzbau .....	144
7.2.4	Zusammenarbeit zwischen den Fachplanern .....	145
7.2.5	Bedeutung von Schnittstellen in der Bauausführung .....	145
7.2.6	Zukunft des mehrgeschoßigen Holzbaus und Notwendigkeit eines Maßnahmenkatalog .....	145
7.3	Auswertung der Experteninterviews .....	146
7.3.1	Tätigkeitsfelder der befragten Experten .....	147
7.3.2	Bezug zum Holzbau .....	147
7.3.3	Planungsprozess bei Holzwohnbauten .....	148
7.3.4	Konstruktive Details im Holzbau .....	152

7.3.5	Zusammenarbeit zwischen den Fachplanern .....	158
7.3.6	Bedeutung von Schnittstellen in der Bauausführung.....	159
7.3.7	Zukunft des mehrgeschoßigen Holzbaus und Notwendigkeit eines Maßnahmenkatalogs .....	160
7.4	Resümee .....	162
7.4.1	Planungsprozess bei Holzwohnbauten .....	162
7.4.2	Konstruktive Details im Holzbau .....	162
7.4.3	Zusammenarbeit zwischen den Fachplanern .....	163
7.4.4	Bedeutung von Schnittstellen in der Bauausführung.....	163
7.4.5	Zukunft des mehrgeschoßigen Holzbaus und Notwendigkeit eines Maßnahmenkatalog .....	163
<b>8</b>	<b>Diskussion und Lösungsvorschläge</b>	<b>165</b>
8.1	Leitungsführung in Trockenbauwänden und im Fußbodenaufbau ....	165
8.1.1	Leitungsführung in Trockenbauwänden am Beispiel der Wohnanlage in Holzbauweise in der Max-Mell-Allee 6 .....	165
8.1.2	Diskussion der Leitungsführung in Trockenbauwänden .....	166
8.1.3	Lösungsvorschlag für die Leitungsführung in Trockenbauwänden.....	167
8.1.4	Literaturhinweise .....	167
8.1.5	Lösungsvorschlag für die Leitungsführung im Fußbodenaufbau.....	168
8.2	Sekundärabdichtung im Holzbau .....	169
8.2.1	Ausführung der Sekundärabdichtung am Beispiel des Holzwohnbaus in der Max-Mell-Allee 6.....	169
8.2.2	Diskussion der Ausführung der Sekundärabdichtung und der Entwässerung über den Schacht.....	171
8.2.3	Lösungsvorschlag für die Ausführung und Entwässerung der Sekundärabdichtung .....	172
8.2.4	Literaturhinweise .....	172
<b>9</b>	<b>Schlussfolgerungen und Ausblick</b>	<b>173</b>
9.1	Resümee .....	173
9.2	Ausblick.....	177
	<b>Anhang 1</b>	<b>179</b>
	<b>Anhang 2</b>	<b>184</b>
	<b>Glossar</b>	<b>186</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>187</b>

## Abbildungsverzeichnis

Bild 1.1	Entwicklung von Wohnbauten aus Holz (1998-2013).....	18
Bild 1.2	Anzahl von Fehlstellen im Bereich von Durchdringungen im Holzbau mit Schadensfolgen.....	20
Bild 1.3	Ursachen für Baumängel und Bauschäden.....	22
Bild 1.4	Beispiele für Feuchteschäden im Badezimmer (links) und am Dach (rechts).....	23
Bild 1.5	Planungs- und Bauphase eines konventionell Bauvorhabens.....	24
Bild 2.1	Sekundärabdichtung in Nasszellen.....	29
Bild 2.2	Wanne mit Bohrung.....	29
Bild 2.3	Wanddurchdringung in Sanitärräumen - Abdichtung mittels Dichtmanschette.....	30
Bild 2.4	Montageablauf einer Wanddurchdringung für Sanitärelemente mit möglichen Störungen.....	31
Bild 2.5	Fachgerechte Ausführung (links) und mangelhafte Ausführung (rechts) von Rohrdurchführungen durch ein Flachdach.....	32
Bild 2.6	Dachdurchführung für Einzelrohre (links) und Mehrfachdurchführung (rechts).....	32
Bild 2.7	Badewannenaufstellung mit Sekundärabdichtung.....	33
Bild 2.8	Anschluss für eine Badewanne an die Wand.....	33
Bild 2.9	Revisionsöffnung und Blindabdeckung.....	35
Bild 2.10	Zugangsmöglichkeit zum Schacht über die Fassade (links) und über das Stiegenhaus (rechts).....	35
Bild 2.11	Schachtausbildung: Brandbeständige Schachtwände (links) und geschoßweise Brandabschottung (rechts).....	36
Bild 2.12	Installation von Sammelanschlussleitungen.....	37
Bild 2.13	Überblick über verschiedene Arten der Trinkwasserinstallation.....	39
Bild 2.14	Rohr-in-Rohr-System (links) und Klemmverbindung (rechts).....	40
Bild 2.15	Verteilerkasten und Pressfitting.....	40
Bild 2.16	Heizungsschema eines Zweirohrsystems.....	41
Bild 2.17	Überblick über verschiedene Arten der Heizungsrohrinstallation.....	42
Bild 2.18	Installation von Heizungsrohren unter Putz.....	43
Bild 2.19	Installation von Heizungsrohren auf Putz.....	43
Bild 2.20	Installation von Heizungsrohren in einer Vorsatzschale auf dem Estrich.....	44
Bild 2.21	Installation von Heizungsrohren in einer Vorsatzschale auf der Rohdecke.....	44
Bild 2.22	Installation von Heizungsrohren im Fußbodenaufbau und Heizkörperanschluss mittels Heizkörperbox.....	45
Bild 2.23	Schutzonen für Elektroinstallationen laut ÖVE/ÖNORM E 8001-4- 701:2013.....	46
Bild 2.24	Dichtmanschette (links) und luftdichte Hohlwanddose (rechts).....	47
Bild 3.1	Einteilung von Interviews.....	55
Bild 3.2	Ablaufmodell für induktive Kategorienbildung nach Mayring.....	62

Bild 4.1	Planliche Darstellung des 1. bis 3. Obergeschoßes des Wohnbaus in der Max-Mell-Allee 6.....	63
Bild 4.2	Grundriss des Erdgeschoßes .....	64
Bild 4.3	Grundrissgestaltung und Schachtanordnung .....	65
Bild 4.4	Außenwand AW01.....	67
Bild 4.5	Innenwand IW01 .....	68
Bild 4.6	Innenwand IW02 .....	68
Bild 4.7	Innenwand IW03 .....	69
Bild 4.8	Innenwand IW04 .....	69
Bild 4.9	Wohnungstrennwand.....	70
Bild 4.10	Geschoßdecke GD01a .....	71
Bild 4.11	Geschoßdecke GD01b .....	71
Bild 4.12	Dachaufbau .....	72
Bild 4.13	Schematische Darstellung des Erschließungskonzeptes .....	73
Bild 4.14	Schachtanordnung Wohnung 1 im 1. OG.....	74
Bild 4.15	Heizungswasserverteilung im Geschoß (schematische Darstellung) .	76
Bild 4.16	Anschluss der Sanitärobjekte (Sanitätschema).....	77
Bild 4.17	Abwasserleitungen in der Vorsatzschale in Bauabschnitt 5 (links) und Leitungsführung im Fußbodenaufbau in Bauabschnitt 4 (rechts) .....	79
Bild 5.1	Übersicht der Baubeteiligten in der Planung und Bauausführung .....	81
Bild 5.2	Untersuchte Wohnungen.....	82
Bild 5.3	Befestigung der Leitungen (links) und Rohrverbindung mittels Pressfitting (rechts).....	86
Bild 5.4	Vertikale Verteilung der Trinkwasserinstallation (links) und Durchführung zum Boiler (rechts).....	86
Bild 5.5	Trinkwasserinstallation in Wohnung 1 im 3.OG.....	87
Bild 5.6	Trinkwasserinstallation: Anschluss des Boilers (links), der Badewanne (mitte) und des Waschtischs (rechts) .....	88
Bild 5.7	Trinkwasserinstallation: WC - Waschtisch (links) und WC - Elemente (rechts) .....	88
Bild 5.8	Leitungsinstallation in der Küche (links) und Rohrbefestigung auf der Holzmassivdecke (rechts) .....	89
Bild 5.9	Sanitärelement zur Installation des Waschtischs .....	89
Bild 5.10	Anschluss der Außenarmatur an die Trinkwasserleitung (links) und Durchdringung der Außenwand für die Außenarmatur (rechts) .....	90
Bild 5.11	Falleitung im Schacht des Abstellraumes (links) und Rohrbefestigung an der Schachtwand (rechts) .....	92
Bild 5.12	Falleitung im Schacht der Küche (links) und Rohrbefestigung an der Holzmassivwand (rechts) .....	92
Bild 5.13	Abwasserinstallation in Wohnung 2 im 3. OG .....	93
Bild 5.14	Anschluss für den Waschtisch (links) und Boiler- bzw. Waschmaschinenanschluss (rechts) .....	94
Bild 5.15	Abflussleitung des Waschbeckens in der Küche (links) und Abflussleitung der Waschmaschine (rechts).....	94

Bild 5.16	Abflussbefestigung auf der Holzmassivdecke mit Kunststoffband und Nägel (links) und Befestigung auf der Sekundärabdichtung mittels Klebeband (rechts).....	95
Bild 5.17	Rohrstützen für den Abfluss der Duschtasse (links) und Abfluss der Duschtasse in der Wand (rechts) .....	95
Bild 5.18	Duschbodenablauf (links) und Dichtmanschette (rechts) .....	96
Bild 5.19	Bitumenabdichtung auf der Holzmassivdecke mit Hochzug (links) und Durchdringung des Hochzugs (rechts) .....	96
Bild 5.20	Einbindung des Entwässerungsschlauchs in die Sekundärabdichtung (links), Anschlussmanschette (rechts oben) und schachtzugewandte Wandseite (rechts unten).....	97
Bild 5.21	Anbindung des Entwässerungsschlauchs an die Anschlussmanschette (links) und Führung des Schlauchs im Schacht (rechts) .....	97
Bild 5.22	Grundrissdarstellung der Heizungsinstallation in Wohnung 2 im 1. OG.....	98
Bild 5.23	Anordnung der Heizungsleitungen im Schacht (links) und Befestigung der Heizungsleitungen an der Schachtrückwand (rechts) .....	99
Bild 5.24	Heizkreisverteiler im Schacht .....	100
Bild 5.25	Leitungsführung auf der Rohdecke: Vor- und Rücklauf von Heizkörpern (links) und Leitungsbefestigung (rechts).....	101
Bild 5.26	Heizungsleitung für das Badezimmer (links) und Durchdringung der Holzmassivwand für die Anspeisung der Heizkörper im Badezimmer (rechts) .....	101
Bild 5.27	Montageelement für Heizkörper in der Vorsatzschale des Badezimmers (links) und Montagebox nach der Beplankung der GK - Wand (rechts).....	102
Bild 5.28	Anbindung der Heizkörper in Wohnräumen (links) und Wandkonsole für den Heizkörperanschluss (rechts) .....	102
Bild 5.29	Grundrissdarstellung der Elektroinstallation .....	103
Bild 5.30	Weichschott (links) mit weißem, intumeszierenden Material (rechts).....	104
Bild 5.31	Schacht für Elektroinstallationen (links) und Unterputzverteiler (rechts) .....	105
Bild 5.32	Leerverrohrung entlang der Wand für Schalter und Steckdosen (links) und an der Decke für Lichtauslässe (rechts).....	105
Bild 5.33	Leerverrohrung in Vorsatzschale (links) und an Sichtfläche (rechts) .....	106
Bild 5.34	Leerverrohrung in Sanitärräumen (links) und Befestigung an Massivwänden mittels Einschlagklemmschelle (rechts oben) bzw. Lochband (rechts unten).....	106
Bild 5.35	Auslässe für Steckdosen sind nicht gegenüberliegend angeordnet – linkes Zimmer (links) und rechtes Zimmer (rechts).....	107
Bild 5.36	Durchdringung der Außenwand für Lichtschalter und Steckdosen mittels Dichtmanschette .....	108
Bild 5.37	Vertikalschnitt des Entwässerungsschlauchs in den Schacht .....	110
Bild 5.38	Befestigung mittels Klemmschelle an der Dichtmanschette .....	110
Bild 5.39	Vertikalschnitt der Rohrdurchführung für Sanitärinstallationen.....	111

Bild 5.40	Detail der Anbindung der Verbundabdichtung mittels Dichtmanschette (links) und Anbindung in der Bauausführung (rechts) .....	112
Bild 5.41	Vertikalschnitt durch die Badewanne und Anschluss an die Wand ..	112
Bild 5.42	Wannenträger und Badewanne auf der Verbundabdichtung .....	113
Bild 5.43	Detail des Anschlusses der Badewanne an die Wand (links) und schalltechnische Entkoppelung (rechts) .....	113
Bild 5.44	Vertikalschnitt durch die bodenebene Dusche (links) und Einbau des Duschbodenablaufs (rechts) .....	114
Bild 5.45	Detailausbildung des Duschbodenablaufes (links) und Dichtflansch in der Verbundabdichtung (rechts) .....	115
Bild 5.46	Vertikalschnitt einer Duschtasse (links) und eingebaute Duschtasse (rechts) .....	115
Bild 5.47	Anschluss mit Dichtband (links) bzw. Rohrverlängerung und Anschluss der Dichtmanschette (rechts) .....	116
Bild 5.48	Anbindung der Abwasserleitung an die Verbundabdichtung .....	116
Bild 5.49	Vertikalschnitt Wanddurchdringung der Leerverrohrung .....	117
Bild 5.50	Dampfdichter Anschluss an die Dampfbremse (links) und Leerverrohrung mit Durchführungstülle (rechts) .....	117
Bild 5.51	Vertikalschnitt der Außenwand für die Außenarmatur .....	118
Bild 5.52	Anschluss der Außenarmatur mittels Dichtmanschette und Flansch (links) und fertig gestellte Außenarmatur im Terrassenbereich (rechts) .....	119
Bild 5.53	Vertikalschnitt Schachkonstruktion am Dach .....	120
Bild 5.54	Anbindung der Dampfsperre (links) und an die Rohre im Schacht (rechts) .....	120
Bild 5.55	Abdichtung des Schachtaufsatzes (links) und der Rohrdurchführung mittels Dichtmanschette (rechts) .....	121
Bild 5.56	Chronologischer Montageablauf eines Lichtschalters im Außenbereich .....	123
Bild 5.57	Chronologischer Montageablauf einer Außenarmatur .....	124
Bild 5.58	Chronologischer Montageablauf einer Dachdurchdringung – Horizontalschnitt (links) und Vertikalschnitt (rechts) .....	126
Bild 6.1	Übersicht beobachteter konstruktiver Problemstellungen .....	128
Bild 6.2	Leitungsführung in der Trockenbauwand .....	129
Bild 6.3	Durchdringung des Hochzugs der Sekundärabdichtung .....	130
Bild 6.4	Entwässerungsschlauch in den Schacht im Eckbereich des Badezimmers .....	130
Bild 6.5	Durchdringung der Brandabschottung durch den Entwässerungsschlauch .....	131
Bild 6.6	Runder Deckendurchbruch mit Verkleidung der Leibung aus GF-Platten .....	131
Bild 6.7	Eckiger Durchbruch mit GF-Platten .....	132
Bild 6.8	Heizkörperbox in der Außenwand (links) und Wandkonsole an der Außenwand (rechts) .....	133
Bild 6.9	Typischer Fußbodenaufbau im untersuchten Bauprojekt .....	134

Bild 6.10	Stahlträger im Schwellenbereich (links) und Schüttung des Fußbodenaufbaus im Schwellenbereich (rechts) .....	135
Bild 6.11	Kreuzende Leitungen im Fußbodenaufbau (links) und Abwasserleitung die nicht mit Schüttung bedeckt ist (rechts) .....	135
Bild 6.12	Führung der Abwasserleitung des Waschtischs laut Plan (links) und tatsächliche Ausführung (rechts) .....	136
Bild 6.13	Schacht ohne Verkleidung der Leibung (links) und Schacht mit angebrachter Verkleidung (rechts) .....	138
Bild 6.14	Anschluss des Sanitärelementes mit falsch ausgeführter Rohrleitung (links) bzw. richtig ausgeführter Rohrleitung (rechts) ....	138
Bild 6.15	Verlegung der Sekundärabdichtung auf der Betondecke im Erdgeschoß .....	139
Bild 6.16	Entwässerungsschlauch über den Heizungsleitungen .....	141
Bild 7.1	Auswirkungen des Kosten- und Zeitdruckes auf die Planungstiefe ..	149
Bild 7.2	Signifikanz der Zugänglichkeit von Schächten von außerhalb der Wohnungen .....	150
Bild 7.3	Tiefe von Vorsatzschalen .....	152
Bild 7.4	Ist die Entwässerung der Sekundärabdichtung eine Herausforderung im Holzbau? .....	152
Bild 7.5	Erfahrung mit der Rohr-in-Rohr-Installation für Trinkwasserleitungen .....	154
Bild 7.6	Berücksichtigung der Anbindung der Dachabdichtung an Rohrleitungen und Schachtaufbauten in der Planung .....	156
Bild 8.1	Leitungsführung in der Trockenbauwand zwischen Badezimmer und WC (links) und Vertikalschnitt der Durchdringung des Metallständers mit einem Abwasserrohr (rechts) .....	165
Bild 8.2	Maximale Stegausschnitte für Ständer-Profile .....	166
Bild 8.3	Lösungsvorschlag für die Leitungsführung in Nassräumen .....	167
Bild 8.4	Lösungsvorschlag für die Leitungsführung im FB-Aufbau in Anlehnung an Hausladen .....	168
Bild 8.5	Ausführung der Sekundärabdichtung mit Hochzug an der Wand (links) und Entwässerung mit Hilfe eines Schlauchs (rechts) .....	169
Bild 8.6	Durchdringung der Sekundärabdichtung mit Rohrleitungen im Fußbodenaufbau (links) und Herausforderung bei der Verlegung des Entwässerungsschlauchs (rechts) .....	170
Bild 8.7	Vertikalschnitt durch den Entwässerungsschlauch .....	171
Bild 8.8	Lösungsvorschlag für die Verlegung der Sekundärabdichtung in Bad und WC .....	172

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Forschungsfragen .....	26
Tabelle 2	Grundprinzipien für haustechnische Installationen .....	27
Tabelle 3	Mindestgefälle von Abwasserleitungen in Anlehnung an ÖNORM B 2501:2016 .....	37
Tabelle 4	Gegenüberstellung von Geberit Silent-PP und Geberit Silent-db20 ..	38
Tabelle 5	Auflistung erlaubter Betriebsmittel und Verbrauchsgeräte in den Schutzzonen 0 bis 2 .....	46
Tabelle 6	Chronologische Abfolge der Baustellendokumentation und der Analyse.....	49
Tabelle 7	Vor- und Nachteile der qualitativen Forschung.....	55
Tabelle 8	Vor- und Nachteile des problemzentrierten Interviews .....	56
Tabelle 9	Vor- und Nachteile des Telefoninterviews .....	57
Tabelle 10	Vor- und Nachteile der Gruppendiskussion .....	59
Tabelle 11	Übersicht der Bauteile und verwendeten Materialien im Holzbauprojekt Max-Mell-Allee 6.....	66
Tabelle 12	Belegung der Schächte .....	74
Tabelle 13	Brandschutzmaßnahmen für Leitungen.....	80
Tabelle 14	Übersicht der untersuchten Bereiche .....	82
Tabelle 15	Auswahl der Wohnungen (Übersicht).....	83
Tabelle 16	Übersicht der Installationsführung des Holzwohnbaus in der Max- Mell-Allee 6.....	84
Tabelle 17	Leitungen für die Trinkwasserinstallation (Übersicht) .....	85
Tabelle 18	Eigenschaften der Fallleitungen und Anschlussleitungen für die Abwasserentsorgung.....	91
Tabelle 19	Eigenschaften der eingesetzten Heizungsleitungen .....	99
Tabelle 20	Montageablauf der Entwässerung über den Schacht.....	140
Tabelle 21	Übersicht der abgefragten Themenkomplexe.....	143
Tabelle 22	Tätigkeitsbereich der Experten .....	147
Tabelle 23	Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Motivation für die Durchführung von Holzbauwerken“ .....	148
Tabelle 24	Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Allgemeines zum Planungsprozess von Holzwohnbauten“ .....	148
Tabelle 25	Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Anforderungen an die Grundrissgestaltung im Holzbau“ .....	149
Tabelle 26	Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Anordnung und Zugänglichkeit von Schächte“ .....	151
Tabelle 27	Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Sekundärabdichtung auf der Rohdecke“ .....	153
Tabelle 28	Übersicht der Lösungsansätze für die Entwässerung der Sekundärabdichtung.....	154
Tabelle 29	Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Sanitärinstallationen im Holzbau“ .....	155

Tabelle 30	Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Dachdurchdringung“.....	157
Tabelle 31	Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Zusammenarbeit zwischen den Fachplanern“ .....	158
Tabelle 32	Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Schnittstellen in der Bauausführung“ .....	159
Tabelle 33	Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Ursachen für Probleme an Schnittstellen“ .....	160
Tabelle 34	Auswertung der Experteninterviews Thema „Zukunft des mehrgeschoßigen Holzbaus und Notwendigkeit eines Maßnahmenkatalogs“ .....	161
Tabelle 35	Zulässige Abmessungen für Stegausschnitte.....	166

## Abkürzungsverzeichnis

<b>AC</b>	Wechselstrom
<b>BA</b>	Bauabschnitt
<b>BSP</b>	Brettsper Holz
<b>DC</b>	Gleichstrom
<b>EG</b>	Erdgeschoß
<b>FB</b>	Fußboden
<b>FFOK</b>	Fertigfußbodenoberkante
<b>GK</b>	Gipskarton
<b>HKLS</b>	Heizung-, Klima-, Lüftung und Sanitär
<b>HLS</b>	Heizung-, Lüftung und Sanitär
<b>KG</b>	Kellergeschoß
<b>KW</b>	Kaltwasser
<b>OG</b>	Obergeschoß
<b>PP</b>	Polypropylen
<b>RL</b>	Rücklauf
<b>TW</b>	Trinkwasser
<b>UK</b>	Unterkonstruktion
<b>VL</b>	Vorlauf
<b>WW</b>	Warmwasser

## 1 Einleitung

Der Werkstoff Holz wird in den letzten Jahren immer häufiger im Wohnbau eingesetzt. Mit der überarbeiteten OIB Richtlinie 2, die im Jahr 2015 in Kraft getreten ist, wird versucht, den Baustoff Holz im Wohnbau zu forcieren, indem die Brandschutzbestimmungen teilweise modifiziert wurden. Weggefallen sind teilweise die Brennbarkeitsanforderungen bei Gebäuden mit maximal sechs Stockwerken. Dadurch wird die Umsetzung mehrgeschoßiger Holzwohnbauten attraktiver.<sup>1</sup>

Wie in Bild 1.1 dargestellt, steigt die Zahl der Wohnbauten aus Holz in Österreich stetig. Im Jahr 2013 wurden in Österreich 48 % der Wohnanlagen in Holzbauweise errichtet.<sup>2</sup> Dies ist unter anderem zurückzuführen auf die ökologischen Eigenschaften des Holzes.<sup>3</sup> In der Steiermark liegt zudem eine spezielle Situation aufgrund der Regelungen bei der Wohnbauförderung vor.

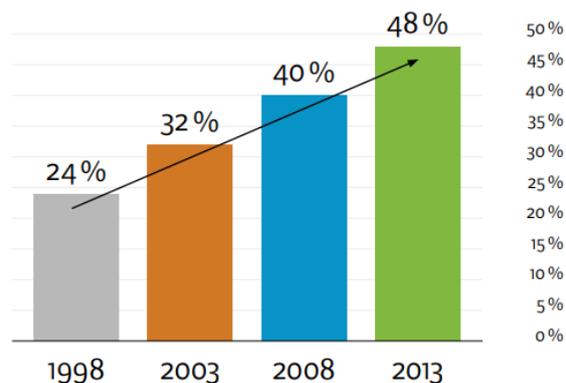


Bild 1.1 Entwicklung von Wohnbauten aus Holz (1998-2013)<sup>4</sup>

Das Ziel des Landes Steiermark ist, dass 25 % aller neuen geförderten Wohnbauten aus Holz errichtet werden. Die Prozentangabe betrifft gemeinnützige Bauvereinigungen, Gemeinden und spezielle Gruppen, wie beispielsweise die Kirche. Unter dem Begriff Holzbau versteht das Land Steiermark, dass 50 % der konstruktiven Teile aus Holz bestehen.

Im Vergleich zum klassischen Massivbau bietet sich die Vorfertigung im Holzmassivbau aufgrund der geringen Dichte und guten Verarbeitbarkeit des Werkstoffes Holz an.<sup>5</sup> Zum einen sind kurze Montagezeiten reali-

<sup>1</sup> Vgl. TEIBINGER, M.: Brandschutzvorschriften in Österreich. Anforderungen nach OIB-Richtlinie 2. In: Zuschnitt, 2015. S. 1

<sup>2</sup> Vgl. [http://www.proholz.at/fileadmin/proholz/media/presse/150924\\_PK\\_Vortrag\\_Teischinger\\_14Folien.pdf](http://www.proholz.at/fileadmin/proholz/media/presse/150924_PK_Vortrag_Teischinger_14Folien.pdf). Datum des Zugriffs: 13.11.2017

<sup>3</sup> Vgl. ebd.

<sup>4</sup> [http://www.proholz.at/fileadmin/proholz/media/presse/150924\\_PK\\_Vortrag\\_Teischinger\\_14Folien.pdf](http://www.proholz.at/fileadmin/proholz/media/presse/150924_PK_Vortrag_Teischinger_14Folien.pdf). Datum des Zugriffs: 13.11.2017

<sup>5</sup> Vgl. ISOPP, A.: Nachgefragt. Welches Potential steckt in der Vorfertigung. In: Zuschnitt, 50/2013. S. 16

sierbar. Zum anderen ist jedoch eine frühzeitige Detailplanung für die Fertigung der Bauelemente im Werk erforderlich. Außerdem sind die Abmessungen der vorgefertigten Bauteile aufgrund der Transportbedingungen limitiert und in der Planung zu berücksichtigen.<sup>6</sup> Die Vorfertigung und der Einsatz modularer Installationssysteme für die Gebäudetechnik haben sich im Holzbau noch nicht vollständig durchgesetzt. Hingegen sind vorgefertigte Holzdecken und –wände Stand der Technik.<sup>7</sup> Für die Qualitätssteigerung von Holzbauwerken ist die Vorfertigung von Holzbauteilen in Kombination mit vorgefertigten Haustechniksystemen in Zukunft anzustreben.<sup>8</sup>

Die Verlegung von wasserführenden Leitungen und die Anbindung von Abdichtungen an die Rohrleitungen hat im Holzbau aus feuchtetechnischen Aspekten eine hohe Priorität.<sup>9</sup> Eine Umfrage mit Sachverständigen zeigt, dass die Schäden an Durchdringungen für Kabel, Steckdosen und Schalter sowie bei Rohren für Entlüftungen und Antennen potentielle Fehlerquellen im Holzbau sind (Bild 1.2). Erstrangig ist laut dieser Umfrage allerdings die Verklebung von Folien, wie beispielsweise die Anbindung von Kabeln an die dampfdichte Schicht.<sup>10</sup>

---

<sup>6</sup> Vgl. TEIBINGER, M.: Gebäudetechnik im mehrgeschoßigen Holzbau - was zu berücksichtigen ist. In: Versorgen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 2. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2016. S. B-2

<sup>7</sup> Vgl. ebd.

<sup>8</sup> Vgl. HAUSLADEN, G.; HUBER, C.; HILGER, M.: Modulare vorgefertigte Installationen in mehrgeschoßigen Holzbauwerken. Holzbau der Zukunft. Teilprojekt 12. Reihe Holzbau Forschung. S. P12-16

<sup>9</sup> Vgl. MONSBERGER, M.; PARTL, R.: Gebäudetechnik - Eine Schlüsseldisziplin im modernen Holzbau. In: Versagen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 2. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2016. S. A-4ff.

<sup>10</sup> Vgl. VOGEL, K. et al.: Bewertung von Fehlstellen in Luftdichtheitsebenen - Handlungsempfehlung für Baupraktiker S. 33

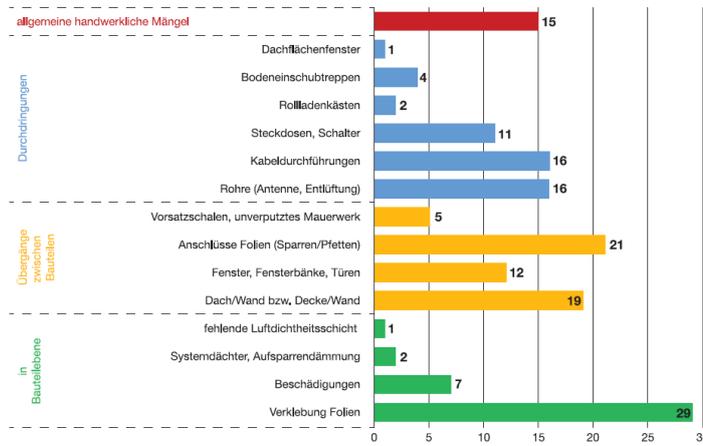


Bild 1.2 Anzahl von Fehlstellen im Bereich von Durchdringungen im Holzbau mit Schadensfolgen<sup>11</sup>

Derartige Schäden sind auf eine fehlerhafte Ausführung und nicht vollständige Planung zurückzuführen.<sup>12</sup> Daher ist im Holzbau auf die Planung und Ausführung von gebäudetechnischen Anlagen und deren Anbindung an die Abdichtung besonders zu achten.<sup>13</sup>

Nachfolgend werden beispielhaft einige Problempunkte im Holzbau in Bezug auf gebäudetechnische Anlagen zusammengefasst.

### 1.1 Problemstellungen in der Gebäudetechnik im Holzbau

Gebäudetechnische Anlagen sind ein essentieller Bestandteil von Hochbauten.<sup>14</sup> Durch die Empfindlichkeit von Holz gegenüber Wasser hat die adäquate Installation wasserführender Leitungen eine hohe Priorität. Bauschäden und Mängel sind weitestgehend auf Planungs- und Ausführungsmängel zurückzuführen. Im technischen Ausbau von Gebäuden treten diese überwiegend in der Leitungsinstallation auf und sind aufgrund der Sicherstellung der Dauerhaftigkeit von Holzkonstruktionen im Holzbau von wesentlicher Bedeutung.<sup>15</sup>

Im Vergleich zu einem massiven und abrupten Wasseraustritt infolge eines Rohrbruchs bleiben schleichende Wasseraustritte infolge von Undichtigkeiten meist jahrelang unbemerkt und haben Auswirkungen auf

<sup>11</sup> VOGEL, K. et al.: Bewertung von Fehlstellen in Luftdichtheitsebenen - Handlungsempfehlung für Baupraktiker S. 33  
<sup>12</sup> Vgl. HAUSLADEN, G.; HUBER, C.; HILGER, M.: Modulare vorgefertigte Installationen in mehrgeschößigen Holzbauwerken. Holzbau der Zukunft. Teilprojekt 12. Reihe Holzbauauforschung. S. P12-30  
<sup>13</sup> Vgl. MONSBERGER, M.; PARTL, R.: Gebäudetechnik - Eine Schlüsseldisziplin im modernen Holzbau. In: Versagen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 2. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2016. S. A-17ff.  
<sup>14</sup> Vgl. a.a.O. S A-2  
<sup>15</sup> Vgl. SCHICKHOFER, G.; SCHMID, G.: Gebäudetechnik für Geschossbauten in Holz-Massivbauweise. In: Verorgen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 1. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2014. S. A-5

die Holzkonstruktion.<sup>16</sup> Durch eine dauerhafte und kontinuierliche Feuchtebeanspruchung von Holzbauteilen sinken die Festigkeitseigenschaften des Baustoffs. Zudem kann dies zu einem Pilzbefall der Holzkonstruktionen führen.<sup>17</sup> Aus diesem Grund sind im Holzbau gebäudetechnische Anlagen holzbaugerecht auszuführen.<sup>18</sup>

Neben der fachgerechten Integration von haustechnischen Installationen in Holzkonstruktionen ist die Koordinierung und Absprache der einzelnen Gewerke sowohl in der Planungs- als auch in der Ausführungsphase von wesentlicher Bedeutung.<sup>19</sup> Um eine reibungslose Ablauffolge und eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den Gewerken zu gewährleisten, sind Schnittstellen frühzeitig zu definieren und durch die Bauaufsicht zu kontrollieren.<sup>20</sup> Nachträgliche Umplanungen während des Bauablaufs sind oft mit mangelhaften Ausführungen verbunden und haben eine Auswirkung auf die Statik, den Schallschutz und den Brandschutz. Nachträgliche Änderungen treiben nicht nur die Baukosten in die Höhe sondern reduzieren auch die Ausführungsqualität.<sup>21</sup>

Bei der Planung und Detailausbildung von gebäudetechnischen Anlagen treten häufig Planungs- und Ausführungsfehler auf, die in weiterer Folge häufig die Ursache von Baumängeln und Bauschäden sind, wie in Bild 1.3 dargestellt.<sup>22</sup>

<sup>16</sup> Vgl. MONSBERGER, M.; PARTL, R.: Gebäudetechnik - Eine Schlüsseldisziplin im modernen Holzbau. In: Versagen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 2. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2016. S. A-4f.

<sup>17</sup> Vgl. SCHICKHOFER, G.; SCHMID, G.: Gebäudetechnik für Geschossbauten in Holz-Massivbauweise. In: Versorgen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 1. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2014. S. A-5

<sup>18</sup> Vgl. MONSBERGER, M.; PARTL, R.: Gebäudetechnik - Eine Schlüsseldisziplin im modernen Holzbau. In: Versagen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 2. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2016. S. A-4f.

<sup>19</sup> Vgl. TEIBINGER, M.: Haustechnik im mehrgeschoßigen Holzbau. In: Zuschnitt Nr. 55, 09/2014. S. 5

<sup>20</sup> Vgl. ebd.

<sup>21</sup> Vgl. TEIBINGER, M.: Gebäudetechnik im mehrgeschoßigen Holzbau - was zu berücksichtigen ist. In: Versorgen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 2. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2016. S. 5

<sup>22</sup> Vgl. HAUSLADEN, G.; HUBER, C.; HILGER, M.: Modulare vorgefertigte Installationen in mehrgeschoßigen Holzbauwerken. Holzbau der Zukunft. Teilprojekt 12. Reihe Holzbauauforschung. S. P12-30

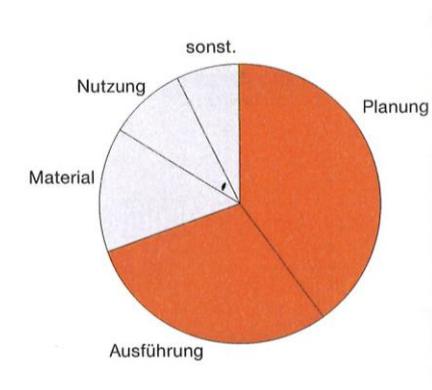


Bild 1.3 Ursachen für Baumängel und Bauschäden<sup>23,24</sup>

Aufgrund dieser Gegebenheit sind im Holzbau bereits in der Planungsphase adäquate Gestaltungsprinzipien für gebäudetechnische Anlagen zu treffen.<sup>25</sup> Ein ganz wesentlicher Aspekt ist, wie die Leitungen in die Bauteile integriert werden, da die Integration von gebäudetechnischen Anlagen Auswirkungen auf die Konstruktion, Statik und Bauphysik hat.<sup>26</sup> Derzeit sind verschiedene Varianten gängig, wie beispielsweise die Leitungsinstallation im Fußbodenaufbau, in der tragenden Wand und in Vorsatzschalen. Die Integration haustechnischer Installationen ist abhängig von der Wahl des Baustoffs, da Holz empfindlicher gegenüber Feuchte ist als mineralische Baustoffe.<sup>27</sup> Gegebenenfalls sind Alternativlösungen für die Leitungsführung zu entwickeln.

Nachfolgend sind beispielhaft einige Herausforderungen bei der Planung der technischen Gebäudeausrüstung im Holzbau aufgelistet.

Werden Leitungen im Fußbodenaufbau verlegt, ist die Höhe der Schüttung entsprechend der Rohrdimensionen und der Verlegung im Gefälle anzupassen. Bereits in der Planungsphase ist der Fußbodenaufbau genau zu definieren, da nachträgliche Änderungen Auswirkungen auf die bauphysikalischen Eigenschaften haben.<sup>28</sup>

Für die vertikale Leitungsführung in Schächten sind die Brandschutzanforderungen zu berücksichtigen. Deckendurchdringungen sind je nach

<sup>23</sup> BRUNCK, H. F.; USEMANN, K. W.: Untersuchungen über Baumängel und Bauschäden in Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung im Bereich der Heizungs- und Sanitärtechnik. Abschlussbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Raumordnung. S.

<sup>24</sup> BALAK, M.; ROSENBERGER, R.; STEINBRECHER, M.: 1. Österreichischer Bauschadensbericht S. 23f.

<sup>25</sup> Vgl. HAUSLADEN, G.; HUBER, C.; HILGER, M.: Modulare vorgefertigte Installationen in mehrgeschößigen Holzbauwerken. Holzbau der Zukunft. Teilprojekt 12. Reihe Holzbau Forschung. S. P12-5

<sup>26</sup> Vgl. SCHICKHOFER, G.; SCHMID, G.: Gebäudetechnik für Geschossbauten in Holz-Massivbauweise. In: Versorgen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 1. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2014. S. A-6

<sup>27</sup> Vgl. SCHMID, G.: Strategien für eine bauweisengerechte Ausführung versorgungstechnischer Installationen im Holz-Massivbau. Ein Beitrag zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Wohngebäuden in BSP. Masterarbeit. S. 142ff.

<sup>28</sup> Vgl. TEIBINGER, M.: Gebäudetechnik im mehrgeschößigen Holzbau - was zu berücksichtigen ist. In: Versorgen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 2. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2016. S. B-6

Brandschutzanforderungen mit Abschottungsmaßnahmen zu versehen, und der Platzbedarf beispielsweise für Kabelschotte ist bereits bei der Schachtdimensionierung zu berücksichtigen.<sup>29</sup>

Um Feuchteschäden bei Holzkonstruktionen zu verhindern, sind beispielsweise im Bereich des Badezimmers und des Dachs die Anbindung der Dichtebenen an die Rohrleitungen von wesentlicher Bedeutung.<sup>30</sup> In Bild 1.4 (links) ist ein Feuchteschaden in der Holzkonstruktion im Badezimmerbereich dargestellt. Bild 1.4 (rechts) zeigt einen Feuchteschaden im Bereich einer Dachkonstruktion. Derartige Schäden demonstrieren, dass im Holzbau die Ausführung von Abdichtungsmaßnahmen sowohl in der Planung als auch in der Bauausführung im Detail zu betrachten sind.



Bild 1.4 Beispiele für Feuchteschäden im Badezimmer (links) und am Dach (rechts)<sup>31</sup>

---

<sup>29</sup> Vgl. ebd.

<sup>30</sup> Vgl. a.a.O. S. B-11

<sup>31</sup> <https://www.sv-hinteregger.at/galerie/>. Datum des Zugriffs: 13.11.2017

Während die Herausforderungen im Planungsprozess in der Zusammenarbeit der einzelnen Fachplaner liegen, ist im Bauablauf die Koordinierung der einzelnen Gewerke von Relevanz.<sup>32</sup> In Bild 1.5 ist der konventionelle Projektverlauf eines Holzbauwerkes dargestellt. Es ist erkennbar, dass das Holzbauunternehmen zu spät in den Planungsprozess eingebunden wird, um frühzeitig bei den Detailausbildungen betreffend Brand-, Schall-, Feuchte-, und Wärmeschutz mitzuwirken.<sup>33</sup> Des Weiteren wird durch den herkömmlichen Planungsprozess die Planung von der Ausführung getrennt, wodurch die Schnittstelle zwischen Konstruktion und Haustechnik häufig zu Unklarheiten in der Zuständigkeit führt.<sup>34</sup>

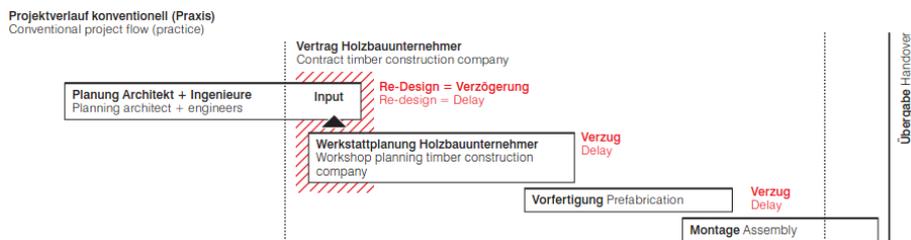


Bild 1.5 Planungs- und Bauphase eines konventionell Bauvorhabens<sup>35</sup>

Um die Qualität der Planung zu steigern, könnten Holzbauunternehmen durch honorierte Beratung in einer frühen Planungsphase oder durch eine frühzeitige Vergabe der Holzbaukompetenz das holzbauspezifische Fachwissen einbringen.<sup>36</sup> In der Bauphase ist die Einbindung der Subunternehmer in das Planungsteam essentiell. Häufig werden die Subunternehmer erst während der Bauphase definiert. Dies hat zur Folge, dass die Subunternehmer wenig Mitsprache in der Ausführungsplanung haben. Infolgedessen treten durch erschwerte Koordinierung der Gewerke Zeitverzögerungen auf.<sup>37</sup>

Diese Liste an Herausforderungen im Holzbau lässt sich mit Bestimmtheit fortsetzen. Im Fokus dieser Arbeit stehen gebäudetechnische Installationen im Holzbau. Es werden ausgewählte Herausforderungen in diesem Bereich aufgegriffen.

<sup>32</sup> Vgl. TEIBINGER, M.: Haustechnik im mehrgeschoßigen Holzbau. In: Zuschnitt Nr. 55, 09/2014. S. 5

<sup>33</sup> Vgl. SCHUSTER, S.; STIEGLMEIER, M.: Optimierte Planungsprozesse für den vorgefertigten Holzbau - ein Forschungsbericht. In: Detail Zeitschrift für Architektur und Baudetail, Bauen mit Holz/1/2.2018. S. 75

<sup>34</sup> Vgl. ebd.

<sup>35</sup> SCHUSTER, S.; STIEGLMEIER, M.: Optimierte Planungsprozesse für den vorgefertigten Holzbau - ein Forschungsbericht. In: Detail Zeitschrift für Architektur und Baudetail, Bauen mit Holz/1/2.2018. S. 76

<sup>36</sup> Vgl. KAUFMANN, H. et al.: Optimierte Planungsprozesse für Gebäude in vorgefertigter Holzbauweise. Forschungsbericht. S. 10ff.

<sup>37</sup> Vgl. ZUMBRUNNEN, P.: Fokus Gebäudetechnik in BSP-Geschoßbauten LondonsS. B-5ff.

## 1.2 Zielsetzung

Die Holzwirtschaft in Österreich ist mit zahlreichen BSP-Produktionsstätten stark ausgeprägt und trägt zur positiven Entwicklung des Werkstoff Holzes bei. Die Brettsperrholzbauweise eignet sich für mehrgeschoßige Holzbauten aufgrund der Leistungsfähigkeit und der bauphysikalischen Eigenschaften des Werkstoffs. Durch moderne Fertigungstechnologien wird ein hoher Vorfertigungsgrad für Wände und Decken erreicht, welcher sich positiv auf die Bauzeit und Qualität auswirkt.

Die Gebäudetechnik ist ein wesentlicher Bestandteil mehrgeschoßiger Wohnbauten. Im Holzbau ist eine sorgfältige Umsetzung haustechnischer Installationen, insbesondere wasserführender Leitungen, für die Gewährleistung des Holzschutzes notwendig.

In der Literatur werden bereits Feuchteschäden und deren Folgen in Holzbauten thematisiert. Die Tatsache, dass Schäden sehr oft auf haustechnische Installationen zurückzuführen sind, weist darauf hin, dass in diesem Sektor Handlungsbedarf besteht. Um Änderungen zu bewirken, besteht die Notwendigkeit, Risiken und deren Folgen darzulegen, mit dem Ziel einer Bewusstseinsbildung bei allen Beteiligten.

Die Grundprinzipien für die Leitungsführung im Holzbau und die theoretischen Lösungsansätze haustechnischer Installationen wurden bereits in der Literatur dargelegt.<sup>38,39</sup> Die beschriebenen Grundsätze für die Integration von gebäudetechnischen Anlagen in den Holzbau sind derzeit in der Theorie ausgearbeitet, werden in der Praxis jedoch kaum angewendet. Der Fokus dieser Masterarbeit liegt bei einer Analyse der derzeit praktizierten Ausführung gebäudetechnischer Systeme im Holzbau.

Hierfür wird anhand eines realen Bauprojektes und mit Hilfe einer empirischen Umfrage aufgezeigt, wie gebäudetechnische Installationen im Holzbau derzeit umgesetzt werden. Im Rahmen einer Baubegleitung eines mehrgeschoßigen Holzbauwerkes wird die Implementierung des technischen Ausbaus gemäß der derzeitigen Praxis dokumentiert. Ebenfalls werden beispielhaft Vorschläge zur Verbesserung des Feuchteschutzes für Holzkonstruktionen aufgezeigt. Im Zuge einer qualitativen Umfrage wird untersucht, welche Erfahrungen Baubeteiligte im Zuge der Umsetzung von Holzbauprojekten bisher gemacht haben.

In dieser Masterarbeit wird im Speziellen die Art und Weise der Leitungsführung, die Verlegung von Abdichtungen zum Schutz der Holzkonstruk-

<sup>38</sup> Vgl. HAUSLADEN, G.; HUBER, C.; HILGER, M.: Modulare vorgefertigte Installationen in mehrgeschoßigen Holzbauwerken. Holzbau der Zukunft. Teilprojekt 12. Reihe Holzbauforschung. S. P12-46f.

<sup>39</sup> Vgl. SCHMID, G.: Strategien für eine bauweisengerechte Ausführung versorgungstechnischer Installationen im Holz-Massivbau. Ein Beitrag zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Wohngebäuden in BSP. Masterarbeit. S. 138ff.

tionen sowie der Bauablauf und Schnittstellen untersucht. Durch die praxisnahe Dokumentation können Risiken im technischen Ausbau von Holzbauwerken aufgrund derzeitiger Praktiken abgeleitet werden.

Des Weiteren werden auf Basis der Ergebnisse beispielhaft Lösungsvorschläge für eine verbesserte Leitungsführung mit erhöhtem Feuchteschutz ausgearbeitet.

Im Zuge der Masterarbeit werden die Forschungsfragen gemäß Tabelle 1 behandelt.

Tabelle 1 Forschungsfragen

Forschungsfragen	
1)	<p>Welche Maßnahmen werden heute in realen Bauprojekten getroffen, um den Schutz der Tragstruktur zu gewährleisten?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Welche Prinzipien für die Leitungsverlegung und Anordnung von Sanitärgegenständen werden in der Praxis angewendet?</li> <li>○ Welche Maßnahmen für die Gewährleistung des Feuchteschutzes werden heute beim Einbau von wasserführenden Leitungen sowie Sanitärgegenständen getroffen?</li> </ul>
2)	Wie werden derzeit gebäudetechnische Installationen in Holzbauten in der Praxis ausgeführt?
3)	Welche Bereiche mit Handlungsbedarf in der Planung und Bauausführung von gebäudetechnischen Anlagen können aus der Baustellendokumentation abgeleitet werden?
4)	Wie schätzen Experten den Planungsprozess, die konstruktive Ausführung von gebäudetechnischen Installationsdetails sowie die Zusammenarbeit zwischen Fachplanern ein und wie werden diese Aspekte in der Praxis gehandhabt?
5)	Welche Maßnahmen sind notwendig, um gebäudetechnische Anlagen holzbauadäquat in die Tragstruktur zu integrieren?

## 2 Stand der Technik

In diesem Kapitel wird der Stand der Technik beziehend auf die Leitungsführung von Trinkwasser-, Heizungs- und Elektroinstallationen sowie von Abdichtungsmaßnahmen im Holzbau dargelegt. In Tabelle 2 sind Grundsätze für die Integration von haustechnischen Installationen in die Gebäudestruktur nach Hausladen zusammengefasst.<sup>40</sup>

Tabelle 2 Grundprinzipien für haustechnische Installationen

Grundprinzipien nach Hausladen <sup>41</sup>	
1)	Zentrale vertikale und horizontale Installationsführung in Trassen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Horizontale Trassen für eine konzentrierte Leitungsführung in einem Bereich.</li> </ul>
2)	Trennung und Entkoppelung der tragenden Konstruktion von den Ausbauelementen für die technische Gebäudeausrüstung.
3)	Gewährleistung der Zugänglichkeit zu vertikalen und horizontalen Trassen sowie zu sämtlichen haustechnischen Einbauteilen.
4)	Platzreserven für den zukünftigen Ausbau bzw. die Umrüstung von gebäudetechnischen Komponenten.
5)	Vorkonditionierte Hohlräume: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Für die Gefälleausbildung und Montagehilfen.</li> </ul>
6)	Vorgefertigte Gebäudetechnikmodule: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ermöglichen eine Erleichterung in der Montage und im Bauablauf.</li> </ul>

<sup>40</sup> Vgl. HAUSLADEN, G.; HUBER, C.; HILGER, M.: Modulare vorgefertigte Installationen in mehrgeschoßigen Holzbauwerken. Holzbau der Zukunft. Teilprojekt 12. Reihe Holzbauforschung. S. P12-46f.

<sup>41</sup> Vgl. HAUSLADEN, G.; HUBER, C.; HILGER, M.: Modulare vorgefertigte Installationen in mehrgeschoßigen Holzbauwerken. Holzbau der Zukunft. Teilprojekt 12. Reihe Holzbauforschung. S. P12-46f.

## 2.1 Konstruktive Details im Holzbau

In diesem Abschnitt werden relevante und in der Literatur vorgeschlagene konstruktive Details, die für den Holzbau von Bedeutung sind, beschrieben. Im Speziellen werden die Sekundärabdichtung, Wand- und Deckendurchdringungen sowie der Anschluss der Badewanne an die Wand näher erläutert.

### 2.1.1 Sekundärabdichtung im Holzbau

In der Literatur wird die Sekundärabdichtung als Abdichtungsbahn auf einer Holzmassivdecke zum Schutz vor Feuchteschäden bezeichnet.<sup>42</sup> Laut ÖNORM B 2320:2017 sind Tragkonstruktionen aus Holz in Feuchträumen zu schützen:

*„In Feuchträumen (Badezimmer, Dushraum u. dgl.) ist die Tragkonstruktion vor Feuchtigkeit zu schützen; dies kann zB mittels Schnellerkennung durch Inspektionsöffnungen und Feuchteindikatoren oder mittels Abdichtungsmaßnahmen gemäß ÖNORM B 3407 und ÖNORM B 3692 erreicht werden.“<sup>43</sup>*

Für Architekten, Bauherrn und Fachplaner stehen derzeit allerdings keine standardisierten Detaillösungen für eine fachgerechte Ausführung der Sekundärabdichtung zur Verfügung. Herstellerspezifische Systeme oder normative Angaben sind zurzeit nicht vorhanden. In der Literatur werden Ausführungsmöglichkeiten der Sekundärabdichtung und der Ableitung anfallender Wassermengen vorgeschlagen.

In Bild 2.1 ist ein Detail mit der Sekundärabdichtung auf der Rohdecke und die kontrollierte Ableitung von anfallenden Wassermengen in den Schacht dargestellt.<sup>44</sup> Für die Sekundärabdichtung wird eine Bitumenbahn oder eine geklebte Kunststoffbahn vorgeschlagen.<sup>45</sup> Bauphysikalische Berechnungen sind hinsichtlich schädlicher Wasserdampfkondensationen für das ungünstigste Innenrauklima durchzuführen.<sup>46</sup>

<sup>42</sup> Vgl. PERNULL, R.: Abhaltung von Feuchteschäden im Holzbau infolge Feuchträume und Installationen. S. 63

<sup>43</sup> ÖNORM B 2320: Wohnhäuser aus Holz. Technische Anforderungen. S. 14

<sup>44</sup> Vgl. PERNULL, R.: Abhaltung von Feuchteschäden im Holzbau infolge Feuchträume und Installationen. S. 63

<sup>45</sup> Vgl. a.a.O. S. 64

<sup>46</sup> Vgl. a.a.O. S. 65

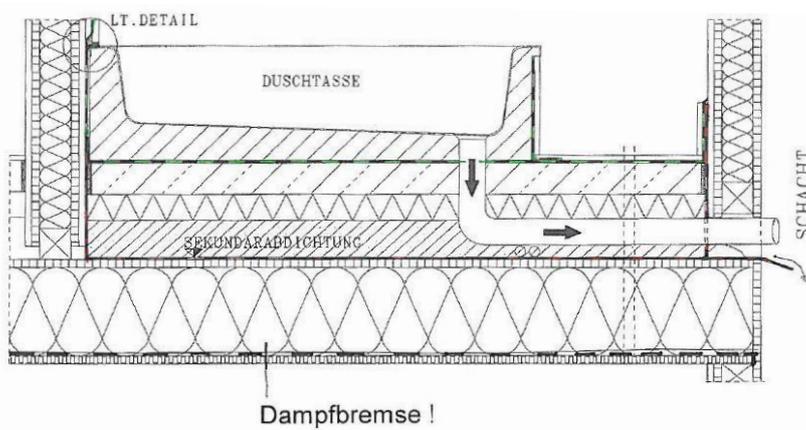


Bild 2.1 Sekundärabdichtung in Nasszellen<sup>47</sup>

In Schmid ist eine weitere Variante für die Ausführung der Sekundärabdichtung und Entwässerung beschrieben, wie in Bild 2.2 dargestellt.<sup>48</sup> Durch die Bohrung in der Decke wird die Sichtbarkeit von Wasseransammlungen an der Unterseite der Geschoßdecke gewährleistet. Die Befestigung der Heizungsrohre ist so zu gestalten, dass die Abdichtungsebene nicht durchdrungen wird.<sup>49</sup>

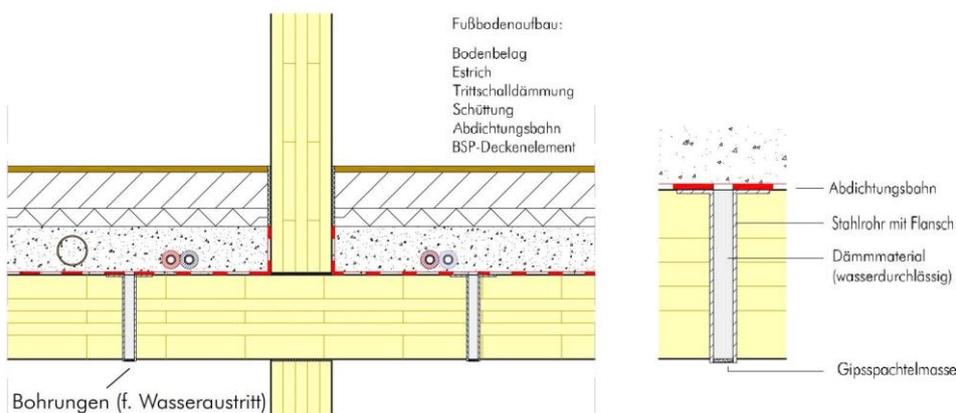


Bild 2.2 Wanne mit Bohrung<sup>50</sup>

<sup>47</sup> PERNULL, R.: Abhaltung von Feuchteschäden im Holzbau infolge Feuchträume und Installationen. S. 63

<sup>48</sup> Vgl. SCHMID, G.: Strategien für eine bauweisengerechte Ausführung versorgungstechnischer Installationen im Holz-Massivbau. Ein Beitrag zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Wohngebäuden in BSP. Masterarbeit. S. 143

<sup>49</sup> Vgl. ebd.

<sup>50</sup> SCHMID, G.: Strategien für eine bauweisengerechte Ausführung versorgungstechnischer Installationen im Holz-Massivbau. Ein Beitrag zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Wohngebäuden in BSP. Masterarbeit. S. 143

## 2.1.2 Wanddurchdringungen in Sanitrräumen

Im Holzbau ist auf eine ordnungsgemäße Ausführung der Abdichtung zwischen Rohr und Wand zu achten, da hiermit das Schadenspotential durch einen Feuchtigkeitseintritt in die Konstruktion vermindert werden kann.<sup>51</sup>

*„Armaturenauslässe von Wasserrohrinstallationen müssen mindestens 7 mm bis maximal 12 mm über den verlegereifen Untergrund herausragen. Baustopfen dürfen den Durchmesser des Zuleitungsrohres um maximal 5 mm übersteigen.“<sup>52</sup>*

In Bild 2.3 ist eine Abdichtungsvariante einer Rohrdurchführung mit Dichtmanschette mittels einer Verlängerung sowie einem Baustopfen, der für die Bauausführung notwendig ist, dargestellt.<sup>53</sup>

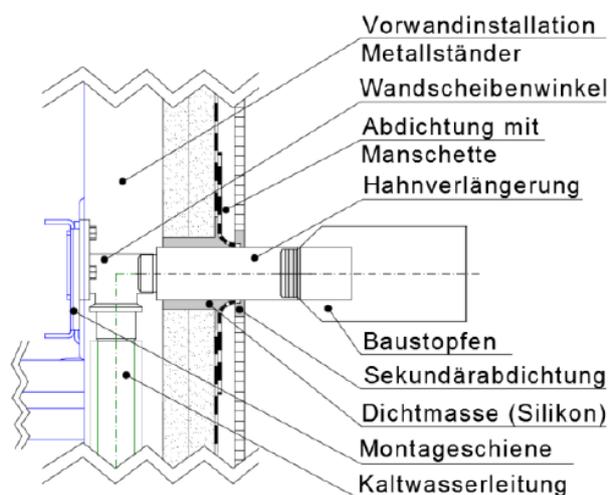


Bild 2.3 Wanddurchdringung in Sanitrräumen - Abdichtung mittels Dichtmanschette<sup>54</sup>

Die Chronologie der Einzeltätigkeiten mit den zuständigen Gewerken für eine Rohrdurchführung eines Sanitärelementes ist in Bild 2.4 beispielhaft dargestellt. Es handelt sich um eine Vorwandinstallation mit einem Montageelement für Sanitärgegenstände. Durch die Zusammenarbeit von mehreren Gewerken besteht die Gefahr, dass bei einer zu kurzen Rohrverlängerung, der Fliesenleger die Rohrabdichtung nicht fachgerecht

<sup>51</sup> Vgl. PERNULL, R.: Abhaltung von Feuchteschäden im Holzbau infolge Feuchträume und Installationen. S. 33

<sup>52</sup> ÖNORM B 3407: Planung und Ausführung von Fliesen-, Platten- und Mosaiklegearbeiten. S. 13

<sup>53</sup> Vgl. MONSBERGER, M.; PARTL, R.: Gebäudetechnik - Eine Schlüsseldisziplin im modernen Holzbau. In: Versagen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 2. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2016. S. A-18

<sup>54</sup> MONSBERGER, M.; PARTL, R.: Gebäudetechnik - Eine Schlüsseldisziplin im modernen Holzbau. In: Versagen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 2. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2016. S. A-18

anbringen kann. Die Folge sind Wasserhinterwanderungen und somit Feuchteschäden an der Holzkonstruktion.<sup>55</sup>

Gewerk	Chronologie der Montagearbeiten				Tätigkeit
	1.Schritt	2.Schritt	3.Schritt	4.Schritt	
Installateur					- Montage Ständerwand - Leitungsverlegung in der Vorwandinstallation
Trockenbauer					- Beplankung der Ständerwand
Fliesenleger					- Verspachtelung, Grundierung (Anstrich) - Herstellung der Flächen- u. Rohrabdichtung - Aufbringen von Klebemörtel - Anbringen der Fliesen
Installateur					- Komplettierung

Bild 2.4 Montageablauf einer Wanddurchringung für Sanitärelemente mit möglichen Störungen<sup>56</sup>

### 2.1.3 Dach- und Deckendurchdringungen

Bei Rohrdurchführungen in Flachdachkonstruktionen, beispielsweise für Stragentlüftungen, ist der Anschluss an die beiden Dichtungsebenen sicherzustellen.<sup>57</sup> Eine mangelhafte Anbindung der Dampfbremse bzw. Dampfsperre an die Rohrleitung kann zu einem unbemerkten Feuchtigkeitseintritt durch Wasserdampfdiffusion in die Flachdachkonstruktion führen, wie in Bild 2.5 (rechts) dargestellt.<sup>58</sup> Die linke Abbildung zeigt die fachgerechte Ausbildung der Anbindung bei der Dichtebenen an die Rohrdurchführung. Experten schätzen dies als potentielle Fehlerquelle bei der Montage von Rohrdurchführungen durch das Dach ein.<sup>59</sup>

<sup>55</sup> Vgl. a.a.O. S. A-17ff.

<sup>56</sup> MONSBERGER, M.; PARTL, R.: Gebäudetechnik - Eine Schlüsseldisziplin im modernen Holzbau. In: Versagen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 2. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2016. S. A-18

<sup>57</sup> Vgl. MONSBERGER, M.; PARTL, R.: Gebäudetechnik - Eine Schlüsseldisziplin im modernen Holzbau. In: Versagen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 2. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2016. S. A-21

<sup>58</sup> Vgl. ebd.

<sup>59</sup> Vgl. ebd.

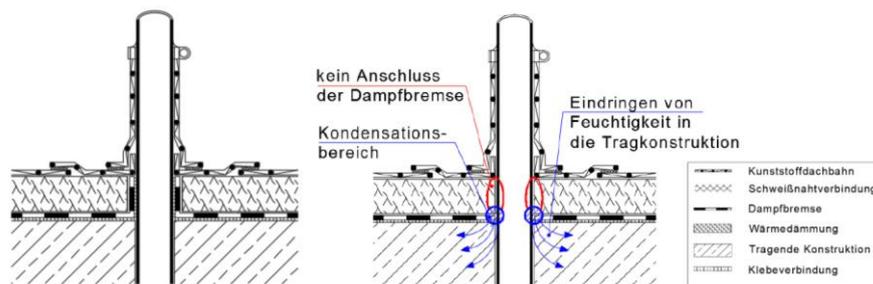


Bild 2.5 Fachgerechte Ausführung (links) und mangelhafte Ausführung (rechts) von Rohrdurchführungen durch ein Flachdach<sup>60</sup>

Laut ÖNORM B 3692:2014 sind die Rohre an die Abdichtungsebenen anzuschließen:

*„Rohrdurchführungen durch die Gebäudehülle sind im rechten Winkel zur Abdichtungsebene zu planen und müssen eine für die Anbindung der Abdichtung geeignete Oberfläche aufweisen.“<sup>61</sup>*

Hersteller bieten Dachdurchführungen mit Systemlösungen für die Anbindung an die Dichtebenen am Dach an. In Bild 2.6 (links) sind eine Dachdurchführung für ein Einzelrohr mit Dichtmanschette und eine Mehrfachdurchführung (Bild 2.6 - rechts) dargestellt.



Bild 2.6 Dachdurchführung für Einzelrohre (links) und Mehrfachdurchführung (rechts)<sup>62,63</sup>

<sup>60</sup> MONSBERGER, M.; PARTL, R.: Gebäudetechnik - Eine Schlüsseldisziplin im modernen Holzbau. In: Versagen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 2. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2016. S. A-21

<sup>61</sup> ÖNORM B 3692: Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen. S. 14

<sup>62</sup> [http://www.geba-vent.de/vent/upload/01\\_broschueren/Flachdach/06\\_FDL\\_RZ02.jpg](http://www.geba-vent.de/vent/upload/01_broschueren/Flachdach/06_FDL_RZ02.jpg). Datum des Zugriffs: 03.07.2017

<sup>63</sup> [http://www.geba-vent.de/vent/upload/bildergalerie/geba\\_Sammelkasten/gebakombi\\_4-Leiter\\_02.jpg](http://www.geba-vent.de/vent/upload/bildergalerie/geba_Sammelkasten/gebakombi_4-Leiter_02.jpg). Datum des Zugriffs: 03.07.2017

### 2.1.4 Badewannenanschluss an die Wand

Durch eine fehlende oder unsachgemäß ausgeführte Abdichtung zwischen Wannenrand und Wandkonstruktion kann Wasser in Wände und Fußbodenkonstruktionen eindringen.<sup>64</sup>

In Bild 2.7 ist die Aufstellung der Badewanne auf dem Estrich, bei Vorhandensein einer Sekundärabdichtung auf der Rohdecke, dargestellt.

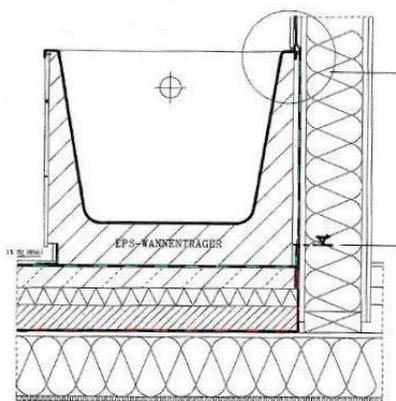


Bild 2.7 Badewannenaufstellung mit Sekundärabdichtung<sup>65</sup>

Eine Anschlussmöglichkeit der Badewanne an die Wand, mit einer Überlappung der beiden Abdichtungen und einer Dichtschnur, ist in Bild 2.8 zu erkennen.<sup>66</sup>

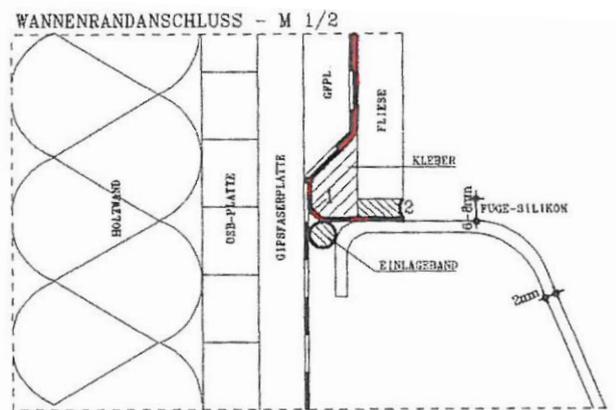


Bild 2.8 Anschluss für eine Badewanne an die Wand<sup>67</sup>

<sup>64</sup> Vgl. PERNULL, R.: Abhaltung von Feuchteschäden im Holzbau infolge Feuchträume und Installationen. S. 33

<sup>65</sup> PERNULL, R.: Abhaltung von Feuchteschäden im Holzbau infolge Feuchträume und Installationen. S. 54

<sup>66</sup> Vgl. PERNULL, R.: Abhaltung von Feuchteschäden im Holzbau infolge Feuchträume und Installationen. S. 42

<sup>67</sup> PERNULL, R.: Abhaltung von Feuchteschäden im Holzbau infolge Feuchträume und Installationen. S. 42

## 2.2 Gebäudetechnik

Aufgrund der Feuchteanfälligkeit des Holzes sind haustechnische Anlagen fachgerecht zu integrieren.<sup>68</sup> In der Literatur sind Entwurfsgrundsätze für die holzbaugerechte Implementierung haustechnischer Installationen aufgelistet:<sup>69</sup>

- Reduzierung der Leitungslängen durch abgestimmte Grundrissanordnung
- Vertikale Schachtanordnung
- Anordnung von Revisionsöffnungen
- Kontrolle der Abwasserinstallation gewähren
- Verwendung vorgefertigter Sanitärkomponenten
- Installationsbereiche in mineralischen Bauteilen nutzen

In diesem Abschnitt wird der Stand der Technik hinsichtlich Schachtkonstruktionen, Trinkwasserversorgung, Heizungsinstallation, Abwasserleitungsinstallation und Elektroinstallation dargelegt.

### 2.2.1 Schachtinstallation

Schächte dienen zur Aufnahme von Steigleitungen (z.B. zur Abwasserentsorgung) Trinkwasserversorgung etc. Sie sind primär so zu platzieren, dass Leitungslängen zu den Anbindestellen minimiert werden. Dies bringt den Vorteil, die Höhe des Fußbodenaufbaus gering halten zu können und potentielle Fehlstellen bei Rohrverbindungen zu vermindern.<sup>70,71</sup>

Eine weitere Thematik ist die Definition der Lage und Größe der Schächte und die Anordnung von Zugangsöffnungen für die Inspektion, Wartung und Instandsetzung.<sup>72</sup> In der Literatur wird ein maximaler Belegungsgrad des Schachtes von 60 % definiert.<sup>73</sup> Eine Anordnung von Revisionsklappen in den Stiegenhäusern oder an der Außenfassade ermöglicht die Zugänglichkeit ohne wesentliche Beeinträchtigung der Bewohner.<sup>74</sup> In

<sup>68</sup> Vgl. SCHMID, G.: Strategien für eine bauweisengerechte Ausführung versorgungstechnischer Installationen im Holz-Massivbau. Ein Beitrag zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Wohngebäuden in BSP. Masterarbeit. S. 105

<sup>69</sup> Vgl. a.a.O. S. 126f.

<sup>70</sup> PERNULL, R.: Abhaltung von Feuchteschäden im Holzbau infolge Feuchträume und Installationen. S. 38

<sup>71</sup> TEIBINGER, M.: Haustechnik im mehrgeschoßigen Holzbau. In: Zuschnitt Nr. 55, 09/2014. S. 4

<sup>72</sup> PERNULL, R.: Abhaltung von Feuchteschäden im Holzbau infolge Feuchträume und Installationen. S. 38f.

<sup>73</sup> BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, FAMILIE UND JUGEND: Vorbeugender baulicher Brandschutz. Dämmarbeiten / Ausführungsrichtlinien S. 9

<sup>74</sup> SCHICKHOFER, G.; SCHMID, G.: Gebäudetechnik für Geschossbauten in Holz-Massivbauweise. In: Verorgen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 1. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2014. S. A-19f.

Bild 2.9 (links) ist eine Revisionsöffnung der Firma Knauf und eine Blindabdeckung für eine Inspektionsöffnung kleineren Ausmaßes dargestellt.



Bild 2.9 Revisionsöffnung<sup>75</sup> und Blindabdeckung<sup>76</sup>

Bild 2.10 zeigt zwei Zugangsmöglichkeiten zum Schacht. Der Schacht kann zum einen in die Gebäudehülle integriert werden, um einen Zugang über die Fassade zu gewährleisten, wie in Bild 2.10 (links) abgebildet. Zum anderen kann der Schacht im Stiegenhaus platziert werden, sodass Revisionsarbeiten über das Stiegenhaus durchgeführt werden können (Bild 2.10 - rechts).<sup>77</sup>

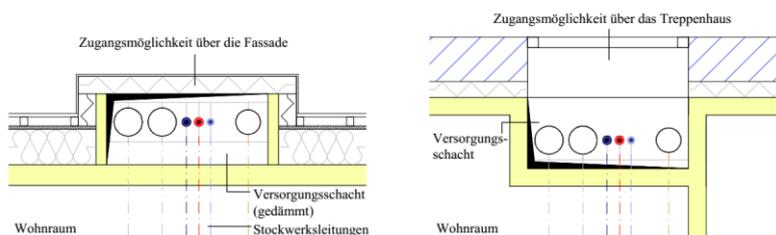


Bild 2.10 Zugangsmöglichkeit zum Schacht über die Fassade (links) und über das Stiegenhaus (rechts)<sup>78</sup>

<sup>75</sup> [https://www.knauf.de/cutout/cutout\\_113613\\_detail\\_picture\\_1.jpg](https://www.knauf.de/cutout/cutout_113613_detail_picture_1.jpg). Datum des Zugriffs: 17.05.2017

<sup>76</sup> [https://img.conrad.at/medias/global/ce/6000\\_6999/6200/6270/6270/627029\\_BB\\_00\\_FB.EPS.jpg](https://img.conrad.at/medias/global/ce/6000_6999/6200/6270/6270/627029_BB_00_FB.EPS.jpg). Datum des Zugriffs: 17.05.2017

<sup>77</sup> Vgl. SCHICKHOFER, G.; SCHMID, G.: Gebäudetechnik für Geschossbauten in Holz-Massivbauweise. In: Verorgen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 1. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2014. S. A-20

<sup>78</sup> SCHICKHOFER, G.; SCHMID, G.: Gebäudetechnik für Geschossbauten in Holz-Massivbauweise. In: Verorgen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 1. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2014. S. A-20

## Brandschutz:

Bei der Schachtausbildung ist eine Brandabschottung erforderlich, um einen geschosswise Übergriff von Rauch und Feuer im Schacht zu vermeiden. Dies kann auf zwei Varianten erfolgen:

- Schachttyp 1 - Installationsschacht mit brandbeständigen Umfassungsbauteilen
- Schachttyp 2 - Geschosswise Brandabschottung

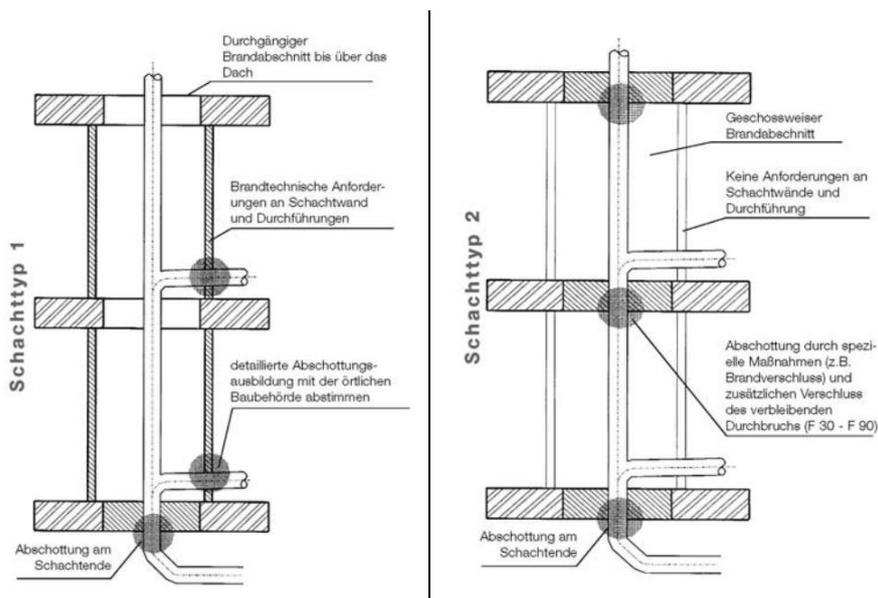


Bild 2.11 Schachtausbildung: Brandbeständige Schachtwände (links) und geschosswise Brandabschottung (rechts)<sup>79</sup>

### 2.2.2 Installation von Abwasserleitungen innerhalb des Gebäudes

Abwasserleitungen dienen zum Abführen von Schmutzwasser. In diesem Abschnitt werden die wesentlichen Anforderungen an die Installation von Abwasserrohren innerhalb von Gebäuden erläutert.

#### Mindestgefälle und Mindestnennweite:

Das Mindestgefälle von Abwasserleitungen wird für Einzelanschluss- und Sammelanschlussleitungen laut ÖNORM B 2501:2016 wie folgt festgelegt:

<sup>79</sup> GEBERIT VERTRIEBS GMBH & CO KG: Allgemeine Planungsgrundlagen. [http://www.geberit.at/media/local\\_media/unterlagen/produkte\\_1/kompetenzbroschueren/Geberit\\_Planungsgrundlagen\\_WEB.pdf](http://www.geberit.at/media/local_media/unterlagen/produkte_1/kompetenzbroschueren/Geberit_Planungsgrundlagen_WEB.pdf). Datum des Zugriffs: 16.05.2017

Tabelle 3 Mindestgefälle von Abwasserleitungen in Anlehnung an ÖNORM B 2501:2016<sup>80,81</sup>

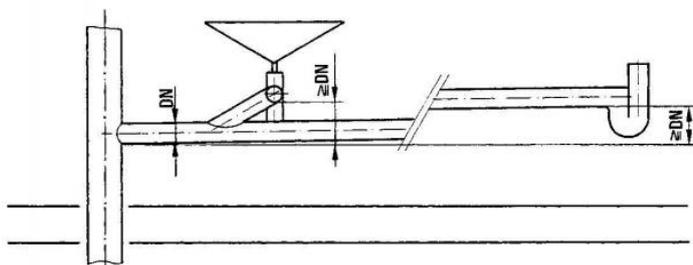
Leitungsbereich	Mindestgefälle	Mindestnennweite
Einzelanschlussleitungen	1 ‰	DN 30
Sammelanschlussleitungen	1 ‰	DN 50

Einzel- und Sammelanschlussleitungen sind ab einer Länge von 4 m zu belüften, wobei die Länge der belüfteten Leitungen mit maximal 10 m begrenzt ist:

*„Einzel- bzw. Sammelanschlussleitungen mit mehr als 4 m Länge sind gesondert zu lüften. Die Lüftung muss an jener Stelle der Leitung angeschlossen werden, wo der Durchmesser der Leitung mindestens dem Durchmesser der Lüftung entspricht.“<sup>82</sup>*

### **Installation:**

Bei der Installation von Anschlussleitungen von Sanitärgegenständen, insbesondere bei bodenebenen Duschen mit einem Bodenablauf, ist darauf zu achten, dass der Abstand zwischen dem Geruchverschluss und der Sohle der Anschlussleitung am Fallleitungsabzweiger größer ist, als die Nennweite des Rohres, wie in Bild 2.12 abgebildet.<sup>83</sup>

Bild 2.12 Installation von Sammelanschlussleitungen<sup>84</sup>

### **Herstellerspezifische Rohrsysteme:**

Für einen ausreichenden Schallschutz bei der Installation von Abwasserrohren werden z.B. von Firma Geberit zwei Rohrsysteme angeboten (Tabelle 4). Beide Systeme werden in Gebäuden mit erhöhten Schallschutzanforderungen verwendet, wobei das Rohrsystem Silent-db20 hochschalldämmend wirkt.

<sup>80</sup> Vgl. GEBERIT VERTRIEBS GMBH & CO KG: Leitfaden zur Abwassernorm. Bemessung und Verlegung von Abwasserleitungen nach ÖN EN 12056 und ÖN B 2501. S. 11

<sup>81</sup> Vgl. ÖNORM B 2501: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke. Planung, Ausführung und Prüfung - Ergänzende Richtlinien zu ÖNORM EN 12056 und ÖNORM EN 752. S. 15ff.

<sup>82</sup> ÖNORM B 2501: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke. Planung, Ausführung und Prüfung - Ergänzende Richtlinien zu ÖNORM EN 12056 und ÖNORM EN 752. S. 16

<sup>83</sup> Vgl. a.a.O. S. 34

<sup>84</sup> ÖNORM B 2501: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke. Planung, Ausführung und Prüfung - Ergänzende Richtlinien zu ÖNORM EN 12056 und ÖNORM EN 752. S. 35

Tabelle 4 Gegenüberstellung von Geberit Silent-PP und Geberit Silent-db20<sup>85,86</sup>

	<b>Geberit Silent-PP</b>	<b>Geberit Silent-db20</b>
Werkstoff	PP-C/ PP-MD	PE-S2
Verbindung	Stecksystem mit Muffen	Elektro-Muffenschweißung
Nennweite	DN 100	DN 100
Innendurchmesser	$d_i = 102,8 \text{ mm}$	$d_i = 98 \text{ mm}$
Außendurchmesser	$d_A = 110 \text{ mm}$	$d_A = 110 \text{ mm}$
für $L=100 \text{ cm}$		
Rohrschott90 Plus EN		D = 145 mm
Außendurchmesser		

### 2.2.3 Trinkwasserversorgung

Die Trinkwasserversorgung ist einer der wesentlichsten Bestandteile des technischen Ausbaus. In diesem Abschnitt werden die Anforderungen und die Arten der Leitungsinstallation beschrieben. Zudem wird das Rohr-in-Rohr-System, welches für den Holzbau aus Feuchteschutzgründen von großer Bedeutung ist, näher erläutert.

#### Leitungsführung:

Aufgrund eines möglichen Wasseraustrittes, sind wasserführende Leitungen im Holzbau nicht in Schlitzen zu verlegen. Eine Installation in Schächten und Vorsatzschalen ist anzuraten.<sup>87</sup> In diesem Abschnitt werden die Arten der Leitungsinstallation näher erläutert.

Die Verteilung des Trinkwassers kann grundsätzlich auf drei Arten erfolgen (Bild 2.13):

- T-Installation
- Reiheninstallation
- Ringinstallation

<sup>85</sup> Vgl. [http://catalog.geberit.com/public/product.aspx?cat=AT\\_AT-de\\_1&ch=CH2\\_101900&p=PRO\\_101426](http://catalog.geberit.com/public/product.aspx?cat=AT_AT-de_1&ch=CH2_101900&p=PRO_101426). Datum des Zugriffs: 03.07.2017

<sup>86</sup> Vgl. [http://catalog.geberit.com/public/product.aspx?cat=AT\\_AT-de\\_1&ch=CH2\\_102000&p=PRO\\_101480](http://catalog.geberit.com/public/product.aspx?cat=AT_AT-de_1&ch=CH2_102000&p=PRO_101480). Datum des Zugriffs: 03.07.2017

<sup>87</sup> Vgl. SCHMID, G.: Strategien für eine bauweisengerechte Ausführung versorgungstechnischer Installationen im Holz-Massivbau. Ein Beitrag zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Wohngebäuden in BSP. Masterarbeit. S. 35

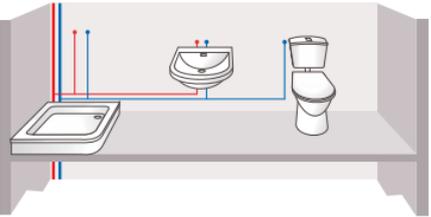
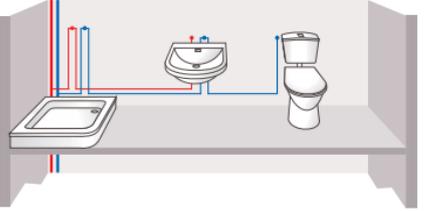
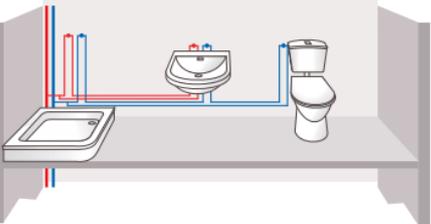
	<p style="text-align: center;"><b>T-Installation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stichleitungen zu jedem Sanitärgegenstand</li> <li>• Gegenseitige Beeinflussung der Entnahmestellen</li> <li>• Geringer Druckverlust</li> <li>• Regelmäßige Nutzung der Sanitärgegenstände erforderlich, sonst Gefahr der Verkeimung</li> </ul>
	<p style="text-align: center;"><b>Reiheninstallation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine Anschlussleitung für alle Entnahmestellen</li> <li>• Geringe Stagnation</li> <li>• Hoher Druckverlust</li> <li>• Schnelle Montage</li> </ul>
	<p style="text-align: center;"><b>Ringinstallation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringe Stagnation</li> <li>• Geringer Druckverlust</li> <li>• Möglichkeit der Entnahme großer Wassermengen</li> <li>• Geringe Rohrleitungsdimensionen</li> </ul>

Bild 2.13 Überblick über verschiedene Arten der Trinkwasserinstallation<sup>88,89</sup>

### Rohr-in-Rohr-System:

Bei der Installation von Trinkwasserleitungen auf Holzdecken ist laut ÖNORM B 2531:2012 eine Leitungsinstallation mit Schutzrohr (Rohr-in-Rohr-System) erforderlich.<sup>90</sup> Bei diesem System ist die Trinkwasserleitung mit einem Schutzrohr umhüllt. Dieses Schutzrohr ermöglicht einen nachträglichen Austausch der Trinkwasserleitung und einen zusätzlichen Abdichtungsschutz vor einem Wasseraustritt. Der in Bild 2.14 dargestellte flexible Dosenfuß ermöglicht eine einfache und schnelle Montage, eine Abnahme des Dosenfußes und einen dichten Verschluss. In Bild 2.14 (rechts) ist eine tottraumfreie Klemmverbindung der Rohre dargestellt.<sup>91</sup>

<sup>88</sup> ROTH WERKE GMBH: Trinkwasser-Installation und Heizkörper-Anbindung mit einem System. S. 19

<sup>89</sup> Vgl. HAUSLADEN, G.; HUBER, C.; HILGER, M.: Modulare vorgefertigte Installationen in mehrgeschoßigen Holzbauwerken. Holzbau der Zukunft. Teilprojekt 12. Reihe Holzbauforschung. S. P12-62

<sup>90</sup> Vgl. ÖNORM B 2531: Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen. S. 9

<sup>91</sup> Vgl. GEORG FISCHER JRG AG:  
[http://www.gfps.com/content/dam/gfps\\_country\\_CH/doc/Dokumentationen/ht/downloads-de/prospekte/sanipex\\_classic/JRG%20Sanipex%20Classic%20-%20Prospekt%20im%20Holzbau.pdf](http://www.gfps.com/content/dam/gfps_country_CH/doc/Dokumentationen/ht/downloads-de/prospekte/sanipex_classic/JRG%20Sanipex%20Classic%20-%20Prospekt%20im%20Holzbau.pdf). Datum des Zugriffs: 11.05.2017

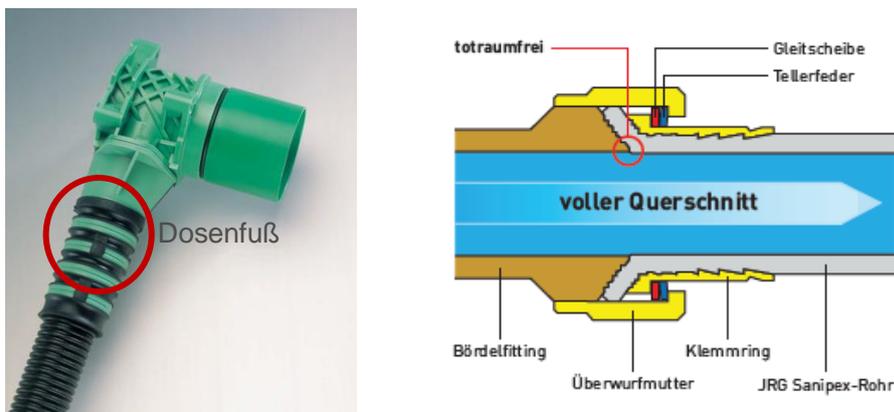


Bild 2.14 Rohr-in-Rohr-System (links) und Klemmverbindung (rechts)<sup>92</sup>

Der Wasseraustritt wird, wie in Bild 2.15 dargestellt, im Verteilerkasten sichtbar und abgeleitet. Somit können Fehlstellen schnell erkannt werden.<sup>93</sup> Die Verbindungen von Mehrschichtverbundrohren erfolgt mittels eines Fittings der auf die Rohre gepresst wird (Bild 2.15).<sup>94</sup>

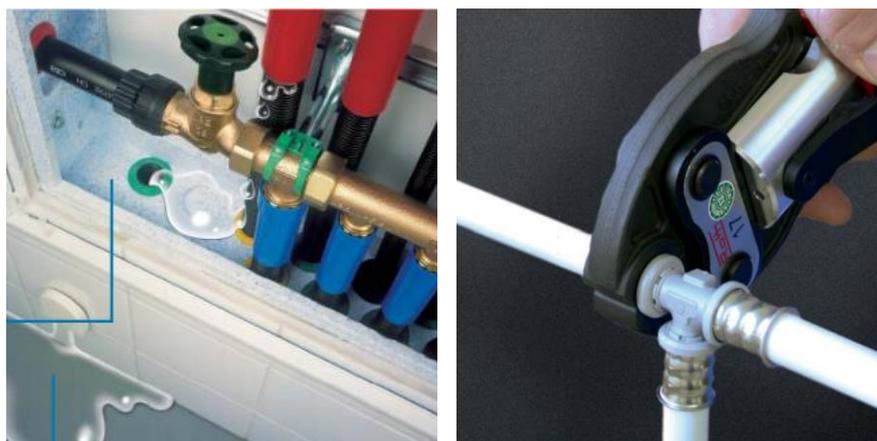


Bild 2.15 Verteilerkasten und Pressfitting<sup>95</sup>

<sup>92</sup> GEORG FISCHER JRG AG: [http://www.gfps.com/content/dam/gfps\\_country\\_CH/doc/Dokumentationen/ht/downloads-de/prospekte/sanipex\\_classic/JRG%20Sanipex%20Classic%20-%20Prospekt%20im%20Holzbau.pdf](http://www.gfps.com/content/dam/gfps_country_CH/doc/Dokumentationen/ht/downloads-de/prospekte/sanipex_classic/JRG%20Sanipex%20Classic%20-%20Prospekt%20im%20Holzbau.pdf). Datum des Zugriffs: 11.05.2017

<sup>93</sup> Vgl. GEORG FISCHER JRG AG: [http://www.gfps.com/content/dam/gfps\\_country\\_CH/doc/Dokumentationen/ht/downloads-de/prospekte/sanipex\\_classic/JRG%20Sanipex%20Classic%20-%20Prospekt%20im%20Holzbau.pdf](http://www.gfps.com/content/dam/gfps_country_CH/doc/Dokumentationen/ht/downloads-de/prospekte/sanipex_classic/JRG%20Sanipex%20Classic%20-%20Prospekt%20im%20Holzbau.pdf). Datum des Zugriffs: 11.05.2017

<sup>94</sup> Vgl. ÖNORM EN 806-4: Technische Regeln für Trinkwasser-Installation Teil 4: Installation. S. 35

<sup>95</sup> ROTH WERKE GMBH: Trinkwasser-Installation und Heizkörper-Anbindung mit einem System. S. 16

## 2.2.4 Heizungsrohrinstallation

Die Heizungsrohrinstallation wird im Neubau in der Regel im Zweirohrsystem ausgeführt.<sup>96</sup> In diesem Abschnitt werden die Verlegevarianten von Heizungsrohren und die verschiedenen Anschlussmöglichkeiten beschrieben.

### Zweirohrsystem:

Bei einer Heizungsverlegung im Zweirohrsystem, wie in Bild 2.16 dargestellt, wird jeder Heizkörper an eine Vorlauf- und eine Rücklaufleitung angeschlossen. Das Heizwasser wird von einem zentralen Kessel über die Vorlaufleitung zu jedem Heizkörper geleitet und das abgekühlte Heizwasser fließt in eine separate Rücklaufleitung, die zurück zum Kessel führt, um dort das Wasser wieder zu erhitzen.<sup>97</sup>

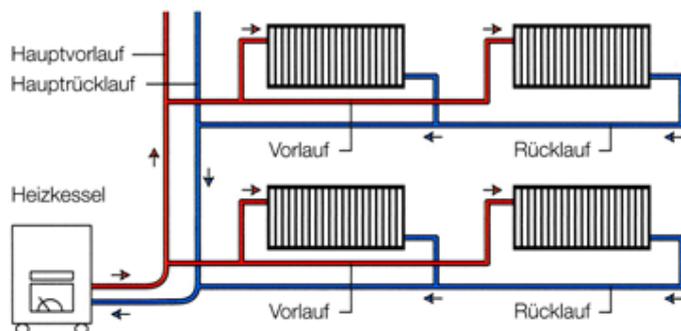


Bild 2.16 Heizungsschema eines Zweirohrsystems<sup>98</sup>

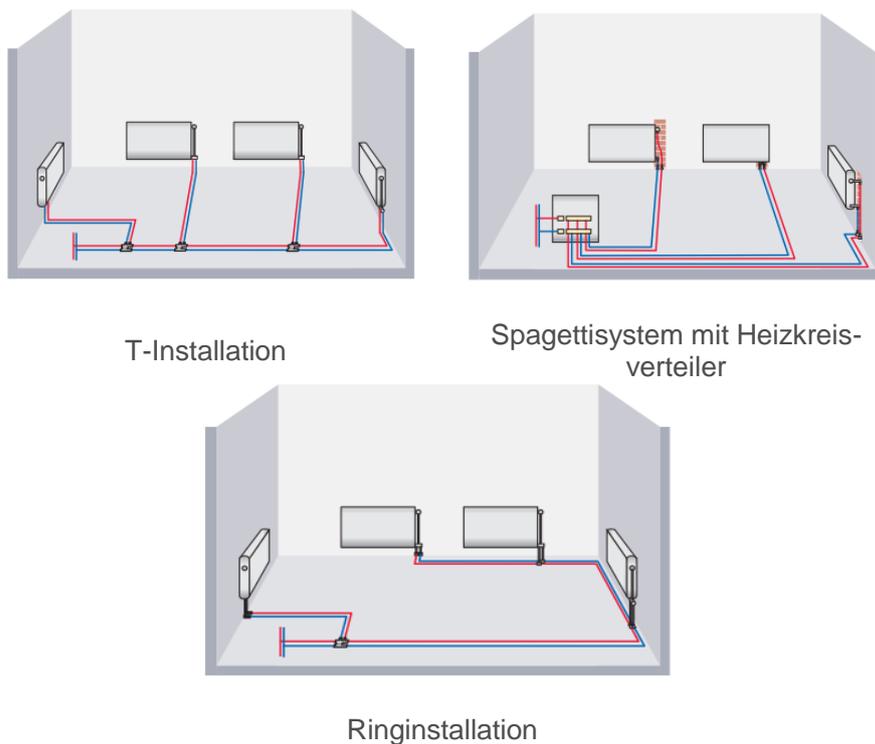
In Bild 2.17 sind die Verlegevarianten des Zweirohrsystems dargestellt. Im Zweirohrsystem mit einem zentralen Heizkreisverteiler, wie in Bild 2.17 (rechts oben) abgebildet, sind keine Rohrverbindungen im Boden notwendig. Im Zweirohrsystem mit T-Stücken, Bild 2.17 (links oben), und der Ringleitung, Bild 2.17 (mittig unten), sind Fittings im Fußbodenaufbau vorhanden, jedoch sind die Leitungslängen geringer.<sup>99</sup>

<sup>96</sup> KRIMMLING, J. et al.: Atlas Gebäudetechnik. S. 142

<sup>97</sup> Vgl. DANIELS, K.: Gebäudetechnik. Ein Leitfaden für Architekten und Ingenieure. S. 110

<sup>98</sup> <http://www.klb-klimaleichtblock.de/uploads/pics/Zweirohrheizung.png>. Datum des Zugriffs: 08.05.2017

<sup>99</sup> Vgl. PISTOHL, W.: Handbuch der Gebäudetechnik. Band2. Heizung - Lüftung - Beleuchtung - Energiesparen. S. H 65f.

Bild 2.17 Überblick über verschiedene Arten der Heizungsrohrinstallation<sup>100</sup>

### Installation der Heizungsrohre:

Die Installation von Heizungsrohren kann unter Putz erfolgen, auf Putz, in einer Vorsatzschale aber auch im Fußbodenaufbau.<sup>101</sup> Die Installation von wasserführenden Leitungen in Schlitzen, wie in Bild 2.18 dargestellt, ist im Holzbau aufgrund eines möglichen Wasseraustritts nicht anzustreben.<sup>102</sup> Die Aufputz Variante (Bild 2.19), und die Installation in Vorsatzschalen, wie in Bild 2.20 dargestellt, ist eine bessere Alternative für den Holzbau.<sup>103</sup> Dadurch können Wasseraustritte sichtbar gemacht werden, indem einerseits aus der Sockelleiste Wasser austritt und im anderen Fall die Feuchtigkeit an der Beplankung sichtbar wird.<sup>104</sup> In den folgenden Abbildungen sind die Installationsvarianten dargestellt.

<sup>100</sup> ROTH WERKE GMBH: Trinkwasser-Installation und Heizkörper-Anbindung mit einem System. S. 21

<sup>101</sup> Vgl. PISTOHL, W.; RECHENAUER, C.; SCHEUERER, B.: Handbuch der Gebäudetechnik. Planungsgrundlagen und Beispiele. Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Energiesparen. . S. H129ff.

<sup>102</sup> Vgl. KLH MASSIVHOLZ GMBH: Montage & Installation. Broschüre. S. 17

<sup>103</sup> Vgl. SCHMID, G.: Strategien für eine bauweisengerechte Ausführung versorgungstechnischer Installationen im Holz-Massivbau. Ein Beitrag zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Wohngebäuden in BSP. Masterarbeit. S. 149,155ff.

<sup>104</sup> Vgl. a.a.O. S. 149,155f.

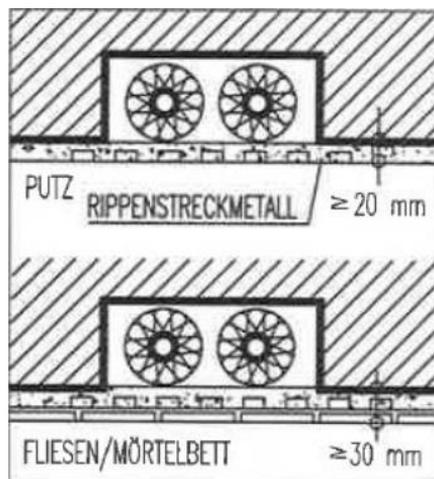


Bild 2.18 Installation von Heizungsrohren unter Putz<sup>105</sup>

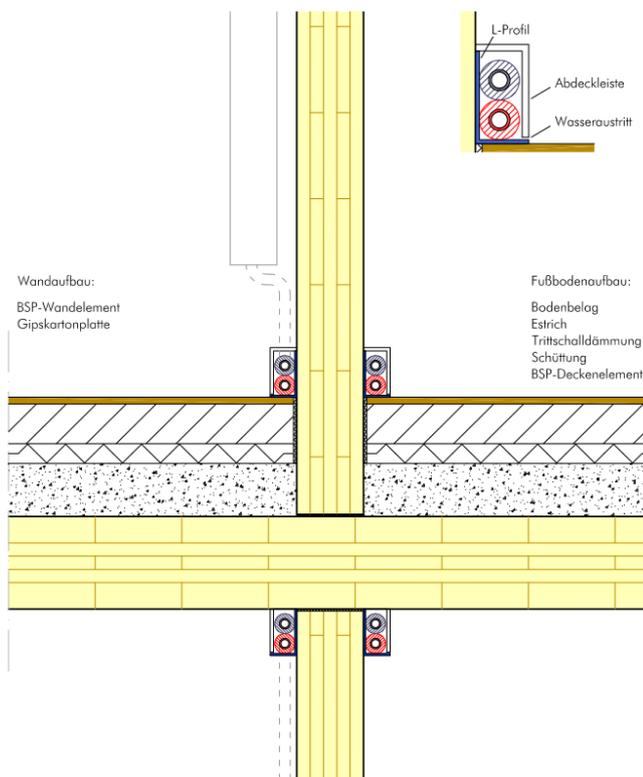


Bild 2.19 Installation von Heizungsrohren auf Putz<sup>106</sup>

<sup>105</sup> PISTOHL, W.: Handbuch der Gebäudetechnik. Band2. Heizung - Lüftung - Beleuchtung - Energiesparen. S. H 129

<sup>106</sup> SCHMID, G.: Strategien für eine bauweisengerechte Ausführung versorgungstechnischer Installationen im Holz-Massivbau. Ein Beitrag zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Wohngebäuden in BSP. Masterarbeit. S. 149

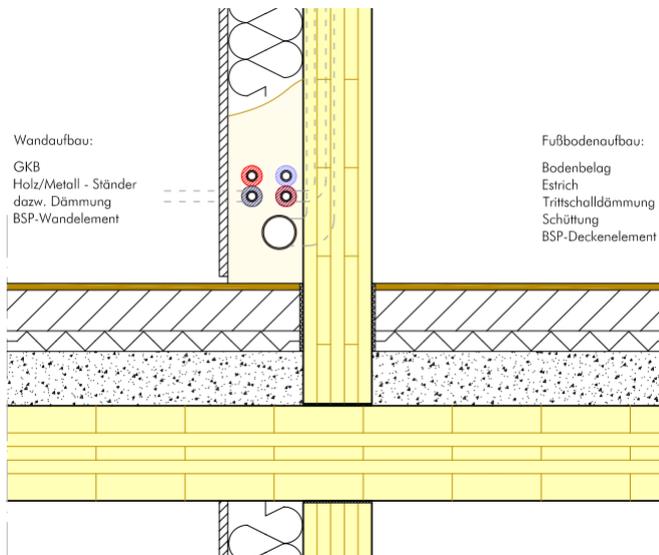


Bild 2.20 Installation von Heizungsrohren in einer Vorsatzschale auf dem Estrich<sup>107</sup>

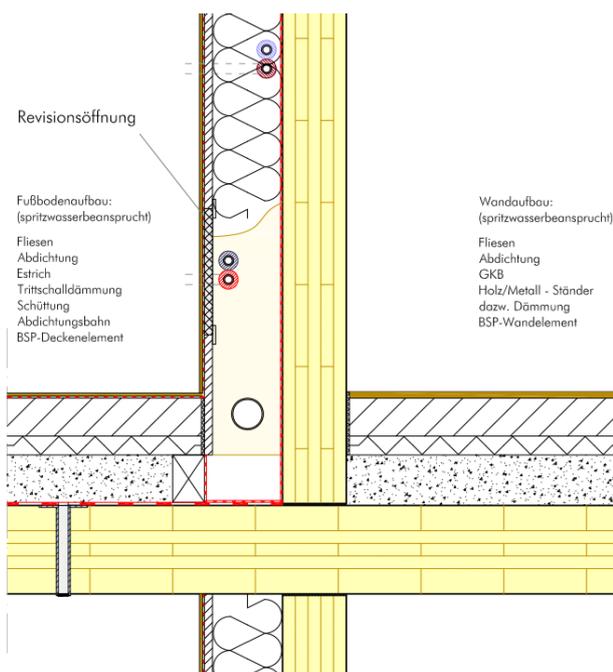


Bild 2.21 Installation von Heizungsrohren in einer Vorsatzschale auf der Rohdecke<sup>108</sup>

<sup>107</sup> SCHMID, G.: Strategien für eine bauweisengerechte Ausführung versorgungstechnischer Installationen im Holz-Massivbau. Ein Beitrag zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Wohngebäuden in BSP. Masterarbeit. S. 156

<sup>108</sup> SCHMID, G.: Strategien für eine bauweisengerechte Ausführung versorgungstechnischer Installationen im Holz-Massivbau. Ein Beitrag zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Wohngebäuden in BSP. Masterarbeit. S. 157

Eine weitere Möglichkeit ist die Installation im Fußbodenaufbau mit einer Anschlussbox für den Heizkörper (Bild 2.22).



Bild 2.22 Installation von Heizungsrohren im Fußbodenaufbau und Heizkörperanschluss mittels Heizkörperbox<sup>109</sup>

### 2.2.5 Elektroinstallation

Für die Elektroverrohrung ist die luftdichte Ausführung eine wesentliche Anforderung, da laut OIB-Richtlinie 6 das Gebäude luft- und winddicht auszuführen ist.<sup>110</sup> Für Durchdringungen in Außenwänden, beispielsweise für Beleuchtungen im Außenbereich, ist eine fachgerechte Anbindung der Dampfbremse an die Kabeldurchführung auszuführen.<sup>111</sup>

#### Leitungsführung in Sanitärräumen:

Die Elektroinstallation erfolgt in der Regel parallel zu den Raumkanten. In Sanitärräumen sind Schutzzonen für die Sicherheit zu errichten.

Diese Schutzzonen sind gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-4-701:2013 von Installationen frei zu halten.<sup>112</sup> Dabei werden drei Bereiche unterschieden (Bild 2.23):

- Bereich 0

Entspricht dem Bereich des Innenraums der Badewanne bzw. Duschwanne. Bei Duschen ohne Wanne zählt die Grundrissfläche der Dusche über eine Höhe von 10 cm.

<sup>109</sup> SCHMID, G.: Strategien für eine bauweisengerechte Ausführung versorgungstechnischer Installationen im Holz-Massivbau. Ein Beitrag zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Wohngebäuden in BSP. Masterarbeit. S. 87

<sup>110</sup> Vgl. ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: OIB-Richtlinie 6. Energieeinsparung und Wärmeschutz. S. 7

<sup>111</sup> Vgl. TEIBINGER, M.: Haustechnik im mehrgeschossigen Holzbau. In: Zuschnitt Nr. 55, 09/2014. S. 4

<sup>112</sup> Vgl. PECH, A.; JENS, K.: Elektro- und Regeltechnik. S. 46

- Bereich 1

Dieser wird in der Höhe durch den höchsten angebrachten Wasserauslass bzw. durch eine fixe Höhe von 225 cm über FFOK begrenzt. Das höhere Maß ist maßgebend.

Dieser Bereich ist bei Duschen ohne Wanne in der gedachten senkrechten Ebene begrenzt durch 120 cm vom Mittelpunkt des Wasserauslasses in der Wand bzw. an der Decke.

- Bereich 2

Die Höhenbeschränkung für den Bereich 1 gilt auch für den Bereich 2. Der Bereich 2 schließt an den Bereich 1 mit einer Breite von 60 cm an.

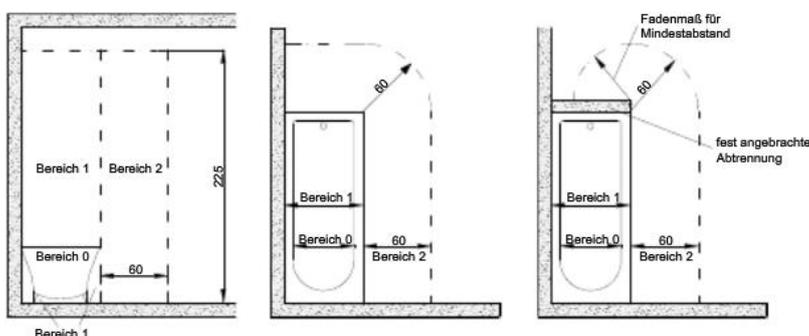


Bild 2.23 Schutzzonen für Elektroinstallationen laut ÖVE/ÖNORM E 8001-4-701:2013<sup>113</sup>

In diesen Bereichen sind Betriebsmittel mit einer Schutzart IP X7 im Bereich 0 und IP X4 in den Bereich 1 und 2 einzubauen. In Tabelle 5 sind die in den drei Bereichen erlaubten Betriebsmittel und Verbrauchsgeräte aufgelistet.

Tabelle 5 Auflistung erlaubter Betriebsmittel und Verbrauchsgeräte in den Schutzzonen 0 bis 2

	Bereich 0	Bereich 1	Bereich 2
erlaubt	Leuchten der Schutzart IP X7*	Betriebsmittel der Schutzart IP X4** Verbrauchsgeräte wie z.B. Boiler, Leuchten mit Nennspannung AC 25 V oder DC 30 V	Betriebsmittel der Schutzart IP X4 Verbrauchsgeräte wie z.B. Boiler mit Nennspannung AC 25 V oder DC 30 V Rasiersteckdosen

\*IP X7: Betriebsmittel geschützt vor eindringendem Wasser

\*\*IP X4: Betriebsmittel vor Sprühwasser geschützt

<sup>113</sup> ÖVE/ÖNORM E 8001-4-701: Errichtung von elektrischen Anlagen mit Nennspannungen bis AC 1000 V und DC 1500 V. Teil 4-701: Räume mit Badewanne oder Dusche. S. 6

Bei der Leitungsinstallation im benachbarten Raum der Begrenzungswände von Bereich 1 und 2 muss eine Resttiefe von 5 cm erhalten bleiben.<sup>114</sup> Die Breite der Anschlussfuge bei Elektrodosen in Sanitarräumen darf laut ÖNORM B 3407:2015 maximal 5 mm betragen.

### Durchdringungen von luftdichten Ebenen:

Für Außenbeleuchtungen, Blitzschutzanlagen etc. sind Kabeldurchführungen durch die luftdichte Ebene erforderlich. Ebenfalls durchdringen Zuleitungen zu Steckdosen in Außenwänden die luftdichte Ebene. Diese Durchdringungen sind laut ÖNORM B 2340:2007 so auszuführen, dass die Luftdichtheit gewährleistet ist. Dies kann mit folgenden Hilfsmitteln gewährleistet werden (Bild 2.24):

- Dichtmanschetten
- Luftdichte Hohlwanddosen



Bild 2.24 Dichtmanschette (links)<sup>115</sup> und luftdichte Hohlwanddose (rechts)<sup>116</sup>

<sup>114</sup> Vgl. ÖVE/ÖNORM E 8001-4-701: Errichtung von elektrischen Anlagen mit Nennspannungen bis AC 1000 V und DC 1500 V. Teil 4-701: Räume mit Badewanne oder Dusche. S. 10f.

<sup>115</sup> [https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/51AmwSbpjL.\\_SY355\\_.jpg](https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/51AmwSbpjL._SY355_.jpg). Datum des Zugriffs: 17.05.2017

<sup>116</sup> <http://www.professional.legrand.at/typo3temp/GB/0f9b215ebb.jpg>. Datum des Zugriffs: 17.05.2017

### 3 Methodik

Im Zuge dieser Masterarbeit wurde eine Baustellendokumentation für Sanitär-, Elektro- und Heizungsinstallationen eines mehrgeschoßigen Holzwohnbaus der Max-Mell-Allee 6 durchgeführt. Im Rahmen von Experteninterviews wurden Meinungen von Baubeteiligten aus der Praxis zu den Problemstellungen gemäß Abschnitt 1.1 aufgezeigt. Ziel dieses Kapitels ist es, die Herangehensweisen bei der Datenerfassung auf der Baustelle sowie der empirische Untersuchung näher zu erläutern.

#### 3.1 Methodik der Datenerfassung auf der Baustelle

In diesem Abschnitt wird anhand der in der Tabelle 6 dargestellten chronologischen Abfolge die Herangehensweise der Baustellendokumentation erläutert. Im Fokus dieses Abschnitts stehen die Punkte 3, 4 und 5 gemäß Tabelle 6. Die Punkte 1 und 2 sind der Vollständigkeit halber angeführt, werden jedoch nur kurz behandelt.

Im Vorfeld war mit dem Bauherrn und dem Architekten zu klären, ob die Möglichkeit einer Analyse des Bauprojekts im Rahmen einer Baustellendokumentation besteht. Nach Bestätigung konnte ein Kontakt mit den Baubeteiligten hergestellt werden (Tabelle 6 Punkt 1). Dies erfolgte durch Teilnahme an der ersten Baustellenbesprechung, bei der das Thema und die Ziele der Masterarbeit allen Baubeteiligten vorgestellt wurden und im Anschluss erfolgte der Austausch der Kontaktdaten.

Im Anschluss wurden die notwendigen Unterlagen für die Baustellendokumentation von den jeweiligen Baubeteiligten angefordert (Tabelle 6 Punkt 2).

Nach Erhalt aller Planunterlagen, wurde mit der Vorbereitung der Baustellendokumentation begonnen (Tabelle 6 Punkt 3). Im Anschluss erfolgte die Datenerfassung auf der Baustelle (Tabelle 6 Punkt 4) und die Nachbearbeitung und Protokollierung der Daten (Tabelle 6 Punkt 5). Diese drei Bereiche sind im Anschluss näher erläutert.

Tabelle 6 Chronologische Abfolge der Baustellendokumentation und der Analyse

<b>1. Kontaktaufnahme mit Baubeteiligten</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Teilnahme an Baustellenbesprechungen</li> <li>b. Vorstellen der Person und des Themas der Masterarbeit</li> <li>c. Austausch der Kontaktdaten</li> </ul>
<b>2. Datenaustausch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Anfordern aller notwendigen Unterlagen <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Ausführungspläne HLS und Elektro</li> <li>ii. Detailzeichnungen</li> <li>iii. Ausschreibungsunterlagen</li> <li>iv. Bauzeitplan</li> </ul> </li> <li>b. Datenaustausch via E-Mail o.ä.</li> </ul>
<b>3. Vorbereitung auf die Beobachtung der Baustelle</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Sichtung der Unterlagen</li> <li>b. Definition der zu untersuchenden Bereiche</li> <li>c. Erstellen von Datenerhebungsbögen</li> <li>d. Festlegung eines Untersuchungszeitrahmens</li> <li>e. Einverständniserklärung</li> </ul>
<b>4. Datenerfassung auf der Baustelle</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Kontaktaufnahme mit Baubeteiligten</li> <li>b. Ausgabe der Einverständniserklärung</li> <li>c. Organisation der Baustellenbesuche</li> <li>d. Ausfüllen der Datenerhebungsbögen</li> <li>e. Erstellen von Fotoaufnahmen</li> </ul>
<b>5. Nachbearbeitung und Protokollierung</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Sortierung der Fotos</li> <li>b. Zusammenfassung offener Fragen</li> <li>c. Ausarbeitung der Baustellendokumentation</li> </ul>

### 3.1.1 Vorbereitung auf die Beobachtung der Baustelle

Für die Vorbereitung der Beobachtung vor Ort wurden die Planunterlagen gesichtet, die zu untersuchenden Bereiche abgesteckt und Datenerhebungsbögen erstellt.

#### a) Sichtung der Unterlagen

Nach Erhalt sämtlicher Planunterlagen wurden diese gesichtet und folgende Punkte erhoben:

- Art der Bauweise (Holzmassiv- bzw. Holzleichtbauweise)
- Art der Leitungsführung
- Anordnung der Sanitärgegenstände
- Verlauf der Abdichtungen im Bereich der Sanitärräume und bei Wand- und Dachdurchführungen
- Produkte und Produkteigenschaften für haustechnische Komponenten

#### b) Definition der zu untersuchenden Bereiche

In diesem Abschnitt wird die Herangehensweise für die Auswahl und Festlegung der untersuchten Bereiche erläutert.

##### Leitungsführung:

Ein wichtiges Kriterium für die Auswahl der zu untersuchenden Wohnungen ist die Art der Leitungsführung (im Fußbodenaufbau / in der Vorsatzschale und Trockenbauwänden). Es werden nur Wohnungen in den Obergeschoßen dokumentiert, da die Wohnungen im Erdgeschoß in der Regel keine Holzmassivdecke aufweisen.

##### Wand- und Deckendurchdringungen:

Im Rahmen der Sichtung der Planunterlagen wird erhoben wo Wand- und Deckendurchdringungen vorhanden sind.

Im Allgemeinen wurde darauf geachtet, dass die Durchdringungen im Zuge der Beobachtung der Leitungsinstallation mitaufgenommen wurden. Für die Außenarmatur war dies allerdings nicht möglich, da diese nur im Erdgeschoß vorhanden ist. Durchdringungen sind aufgrund des Feuchteschutzes (Anbindung mit Dichtmanschette etc.) von besonderer Bedeutung und bilden einen Fokus dieser Beobachtung.

### Dokumentation des Bodenablaufs beim Einbau von Duschen:

Für die Dokumentation des Einbaus des Bodenablaufs in Duschen, wird aufgrund der unterschiedlichen Fußbodenaufbauten das Erdgeschoß und das Obergeschoß herangezogen.

Die Auswahl der Wohnungen für die Baustellendokumentation erfolgte anhand dieser Kriterien. Die ausgewählten Wohnungen sind in Kapitel 5 näher beschrieben.

#### c) Erstellen von Datenerhebungsbögen

Nach Festlegung der oben genannten Kriterien bzw. der zu untersuchenden Bereiche/Wohnungen, wurden Datenerhebungsbögen erstellt. Diese „Checklisten“ wurden während der Baustellenbesuche so weit wie möglich ausgefüllt und trugen wesentlich zur strukturierten Dokumentation bei.

Für folgende Bereiche wurde je ein Datenerhebungsbogen erstellt:

- Sanitärinstallationen
- Heizungsinstallation
- Trinkwasserinstallation
- Elektroinstallation

In der Checkliste wurden die Art der Leitungsführung und der Baukörperintegration sowie weitere Daten, wie z.B. Rohrmaterialien, dokumentiert.

In Anhang 2 ist beispielhaft der Datenerhebungsbogen für Sanitärinstallationen beigelegt.

#### d) Festlegung des Untersuchungszeitrahmens

Auf Basis des Bauzeitplans wurde der grobe Untersuchungszeitrahmen abgesteckt. Des Weiteren wurden die Termine für die Baustellenbesprechung erhoben.

Exakte Termine sowie die Anzahl der Baustellenbesuche konnten, aufgrund des groben Bauzeitplans nicht vorab definiert werden. Diese wurden mit dem Bauherrn, dem Polier und dem Bauleiter individuell via Telefon abgesprochen.

#### e) Einverständniserklärung

Für die Datenerfassung auf der Baustelle wurden Einverständniserklärungen vorbereitet. Diese wurden den ausführenden Gewerken zur Information und Unterzeichnung ausgehändigt. Darin wurden primär Informationen zum Zweck und Ablauf der Studie beschrieben und eine Unterschrift der betroffenen Gewerke auf der Baustelle eingeholt. Ein Muster ist im Anhang 1 beigelegt.

### 3.1.2 Datenerfassung auf der Baustelle

Im Zuge der Datenerfassung auf der Baustelle wurden die wesentlichen Informationen mit Hilfe der vorbereiteten Datenerhebungsbögen aufgenommen und im Anschluss nachbearbeitet. Die Datenerfassung ist der Grundstein dieser Masterarbeit und wurde daher möglichst strukturiert und konsequent durchgeführt.

a) Kontaktaufnahme mit Baubeteiligten

Für den ersten Baustellenbesuch wurden der Bauherr, die Bauleitung und der Polier informiert. Des Weiteren wurde abgestimmt, mit welche Baustellenfortschritten zunächst zu rechnen ist.

b) Ausgabe der Einverständniserklärung

Bei der ersten Baustellenbesichtigung wurden die Einverständniserklärungen an den Polier bzw. die Vorarbeiter der ausführenden Gewerke ausgegeben.

c) Organisation der Baustellenbesuche

Der Wunsch regelmäßiger und geplanter Baustellenbesuche für die Datenerfassung hat sich im Rahmen der Untersuchung nicht umsetzen lassen. Es wurde festgestellt, dass die laut Plan bauabschnittsweise Herstellung des technischen Ausbaus von einzelnen Gewerken nicht eingehalten wurde.

Dies hatte zur Folge, dass für die Baustellendokumentation insgesamt 30 Baustellenbesuche erforderlich waren. In der Anfangsphase wurde versucht, die Baustellenbesuche telefonisch abzuklären. Dies erwies sich im Vergleich zu spontanen Baustellenbesuchen als zu hoher organisatorischer Aufwand. Da die Baustelle in der Nähe des Ausbildungsplatzes war, waren kurzfristige Besuche auf der Baustelle möglich und somit konnte nach jedem Besuch individuell nach grober Abschätzung und Beobachtung der Fortschritte im Bauablauf, der nächste Besuch geplant werden. Außerdem war zu beobachten, dass der Baufortschritt der einzelnen Gewerke stark von der Arbeitsweise der Parteien abhängig war. Somit wurde nach jedem Baustellenbesuch individuell abgeschätzt, wann ein nächster erforderlich ist. Wenige Male waren zwei Baustellenbesuche pro Tag notwendig, um die genauen Arbeitsschritte zu dokumentieren. Dies war beispielsweise bei der Verlegung der Sekundärabdichtung der Fall, da der Hochzug der Abdichtung am Vormittag und die Einbindung des Entwässerungsschlauchs am Nachmittag erfolgte.

d) Ausfüllen der Datenerhebungsbögen

Die Datenerhebungsbögen waren ein hilfreiches Werkzeug für die Erhebung der wesentlichen Punkte. Mit deren Hilfe konnten die zu dokumentierenden Punkte geordnet erfasst werden.

e) Erstellen von Fotoaufnahmen

Für eine hinreichende Dokumentation und Analyse der Baustelle waren digitale Fotoaufnahmen notwendig. Zusätzlich zu den Fotoaufnahmen der Leitungsführung wurden Detailaufnahmen von Befestigungen der Rohrleitungen, Abdichtungsmaßnahmen etc. erstellt.

### 3.1.3 Nachbearbeitung und Protokollierung

Im Zuge der Nachbearbeitung und Protokollierung wurden die erhobenen Daten sortiert und offene Fragen niedergeschrieben. Nach Klärung aller offenen Fragen wurde mit der Auswertung und Analyse der Daten begonnen.

a) Sortierung der Fotos

Für die Baustellendokumentation wurden die Fotos nach Datum sortiert. Dies erwies sich als vorteilhaft, da erkannt wurde, ob Änderungen an bereits verlegten Leitungen vorgenommen wurden.

Im Anschluss wurden die Fotos für die Dokumentation nach Kapitel geordnet.

b) Zusammenfassung offener Fragen

Nach jedem Baustellenbesuch wurden die wichtigsten Punkte protokolliert und anschließend offene Fragen, die im Zuge des Baustellenbesuchs aufgetreten sind, zusammengefasst. Diese wurden je nach Themengebiet bei der nächsten Baustellenbesprechung oder direkt mit dem zuständigen Fachplaner abgeklärt.

c) Baustellendokumentation

Parallel zur Datenerfassung auf der Baustelle wurde die Struktur der Dokumentation in der Masterarbeit festgelegt. In einzelnen Bereichen konnten bereits während der Baustellenbesuche die Kapitel in der Masterarbeit geschrieben werden.

Vor Beginn der Niederschrift war zu beachten, dass die erste Abnahme der haustechnischen Installation abzuwarten ist. Ansonsten wäre im Falle einer fehlerhaften Installation die Dokumentation zu überarbeiten gewesen.

## 3.2 Qualitative Umfrage

Im Zuge der Masterarbeit wurde eine qualitative Umfrage in Form von Experteninterviews zum technischen Ausbau im mehrgeschoßigen Holzbau durchgeführt. Auf diese Weise werden Erfahrungen und Einschätzungen von Baubeteiligten (z.B. Architekten, Fachplaner etc.) aus der Praxis erhoben.

In diesem Abschnitt werden qualitative und quantitative Umfragen verglichen und begründet, warum die qualitative Herangehensweise für diese Masterarbeit gewählt wurde. Anschließend werden die folgenden Erhebungsmethoden der qualitativen Umfrage und deren Vor- und Nachteile beschrieben.

- Problemzentriertes Interview
- Narratives Interview
- Telefoninterview
- Experteninterview
- Gruppendiskussion

Im Anschluss wird die Auswahl der Interviewpartner sowie die Vorgehensweise bei der Ausarbeitung des Interviewleitfadens und die Aufbereitung der Daten beschrieben.

### 3.2.1 Grundlagen der qualitativen Umfrage

Die qualitative Forschungsmethode generiert im Gegensatz zur quantitativen Forschung keine standardisierten Daten, ist weitaus offener, auf ein Themengebiet spezifiziert und bezieht das menschliche Handeln mit ein.<sup>117</sup> Hingegen werden bei quantitativen Methoden, die mit Hilfe von Fragebögen und Tests ausgeführt werden, im Vorhinein aufgestellte Hypothesen verifiziert.<sup>118</sup> Dadurch eignet sich diese Forschungsmethode für standardisierte Daten, die anhand einer statistischen Auswertung verglichen werden.<sup>119</sup> In der qualitativen Forschung werden hingegen keine standardisierten Antwortmöglichkeiten vorgegeben, wodurch eine Flexibilität in der Beantwortung der Fragen gegeben ist.<sup>120</sup> Durch die Offenheit wird dem Befragten einerseits der Freiraum zur Erklärung der Sichtweise gegeben und andererseits ist es aufgrund nicht standardisierter Fragestellungen möglich, an die Forschungsfrage möglichst nah

<sup>117</sup> Vgl. FLICK, U.; KARDORFF, E.; STEINKE, I.: Qualitative Forschung. Ein Handbuch. S. 17

<sup>118</sup> Vgl. ebd.

<sup>119</sup> Vgl. a. a. O. S. 25

<sup>120</sup> Vgl. ebd.

heranzukommen.<sup>121</sup> Bei wenig erforschten Themengebieten ist eine qualitative Forschung angemessen, um die festgelegten Fragestellungen zu beurteilen.<sup>122</sup>

In Tabelle 7 sind die Vor- und Nachteile der qualitativen Forschungsmethode dargestellt.<sup>123</sup>

Tabelle 7 Vor- und Nachteile der qualitativen Forschung

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persönliche Interaktion zwischen Interviewer und Befragten</li> <li>• Anpassung der Fragen während des Interviews</li> <li>• Inhalt kann vertieft werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verallgemeinerung komplex</li> <li>• Gegenüberstellung der Daten schwierig</li> <li>• arbeitsintensiv</li> </ul>

### 3.2.2 Klassifizierung qualitativer Forschungsmethoden

Grundsätzlich wird in der qualitative Forschung zwischen standardisierten, halbstandardisierten und nichtstandardisierten Interviews unterschieden. In Bild 3.1 ist eine Klassifizierung nach Grad der Standardisierung und der Vorgabe der Fragelaute und Antwortmöglichkeiten dargestellt.<sup>124</sup>

	Fragewortlaut und -reihenfolge	Antwortmöglichkeiten
<b>Standardisiertes Interview</b>	Vorgegeben	Vorgegeben
<b>Halbstandardisiertes Interview</b>	Vorgegeben	Nicht vorgegeben
<b>Nichtstandardisiertes Interview</b>	Nicht vorgegeben (nur Thema/Themen vorgegeben)	

Bild 3.1 Einteilung von Interviews<sup>125</sup>

Nachfolgend sind einige Erhebungsmethoden der qualitativen Forschung, mit deren Vor- und Nachteilen beschrieben.

#### Problemzentriertes Interview

Das problemzentrierte Interview ist eine Methode, um ein qualitatives Gespräch im Rahmen einer Forschungsarbeit durchzuführen. In der Literatur wird dieses als offenes und halbstrukturiertes Verfahren definiert.<sup>126</sup>

<sup>121</sup> Vgl. FLICK, U.; KARDORFF, E.; STEINKE, I.: Qualitative Forschung. Ein Handbuch. S. 13

<sup>122</sup> Vgl. ebd.

<sup>123</sup> BRUNNER, H.; KNITEL, D.; RESINGER, P. J.: Leitfaden zur Bachelor- und Masterarbeit. Einführung in wissenschaftliches Arbeiten und berufsfeldbezogenes Forschen an Hochschulen und Universitäten. S. 83

<sup>124</sup> Vgl. GLÄSER, J.; LAUDEL, G.: Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. S. 41

<sup>125</sup> Vgl. ebd.

Die wesentlichen Merkmale eines problemzentrierten Interviews sind:<sup>127</sup>

- Im Mittelpunkt steht eine bestimmte Problemstellung
- Interviewleitfaden
- Offenes Gespräch mit freier Antwortmöglichkeit

Der Interviewer bereitet seine Befragung mit Hilfe eines Leitfadens vor. In diesem werden die angesprochenen Themengebiete aufgelistet und strukturiert, wobei die Strukturierung nicht streng eingehalten werden muss.<sup>128</sup> Für eine ausdrucksvolle Sprache definiert der Interviewer bereits im Vorhinein in seinem Leitfaden einige Formulierungsvorschläge, welche vor allem für die Einstiegsfragen hilfreich sein können.<sup>129</sup> Dieser Leitfaden dient dazu, das Gespräch innerhalb der Forschungsfrage bzw. Problemstellung zu behalten und den Befragten im Laufe des Gesprächs zum Themengebiet zurück zu bringen.<sup>130</sup>

Im Leitfaden werden allerdings keine Antwortmöglichkeiten definiert, somit kann der Befragte die Wortwahl und den Umfang der Informationen selbst definieren.<sup>131</sup>

Somit eignet sich dieses Verfahren für Problemstellungen die bereits bekannt sind und durch die Strukturierung mittels Leitfaden ist eine Vergleichbarkeit der einzelnen Interviews herstellbar.<sup>132</sup> Tabelle 8 zeigt die Vor- und Nachteile dieser Art der Befragung:

Tabelle 8 Vor- und Nachteile des problemzentrierten Interviews

Vorteile	Nachteile
offenes Gespräch	Problem mit Aufzeichnung wenn keine Einverständnis für ein Tonband gegeben ist
Vertrauenssituation zwischen Interviewer und Befragten	
Erfassung von Subjektivität	

### Narratives Interview

Das narrative Interview ist eine weitere Methode zur qualitativen Forschung. Es wurde vom Soziologen Fritz Schütze entwickelt.<sup>133</sup>

<sup>126</sup> Vgl. CROPLEY, A. J.: Qualitative Forschungsmethode. Eine praxisnahe Einführung. S. 107

<sup>127</sup> Vgl. MAYRING, P.: Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken. S. 67f.

<sup>128</sup> Vgl. KÖNIG, E.; ZEDLER, P.: Qualitative Forschung. Grundlagen und Methoden. S. 177

<sup>129</sup> Vgl. MAYRING, P.: Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken. S. 69

<sup>130</sup> Vgl. CROPLEY, A. J.: Qualitative Forschungsmethode. Eine praxisnahe Einführung. S. 107

<sup>131</sup> Vgl. MAYRING, P.: Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken. S. 68

<sup>132</sup> Vgl. a. a. O. S. 70

<sup>133</sup> Vgl. a. a. O. S.72

Der Interviewer definiert einen Erzählgegenstand und der Interviewpartner kann darüber frei erzählen und wird nicht durch den Interviewer unterbrochen.<sup>134</sup> Um dennoch im Rahmen des Themengebietes zu bleiben, behält der Interviewer das typische Ablaufmodell laut Literatur im Kopf.<sup>135</sup> Diese Strukturierung dient einerseits dazu, den Befragten zu der bestimmten Thematik zurückzuführen und andererseits, um einen Vergleich der Erzählungen herzustellen.<sup>136</sup>

Am Ende der Erzählung kann der Interviewer gezielte Fragen für die Erklärung unklarer Punkte stellen und den Erzähler dazu animieren, weitere Geschichten zu erzählen.<sup>137</sup>

Somit kann diese Art von Interview angewendet werden, wenn ein Thema aufregend ist und um Subjektivität darzustellen. Hauptsächlich wird diese Form des Interviews für Biografien und Lebenslaufforschungen verwendet.<sup>138</sup> Zudem eignet es sich für Themengebiete die unerforscht sind.<sup>139</sup>

### **Telefoninterview**

Bei dieser Art der Befragung hat der Interviewer seine Fragen so zu stellen, dass diese ohne Visualisierungen und Körpersprache klar gestellt werden können und dem Befragten mehrere Antwortmöglichkeiten zur Verfügung stehen.<sup>140</sup> Häufig ist zu erkennen, dass die Umfrageteilnehmer die zuletzt genannte Antwortmöglichkeit auswählen, wodurch die Diversität der Fragestellung eingeschränkt ist.<sup>141</sup> In Tabelle 9 sind die Vor- und Nachteile des Telefoninterviews zusammengefasst.

Tabelle 9 Vor- und Nachteile des Telefoninterviews<sup>142</sup>

<b>Vorteile</b>	<b>Nachteile</b>
bessere Interviewkontrolle	fehlender Blickkontakt
weniger Aufwand	zeitliche Einschränkung
kostengünstig	

<sup>134</sup> Vgl. MAYRING, P.: Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken. S. 72

<sup>135</sup> Vgl. a. a. O. S. 73ff.

<sup>136</sup> Vgl. a. a. O. S. 72ff.

<sup>137</sup> Vgl. GLINKA, H.-J.: Das narrative Interview. Eine Einführung für die Sozialpädagogen. S. 14f.

<sup>138</sup> Vgl. FUCHS, W.: Biographische Forschung. Eine Einführung in die Praxis und Methoden. S. 218f.

<sup>139</sup> Vgl. MAYRING, P.: Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken. S. 74

<sup>140</sup> Vgl. JACOB, R.; HEINZ, A.; DÉCIEUX, J. P.: Umfrage. Einführung in die Methoden der Umfragenforschung. S. 102

<sup>141</sup> Vgl. ebd.

<sup>142</sup> Vgl. ebd.

### **Experteninterview**

Trotz des vielfachen Einsatzes dieser Erhebungsmethode wird das Experteninterview in der Literatur häufig nicht explizit erwähnt und als wenig standardisiert eingestuft.<sup>143</sup> Bei dieser Form des Interviews verfügt der Interviewpartner über ein Fachwissen in einem speziellen Themengebiet.<sup>144</sup>

Bei der Auswertung von Experteninterviews ist die Interpretation der Expertenaussagen sowie das Erkennen von Deutungsmustern von wesentlicher Bedeutung. Im Zuge der Inhaltsanalyse wird erkannt, ob der einzelne Experte sich im Meinungsspektrum der anderen Experten befindet oder nicht.<sup>145</sup>

### **Gruppendiskussion**

Die Gruppendiskussion stellt im Gegensatz zu den vorher genannten Interviewformen eine Befragung innerhalb einer Runde, die aus mehreren Personen besteht, dar.<sup>146</sup>

Bei einer Gruppendiskussion gibt der Diskussionsleiter eine Frage oder Textpassage vor, die die Teilnehmer zu einem tiefen Gespräch verleiten.<sup>147</sup> In der Literatur wird beschrieben, dass in einem Gruppeninterview die Einzelpersonen mehr Offenheit zeigen, da sie sich in einem Umfeld mit Gleichgesinnten befinden. So werden psychologische Barrieren durchbrochen und die Befragten sind in der Lage ihre Grundeinstellung darzulegen.<sup>148</sup>

Häufige Anwendungen finden Gruppendiskussionen in Bereichen, wo eine öffentliche Meinung von großer Bedeutung ist. Zudem werden Vorurteile und Ideologien aus dem Gespräch herausgefiltert, da diese in einer Einzelbefragung nicht angesprochen werden.<sup>149</sup> Tabelle 10 zeigt die Vor- und Nachteile dieser Befragungsmethode.

<sup>143</sup> Vgl. MEUSER, M.; NAGEL, U.: Das Experteninterview - konzeptionelle Grundlagen und methodische Auflage. In: Methoden der vergleichenden Politik und Sozialwissenschaft. Neue Entwicklungen und Anwendungen., 2009. S. 465

<sup>144</sup> Vgl. KÖNIG, E.; ZEDLER, P.: Qualitative Forschung. Grundlagen und Methoden. S. 176

<sup>145</sup> Vgl. MEUSER, M.; NAGEL, U.: Experteninterviews - vielfach erprobt, wenig bedacht. Ein Beitrag zur qualitativen Methodendiskussion S. 11

<sup>146</sup> Vgl. CROPLEY, A. J.: Qualitative Forschungsmethode. Eine praxisnahe Einführung. S. 109

<sup>147</sup> Vgl. MAYRING, P.: Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken. S. 78

<sup>148</sup> Vgl. a. a. O. S. 76ff.

<sup>149</sup> Vgl. a. a. O. S. 78

Tabelle 10 Vor- und Nachteile der Gruppendiskussion<sup>150,151</sup>

Vorteile	Nachteile
hohe Effektivität aufgrund der Offenheit der Teilnehmer	viele Teilnehmer notwendig
große Mengen an Information in wenig Zeit	

### 3.2.3 Auswahl der Methode

Für diese Masterarbeit wird mit der Methode des Experteninterviews und des problemzentrierten Interviews gearbeitet. Es liegt eine Problemstellung vor, die den Zielpersonen bereits bekannt ist. Es ist notwendig, Experten in den Fachgebieten mehrgeschoßiger Holzbau und Gebäudetechnik zu befragen.

### 3.2.4 Auswahl der Experten

Die Interviewpartner spielen eine entscheidende Rolle für die Qualität der Aussage. Grundsätzlich ist es notwendig mehrere Experten zu befragen, da ein Einfluss der persönlichen Standpunkte besteht. Nicht jeder Interviewpartner wird über alle für die Befragung relevanten Themengebiete ein Fachwissen aufweisen. Die wesentlichen Experten sind vor der Befragung festzulegen. Im Zuge der Durchführung der Interviews werden weitere Experten hinzugefügt.<sup>152</sup>

Für die Auswahl der Interviewpartner dienen folgende Fragestellungen:<sup>153</sup>

- Wer verfügt über die relevanten Informationen?
- Wer ist am ehesten in der Lage präzise Informationen zu geben?
- Wer ist am ehesten bereit, Informationen zu geben?

Die Auswahl der Interviewpartner erfolgt mittels einer Stichprobenauswahl d.h. nicht jede Person in dem Fachgebiet (= Grundgesamtheit) wird berücksichtigt. Aus der Grundgesamtheit wird eine repräsentative Anzahl von Personen, die die wesentlichen Untersuchungsmerkmale für diese Umfrage erfüllen, für die Befragung ausgewählt.<sup>154</sup>

<sup>150</sup> Vgl. CROPLEY, A. J.: Qualitative Forschungsmethode. Eine praxisnahe Einführung. S. 110

<sup>151</sup> Vgl. ebd.

<sup>152</sup> Vgl. GLÄSER, J.; LAUDEL, G.: Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. S. 117f.

<sup>153</sup> Vgl. GORDEN, R. L.: Interviewing. Strategies, techniques and tactics. S. 196f.

<sup>154</sup> Vgl. BRUNNER, H.; KNITEL, D.; RESINGER, P. J.: Leitfaden zur Bachelor- und Masterarbeit. Einführung in wissenschaftliches Arbeiten und berufsfeldbezogenes Forschen an Hochschulen und Universitäten. S. 109

Die Stichprobenauswahl erfolgte mit einem bewussten Auswahlverfahren. Bei Expertenbefragungen wird in der Regel die Auswahl typischer Fälle verwendet. Das sind jene Fälle, welche Merkmale einer klar definierten Grundgesamtheit aufweisen. Die Merkmale werden vom Forschenden selbst, aufgrund der Forschungsfrage, definiert. Für eine Verallgemeinerung spielt die Definition der Kriterien eine wesentliche Rolle.

In dieser Masterarbeit können als Grundgesamtheit folgende Berufsfelder in der Planung und Baustellenkoordination angesehen werden:

### **Projektleitung**

- Bauherr

### **Fachplaner**

- Objektplaner
  - Architekt
- Fachplaner
  - HKLS-Fachplaner
  - Fachplaner für Holzbau
- Örtliche Bauaufsicht
  - HKLS
  - Elektroinstallation
  - Bautechnik (Holz-, Massivbau)

Die Kriterien für die Auswahl der Experten werden wie folgt festgelegt:

- Bezug zum Holzbau
- Erfahrung mit mehrgeschoßigem Wohnbau

Für eine repräsentative Befragung war es notwendig, dass die Interviewpartner einen Bezug zum Holzbau haben. Ein Bezug zum Holzbau kann sein, dass diese Experten bei der Planung und Bauausführung eines Holzbau involviert waren oder sind bzw. dass diese im Bereich der Holzbauforschung tätig sind. Ein weiteres Kriterium war die Erfahrung mit mehrgeschoßigen Wohnbauten.

### **3.2.5 Leitfaden**

Auf Basis der Problemstellung wurden in einem Interviewleitfaden die wesentlichen Fragestellungen zusammengefasst. Dieses Instrument ist ein roter Faden für die Führung des Interviews. Er ermöglicht, dass in

mehreren Interviews dieselben Fragen gestellt werden und somit eine Vergleichbarkeit der Interviews realisiert werden kann. Der Interviewleitfaden ist übersichtlich zu gestalten und eine Ausformulierung der Fragen ist ratsam.<sup>155</sup>

Gliederung des Interviewleitfadens:<sup>156</sup>

1. Einstiegsfrage
2. Sondierungsfrage
3. Leitfadenfragen und evtl. Ad-hoc-Fragen
4. Abschlussfrage

### 3.2.6 Aufbereitung der Daten

Das Interview wird nach dem Einverständnis des Interviewpartners aufgezeichnet, um auf die schriftliche Protokollierung während des Gesprächs verzichten zu können.

Die Aufbereitung der Daten erfolgte auf Basis der qualitativen Inhaltsanalyse.

*„Qualitative Inhaltsanalyse will Texte systematisch analysieren, indem sie das Material schrittweise mit theoriegeleitet am Material entwickeltem Kategoriesystem bearbeitet.“<sup>157</sup>*

Bei der Inhaltsanalyse erfolgt eine Reduzierung der Daten, bei der die wesentlichen Inhalten erhalten bleiben und eine Strukturierung mit Hilfe von Kategorien für eine übersichtliche Darstellung sicher gestellt wird.<sup>158</sup>

In Bild 3.2 ist ein Ablaufmodell für eine qualitative Inhaltsanalyse dargestellt. Dieses Ablaufmodell diene zur Auswertung der Experteninterviews.

<sup>155</sup> Vgl. GLÄSER, J.; LAUDEL, G.: Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. S. 142ff.

<sup>156</sup> Vgl. MAYRING, P.: Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken. S. 70

<sup>157</sup> Vgl. MAYRING, P.: Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken. S. 114

<sup>158</sup> Vgl. a. a. O. S. 114ff.

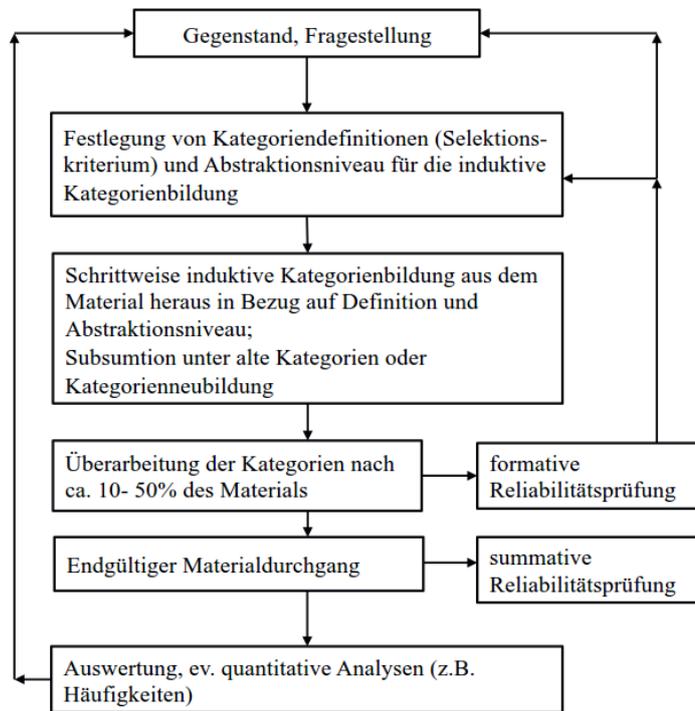


Bild 3.2 Ablaufmodell für induktive Kategorienbildung nach Mayring<sup>159</sup>

<sup>159</sup> MAYRING, P.: Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. S. 114

## 4 Objektbeschreibung Max-Mell-Allee 6

In der Max-Mell-Allee 6 in Graz, in der Nähe des Sportzentrums der Universität Graz, wurde ein Wohngebäude mit vier oberirdischen Geschossen gebaut. Darin wurden 38 Wohneinheiten, unter anderem auch barrierefreie Wohnungen, mit Kellerabteilen und Parkplätzen errichtet. Das Gebäude ist in Holzmischbauweise ausgeführt, wobei der Keller aus Stahlbeton errichtet wurde.

In den folgenden Abschnitten wird der ausgeführte mehrgeschoßige Holzwohnbau beschrieben. Das Kapitel gliedert sich in die planliche Darstellung des Objektes, sowie in die Beschreibungen der Konstruktion und des technischen Ausbaus.

### 4.1 Planliche Darstellung

Dieser Abschnitt gibt eine Kurzbeschreibung des Bauvorhabens. Es wird die Grundrissgestaltung mittels einer planlichen Darstellung erläutert. Eingegangen wird auf die Anordnung der Wohnungen und deren Nassräume sowie auf die Anordnung der Schächte im Geschöß.

#### 4.1.1 Allgemeine Angaben und Wohnungsanordnung

Der Wohnbau besteht aus vier oberirdischen Geschößen in Holzmischbauweise und einem Kellergeschoß aus Stahlbeton. Bild 4.1 gibt eine Übersicht der Gebäudeform und der Anordnung der Wohnungen.



Bild 4.1 Planliche Darstellung des 1. bis 3. Obergeschoßes des Wohnbaus in der Max-Mell-Allee 6

Der Grundriss des Gebäudes ist ein Sechseck, das über jedes Geschöß erhalten bleibt. In der Mitte des Gebäudes befindet sich ein Atrium mit einer Glasüberdachung.

Der Zugang zum Wohngebäude erfolgt über einen Eingangsbereich im Untergeschoß. Ausgehend von dem in der Mitte liegenden Atrium werden die Wohnungen über Laubengänge erschlossen.

Die Wohnungen vom 1. bis zum 3. Obergeschoß liegen exakt übereinander (Bild 4.1). Im Erdgeschoß sind die Wohnungen zum Großteil mit jenen der Obergeschoße ident. Unter zwei Wohnungen des ersten Obergeschoßes befindet sich der Gemeinschaftsraum (Bild 4.2).

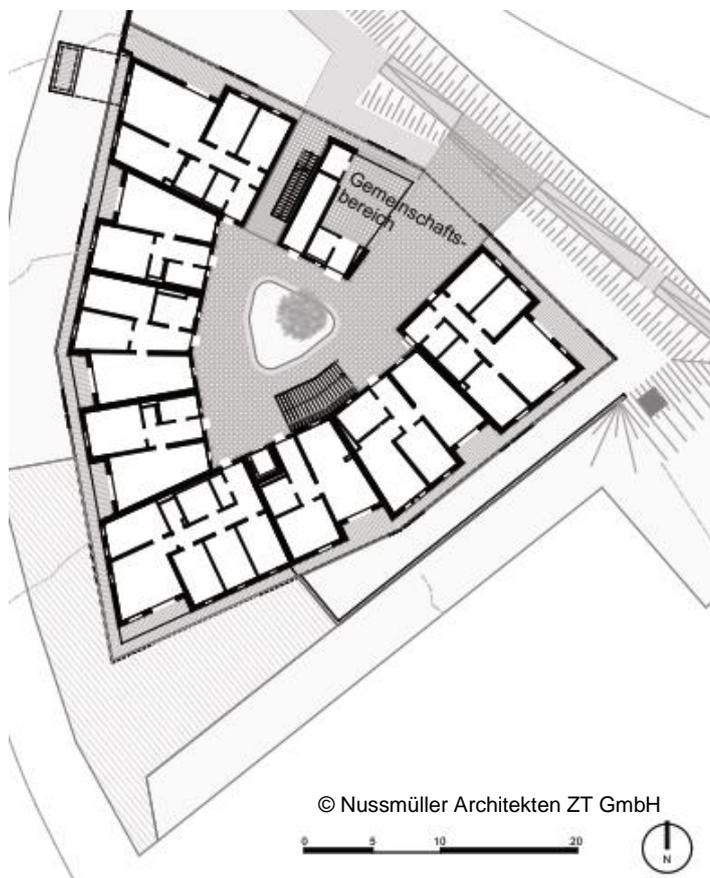


Bild 4.2 Grundriss des Erdgeschoßes

Durch die vom Architekten gewählte Grundrissgestaltung ist gewährleistet, dass die Nassräume und Schächte über alle Geschöße übereinander liegen.

#### 4.1.2 Grundrissgestaltung je Wohnung

In Bild 4.3 ist die Anordnung der Nassräume in den Wohneinheiten dargestellt. Badezimmer und WC sind in einigen Wohnungen in einem Raum vereint und in einigen separat, aber nebeneinander angeordnet. Außerdem ist erkennbar, dass bereits in der Planung versucht wurde, die Schächte angrenzend bzw. in der Nähe der Nassräume anzuordnen.



© Nussmüller Architekten ZT GmbH

0 5 10 20



Bild 4.3 Grundrissgestaltung und Schachtanordnung

## 4.2 Beschreibung der konstruktiven Ausführungsdetails

Das Gebäude wird vorwiegend in Holzmischbauweise, d.h. in Holzleicht- und Holzmassivbauweise, errichtet. Das Kellergeschoß inklusive der Decke wird in Stahlbetonweise ausgeführt und die darüber liegenden Geschoße mit Holz.

Tabelle 11 gibt eine Übersicht über die Bauteile und deren Materialien, aufgeteilt in Kellergeschoß und Erdgeschoß bis drittes Obergeschoß. Es ist zu erkennen, dass ab dem Erdgeschoß Wände und Decken in Holz errichtet wurden.

Tabelle 11 Übersicht der Bauteile und verwendeten Materialien im Holzbauprojekt Max-Mell-Allee 6

Bauteil	KG	EG – 3.OG
Decke über Geschoß	Stahlbeton	Holzmassivdecke
Außenwände	Stahlbeton	Holzmassiv- bzw. Holzleichtbauwände
Innenwände	Stahlbeton	Gipskarton bzw. Holzmassivwände

### 4.2.1 Vorfertigung und Vor-Ort-Montage

Die Wände und Decken wurden im Werk vorgefertigt, auf die Baustelle geliefert und anschließend montiert. Mehrere Innenwände weisen eine Sichtholzfläche auf. Bei diesen Wänden wurde an der gegenüberliegenden Seite der Sichtfläche eine Installationsebene als Vorsatzschale angeordnet. Diese dient zur Leitungsinstallation vor Ort, da ansonsten eine werkseitige Einfräsung für die Elektrodosen und Rohrleitungen erforderlich gewesen wäre.

Für die Schachtausbildung wurden in den Geschoßdecken die Durchbrüche bereits im Werk ausgeschnitten. Die Schachtwände sowie der Schachtaufsatz am Dach wurden vor Ort hergestellt.

Im Folgenden werden die eingesetzten Wände und Decken, die für diese Untersuchung relevant sind, beschrieben.

#### 4.2.2 Außenwände

Der Großteil der Außenwände ist in Holzriegelbauweise mit einer hinterlüfteten Fassadenkonstruktion ausgeführt.

##### Außenwand Holzriegelwand AW01

Die Außenwände der Wohnungen werden in Holzleichtbauweise mit einer vorgesetzten Hinterlüftung an der Außenseite ausgeführt. An der Innenseite ist eine 5 cm tiefe Vorsatzschale angebracht. Zwischen der Vorsatzschale und der Riegelwand ist eine PE-Folie als Dampfbremse angebracht. Die Vorsatzschale dient zur Installation der Elektro- und Wasserleitungen für Schalter, Steckdosen und Armaturen im Außenbereich.

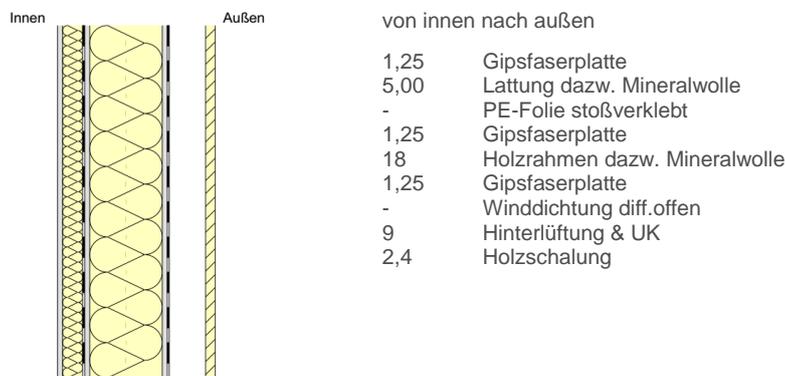


Bild 4.4 Außenwand AW01

#### 4.2.3 Innenwände

Die Innenwände der Wohnungen sind aus Brettsper Holz mit einseitiger sowie auch zweiseitiger Vorsatzschale ausgeführt. Innenwände zwischen Badezimmer und WC sind als Gipskartonwände ausgeführt.

### Innenwand IW01

Diese Innenwand ist in Bereichen angeordnet, in denen nur eine Vorsatzschale notwendig ist. Der Aufbau dieser Wände besteht aus einer Holzmassivwand und einer Vorsatzschale, die mit Mineralfasern gedämmt ist und Gipskartonplatten beplankt wird.

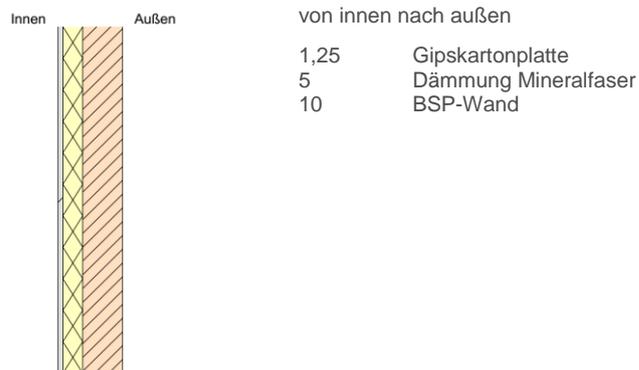


Bild 4.5 Innenwand IW01

### Innenwand IW02

Diese Innenwand ähnelt der obigen, da bei dieser die gleichen Schichtdicken vorliegen und die Anordnung der einzelnen Bauteilschichten gleich ist. Der Unterschied zum vorherigen Bauteilaufbau sind die beidseitigen Vorsatzschalen, welche als Installationsebenen dienen.

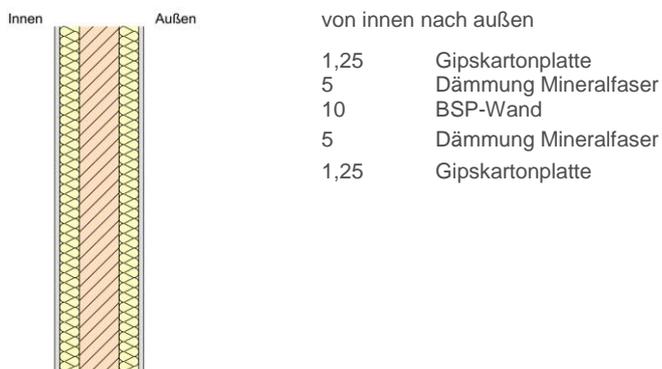


Bild 4.6 Innenwand IW02

**Innenwand IW03**

Dieser Aufbau stellt eine Innenwand aus Gipskarton mit einer dazwischenliegenden Mineralfaserdämmung dar. Die Gesamtdicke beträgt 10 cm.

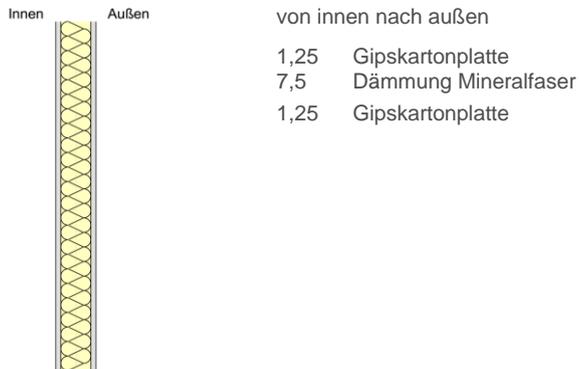


Bild 4.7 Innenwand IW03

**Innenwand GK 12,5 IW04**

Diese Innenwand ist ebenfalls eine Gipskartonständerkonstruktion mit einer Schichtdicke von 12,5 cm.

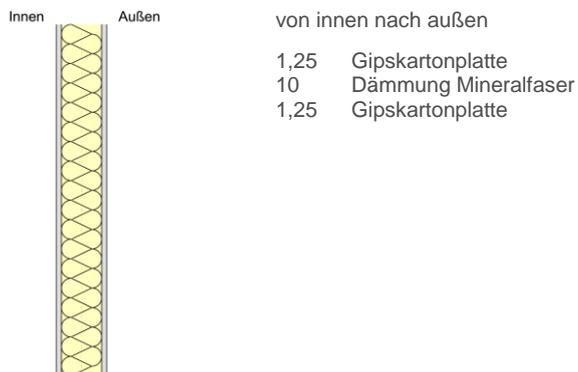


Bild 4.8 Innenwand IW04

Die oben beschriebenen Gipskartoninnenwände werden im Bereich der Nassräume eingesetzt. In Nassräumen sind Feuchteschutzplatten für die Beplankung erforderlich. Im Duschbereich werden Platten mit der Feuchtebeanspruchungsklasse W4 eingesetzt.

#### 4.2.4 Wohnungstrennwände

Die Wohnungstrennwand ist eine zweischalige Konstruktion mit zwei gleichen Bauteilaufbauten, die durch eine Trittschalldämmplatte getrennt sind. Die beiden Bauteilaufbauten bestehen aus einer Holzmassivwand und einer 5 cm dicken Vorsatzschale, die mit Mineralfaser gedämmt ist. Die Beplankung erfolgt vor Ort mit Gipskartonplatten.

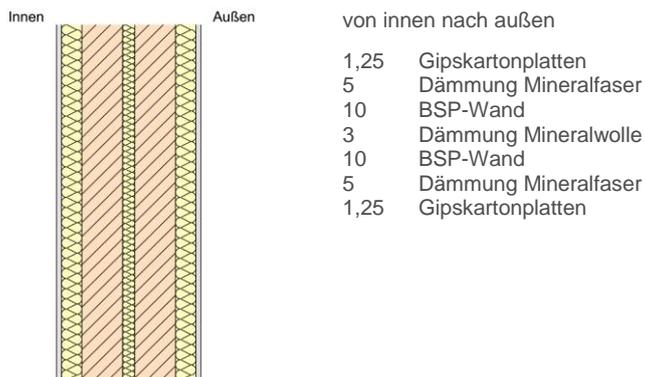


Bild 4.9 Wohnungstrennwand

Die Vorsatzschalen an Wohnungstrennwänden, an denen Badezimmer angrenzen, sind aufgrund der Leitungsführung größer. In diesen Bereichen sind Vorsatzschalen von 10 cm vorgesehen.

#### 4.2.5 Geschoßdecken

Die Geschoßdecken des 1. bis 3. Obergeschoßes bestehen aus einer Holzmassivdecke, wobei zwischen zwei Aufbauten unterschieden wird. Einerseits der Geschoßdecke in Wohnräumen und andererseits der Geschoßdecke in Sanitärräumen. Die Decke über dem Kellergeschoß besteht aus Stahlbeton mit einem entsprechenden Fußbodenaufbau und einer Dämmung an der Unterseite.

### Geschoßdecke GD01a

Die Geschoßdecken zwischen den Wohnungen werden in Holzmassivbauweise ausgeführt. Über der Holzmassivdecke sind eine ungebundene Splittschüttung, eine Trittschalldämmung aus Mineralwolle und anschließend der Estrich und der Bodenbelag aufgebracht. Die Untersicht der Decke ist mit einer Mineralwollendämmung und einer Gipskartonplatte verkleidet.

Innen		von innen nach außen	
		1	Bodenbelag
		6	Estrich Beton
		-	PE-Folie stoßverklebt
		3	Trittschalldämmung Mineralwolle
		5	EPS
		6	Splittschüttung ungeb.
		-	PE-Folie Rieselschutz
		20	Holzmassivdecke
		6	Mineralfaser
Außen		1,25	Gipskartonplatte

Bild 4.10 Geschoßdecke GD01a

### Geschoßdecke GD01b

Die Geschoßdecke im Sanitärbereich unterscheidet sich von der Geschoßdecke in den Wohnräumen dadurch, dass auf der Holzmassivdecke eine 3 mm dicke bituminöse Abdichtungsbahn ist und statt dem Bodenbelag Fliesen geklebt werden. Darunter ist eine Verbundabdichtung verlegt.

Innen		von innen nach außen	
		0,8	Fliesen geklebt
		0,2	Verbundabdichtung
		6	Estrich Beton
		-	PE-Folie stoßverklebt
		3	Trittschalldämmung Mine- ralwolle
		5	EPS
		6	Splitt-Schüttung ungeb.
		0,3	Abdichtung bituminös
		20	Holzmassivdecke
Außen		6	Mineralfaser
	1,25	Gipskartonplatte	

Bild 4.11 Geschoßdecke GD01b

#### 4.2.6 Dachaufbau

Das Flachdach wird als extensiv begrüntes Warmdach in Holzmassivbauweise mit einer Gefälledämmung in Richtung Gebäudeaußenseite ausgeführt. Zwischen der Massivholzdecke und der Wärmedämmung aus extrudiertem Polystyrol ist eine Dampfsperre mit einer Alueinlage angeordnet. An der Unterseite der Massivholzdecke ist eine abgehängte Decke mit einer Mineralfaserdämmung und einer Beplankung aus Gipskarton angeordnet.

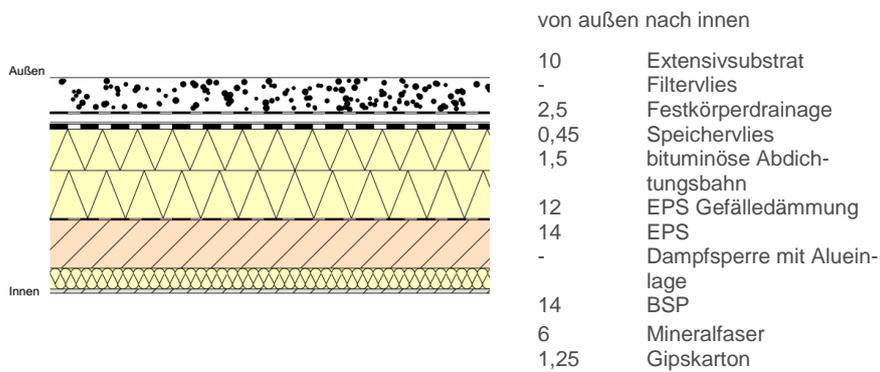


Bild 4.12 Dachaufbau

### 4.3 Beschreibung des technischen Ausbaus

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über den technischen Ausbau der Wohnanlage in der Max-Mell-Allee 6. Er ist in folgende Bereiche gegliedert:

- Installationsführung - Erschließungskonzept
- Verteilung der Heizungsleitungen innerhalb der Wohnungen
- Trinkwasserinstallation und Sanitärausstattung
- Abwasserinstallation
- Elektroinstallation

#### 4.3.1 Installationsführung - Erschließungskonzept

Bild 4.13 zeigt eine schematische Darstellung der Leitungsführung in diesem vier geschoßigen Holzwohnbau. Das Gebäude wurde in sieben Bauabschnitten errichtet, wobei in jedem Bauabschnitt vier übereinanderliegenden Wohnungen angeordnet sind. Die Erschließung der Wohnungen erfolgte über vertikale Schächte im zugehörigen Bauabschnitt. Jede Wohnung ist mit einem Wasserzähler und einem Wohnungsverteiler für Elektroleitungen ausgestattet.

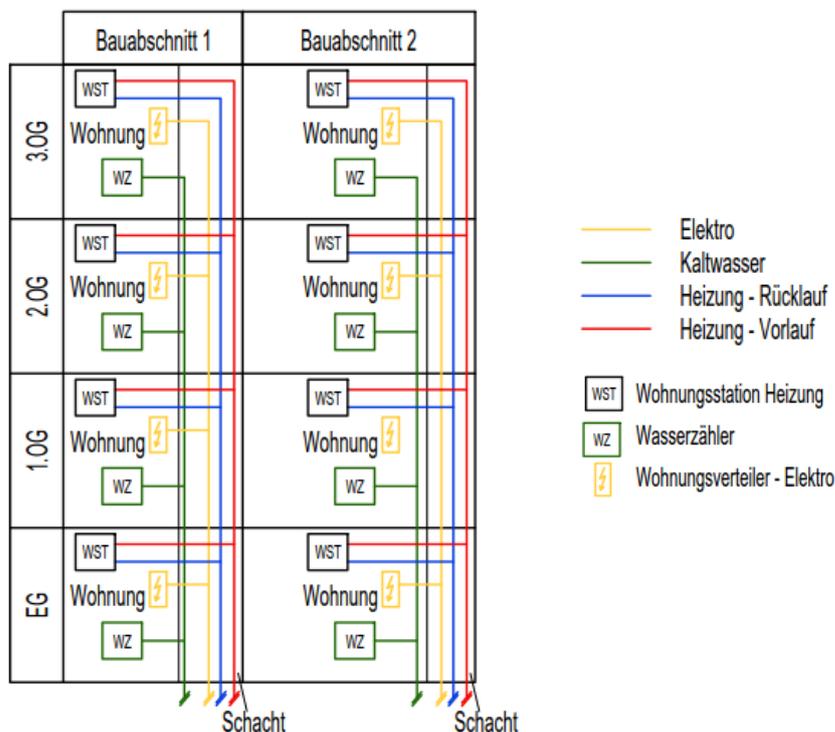


Bild 4.13 Schematische Darstellung des Erschließungskonzeptes

Beispielhaft wird anhand einer Wohnung im ersten Obergeschoß, wie in Bild 4.14 dargestellt, die Schachtanordnung erläutert. In dieser Wohnung wurden vier Schächte benötigt, wobei die Schächte für die HLS – Installationen getrennt von dem Schacht für Elektroleitungen sind. Die Schächte für HLS-Rohrleitungen wurden nahe der Ver- und Entsorgungsstellen (Badezimmer, WC und Küche) angeordnet. Dadurch können Leitungslängen minimiert werden. Der Schacht für die Elektroinstallationen ist im Bereich des Vorraumes angeordnet.

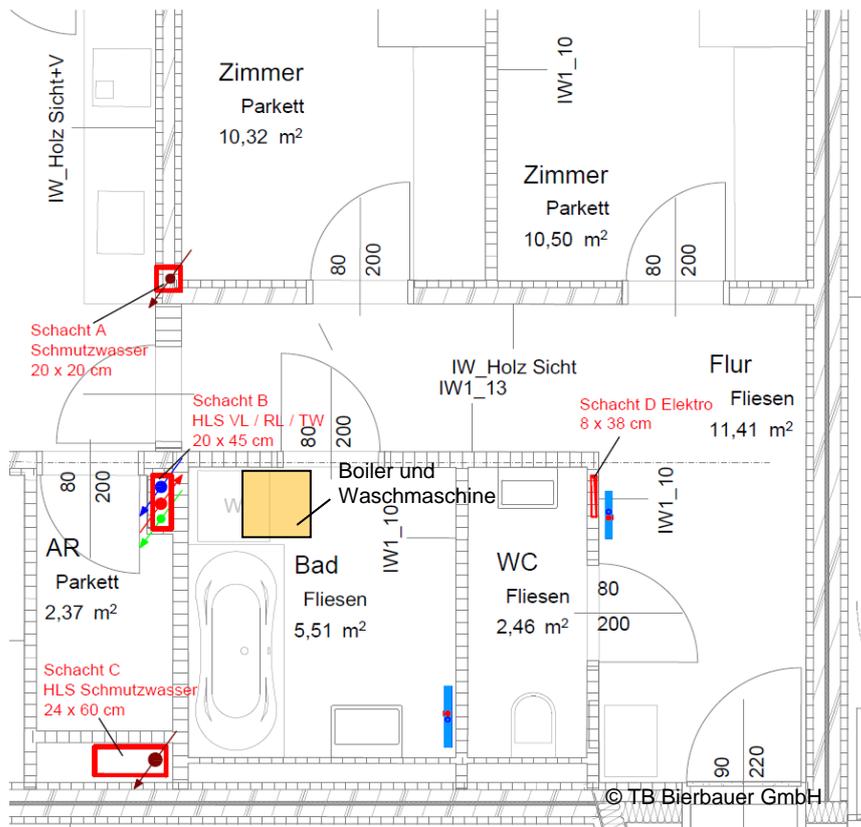


Bild 4.14 Schachtanordnung Wohnung 1 im 1. OG

Die Belegung der Schächte erfolgt gemäß Tabelle 12.

Tabelle 12 Belegung der Schächte

Schacht	Leitungen
Schacht A	Falleitung für Schmutzwasser
Schacht B	Heizungsleitungen (VL/RL) und Trinkwasserleitung (TW)
Schacht C	Falleitung für Schmutzwasser und Abluft
Schacht D	Elektroleitungen

Dieses Prinzip der Schachtanordnung kann auf die anderen Wohnungen dieses Wohnbaus übertragen werden. Nachfolgend sind die Art der Leitungsführung und die Schachtanordnung zusammengefasst:

- Vertikale Installationsführung in durchgängigen Schächten
- Schachtanordnung nahe der Ver- und Entsorgungsstellen
- 3 bis 4 Schächte pro Wohnung
- Separate Schächte für Elektro- und HLS-Installationen

Nachfolgend wird auf die Heizungs-, Trinkwasser-, Abwasser- und Elektroinstallation näher eingegangen.

### 4.3.2 Heizungsinstallation

Die Beheizung des Wohnhauses erfolgt mittels Fernwärme der Stadt Graz. Ausgehend von der Übergabestation im Kellergeschoß wird das Warmwasser horizontal auf die sieben Bauabschnitte verteilt und anschließend über Steigstränge in die Geschosse geführt.

Die Vorlaufleitung ist von der Fernwärmeübergabestation übergeben und über horizontale Trassen und Steigstränge bis ins letzte Geschöß verzogen. Die Rücklaufleitung dient zur Rückführung, des abgekühlten Heizwassers von den Heizkörpern und Boilern.

Bild 4.15 zeigt die Warmwasserverteilung im Geschöß. In jeder Wohnung sind eine Wohnungsübergabestation und ein Heizkreisverteiler angeordnet. Die Verteilerstation, welche in den meisten Fällen über dem WC angeordnet ist, dient zur wohnungsweisen Wärmemengenzählung und Absperrung. An den Heizkreisverteiler sind die Vor- und Rücklaufleitung für jeden Heizkörper angeschlossen. Die Installation der Heizungsrohre erfolgte mit dem Spagettisystem im Fußbodenaufbau. Durch diese Art der Leitungsführung waren aufgrund einer nahtlosen Verbindung der Rohre keine Verbindungsstücke im Fußbodenaufbau erforderlich. Die Heizkörper sind über einen Mittelanschluss von der Wand in den Innenwänden und vom Boden an den Außenwänden angeschlossen. Der Heizkörperanschluss aus der Wand erfolgte über Heizkörperboxen, die in der Vorsatzschale montiert wurden.

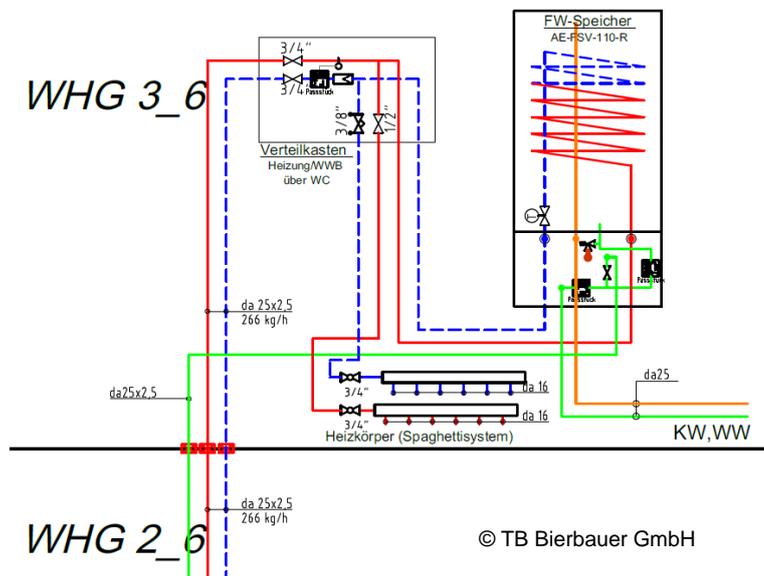


Bild 4.15 Heizungswasserverteilung im Geschöß (schematische Darstellung)



### **Zweite Abdichtungslage auf der Rohdecke (Sekundärabdichtung):**

In den Badezimmern der Obergeschoße wurde eine Abdichtung auf der Holzmassivdecke mit einem Hochzug an den Gipskartonwänden verlegt. Diese bildet eine dichte Wanne und dient als Feuchteschutz der Holzdecke. Im Falle einer Leckage im Badezimmer, sammelt sich das Wasser auf dieser Sekundärabdichtung. Zusätzlich wurde bei diesem Bauvorhaben für eine Entwässerung und Ortung etwaig anfallender Wassermengen gesorgt. Dies erfolgt mittels eines Entwässerungsschlauchs, der über den Schacht in das Kellergeschoß geleitet wurde. Als Entwässerungsschlauch wurde ein handelsüblicher Kondensatschlauch eingesetzt. Zur Detektion von Leckagen ist im Kellergeschoß ein Feuchtesensor angeordnet. Jede Wohnung besitzt einen eigenen Entwässerungsschlauch mit einem Feuchtesensor. Dadurch ist eine akkurate Ortung gewährleistet.

#### **4.3.4 Abwasserinstallation**

Die Abwasserentsorgung erfolgt über vertikale Steigstränge, die im Keller zusammengefasst werden.

Um die Leitungslängen gering zu halten werden abhängig von der Grundrissgestaltung in der Regel zwei Schächte für Falleitungen vorgesehen. In einem der Schächte wurde die Falleitung für die Küchenabwässer installiert und im anderen Schacht erfolgte die Installation der Falleitung für die Abwasserentsorgung der Sanitärelemente.

Ziel war es, die Abwasserleitungen vor allem im Bereich der Sekundärabdichtung, d.h. im Badezimmer, in den Vorsatzschalen bzw. Trockenbauwänden zu versehen.

In Bild 4.17 (links) ist erkennbar, dass die Abwasserleitung im Badezimmer grundsätzlich in der Vorsatzschale installiert wurden. Im vierten Bauabschnitt wurden die Abwasserleitungen im Badezimmer, jedoch auch im Fußbodenaufbau verzogen. Grund hierfür war einerseits die Form des Schachtes und andererseits konnte im Bereich des Heizkörpers aus Platzgründen keine Abwasserleitung verlegt werden.

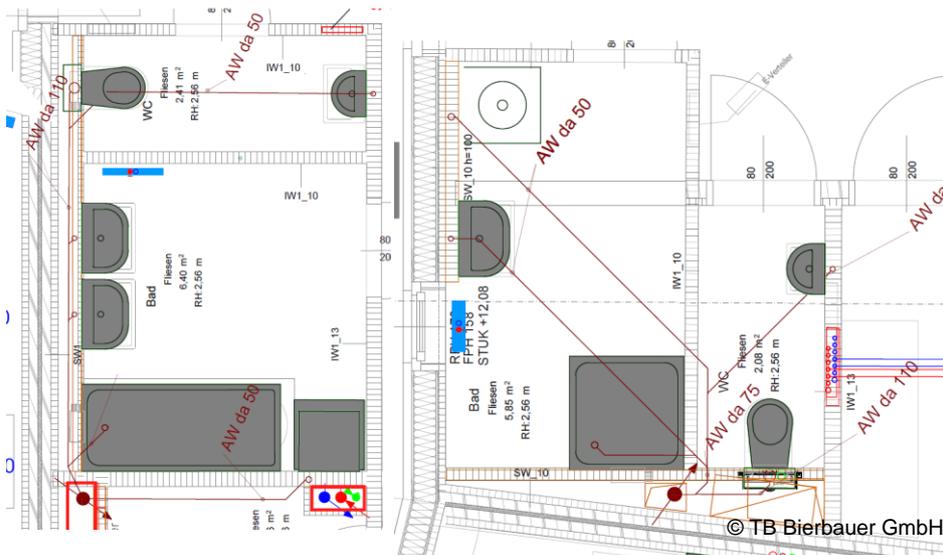


Bild 4.17 Abwasserleitungen in der Vorsatzschale in Bauabschnitt 5 (links) und Leitungsführung im Fußbodenaufbau in Bauabschnitt 4 (rechts)

Generell wurden die Abwasserleitungen in einem Mindestgefälle von 1 % verlegt. Zur Belüftung wurden die Falleitungen im Schacht über das Dach geführt.

Für die Fall-, die Sammelanschluss- und die Einzelanschlussleitungen wurden hochschalldämmende Rohre verwendet, die mit schalldämmten Rohrschellen befestigt wurden.

#### 4.3.5 Elektroinstallation

Die Ausführung der Elektroinstallation erfolgte als Gruppenversorgung. Jeder Bauabschnitt ist mit einem Steigstrang versorgt. Je Wohnung ist ein Wohnungsverteiler, der an den Steigstrang angeschlossen ist angeordnet.

Die Installation der Leerverrohrung erfolgte auf der Rohdecke und über die Wand. In den Badezimmern wurden die Leitungen ausschließlich in der Vorsatzschale bzw. Trockenbauwand verlegt, um die Sekundärabdichtung nicht zu beschädigen. Dabei wurden die Schutzzonen gemäß Abschnitt 2.2.5 berücksichtigt. Im Bereich von Holzdeckflächen wurden die Elektroinstallationen in der Vorsatzschale der gegenüberliegenden Seite der Sichtfläche angeordnet.

Die Fräsungen für Schalter und Steckdosen in den Holzmassivwänden sowie in Trockenbauwänden wurden vor Ort hergestellt. Alle Terrassen und Balkone sind mit einer Beleuchtung und einer Steckdose ausgestattet, die vor Ort montiert wurden.

### 4.3.6 Brandschutzkonzept

Im Bereich der Deckendurchbrüche sind bei diesem Bauvorhaben, wie in Tabelle 13 ersichtlich, folgende Brandschutzmaßnahmen definiert.

Tabelle 13 Brandschutzmaßnahmen für Leitungen

Bauteil/Leitungen	Abschottung
Schächte	geschoßweise Abschottung mit Weichschotten (Steinwolle)
wasserführende Leitungen	Brandschutzband
Elektroleitungen	Weichschott mit Steinwolle und intumeszierendem Material
luftführende Leitungen	FLI-VE

#### **Brandabschottung im Schacht:**

In diesem Wohnbauprojekt wurde eine geschoßweise Abschottung, laut ÖNORM B 2330:2015 Schachttyp B, umgesetzt. Das Weichschott wurde mit Steinwollplatten und intumeszierendem Material ausgebildet.

#### **Brandabschottung für wasserführende Leitungen:**

Für die geschoßweise Abschottung der wasserführenden Leitungen wurden Brandschutzbänder verwendet. Diese sind um die Rohrleitung gewickelt und quellen bei Temperatureinwirkung auf. Je nach Rohrdurchmesser sind ein bis drei Lagen des Brandschutzbandes erforderlich.

#### **Brandabschottung für Elektroleitungen:**

In den Schächten für Elektroinstallationen wurden Weichschotte verbaut. Da die Installation in den Schächten mittels einzelner Leitungen erfolgt, ist keine Brandschutzmanschette erforderlich. Die Abschottung erfolgt mittels Steinwollplatten und einem intumeszierendem Material.

#### **Brandabschottung für luftführende Leitungen:**

Für luftführende Leitungen wurde ein Feuerschutzabschluss mit einem mechanischen Verschlusselement (FLI-VE) für die Be- und Entlüftung eingesetzt. In nichttragenden Wänden war außerdem ein elastisches Dehnungselement aus brennbarem Material erforderlich.

## 5 Baustellendokumentation – Datenerhebung

In diesem Kapitel erfolgt die Dokumentation des technischen Ausbaus des vier stöckigen Holzwohnbaus in der Max-Mell-Allee 6. Der Schwerpunkt liegt bei der Beschreibung der Art und Weise der Leitungsführung, der Sekundärabdichtung, sowie der Montageabläufe und konstruktiven Details von Durchdringungen.

### 5.1 Baubeteiligte

In diesem Abschnitt wird dargestellt, wer während der Durchführung der Baustellendokumentation in das Bauvorhaben involviert war. Bild 5.1 gibt eine Übersicht über die Baubeteiligten in der Planung und Bauausführung.

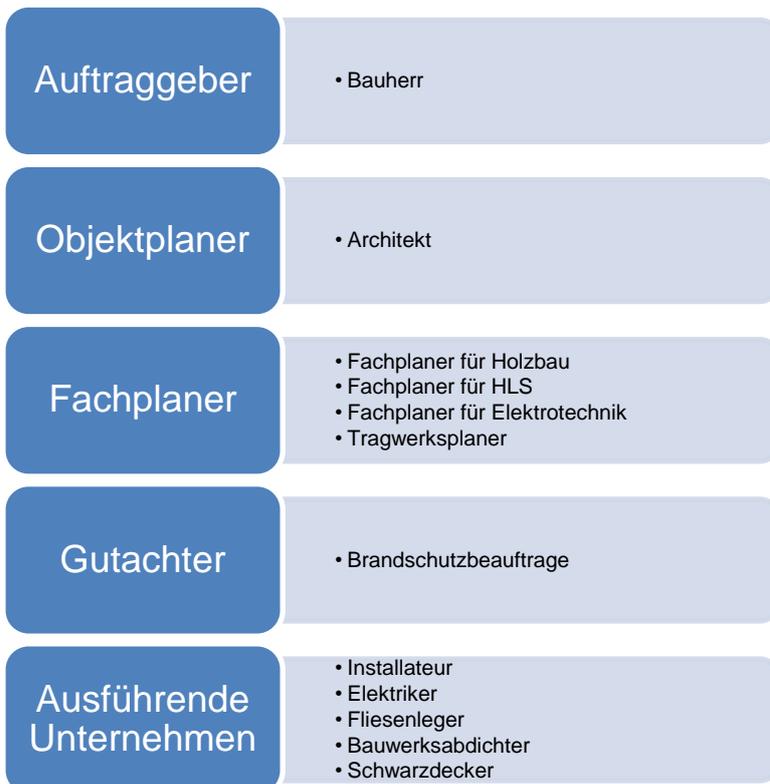


Bild 5.1 Übersicht der Baubeteiligten in der Planung und Bauausführung

## 5.2 Untersuchte Bereiche

Für die Baustellendokumentation wurden Wohnungen in Bauabschnitt 1 und 2 herangezogen. Bild 5.2 zeigt beispielhaft nur den Grundriss der Obergeschoße, da die Wohnungsanordnung im Erdgeschoß des ersten Bauabschnittes (blau) ident ist.



Bild 5.2 Untersuchte Wohnungen

Zur Datenerfassung auf der Baustelle wurden zwei Wohnungstypen herangezogen. In Tabelle 14 ist dargestellt welche Untersuchungsgegenstände anhand welcher Wohnungstypen dokumentiert wurden.

Tabelle 14 Übersicht der untersuchten Bereiche

Wohnungstyp 1, BA 1	Wohnungstyp 2, BA 2
Trinkwasserinstallation (EG, 1.OG)	Heizungsinstallation (1.OG)
Abwasserinstallation (3.OG)	
Elektroinstallation (EG, 3.OG)	

### 5.2.1 Kriterien für die Auswahl

Abschnitt 3.1 gibt bereits eine Übersicht über die Kriterien für die Wohnungsauswahl. In Tabelle 15 ist dargestellt, welche Wohnung letztendlich aufgrund welcher Kriterien ausgewählt wurde.

Grundsätzlich wurden jene Geschosse für die Dokumentation herangezogen, welche in Holzbauweise ausgeführt wurden. Dies sind in der Regel die Obergeschoße. Für den Vergleich des Bodenablaufs der Duschen im Erdgeschoß und jenem im Obergeschoß, war jedoch auch eine Dokumentation im Parterre erforderlich. Gleiches gilt für die Montagesituation der Außenarmatur, welche nur für Wohnungen mit Gärten im Erdgeschoß vorgesehen wurde.

Tabelle 15 Auswahl der Wohnungen (Übersicht)

Haustechnische Installation	Kriterium für die Auswahl
<b>Wohnungstyp 1, Bauabschnitt 1</b>	
Trinkwasserinstallation	Erdgeschoß <ul style="list-style-type: none"> <li>• Außenarmatur</li> </ul> 3. Obergeschoß <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitungsführung vorwiegend in der Wand</li> </ul>
Abwasserinstallation	Erdgeschoß <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodenablauf in der Dusche</li> </ul> 3. Obergeschoß <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitungsführung im Fußbodenaufbau und in der Wand</li> </ul>
Elektroinstallation	Erdgeschoß <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wand- und Deckendurchdringungen</li> </ul>
<b>Wohnungstyp 2, Bauabschnitt 2</b>	
Heizungsinstallation	1. Obergeschoß <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitungsführung im Fußbodenaufbau des Badezimmers</li> </ul>

### 5.3 Dokumentation der Leitungsführung

Ziel dieses Abschnitts ist es, die Leitungsführung sowie die Maßnahmen zum Feuchteschutz für das Bauprojekt in der Max-Mell-Allee 6 zu dokumentieren. Zunächst wird ein Überblick über die Arten der Leitungsinstallation gegeben. Anschließend erfolgt die detaillierte Beschreibung der Abwasser-, Trinkwasser-, Heizungs- und Elektroinstallation.

#### 5.3.1 Überblick über die Arten der Leitungsinstallation

Tabelle 16 gibt einen Überblick über die Arten der Leitungsinstallation im untersuchten Bauprojekt.

Tabelle 16 Übersicht der Installationsführung des Holzwohnbaus in der Max-Mell-Allee 6

Installation	Art des Leitungsinstallation
Abwasserinstallation	-
Heizungsinstallation	Spagettisystem
Trinkwasserinstallation	Kombination Reihen-/T-Installation
Elektroinstallation	Gruppenversorgung

#### Merkmale des Leitungsführung in der Max-Mell-Allee 6:

- Die **Leitungsführung im Badezimmer** erfolgt möglichst in der **Trockenbauwand** bzw. in den **Vorsatzschalen**, um die Sekundärabdichtung nicht zu beschädigen.
- Die **Leitungsführung in Wohnräumen** wird weitestgehend in **Vorsatzschalen** bzw. in **Trockenbauwänden** durchgeführt.
- Die Installation der **Heizungsleitungen** erfolgt **im Fußbodenaufbau**. Aufgrund des Spagettisystems sind **keine Rohrverbindungen im Fußbodenaufbau** erforderlich.
- **Trinkwasserleitungen im Fußbodenaufbau** werden mit einem Überschubrohr versehen (**Rohr-in-Rohr-System**) und weisen **keine Rohrverbindungen** auf.

### 5.3.2 Trinkwasserinstallation

Im Zuge der Datenerfassung auf der Baustelle wurden die umgesetzte vertikale und horizontale Leitungsführung dokumentiert. Hierfür wurde, wie in Bild 5.2 dargestellt, Wohnung 1 herangezogen. Die Leitungsinstallation in der Küche und in den Sanitärräumen wurde im 3. Obergeschoß dokumentiert. Im Erdgeschoß wurde die Montagesituation der Außenarmatur erfasst.

Im Fokus dieses Abschnitts stehen folgende Themenbereiche:

- Eigenschaften der Rohrleitungen (Material, Abmessungen, Verbindung)
- Vertikale Verteilung im Schacht
- Horizontale Verteilung im Geschoß
- Anbindung der Sanitär- und Küchenelemente sowie der Außenarmatur

#### Eigenschaften der eingesetzten Trinkwasserleitungen:

Für die Trinkwasserinstallation wurden grundsätzlich Verbundschichtrohre verwendet. Rohrleitungen, die in der Wand verlegt wurden, wurden vorisoliert eingebaut und jene im Fußbodenaufbau mit einem werkseitigen Schutzmantel versehen, Rohr-in-Rohr-System. Die Isolierung der Rohrleitungen im Fußbodenaufbau wurde vor Ort angebracht.

Die Rohrleitung im Steigstrang ist ein Aluminiumverbundrohr mit einer 20 mm dicken, werkseitigen Dämmung aus extrudiertem Polyethylen-Weichschaum.

In Tabelle 17 sind die Rohrmaterialien, Abmessungen und Verbindungen der eingebauten Trinkwasserinstallation zusammengefasst.

Tabelle 17 Leitungen für die Trinkwasserinstallation (Übersicht)

	Fabrikat	Material	DN	Dämmung	Verbindung
Steigstrang Kaltwasser	Roth Alu Laserplus	Verbundrohr	32 mm	20 mm	Pressverbindung
Wohnung Wand KW/WW	Roth Alu Laserplus	Verbundrohr	25 mm	9 mm	Pressverbindung
Wohnung Boden KW/WW	Roth Alu Laserplus	Verbundrohr	25 mm	4 mm	Pressverbindung

### Vertikale Verteilung im Schacht:

Die Steigleitungen wurden mittels Silka Schienen und schallgedämmten Rohrschellen vom Installateur an der Schachtwand befestigt, wie in Bild 5.3 (links) dargestellt. Hierfür wird zunächst die Silka Schiene in die Wand geschraubt und anschließend wird die Steigleitung mittels Rohrschelle angebracht. Bild 5.3 (rechts) zeigt die Verbindung der Rohre. Dafür werden Kunststoffittings verwendet, die durch ein herstellerspezifisches Presswerkzeug verbunden werden.



Bild 5.3 Befestigung der Leitungen (links) und Rohrverbindung mittels Pressfitting (rechts)

In Bild 5.4 (links) ist die vertikale Verteilung der Trinkwasserinstallation im Schacht B gemäß

Bild 4.14 ersichtlich. Im linken Bereich des Installationsschachtes ist die Kaltwasserleitung montiert und im rechten Bereich sind die Fernwärmelösungen (Vor- und Rücklauf) situiert. Die Kaltwasserleitung ist an den Boiler, der an der angrenzenden Wand im Badezimmer montiert ist, angeschlossen, wie Bild 5.4 (rechts) abgebildet.



Bild 5.4 Vertikale Verteilung der Trinkwasserinstallation (links) und Durchführung zum Boiler (rechts)

### Horizontale Verteilung im Geschoß:

Für die Dokumentation der Trinkwasserleitungen für Sanitärgegenstände und Küchenabnahmestellen wurde Wohnung 1 im dritten Obergeschoß des ersten Bauabschnittes herangezogen.

Generell erfolgte die horizontale Leitungsführung auf der Rohdecke mit einem Überschubrohr (Rohr-in-Rohr-System) und in der Wand konventionell, d.h. ohne Überschubrohr. In Bild 5.5 sind die Anordnung der Sanitäräume, der Küche sowie die Installation der Trinkwasserleitung im 3. Obergeschoß des ersten Bauabschnittes dargestellt. Es ist erkennbar, dass die Trinkwasserleitungen im Badezimmer in der Wand geführt wurden und in der Küche im Fußbodenaufbau. In den grün und gelb markierten Bereichen wurden Fotoaufnahmen für die Dokumentation erstellt.

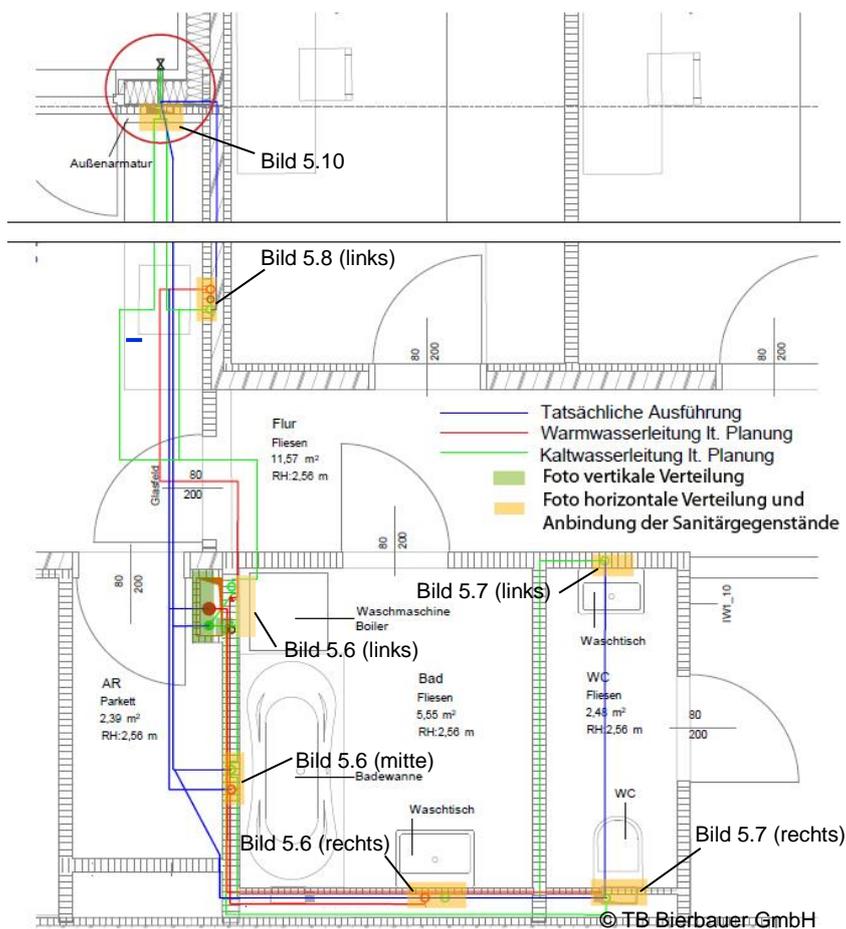


Bild 5.5 Trinkwasserinstallation in Wohnung 1 im 3.OG

In Bild 5.6 ist die Trinkwasserinstallation für das Badezimmer im 3. Obergeschoß dargestellt. Jedes Sanitärelement ist mit jeweils einer Kalt- und Warmwasserleitung angeschlossen. Die Badewanne ist ausgehend vom Boiler über den Boden im Abstellraum (Rohr-in-Rohr-System), wie in Bild 5.6 (links) dargestellt, erschlossen. In der Planung wurde eine Leitungsinstallation in der Wand vorgesehen, wie in Bild 5.5 ersichtlich.

Aufgrund einer einfacheren Installation, wurden die Leitungen im Fußbodenaufbau des Abstellraums, anstatt in der Trockenbauwand verlegt. Dadurch waren keine Durchdringungen der Metallprofile der Gipskartonständerwand erforderlich. Die Warmwasserleitung für den Waschtisch und die Badewanne ist als Reiheninstallation ausgeführt.



Bild 5.6 Trinkwasserinstallation: Anschluss des Boilers (links), der Badewanne (mitte) und des Waschtischs (rechts)

Die Trinkwasserversorgung für den Waschtisch im WC erfolgt über den Fußbodenaufbau mit dem Rohr-in-Rohr-System (Bild 5.7 - links). Dies ist eine Abweichung von der Planung, da die Installation der Trinkwasserleitung in der Trennwand zum Badezimmer geplant war. Das WC Element wird über die Vorsatzschale an der Wohnungstrennwand, wie in Bild 5.7 (rechts) erkennbar, an die Trinkwasserinstallation angebunden.



Bild 5.7 Trinkwasserinstallation: WC - Waschtisch (links) und WC - Elemente (rechts)

In Bild 5.8 (links) ist die Trinkwasserinstallation für die Küche dargestellt. Diese erfolgt ausgehend vom Abstellraum im Fußbodenaufbau. Die Lei-

tungen sind mit einem Lochband an der Holzmassivdecke befestigt, wie in Bild 5.8 (rechts) dargestellt.



Bild 5.8 Leitungsinstallation in der Küche (links) und Rohrbefestigung auf der Holzmassivdecke (rechts)

#### **Anbindung der Sanitär- und Küchenelemente sowie der Außenarmaturen:**

Alle Sanitärelemente sind bereits werksseitig mit den Anschlussleitungen ausgestattet, wie in Bild 5.9 abgebildet. Die Anschlussleitungen weisen das richtige Rohrmaterial und den richtigen Durchmesser auf. Auf der Baustelle wurden die Rohrleitungen angepasst und an die Versorgungsleitung angeschlossen.



Bild 5.9 Sanitärelement zur Installation des Waschtisches

Die Anbindung der Sanitärelemente an die Trinkwasserversorgung erfolgte über die in der Vorsatzschale verlegten Anschlussleitungen. Bild 5.10 (links) zeigt die Reiheninstallation der Außenarmatur sowie der Küchenarmatur. Durch den Anschluss der Außenarmatur vor der Waschtischarmatur ist eine Stagnation infolge einer unregelmäßigen Verwendung der Außenarmatur ausgeschlossen, da bei der Benützung der Küchenarmatur die Trinkwasserleitung der Außenarmatur trotzdem gespült wird. Laut Planung, wie in Bild 5.5 dargestellt, sollte die Wasserleitung im Fußbodenaufbau verlegt werden. Bild 5.10 (rechts) zeigt, dass die tatsächliche Leitungsführung für den Anschluss der Küchenarmatur in der Vorsatzschale der Trennwand erfolgte.

Um die Frostsicherheit der Außenarmatur sicherzustellen wurde die Rohrdurchführung mit 1 % Gefälle verlegt. Beim Abdrehen des Wasserhahns der Außenarmatur wird das Rohrstück in der Wand automatisch entwässert. Der Absperrmechanismus liegt an der Innenseite der Wand, womit gewährleistet ist, dass kein Wasser in den frostgefährdeten Bereich gelangt.



Bild 5.10 Anschluss der Außenarmatur an die Trinkwasserleitung (links) und Durchdringung der Außenwand für die Außenarmatur (rechts)

### 5.3.3 Abwasserleitungen

Im Zuge der Baustellendokumentation wurde die vertikale und horizontale Verteilung der Abwasserleitungen in Wohnung 1 im ersten Obergeschoß des ersten Bauabschnitts dokumentiert (Bild 5.2). In diesem Abschnitt werden die Eigenschaften sowie die Installation der Abwasserrohre erläutert.

**Eigenschaften der eingesetzten Abwasserleitungen:**

Die Abwasserleitungen sind hochschalldämmend ausgeführt und werden mit Steckverbindungen verbunden. Die Falleleitungen und Sammelanschlussleitungen wurden mit Geberit Silent Pro Rohren mit einer Stärke von DN 75 bzw. DN 110 ausgeführt. Die Einzelanschlussleitungen wurden mit Geberit Silent PP Rohren ausgeführt.

Tabelle 18 gibt eine Übersicht über die verwendeten Fall-, Sammelanschluss- und Einzelanschlussleitungen und deren Eigenschaften.

Tabelle 18 Eigenschaften der Falleleitungen und Anschlussleitungen für die Abwasserentsorgung

Leitung	Fabrikat	Material	Dichtung	Verbindung	Durchmesser
Falleitung Küche	Silent Pro	PP MX	Lippendichtung EPDM	Steckverbindung	75 mm
Falleitung Sanitärräume	Silent Pro	PP MX	Lippendichtung EPDM	Steckverbindung	110 mm
Sammelanschlussleitungen	Silent PP	PP - C / PP-MD / PP - C	Lippendichtung EPDM	Steckverbindung	110 mm
Anschlussleitungen	Silent PP	PP MX	Lippendichtung EPDM	Steckverbindung	50 mm

**Vertikale Abwasserentsorgung:**

Bild 5.13 zeigt die planliche Darstellung der Abwasserinstallation in Wohnung 1 im 3. Obergeschoß des ersten Bauabschnittes. Die Abwasserleitungen werden in den dafür vorgesehenen Schächten A und C gemäß

Bild 4.14 geführt. Sämtliche Falleleitungen wurden zur Belüftung über das Dach geführt.

In Bild 5.11 (links) ist die vertikale Abwasserleitung im Schacht des Abstellraumes dargestellt. Die Befestigung sämtlicher Falleleitungen erfolgte mit schalldämmten Rohrschellen, die an der Schachtrückwand oder an der Holzmassivwand befestigt wurden, wie in Bild 5.11 (rechts) und Bild 5.12 (rechts) dargestellt.



Bild 5.11 Fallleitung im Schacht des Abstellraumes (links) und Rohrbefestigung an der Schachtwand (rechts)

In Bild 5.12 (links) ist die Fallleitung für Küchenabwässer im Schacht dargestellt. Bild 5.12 (rechts) zeigt die Rohrbefestigung mit einer Rohrschelle in der Holzmassivwand.



Bild 5.12 Fallleitung im Schacht der Küche (links) und Rohrbefestigung an der Holzmassivwand (rechts)

### Horizontale Verteilung im Geschoß:

Bild 5.13 zeigt die Installation der Abwasserleitungen laut Planung und tatsächlicher Ausführung. Es ist erkennbar, dass aufgrund der Schachtposition und der ausreichend dimensionierten Vorsatzschale an der Wohnungstrennwand keine Abwasserleitungen im Fußboden-aufbau des Badezimmers ausgeführt sind.

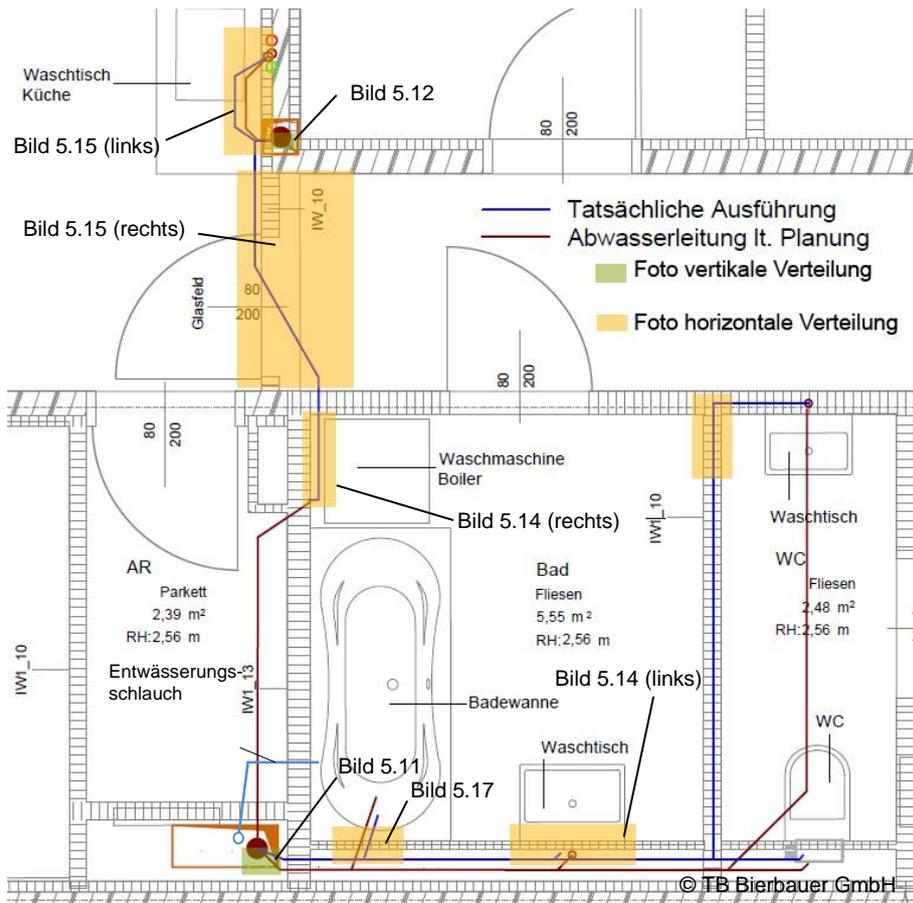


Bild 5.13 Abwasserinstallation in Wohnung 2 im 3. OG

In der Bauausführung wurden die Abwasserleitungen im Badezimmer in der Vorsatzschale und in der Küche im Fußbodenaufbau verlegt. Die Sammelanschlussleitung im Badezimmer ist in der Vorsatzschale der Wohnungstrennwand mit einem Gefälle von 1 % verlegt, wie in Bild 5.14 (links) dargestellt.

Die Abflussleitung der Waschmaschine sollte laut Plan im Fußbodenaufbau des Abstellraumes verlegt werden und in den dort situierten Fallstrang münden. Tatsächlich wurde diese, wie in Bild 5.14 (rechts) erkennbar, auf der Sekundärabdichtung des Badezimmers und auf der Holzmassivdecke der Küche verlegt und mündet in den Fallstrang der Küche. Eine Installation in der Wand zwischen Abstellraum und Badezimmer war aufgrund der Eckprofile der Trockenbauwand nicht möglich.



Bild 5.14 Anschluss für den Waschtisch (links) und Boiler- bzw. Waschmaschinenanschluss (rechts)

Der Abfluss des Waschbeckens in der Küche wurde mittels einer Einzelanschlussleitung an die Fallleitung im Schacht der Küche angeschlossen, wie in Bild 5.15 (links) erkennbar. Das rechte Bild zeigt, wie die Abflussleitung der Waschmaschine auf der Massivdecke über den Vorraum in den Fallstrang der Küche mündet.



Bild 5.15 Abflussleitung des Waschbeckens in der Küche (links) und Abflussleitung der Waschmaschine (rechts)

Um ein Gefälle von 1 % zu erreichen war bei Abwasserleitungen im Fußbodenaufbau eine Unterkonstruktion mittels Polystyrol - Platten erforderlich. Zur Befestigung auf der Holzmassivdecke wurden Kunststoffbänder, die in die Decke genagelt wurden verwendet (Bild 5.16 - links). In Bild 5.16 (rechts) ist die Befestigung der Leitungen auf der Sekundärabdichtung im Badezimmer mit einem Klebeband ersichtlic. Die verschiedenen Befestigungsvarianten ergeben sich aufgrund der Unterkonstruktion. Da die Sekundärabdichtung nicht beschädigt werden soll, wurde die Befestigung der Leitungen im Badezimmer mit Hilfe von Klebebändern durchgeführt. Im Badezimmer dieser Wohnung war eine abschließliche Installation der Abwasserleitungen in der Wand möglich.

Somit war die Befestigungsvariante mit Klebeband in dieser Wohnung nicht erforderlich.



Bild 5.16 Abflussbefestigung auf der Holzmassivdecke mit Kunststoffband und Nägel (links) und Befestigung auf der Sekundärabdichtung mittels Klebeband (rechts)

#### **Anschluss von Badewannen und Duschtassen:**

In Trennwänden wurde ein Rohrstützen, wie in Bild 5.17 (links) dargestellt, eingebaut, um die Abwasserleitung der Duschtassen und Badewannen anzuschließen. Der Ablauf erfolgt daher über die Wand. Bild 5.17 (rechts) zeigt einen Duschtassenträger sowie einen Ablauf in der Wand.



Bild 5.17 Rohrstützen für den Abfluss der Duschtasse (links) und Abfluss der Duschtasse in der Wand (rechts)

Im Bereich der barrierefreien Duschen erfolgt der Ablauf über einen mittigen Fußbodenablauf, wie in Bild 5.18 (links) erkennbar. Hierfür wurde in den Fußbodenaufbau ein Duschbodenablauf der Firma Geberit eingebaut und vom Fliesenleger in die Verbundabdichtung mit Hilfe der werksseitig angebrachten Dichtmanschette eingebunden, wie in Bild 5.18 (rechts) dargestellt.



Bild 5.18 Duschbodenablauf (links) und Dichtmanschette (rechts)

### Entwässerungsebene im Badezimmer:

Im Badezimmer wurde auf der Holzmassivdecke eine Abdichtung vorgesehen, um das Holz vor Feuchtigkeit zu schützen (Bild 5.19 - links). Dafür wurden Bitumenbahnen, die stoßweise verklebt sind, verwendet. Der Hochzug an der Gipskartonwand erfolgte mittels bituminöser Flüssigabdichtung. Im Bereich der Waschmaschine durchdringt die Abwasserleitung den Hochzug der Sekundärabdichtung, wie in Bild 5.19 (rechts) dargestellt.

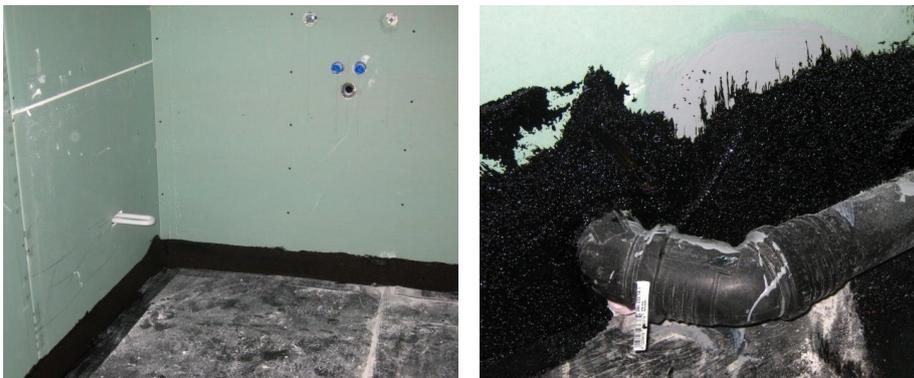


Bild 5.19 Bitumenabdichtung auf der Holzmassivdecke mit Hochzug (links) und Durchdringung des Hochzugs (rechts)

### Entwässerung der Sekundärabdichtung:

Im Falle einer Wasseransammlung auf der oben beschriebenen Abdichtungsebene, muss das Wasser abgeführt werden. Hierfür ist jede Wohnung mit einem Entwässerungsschlauch ausgestattet. Der Schlauch wird in den Schacht geführt und ragt bis in das Kellergeschoß. Am Schlauchende ist ein Feuchtesensor angeordnet. Damit können Wasseransammlungen je Wohnung geortet werden.

In Bild 5.20 (links und rechts oben) ist die Einbindung des Entwässerungsschlauchs in den Hochzug der Sekundärabdichtung mittels einer Anschlussmanschette ersichtlich. Das Loch für diesen Entwässerungsschlauch wurde von der Baufirma vor Ort an der Wand zum Abstellraum gebohrt. Anschließend kann der Bauwerksabdichter die Manschette in das Loch stecken und mit einer Flüssigabdichtung abdichten. In die Flüssigabdichtung wurde ein Flies eingebracht um mehr Steifigkeit zu erreichen. Als Entwässerungsschlauch dient ein handelsüblicher Kondensatschlauch.



Bild 5.20 Einbindung des Entwässerungsschlauchs in die Sekundärabdichtung (links), Anschlussmanschette (rechts oben) und schachtzugewandte Wandseite (rechts unten)

In Bild 5.21 (links) ist der Anschluss des Entwässerungsschlauchs an die Dichtmanschette, Bild 5.21 (rechts) zeigt die Führung im Schacht.



Bild 5.21 Anbindung des Entwässerungsschlauchs an die Anschlussmanschette (links) und Führung des Schlauchs im Schacht (rechts)

### 5.3.4 Heizungsinstallation

Zur Dokumentation der Heizungsinstallation wurde Wohnung 2 im ersten Obergeschoß des zweiten Bauabschnitts herangezogen, wie in Bild 5.2 dargestellt. Die Hauptaspekte dieses Abschnitts sind:

- Eigenschaften der Rohrleitungen
- Vertikale Leitungsführung im Schacht
- Horizontale Leitungsführung im Geschoß
- Anbindung der Heizkörper

Bild 5.22 zeigt die beabsichtigte Heizungsleitungsinstallation laut Plan (rote und blaue Linien) und die tatsächlich ausgeführte Variante (grüne Linien). Die gelb und grün markierten Flächen sind jene Positionen, an denen die nachfolgenden Fotos vor Ort aufgenommen wurden.

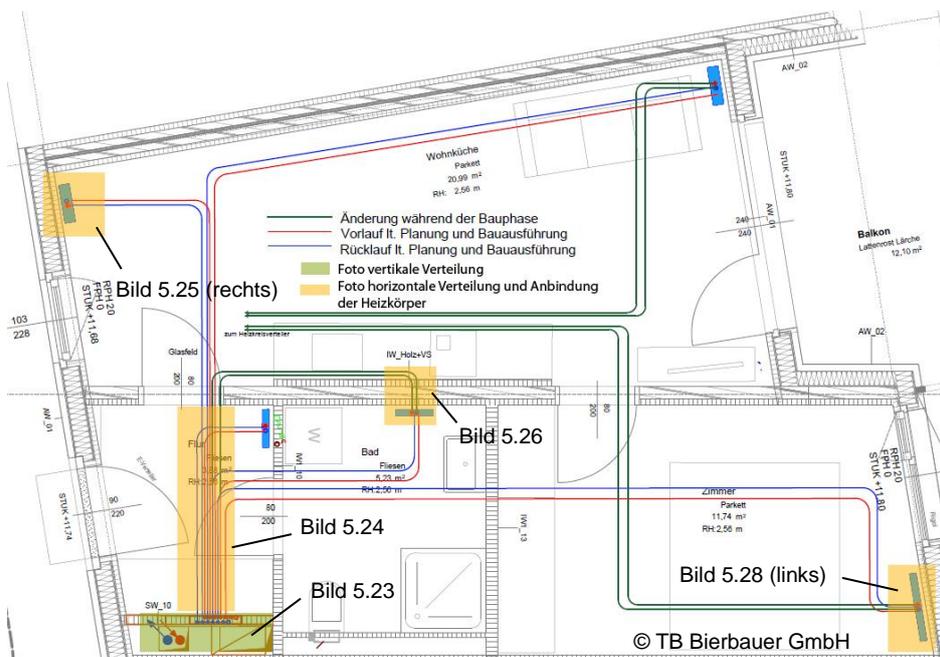


Bild 5.22 Grundrissdarstellung der Heizungsinstallation in Wohnung 2 im 1. OG

### Eigenschaften der eingesetzten Heizungsrohrleitungen:

Tabelle 19 zeigt eine Übersicht über die verwendeten Rohrmaterialien, Fabrikate, Rohrverbindungen und Rohrdurchmesser für die Heizungsleitungen im Geschoß und im Steigstrang.

Die Vor- und Rücklaufleitungen sind PE Rohre, die mit einer alukaschierten Wolle gedämmt sind. Die Anschlussleitungen sind ebenfalls Polyethylen Rohre, die bereits vorgedämmt geliefert werden.

Tabelle 19 Eigenschaften der eingesetzten Heizungsleitungen

	Fabrikat	Material	Durchmesser	Isolierung
Steigstrang Vor- und Rücklauf	Roth Alu Laserplus	PE	20 mm	20 mm
Anschlussleitungen	Roth Alu Laserplus	PE	25 mm	4 mm

### Vertikale Leitungsführung im Schacht:

Bild 5.23 (links) zeigt die Heizungsleitungen im Schacht, die hinter dem Heizkreisverteiler angeordnet sind. In Bild 5.23 (rechts) ist die Befestigung der Leitungen mittels Silka - Schienen an der Schachtrückwand zu erkennen.



Bild 5.23 Anordnung der Heizungsleitungen im Schacht (links) und Befestigung der Heizungsleitungen an der Schachtrückwand (rechts)

### Horizontale Leitungsführung im Geschoß:

In Bild 5.22 ist die Heizungsinstallation im Spagettisystem für Wohnung 2 im ersten Obergeschoß des zweiten Bauabschnittes dargestellt. Abweichend von der Planung, wurde im Zuge der Ausführung darauf geachtet, keine Heizungsleitungen im Badezimmer zu verziehen, um die Sekundärabdichtung zu schützen. In der Planung war ursprünglich vorgesehen, die Heizungsleitungen für den Anschluss der Heizkörper im Bad sowie im Schlafzimmer durch das Bad zu führen (Bild 5.22).

In Bild 5.24 ist der im Schachtkörper angeordnete Heizkreisverteiler für die Installation der Heizungsleitungen im Spagettisystem erkennbar.

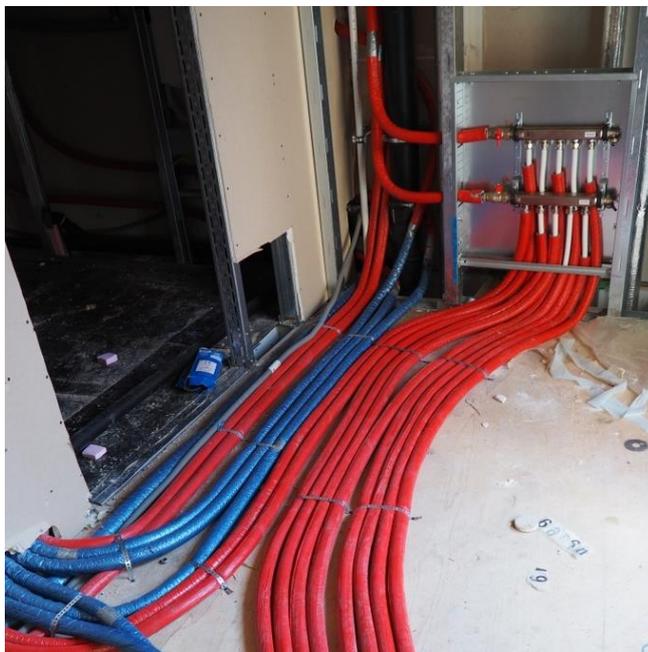


Bild 5.24 Heizkreisverteiler im Schacht

In Bild 5.25 (links) ist erkennbar, dass für jeden Heizkörper eine eigene Vor- bzw. Rücklaufleitung verlegt wurde. Dadurch sind keine Rohrverbindungen im Fußbodenaufbau erforderlich. Somit können Wasseraustritte aufgrund von mangelhaften Rohrverbindungen vermieden werden. Die Befestigung der Heizungsleitungen auf der Holzmassivdecke erfolgte gebündelt mittels Lochbändern, wie Bild 5.25 (rechts) zeigt.



Bild 5.25 Leitungsführung auf der Rohdecke: Vor- und Rücklauf von Heizkörpern (links) und Leitungsbefestigung (rechts)

Der Heizkörperanschluss im Badezimmer erfolgte über eine Heizungsleitung, die über die Küche an das angrenzende Badezimmer geführt wurde (Bild 5.26 - rechts). Dafür ist eine Durchdringung der Holzmassivwand notwendig, wie in Bild 5.26 (rechts) erkennbar. Durch diese Art der Leitungsinstallation wurden Heizungsleitungen im Badezimmer auf der Sekundärabdichtung vermieden.

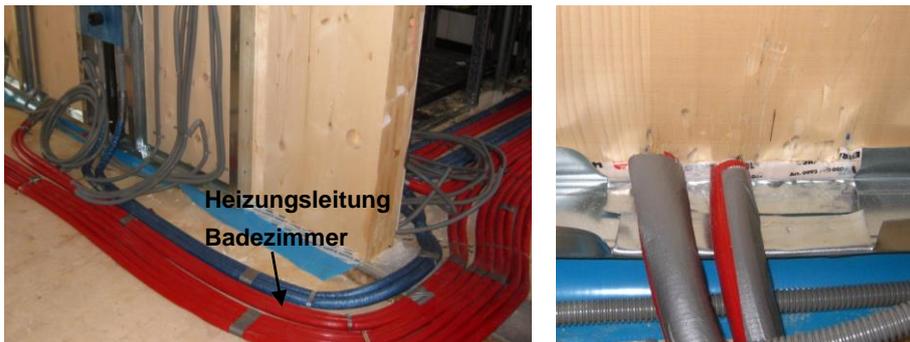


Bild 5.26 Heizungsleitung für das Badezimmer (links) und Durchdringung der Holzmassivwand für die Anspeisung der Heizkörper im Badezimmer (rechts)

### Anbindung der Heizkörper:

Die Anbindung der Heizkörper erfolgte über die Vorsatzschale mit einem Mittelanschluss. Im Badezimmer wurden Montageboxen verwendet, die an der Vorwandinstallation, mittels Lochband angebracht wurden (Bild 5.27 - links). Dadurch erfolgte die Verbindung der Montagebox mit den Leitungen in der Wand und nicht im Fußbodenaufbau. In Bild 5.27 (rechts) ist die Montagebox nach der Beplankung der GK - Wand dargestellt.



Bild 5.27 Montageelement für Heizkörper in der Vorsatzschale des Badezimmers (links) und Montagebox nach der Beplankung der GK - Wand (rechts)

In Bild 5.28 (links) ist erkennbar, dass die Anbindung der Heizkörper in Wohnräumen über eine Wandkonsole erfolgt. Diese ist an der Gipskartonwand befestigt.



Bild 5.28 Anbindung der Heizkörper in Wohnräumen (links) und Wandkonsole für den Heizkörperanschluss (rechts)

### 5.3.5 Elektroinstallation

Für die Dokumentation der Elektroinstallationen wurde Wohnung 1 im Erdgeschoß und 3. Obergeschoß des ersten Bauabschnitts, wie in Bild 5.2 dargestellt, herangezogen. Im Fokus der Betrachtung sind die Elektroinstallationen während der Rohbauphase. Folgende Punkte wurden im Zuge der Baustellendokumentation näher betrachtet:

- Vertikale Verteilung im Schacht (Steigleitungen)
- Horizontale und vertikale Verteilung in der Wohneinheit
- Installationsgegenstände im Raum (Befestigung, Anordnung...)

Bild 5.29 zeigt die planische Darstellung der Elektroinstallationen. Die gelb und grün markierten Flächen sind jene Positionen, an denen Fotos vor Ort aufgenommen wurden und die nachfolgend beschrieben werden.

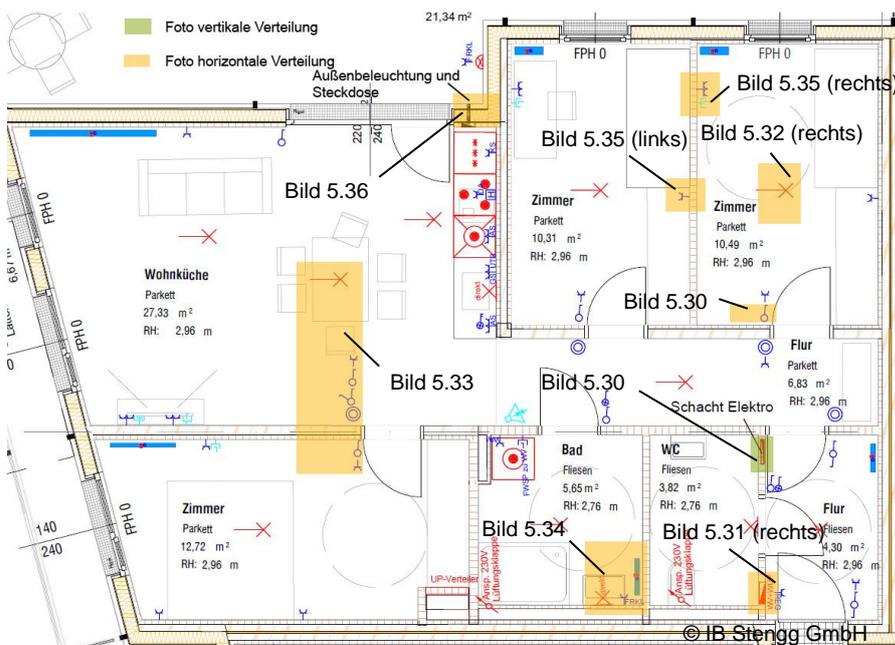


Bild 5.29 Grundrissdarstellung der Elektroinstallation

Elektroinstallationen wurden vor allem im Bereich der Badezimmer und im Bereich der Durchdringungen erfasst. In diesem Abschnitt wird insbesondere auf die Leitungsführung und die Befestigung eingegangen. Des Weiteren ist die Durchdringung der Außenwände für Lichtschalter bzw. Steckdosen ein zentraler Punkt, da die Dampfbremse durchdrungen wird.

### **Vertikale Verteilung im Schacht (Steigleitungen):**

Die vertikale Verteilung der Elektroinstallationen erfolgt nach dem Prinzip der Gruppenversorgung.

Die Kabeln wurden im Schacht D gemäß

Bild 4.14 einzeln verlegt. Dadurch sind für die Brandabschottung keine Brandschutzmanschetten erforderlich. Die Schächte wurden mit Gipsfaserplatten ausgekleidet, um die Brandschutzanforderungen zu erfüllen. Der Deckendurchbruch wurde mit einem Weichschott aus Steinwolle ausgefüllt, wie in Bild 5.30 (links) abgebildet. Abschließend wurde intumeszierendes Material auf das Weichschott aufgetragen (Bild 5.30 - rechts).



Bild 5.30 Weichschott (links) mit weißem, intumeszierenden Material (rechts)

### **Horizontale und vertikale Verteilung in der Wohneinheit:**

Für die horizontale und vertikale Verteilung im Geschoß wurde beispielhaft die Wohnung 1 im Erdgeschoß des ersten Bauabschnittes beobachtet.

Wie in Bild 5.31 (links) dargestellt, wird die Wohnung vom Steigstrang aus versorgt. Von dort werden die Leitungen über den Fußbodenaufbau zum Unterputzverteiler geführt, um anschließend die anderen Räume über den Fußbodenaufbau und die Wand zu versorgen. Der Unterputzverteiler ist im Vorraum in der Trennwand zum WC angeordnet (Bild 5.31 - rechts).



Bild 5.31 Schacht für Elektroinstallationen (links) und Unterputzverteiler (rechts)

Im Zuge der Ausführung der Elektroinstallationen wurde zuerst die Leerverrohrung verlegt und befestigt und anschließend die Mantelleitungen durchgezogen. Die Installation der Leerverrohrung erfolgte entlang der Wände und Decken parallel zu den Raumkanten (Bild 5.32). Grundsätzlich wurde darauf geachtet, dass die Elektroinstallation für Schalter und Steckdosen ca. 10 cm neben der Türleibung geführt werden. Die Lichtauslässe wurden in der Mittellinie der Decke eines Raumes angeordnet. Wie in Bild 5.32 (rechts) dargestellt, wurde für Lichtauslässe eine Kabelüberlänge bereitgestellt, um genügend Spielraum für den Anschluss der Lampe zu garantieren.



Bild 5.32 Leerverrohrung entlang der Wand für Schalter und Steckdosen (links) und an der Decke für Lichtauslässe (rechts)

Bei Sichtwänden erfolgte die Elektroinstallation für Schalter, Steckdosen und Lichtauslässe auf jener Wandseite, an der keine Sichtfläche ist. In Bild 5.33 (links) ist die Rückseite der Holzmassivsichtfläche dargestellt,

an welcher die Leerverrohrung für das nebenanliegende Wohnzimmer erfolgte. Für den Lichtauslass wurde mittels einer Bohrung die Leerverrohrung knapp unterhalb der Decke verlegt, wie Bild 5.33 (rechts) zeigt. Die Decke wurde mittels einer abhängigen Konstruktion verkleidet.



Bild 5.33 Leerverrohrung in Vorsatzschale (links) und an Sichtfläche (rechts)

In Sanitärbereichen erfolgte die Elektroinstallation in der Trockenbauwand. In Bild 5.34 ist erkennbar, dass die Leerverrohrung in die C - Profile der Trockenbauwand eingeschlizt ist, sodass eine Leitungsführung im Fußbodenaufbau vermieden wurde. Somit ist gewährleistet, dass die Sekundärabdichtung infolge von Befestigungen der Leitungen nicht beschädigt ist. An den Holzmassivwänden wurde die Leerverrohrung mittels Einschlagklemmschellen, wie in Bild 5.34 (rechts oben) dargestellt, bzw. auch mit Lochbändern (Bild 5.34 - rechts unten) befestigt.



Bild 5.34 Leerverrohrung in Sanitärräumen (links) und Befestigung an Massivwänden mittels Einschlagklemmschelle (rechts oben) bzw. Lochband (rechts unten)

### Installationsgegenstände im Raum (Befestigung, Anordnung...):

Für Steckdosen und Lichtschalter wurden Hohlwanddosen verwendet. Dazu wurde vor Ort ein Loch in die Holzmassivwand bzw. Trockenbauwand vom Elektriker gefräst und die Hohlwanddose eingesetzt. In den Wohnungstrennwänden wurden keine Brandschutzmaßnahmen für Hohlwanddosen vorgesehen.

Bei der Positionierung der Lichtauslässe, Steckdosen und Schalter wurde auf die Schutzbereiche im Badezimmer, laut ÖVE/ÖNORM E 8001 – 4 - 701:2013 geachtet. Es wurden keine Auslässe für Elektroleitungen in den Schutzbereichen angeordnet.

In Trennwänden aus Gipskarton wurde für Steckdosen auf die Positionierung in angrenzenden Räumen geachtet, da laut Herstellerangaben gegenüberliegende Steckdosen zu vermeiden sind, Bild 5.35.<sup>160</sup> Der Auslass für die Steckdose im rechten Zimmer ist näher bei der Balkontür als jener im linken Zimmer.



Bild 5.35 Auslässe für Steckdosen sind nicht gegenüberliegend angeordnet – linkes Zimmer (links) und rechtes Zimmer (rechts)

Alle Hohlwanddosen wurden ohne zusätzliche Brandschutzmaßnahmen, wie Umbauung der Dose im Gefach oder Verdichtung der Dämmung hinter der Dose, eingebaut.

Für Schalter im Außenbereich wurden Bohrungen in der Außenwand durchgeführt. Die Anbindung der Leerverrohrung an der Innenseite der Außenwand erfolgte mittels einer Dichtmanschette.

<sup>160</sup> KNAUF GESELLSCHAFT M.B.H.: Brandschutz mit Knauf. Trockenbau-Systeme und Systemprodukte. S. 35



Bild 5.36 Durchdringung der Außenwand für Lichtschalter und Steckdosen mittels Dichtmanschette

#### 5.4 Konstruktive Ausbildung von Durchdringungen

Die Art der konstruktiven Ausbildung von Durchdringungen ist im Holzbau aufgrund des notwendigen Feuchteschutzes von besonderer Bedeutung. Zahlreiche Feuchteschäden sind auf nicht sachgemäß ausgeführte Durchdringungen zurückzuführen.<sup>161</sup> In diesem Abschnitt sind die Anschlüsse von Abdichtungen an Rohdurchführungen von Wänden und Decken anhand folgender Beispiele beschrieben:

- Entwässerung der Sekundärabdichtung
- Rohrdurchführung für Sanitärinstallationen
- Anschluss der Badewanne an die Wand
- Bodenebene Dusche und Dusche mit Duschtasse
- Wanddurchdringung für Elektroinstallationen
- Wanddurchdringung für Außenarmaturen
- Dachdurchdringung für Schachtinstallationen

Das Hauptaugenmerk liegt bei der Art der Anbindung der Leitungen an die Abdichtung am Dach, die Dampfbremse bzw. Dampfsperre und die Verbundabdichtung im Badezimmer. Hierfür wird mittels Vertikalschnitten und einer Bilddokumentation die konstruktive Ausführung je Detailpunkt erläutert.

---

<sup>161</sup> VOGEL, K. et al.: Bewertung von Fehlstellen in Luftdichtheitsebenen - Handlungsempfehlung für Baupraktiker S. 33

#### 5.4.1 Entwässerung der Sekundärabdichtung

Für die Entwässerung der Sekundärabdichtung wurde ein Entwässerungsschlauch, ausgehend von jedem Badezimmer, in den Schacht verlegt. Der Schlauch soll gewährleisten, dass anfallende Wassermengen im Schadensfall abfließen und im Keller mit Hilfe eines Feuchtesensors detektiert werden können.

In Bild 5.37 ist ein Vertikalschnitt durch die Trockenbauwand des Badezimmers dargestellt. Der Schlauch wird in den Hochzug der Sekundärabdichtung mit Hilfe einer Dichtmanschette, wie in Bild 5.37 dargestellt, eingebunden.

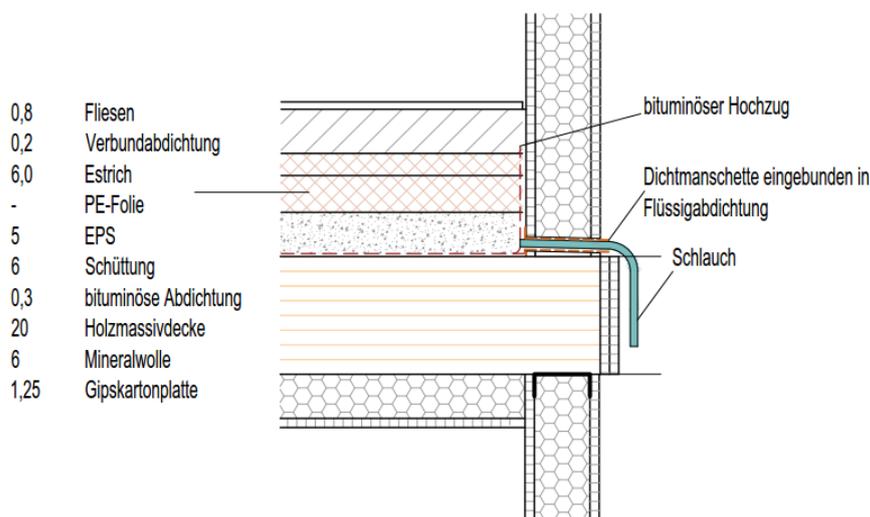


Bild 5.37 Vertikalschnitt des Entwässerungsschlauchs in den Schacht

Bild 5.37 zeigt, dass auf der Rohdecke im Badezimmer eine bituminöse Abdichtung mit einem Hochzug an der Trennwand verlegt wurde. Das Loch zur Führung des Entwässerungsschlauchs in der Trockenbauwand wird von der Baufirma vor Ort gebohrt. Die Abdichtungsfirma steckt eine Dichtmanschette in das Loch und bindet diese in den Hochzug ein. Im Anschluss kann der Installateur den Entwässerungsschlauch montieren und mittels einer Klemmschelle an der Dichtmanschette befestigen (Bild 5.38).



Bild 5.38 Befestigung mittels Klemmschelle an der Dichtmanschette



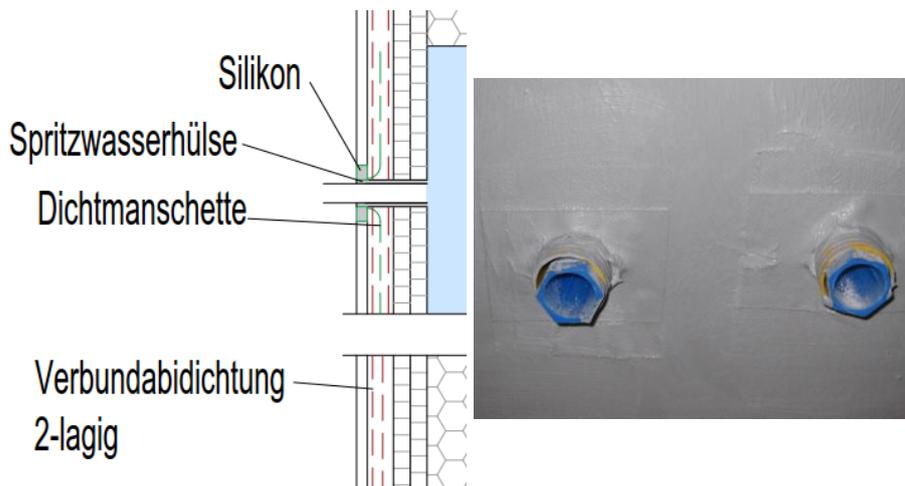


Bild 5.40 Detail der Anbindung der Verbundabdichtung mittels Dichtmanschette (links) und Anbindung in der Bauausführung (rechts)

### 5.4.3 Anschluss der Badewanne an die Wand

Der Anschluss der Badewanne ist aus schalltechnischer Sicht und aufgrund der Gefahr von Wasserhinterwanderungen von wesentlicher Bedeutung.

Bild 5.41 zeigt einen Vertikalschnitt durch die Badewanne sowie durch die angrenzende Gipskartonwand und den darunterliegenden Fußbodenaufbau. Die Badewanne wird mit Hilfe eines Wannenträgers auf dem Estrich bzw. die Verbundabdichtung gesetzt.

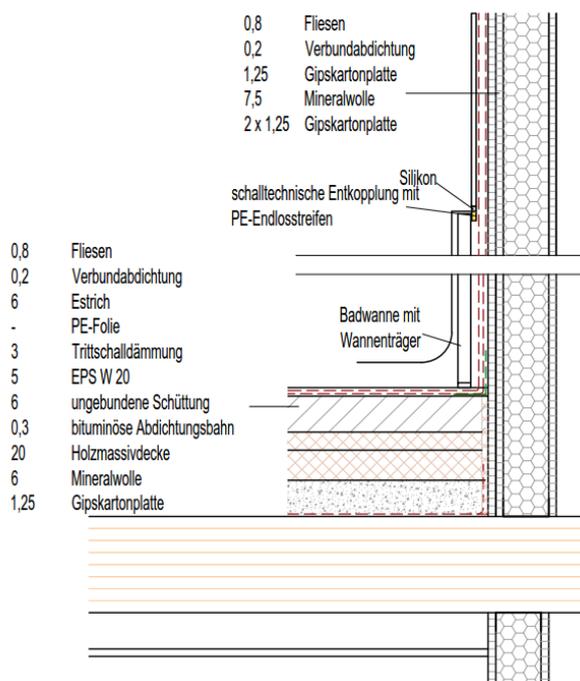


Bild 5.41 Vertikalschnitt durch die Badewanne und Anschluss an die Wand

Bevor die Montage der Badewanne erfolgt, verlegt der Fliesenleger die Verbundabdichtung am Estrich und an der Wand. Der Installateur kann anschließend den Wannenträger und die Badewanne auf die Verbundabdichtung am Estrich setzen, wie Bild 5.42 zeigt. Da die Badewanne auf den Fußbodenaufbau gestellt wird, ist keine zusätzliche Schallentkoppelung am Untergrund erforderlich.



Bild 5.42 Wannenträger und Badewanne auf der Verbundabdichtung

Zwischen Wand und Badewanne klebt der Installateur zur schalltechnischen Entkoppelung ein Klebeband an den Wannenrand, wie in Bild 5.43 (rechts) dargestellt. Nach der Positionierung der Badewanne wird eine Silikonfuge entlang des Wannenrandes gezogen. Im Anschluss kann der Fliesenleger die Fliesen verlegen.

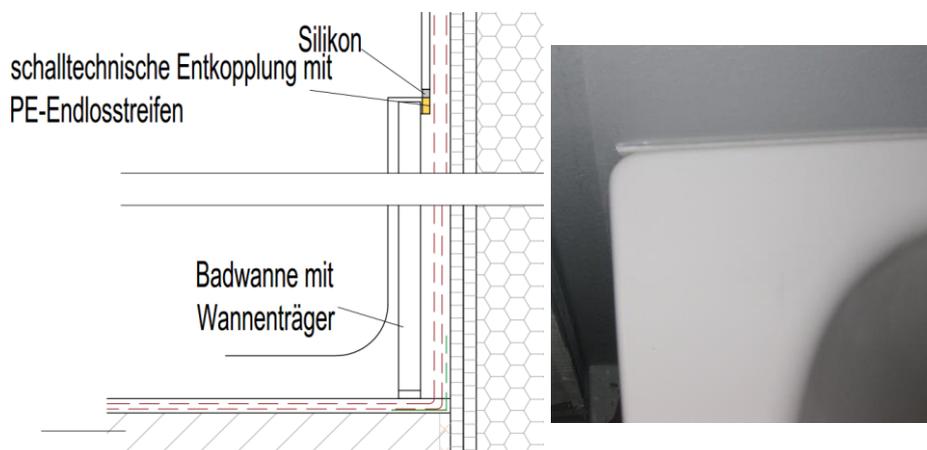


Bild 5.43 Detail des Anschlusses der Badewanne an die Wand (links) und schalltechnische Entkoppelung (rechts)

#### 5.4.4 Bodenebene Dusche und Dusche mit Duschtasse

Im Erdgeschoß wurden im Gegensatz zu den Obergeschoßen zur Sicherstellung eines barrierefreien Zugangs keine Duschtassen verwendet, sondern barrierefreie bodenebene Duschen verlegt. In diesem Abschnitt wird zunächst auf die barrierefreien Duschen eingegangen. Anschließend wird die Ausführung mit Duschtassen erläutert.

Bild 5.44 (links) zeigt einen Vertikalschnitt durch die ausgeführte bodenebene Dusche. Bei der Ausführung weist der Estrich ein Gefälle von 1 % auf. Der Duschbodenablauf ist ein vorgefertigtes System der Firma Gerberit. Dieser wird auf die Sekundärabdichtung durch den Installateur aufgesetzt, wie in Bild 5.44 (rechts) dargestellt. Beim eingesetzten Fabrikat ist der Dichtflansch bereits montiert.

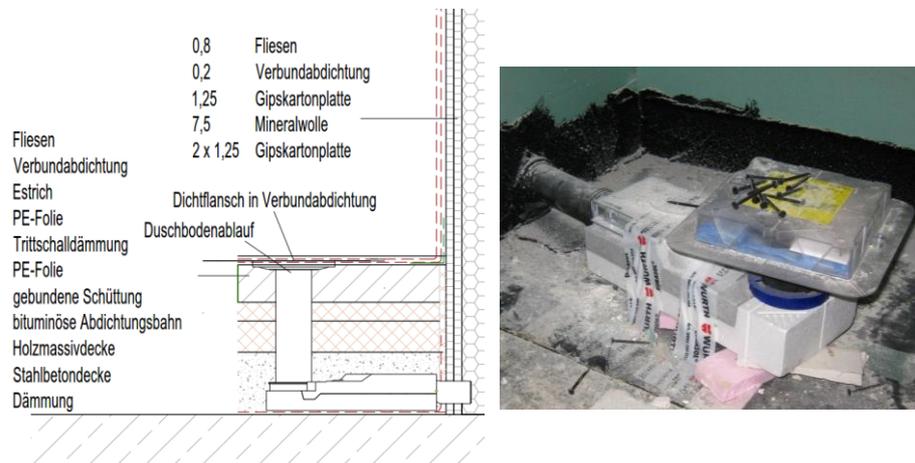


Bild 5.44 Vertikalschnitt durch die bodenebene Dusche (links) und Einbau des Duschbodenablaufs (rechts)

Bild 5.45 (links) zeigt die Detailausführung des Duschbodenablaufs. Es ist erkennbar, dass der Dichtflansch mit dem Duschbodenablauf fest verbunden ist und vom Fliesenleger in die beiden Lagen der Verbundabdichtung eingebunden wird (Bild 5.45 - rechts). Die Abwasserleitung wird durch die Wand zum Schacht geführt.

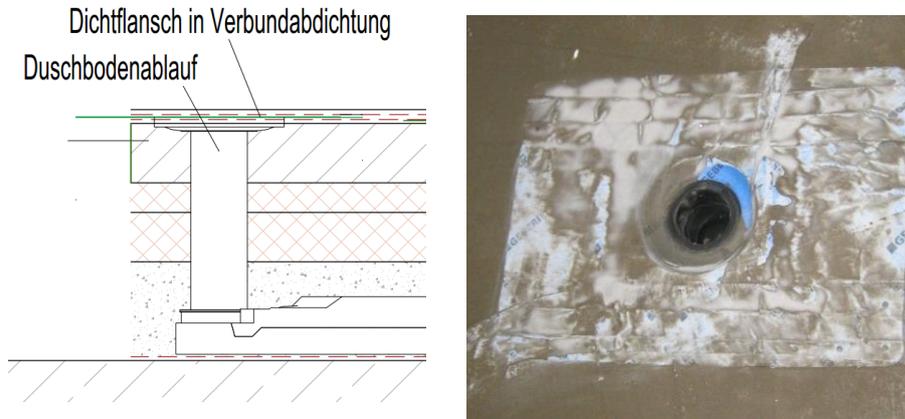


Bild 5.45 Detailausbildung des Duschbodenablaufes (links) und Dichtflansch in der Verbundabdichtung (rechts)

In den Obergeschoßen wurden anstatt bodenebener Duschen, vorgefertigte Duschtassen verwendet. Diese werden auf die Verbundabdichtung der Rohdecke gesetzt. Bild 5.46 (links) zeigt einen Vertikalschnitt durch die Gipskartonwand und den Fußbodenaufbau im Badezimmer mit der Rohrdurchführung des Duschbodenablaufes. In Bild 5.46 (rechts) sind ein Duschtassenträger und eine Duschtasse im eingebauten Zustand abgebildet.

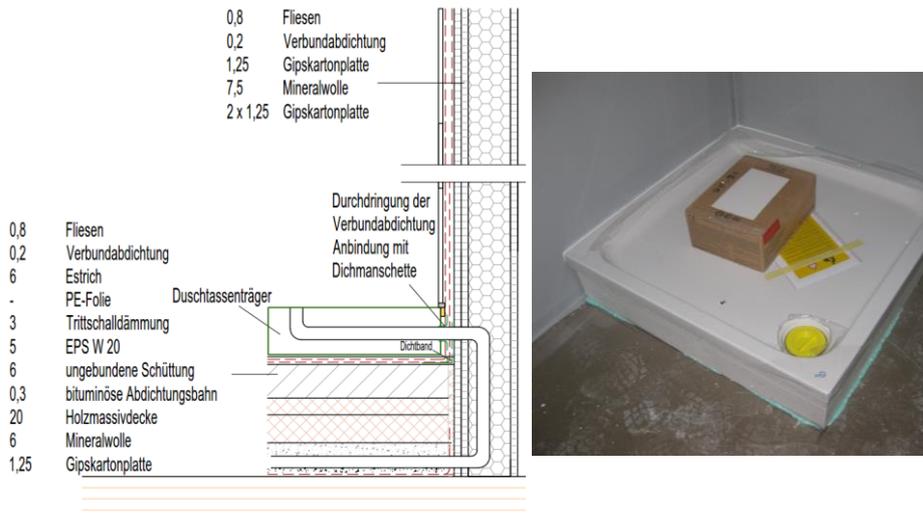


Bild 5.46 Vertikalschnitt einer Duschtasse (links) und eingebaute Duschtasse (rechts)

Die Anbindung der Verbundabdichtung an die Abwasserleitung der Duschtasse ist in Bild 5.48 (links) dargestellt. Zu Beginn verlegt der Fliesenleger die erste Lage der Verbundabdichtung und danach erfolgt die Verlegung des Dichtbandes, wie in Bild 5.47 (links) dargestellt. Damit der Fliesenleger die Dichtmanschette anschließen kann, montiert der Installateur eine Rohrverlängerung (Bild 5.47 - rechts).



Bild 5.47 Anschluss mit Dichtband (links) bzw. Rohrverlängerung und Anschluss der Dichtmanschette (rechts)

Verlegt der Installateur die Rohrverlängerung vor dem Verlegen des Dichtbandes, ist die Montage des Dichtbandes für den Fliesenleger erschwert.

Abschließend kann der Fliesenleger die zweite Lage der Verbundabdichtung anbringen und der Installateur die Duschtasse versetzen, wie in Bild 5.48 (rechts) dargestellt.

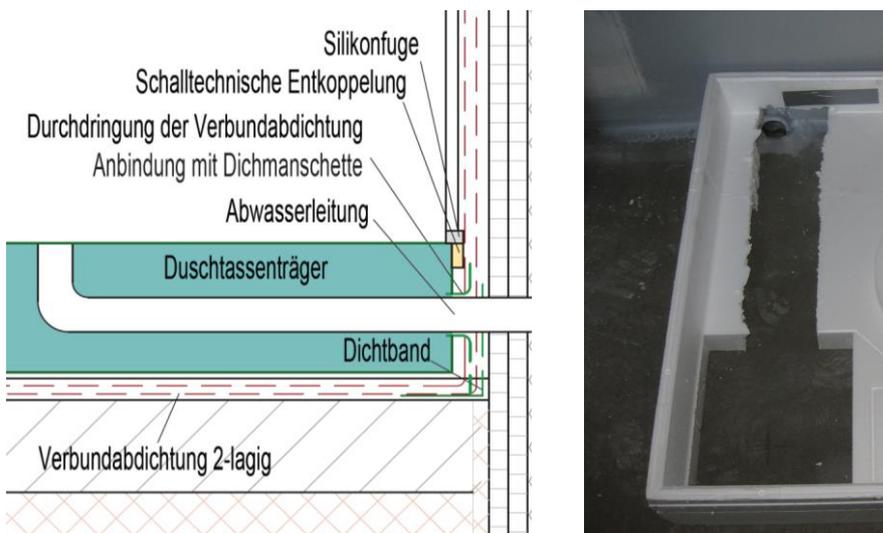


Bild 5.48 Anbindung der Abwasserleitung an die Verbundabdichtung

Der Anschluss der Duschtasse an die Wand erfolgt wie im Falle der Badewanne mittels eines PE-Klebebandes zur Schallentkoppelung (Bild 5.43).

Bei einer bodenebenen Dusche mit Durchdringung der Sekundärabdichtung sind zwei Abdichtungsmaßnahmen zu setzen. Zum einen die Abdichtung beim Duschbodeneinlauf im Boden und zum anderen bei der Wanddurchdringung mit der Abwasserleitung. Bei einer Verwendung einer Duschtasse ist lediglich eine Abdichtung, nämlich jene bei der Wanddurchführung der Abwasserleitung notwendig.

### 5.4.5 Wandschneidungen für Elektroinstallationen

Bei der Durchdringung der Holzleichtbauwand für das Anbringen einer Steckdose im Außenbereich wurde die im Werk vorgefertigte Wand durchbohrt. Anschließend wurde die Leerverrohrung eingebracht und an die dampfdichte Ebene mit einer Dichtmanschette angeschlossen. Die Vorsatzschale an der Innenseite der Außenwand wird nach der Fertigstellung der Installationen vor Ort ausgeführt. In Bild 5.49 ist ein Vertikalschnitt durch die Holzleichtbauwand der Außenfassade mit der Durchdringung für die Leerverrohrung und der Anbindung der Dichtmanschette dargestellt.

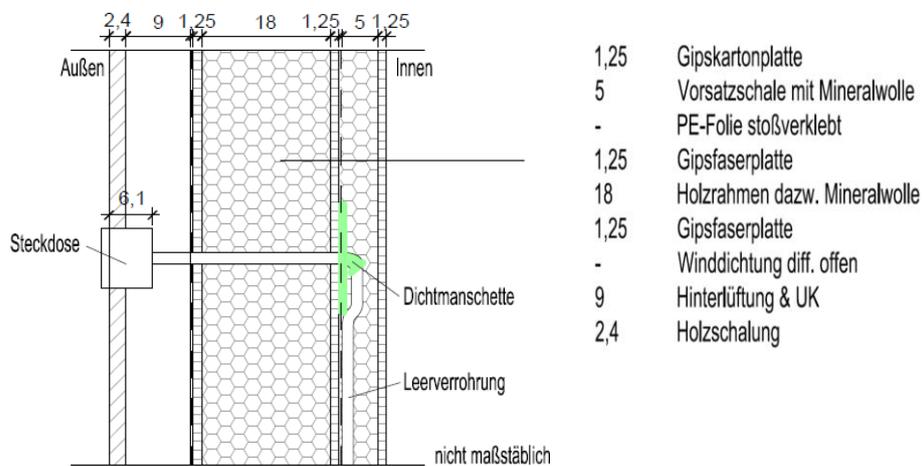


Bild 5.49 Vertikalschnitt Wandschneidung der Leerverrohrung

Die Leerverrohrung wird am Riegel der Vorsatzschale befestigt um die dampfdichte Schicht nicht zu beschädigen, wie in Bild 5.50 (links) erkennbar. Um einen Luftzug durch die Leerverrohrung und eine Rauchübertragung im Brandfall zu verhindern, wurde die Leerverrohrung mittels einer Durchführungstülle versehen, wie in Bild 5.50 (rechts) abgebildet.



Bild 5.50 Dampfdichter Anschluss an die Dampfbremse (links) und Leerverrohrung mit Durchführungstülle (rechts)

### 5.4.6 Wanddurchdringungen für Außenarmaturen

Für die Außenarmatur auf der Terrasse musste die Außenwand, wie im Fall der Steckdose im Außenbereich, durchdrungen werden. In Bild 5.51 ist ein Vertikalschnitt durch die vorgefertigte Außenwand in Holzleichtbauweise mit der innenseitigen Anbindung der Dampfbremse mittels einer Dichtmanschette dargestellt. Die Vorsatzschale an der Innenseite wurde nach der Leitungsinstallation fertiggestellt.

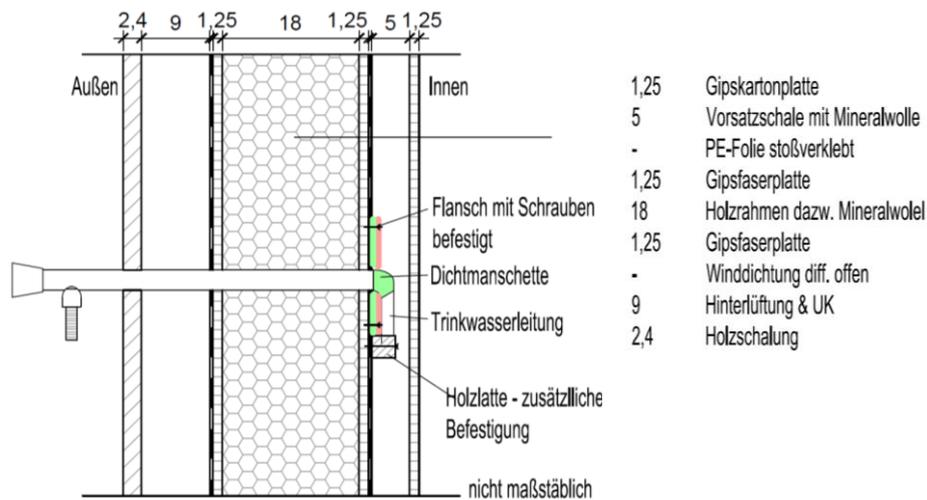


Bild 5.51 Vertikalschnitt der Außenwand für die Außenarmatur

Bild 5.52 (links) zeigt den Anschluss der Außenarmatur an die Dampfbremse mittels der Dichtmanschette. Der geschraubte Flansch dient als Befestigungselement an Leichtbauwänden. Die Holzelemente, die in Bild 5.52 (links) zu erkennen sind, dienen zur zusätzlichen Fixierung der Armatur. Damit kann eine Gegendrehung durch eine Benützung der Armatur ausgeschlossen werden. Die Außenarmatur wird an der vorgehängten Fassade (Holzlattung) befestigt, wie in Bild 5.52 (rechts) dargestellt.

Die Rohrdurchführung wird in einem Gefälle von 1 % verlegt, um eine vollständige Entleerung zu gewährleisten. Dadurch ist die Frostsicherheit der Armatur gewährleistet und ein Abdrehen der Wasserleitung im Winter ist nicht zwingend erforderlich.



Bild 5.52 Anschluss der Außenarmatur mittels Dichtmanschette und Flansch (links) und fertig gestellte Außenarmatur im Terrassenbereich (rechts)

#### 5.4.7 Dachdurchdringung und Schachtinstallation

Für die Entlüftung der Fallleitungen über Dach sind Schachtaufsätze am Flachdach notwendig. Diese wurden seitens der Baufirma vor Ort aus 3-schichtigen Massivholzplatten hergestellt.

In Bild 5.53 ist ein Vertikalschnitt durch die Flachdach- und Schachtkonstruktion dargestellt. In diesem Detail sind die Abdichtungsebenen (Dampfsperre und Abdichtung) und deren Anbindung an den Schacht und an das Rohr mittels Dichtmanschetten dargestellt. Im Schacht wurde vom Installateur das Rohr mit einer Dichtmanschette an die Dampfsperre angeschlossen, wie in Bild 5.54 (rechts) dargestellt.

Der runde Ausschnitt für die Rohrdurchführung aus der Schachtkonstruktion wurde von der Baufirma vor Ort gefräst. Anschließend konnte der Installateur das Rohr einführen. Danach bringt der Dachdecker die Dichtmanschette an der Schachtaußenseite an und dichtet den Schacht auch an der Oberseite ab, Bild 5.55.

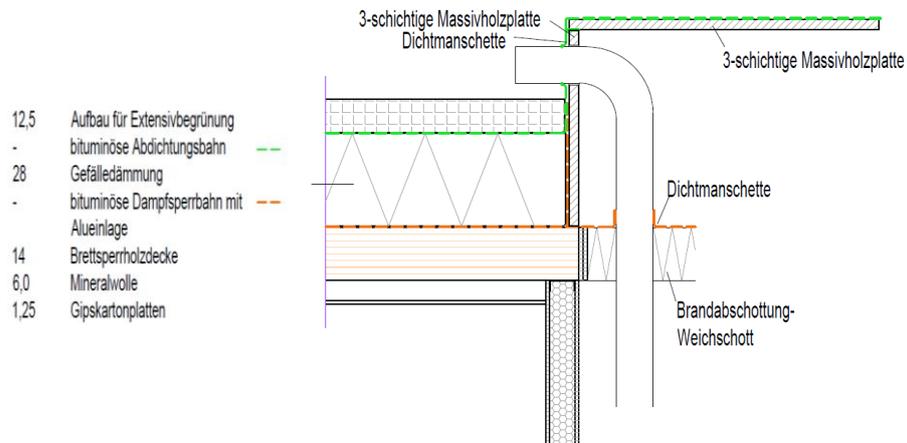


Bild 5.53 Vertikalschnitt Schachkonstruktion am Dach

Nachfolgend wird mit Hilfe einer Bilddokumentation die tatsächliche Bauausführung der Abdichtungen der Rohre und der Schachtkonstruktion erläutert.

Die bituminöse Dampfsperre wurde an die Schachtwand geflämmt, wie in Bild 5.54 (links) dargestellt. Die Rohrleitungen im Schacht durchdringen die Dampfsperre und werden mit einer Dichtmanschette an die Dampfsperre angebunden (Bild 5.54 - rechts).



Bild 5.54 Anbindung der Dampfsperre (links) und an die Rohre im Schacht (rechts)

In Bild 5.55 (links) ist die hergestellte außenliegende Abdichtung des Schachtaufsatzes dargestellt. Die Schachtwand wird mit der Falleitung für Belüftungszwecke durchdrungen. Die Anbindung der Dachabdichtung an die Rohrdurchführung wird vom Dachdecker ausgeführt. Dies erfolgt über eine Manschette die aufgeklebt wird (Bild 5.55 - rechts).



Bild 5.55 Abdichtung des Schachtaufsatzes (links) und der Rohrdurchführung mittels Dichtmanschette (rechts)

## 5.5 Montageablauf

Im Zuge der Baustellendokumentation wurden Montageabläufe der Wand- und Deckendurchdringungen aufgenommen. Damit soll aufgezeigt werden, wieviele Gewerke an den unten genannten Arbeitsschritten beteiligt waren:

- Montage eines Lichtschalters im Außenbereich
- Montage einer Außenarmatur auf der Terrasse
- Rohrdurchführung durch das Flachdach

Des Weiteren wird dargestellt, welche Gewerke für welche Tätigkeiten zuständig waren. In der Dokumentation werden die Reihenfolge der einzelnen Tätigkeiten und die Zuständigkeiten festgehalten. Mit Hilfe bildlicher Darstellungen wird der Montageablauf erläutert und die Zuständigkeiten je Tätigkeit aufgelistet.

### 5.5.1 Montageablauf eines Lichtschalters im Außenbereich

Für Lichtschalter, Türglocken und Beleuchtungen im Außenbereich wird häufig die Außenwand durchdrungen. Dadurch ist eine Lochdurchdringung der luftdichten Schicht an der Innenseite und der winddichten Ebene an der Außenseite erforderlich. Bild 5.56 zeigt den Montageablauf eines Lichtschalters im Außenbereich und die zuständigen Gewerke für die einzelnen Tätigkeiten.

Die Außenwand wird im Werk von der Baufirma vorgefertigt, auf die Baustelle gebracht und montiert. Anschließend kann der Elektriker das Loch für die Leerverrohrung bohren und diese durchstecken. An der Innenseite wird die Leerverrohrung mit einer Dichtmanschette an die luftdichte Ebene angeschlossen. Um einen Luftzug von außen nach innen zu vermeiden wird die Leerverrohrung im Außenbereich mit einer Durchführungstülle versehen. Im Anschluss kann der Elektriker die Mantelleitung durchziehen, die Hohlwanddose an der Hinterlüftung befestigen und anschließend den Lichtschalter montieren. Die Vorsatzschale wird nach der Rohinstallation von der Trockenbaufirma fertig gestellt. Die Winddichtung an der Außenseite wird nicht angeschlossen.

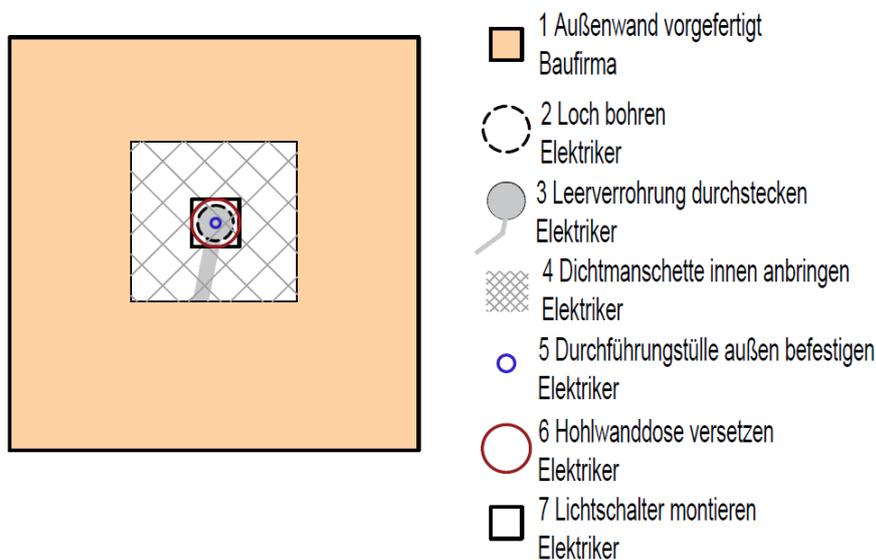


Bild 5.56 Chronologischer Montageablauf eines Lichtschalters im Außenbereich

### 5.5.2 Montageablauf einer Außenarmatur in einer Holzleichtbauwand

Für die Installation der Trinkwasserversorgung auf der Terrasse ist ebenfalls die Außenwand zu durchdringen. Im untersuchten Wohnbauprojekt wird die Holzrahmenwand im Werk vorgefertigt, die Vorsatzschale an der Innenseite wird jedoch erst auf der Baustelle nach den Installationsarbeiten fertiggestellt.

In Bild 5.57 sind der Montageablauf der Wanddurchdringung für eine Außenarmatur und die Zuständigkeiten dargestellt. Die Baufirma stellt die Außenwand her und der Installateur erledigt die folgenden Arbeiten für die Montage. Zunächst wird ein Loch durch die Außenwand gebohrt, anschließend wird die Außenarmatur durch das Loch gesteckt und mit einer Dichtmanschette an die Dampfbremse angebunden. An der Innenseite wird die Armatur mit einem Flansch befestigt. Danach kann der Installateur die Leitung an die Armatur anschließen und in der Vorsatzschale verlegen.

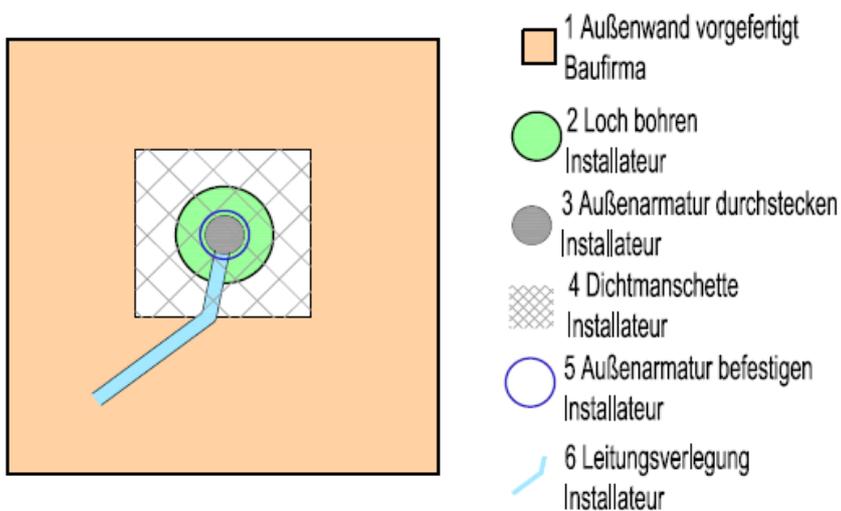
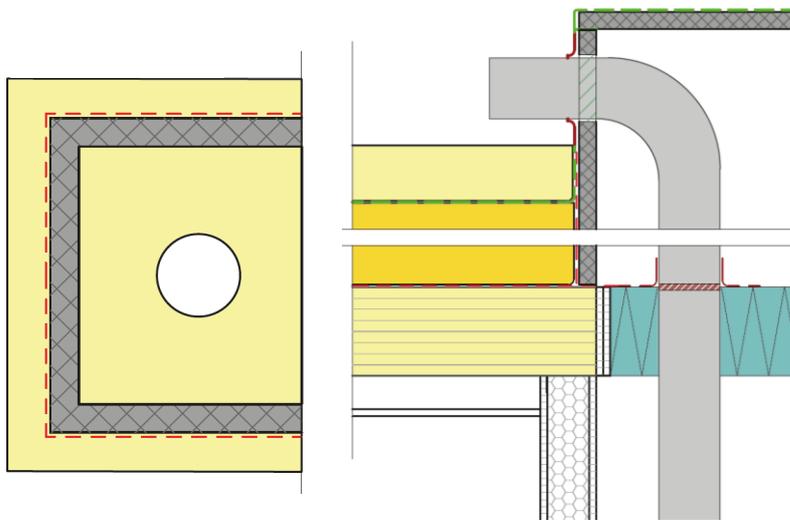


Bild 5.57 Chronologischer Montageablauf einer Außenarmatur

### 5.5.3 Montageablauf der Rohrdurchführung durch das Flachdach

In diesem Bauprojekt werden alle vertikalen Fallleitungen und Lüftungsröhre in Schächten geführt. Die Rohrleitungen werden gebündelt über das Flachdach für die Belüftung geführt. Es sind keine Einzeldurchführungen notwendig. Bild 5.58 zeigt eine Skizze und Beschreibung des Montageablaufs für die Herstellung der Dachdurchführung. Aufgezeichnet wurden die Tätigkeiten und die Zuständigkeiten in der Reihenfolge der Ausführung.

Die Holzmassivdecke wird seitens der Baufirma mit dem Deckendurchbruch auf die Baustelle geliefert und montiert. Anschließend bringt der Dachdecker die Dampfsperre durchgängig auf, damit die Baufirma im nächsten Schritt den Schachtaufsatz aus Holz anfertigen und montieren kann. Nach der Montage bindet der Dachdecker die aufgesetzte Schachtwand in die Dampfsperre ein und verlegt die Gefälledämmung und die Dachabdichtung. Der Schachtaufsatz wird vom Dachdecker auch vollständig in die Dachabdichtung eingebunden. Anschließend bohrt die Baufirma das Loch für die Rohrdurchführung in den Schachtaufsatz. Das Loch in der Dampfsperre im Schacht schneidet der Installateur aus. Anschließend kann der Installateur die Leitungen verlegen und mittels Dichtmanschette das Rohr an die Dampfsperre im Schacht anbinden. Im Anschluss erfolgt die Komplettierung des Brandschotts durch die Brandschutzfirma. Die Dichtmanschette an der Außenseite der Schachtwand bringt der Dachdecker auf.



- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li> 1 Decke vorgefertigt<br/>Baufirma</li> <li> 2 Dampfsperre<br/>Dachdecker</li> <li> 3 Schachtaufsatz aus Holz<br/>Baufirma</li> <li> 4 Anbindung der Dampfsperre an<br/>den Schacht<br/>Dachdecker</li> <li> 5 Verlegung Gefälledämmung<br/>Dachdecker</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li> 6 Verlegung der Dachabdichtung &amp;<br/>Anbindung an den Schachtaufsatz<br/>Dachdecker</li> <li> 7 Loch durch Schachtaufsatz bohren<br/>Baufirma</li> <li> 8 Loch aus Dampfsperre ausschneiden<br/>Installateur</li> <li> 9 Leitungsverlegung<br/>Installateur</li> <li> 10 Komplettierung Brandschott<br/>Brandschutzfirma</li> <li> 10 Anbinden der Dampfsperre an das<br/>Rohr mittels Dichtmanschette<br/>Installateur</li> <li> 11 Anbindung der Dachabdichtung an das<br/>Rohr<br/>Dachdecker</li> </ul> |
|--|--|

Bild 5.58 Chronologischer Montageablauf einer Dachdurchdringung – Horizontalschnitt (links) und Vertikalschnitt (rechts)

## 5.6 Resümee

Abschließend sind jene wesentlichen Aspekte der Baustellendokumentation noch einmal zusammengefasst dargestellt, die für die nachfolgende Analyse der Baustellendokumentation in Kapitel 6 besonders relevant sind.

### Leitungsführung:

- **Vertikale Erschließung** mit Steigsträngen je Bauabschnitt
- **Horizontale Leitungsführung:**

Installation	Art der Verlegung	Installationsbereich
Abwasserinstallation	-	FB* / GK / VS
Heizungsinallation	Spagettisystem	FB* / VS
Trinkwasserinstallation	Kombination Reihen-/T-Installation	VS* / FB
Elektroinstallation	Gruppenversorgung	VS* / FB*

FB... Fußbodenaufbau, GK... Gipskartonwand, VS... Vorsatzschale  
 \* ... vorwiegend in diesem Installationsbereich

### Sekundärabdichtung:

- **Bitumenbahn** auf der Holzmassivdecke im **Badezimmer** mit **Hochzug an der Gipskartonwand**
- **Entwässerungsmöglichkeit** mit Hilfe eines **Schlauchs über den Schacht** je Wohnung
- Feuchtedetektion je Wohnung mittels **Feuchtesensor** im Keller-geschoß

### Ablauf für bodenebene Duschen / Duschtassen:

- **Barrierefreie bodenebene Duschen** werden mit einer **Montagebox** für den **Duschbodenablauf** (Gully) entwässert
- Für nicht barrierefreie Duschen werden **Duschtassenträger** verwendet. Der **Duschablauf** wird über die **Wand geführt**

### Wand-, Dach- und Deckendurchdringungen:

- Die Anbindung der **Rohrdurchführungen für Sanitärgegenstände** erfolgt mit **Dichtmanschetten**
- **Durchdringungen der Außenwände** für Außenarmaturen, Lichtschalter etc. werden mit Hilfe von **Dichtmanschetten an die Dampfbremse** angebunden
- **Falleitungen** werden im **Schachtbereich über Dach** geführt und mit Hilfe von **Dichtmanschetten an die Abdichtungsebenen am Dach** angebunden

## 6 Herausforderungen im Bauablauf

In diesem Kapitel werden die Herausforderungen im Bauablauf in Bezug auf den technischen Ausbau der untersuchten Wohnanlage in Holzmischbauweise aufgezeigt. Das Kapitel gliedert sich in folgende Themenbereiche:

- Konstruktive Problemstellungen
- Koordination während der Bauausführung

Erstere zeigen die Komplikationen in den Bauteilschichten bei der Montage von Installationsgegenständen und Brandschutzbauteilen. Herausforderungen bei der Koordination zwischen den einzelnen Gewerken werden anschließend erläutert.

### 6.1 Konstruktive Problemstellungen

Konstruktive Problemstellungen können in jedem Bauvorhaben auftreten, jedoch sollten diese so gut wie möglich vermieden werden. Ziel dieses Abschnitts ist es, die konstruktiven Problemstellungen in dem Holzwohnbau in der Max-Mell-Allee 6 aufzuzeigen. Dies ist für Planer und ausführende Gewerke eine Unterstützung für zukünftige Bauvorhaben.

Bereiche in denen konstruktive Problemstellungen während der Bauphase auftraten sind in Bild 6.1 dargestellt.

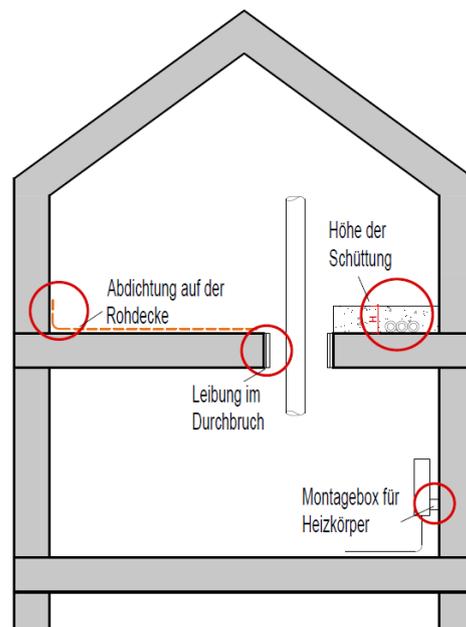


Bild 6.1 Übersicht beobachteter konstruktiver Problemstellungen

### 6.1.1 Leitungsführung in Bezug auf die Sekundärabdichtung

In der Planung wurde versucht, die Leitungen im Badezimmer weitestgehend in der Wand zu führen, um die Sekundärabdichtung nicht zu beschädigen. Jedoch war dies nicht überall möglich, sodass Leitungen auch im Fußbodenaufbau geplant wurden.

Während der Bauphase wurde zu Beginn versucht auch jene Leitungen, die im Fußbodenaufbau des Badezimmers geplant waren, in der Wand zu verlegen. Bei dieser Art der Verlegung ergaben sich allerdings nachfolgende Herausforderungen, sodass in weiterer Folge davon Abstand genommen wurde und die Leitungen im Badezimmer wieder auf der Sekundärabdichtung, laut Planung, verlegt werden. Dadurch ergaben sich neue Herausforderungen, die ebenfalls nachfolgend erläutert werden.

In Bild 6.2 ist die Installation der Leitungen in der Gipskartonwand dargestellt. Es ist erkennbar, dass die Abwasserleitung die Ständerprofile der Trockenbauwand durchdringt.



Bild 6.2 Leitungsführung in der Trockenbauwand

Durch die „Vor-Ort“ Lösung der Leitungsführung in der Wand wurde festgestellt, dass die Trockenbauwände hierfür nicht ausreichend dimensioniert wurden. Der Ständer einer Gipskartonwand hat eine Breite von 75 mm und die Steckmuffe des Abwasserrohres mit der Dimension DN 50 weist einen Außendurchmesser von 63 mm auf. Somit bleiben nur 12 mm des Ständerprofils übrig. Dadurch musste der Installateur die Abwasserrohre stückeln und zwischen den Ständerprofilen einfädeln. Diese Art der Leitungsführung war für den Installateur ein großer Installationsaufwand und führte zu zahlreichen Verbindungsstellen in der Abflussleitung.

Deshalb wurden die Leitungen in weiterer Folge wie geplant auf der Sekundärabdichtung verlegt. Durch die Installation im Fußbodenaufbau auf der Sekundärabdichtung waren nun jedoch in vielen Bereichen Durchdringungen des Hochzugs der Sekundärabdichtung erforderlich. Wie in Bild 6.3 dargestellt durchdringen die Abwasserleitung (schwarz) und die Wasserleitung (blau) den Hochzug der Abdichtung. Die Durchdringungen wurden nicht mit Dichtmanschetten versehen.



Bild 6.3 Durchdringung des Hochzugs der Sekundärabdichtung

Um Wasseraustritte aus Rohrleitungen zu entwässern, wurde ein Entwässerungsschlauch in den Schacht geführt, wie in Abschnitt 5.3.3 beschrieben. In Bild 6.4 ist ersichtlich, dass dieser Entwässerungsschlauch im Eckbereich des Badezimmers geführt wurde. Im Bereich davor liegen die Abwasserleitungen der Sanitärgegenstände. Eine Ableitung von etwaigen Wasseransammlungen ist aufgrund der Abwasserleitungen nicht möglich.



Bild 6.4 Entwässerungsschlauch in den Schacht im Eckbereich des Badezimmers

Für jede Wohnung wurde ein Entwässerungsschlauch in den Schacht geführt. Dadurch ist bei jeder geschoßweisen Brandabschottung und für jeden Entwässerungsschlauch eine Brandschutzmanschette bzw. in diesem Fall ein Brandschutzband erforderlich. In Bild 6.5 ist die Durchdringung eines Schlauches mit einem Brandschutzband (schwarz) in der Decke des 2. Obergeschoßes dargestellt.



Bild 6.5 Durchdringung der Brandabschottung durch den Entwässerungsschlauch

### 6.1.2 Leibungen in Deckenausschnitten

Die BSP Platten wurden mit runden werkseitigen Fräsungen der Durchbrüche geliefert. Aus Brandschutzgründen wurden Leibungen aus 2 x 12,5 mm GF-Platten seitens des Bauunternehmens vor Ort angebracht.

Bei der Montage der GF-Platten in den ersten Bauabschnitten ergaben sich aufgrund der runden werkseitigen Ausfräsung des Deckenausschnittes Anpassungsprobleme, wie in Bild 6.6 dargestellt.



Bild 6.6 Runder Deckendurchbruch mit Verkleidung der Leibung aus GF-Platten

Die bündige Montage der GF-Platten war zum einen für den Professionsisten eine Herausforderung zum anderen ist aufgrund der dadurch entstehenden Hohlräume die Verhinderung der Rauchübertragung im Brandfall nicht gegeben.

Deshalb wurden sämtliche bereits ausgeführte GF-Platten demontiert und die Deckenausschnitte in allen Bauabschnitten vor Ort erneut zu eckigen Durchbrüchen geschnitten. Somit konnten die GF-Platten bündig an den Deckenausschnitt angeschraubt werden, wie in Bild 6.7 dargestellt.



Bild 6.7 Eckiger Durchbruch mit GF-Platten

### 6.1.3 Schachtgröße für Elektroleitungen

Die Leibung aus GF-Platten in den Deckendurchbrüchen ist aus brand-schutztechnischen Gründen erforderlich. Diese wurde allerdings erst während der Bauphase vereinbart und in der Dimensionierung der Schächte für Elektroinstallationen nicht berücksichtigt. Dadurch wurde während der Bauausführung festgestellt, dass der Schacht zu klein ist, weshalb er um die Dicke der Leibungsverkleidung (je Seite 3 cm) vergrößert werden musste. Die Schächte wurden daher während der Bauphase vor der Montage der Leibungsverkleidung durch Ausschneiden vergrößert.

### 6.1.4 Heizungsinstallation – Heizkörperbox

Der Anschluss der Heizkörper erfolgte je nach Bedarf mit Wandkonsolen oder mit Heizkörperboxen in der Vorsatzschale. Geplant war, dass an Innenwänden mit Vorsatzschalen die Montage mit Heizkörperboxen erfolgt und an den Außenwänden mit Wandkonsolen. In einigen Sanitär-räumen wurden an den Außenwänden trotzdem Heizkörperboxen montiert. In Bild 6.8 (links) ist erkennbar, dass durch die Montage dieses Elementes, die Dampfbremse in der Holzriegelwand durchdrungen wird. In anderen Wohnungen bzw. Geschoßen wurde der Heizkörper an der Außenwand im Badezimmer wie geplant mittels einer Wandkonsole montiert, wie in Bild 6.8 (rechts) dargestellt.



Bild 6.8 Heizkörperbox in der Außenwand (links) und Wandkonsole an der Außenwand (rechts)

### 6.1.5 Schütthöhe im Fußbodenaufbau

Die Höhe und das Material der Schüttung sind zum einen für den Schallschutz ein wesentliches Thema und zum anderen auch für eine etwaige Leitungsführung im Fußbodenaufbau der Leitungen, da eine vollständige Überdeckung sicherzustellen ist. In Bild 6.9 ist der Fußbodenaufbau dargestellt. Die Schütthöhe der ungebundenen Splittschüttung beträgt 6 cm.

		von innen nach außen
	1	Bodenbelag
	6	Estrich
	-	PE-Folie stoßverklebt
	3	Trittschalldämmung
	-	Mineralwolle
	5	EPS
	6	Splittschüttung ungeb.
	-	PE-Folie Rieselschutz
	20	Holzmassivdecke
	6	Mineralfaser
	1,25	Gipsfaserplatte

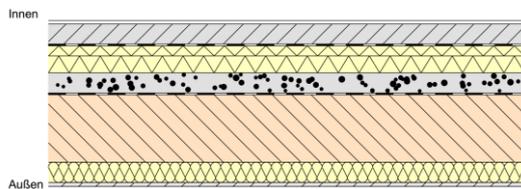


Bild 6.9 Typischer Fußbodenaufbau im untersuchten Bauprojekt

### Schütthöhe im Schwellenbereich einer Tür:

Im zweiten Bauabschnitt wurde aus statischen Erfordernissen oberhalb des Gemeinschaftsraumes ein Stahlträger eingebaut. Aufgrund der bündigen Untersicht im Gemeinschaftsraum und der Höhe des Trägers war im Bauabschnitt 2 eine Stufe von ca. 3 cm im Schwellenbereich einer Innentür der Wohnung erforderlich (Bild 6.10 - links). Die Heizungs- und Trinkwasserleitungen mussten in diesem Bereich über die minimale Stufe gelegt werden. Damit die Leitungen vollständig bedeckt sind, wäre im Schwellenbereich eine höhere Schütthöhe erforderlich (Bild 6.10-rechts). Infolgedessen wurde in diesem Bereich die Trittschalldämmung dünner verlegt, um die Schichtstärken des geplanten Fußbodenaufbaus einhalten zu können.



Bild 6.10 Stahlträger im Schwellenbereich (links) und Schüttung des Fußbodenaufbaus im Schwellenbereich (rechts)

Kreuzende Leitungen sind ein weiterer Aspekt in Bezug auf die Schütthöhe. In Bild 6.11 (links) ist die Installation von übereinanderliegenden Leitungen dargestellt. Es ist erkennbar, dass die Abwasserleitung (DN50) über den Heizungsleitungen verlegt wurde. In Bild 6.11 (rechts) ist ersichtlich, dass keine Überdeckung der Abwasserleitung gewährleistet ist. Bereits der Außendurchmesser des Abflussrohres ist größer als die Schütthöhe und zusätzlich ist eine Installation im Gefälle notwendig. Hinzu kommt, dass das Abflussrohr über den Heizungsleitungen geführt wurde. Aufgrund dieser Faktoren war die Höhe der Schüttung zu gering.



Bild 6.11 Kreuzende Leitungen im Fußbodenaufbau (links) und Abwasserleitung die nicht mit Schüttung bedeckt ist (rechts)

### **Schütthöhe - Abweichungen von der Planung:**

In der Planung wurde darauf geachtet, dass vor allem die Sammelanschlussleitungen in der Vorsatzschale verlegt werden. Dies konnte allerdings nur vor Wohnungstrennwänden erfolgen, da in diesen Bereichen die Vorsatzschale groß genug dimensioniert wurde. Bild 6.12 (rechts) zeigt eine planliche Darstellung der Abwasserleitungen im Badezimmer. Die Installation der Abwasserleitung des Waschbeckens erfolgte im Fußbodenaufbau des Badezimmers. Der Unterschied zwischen Planung und Ausführung ist in Bild 6.12 (links und rechts) dargestellt. Die Abwasserleitung des Waschbeckens wurde in der Vorsatzschale geführt, da die Leitung nicht vollständig in die Schüttung eingebettet werden konnte.

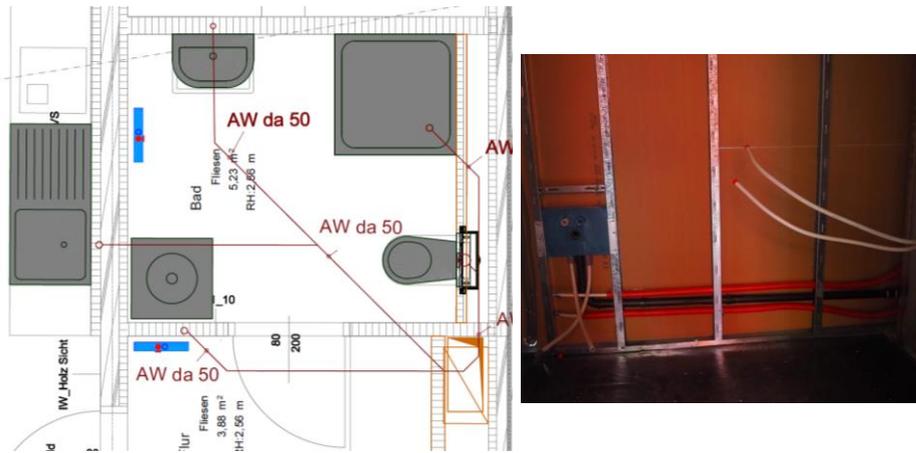


Bild 6.12 Führung der Abwasserleitung des Waschtisches laut Plan (links) und tatsächliche Ausführung (rechts)

## 6.2 Koordination während der Bauausführung

Im Rahmen der Baustellendokumentation wurde auch die Koordination der Gewerke verfolgt und die Herausforderungen die sich an den Schnittstellen ergeben identifiziert. Des Weiteren wurden Abweichungen vom geplanten zum tatsächlichen Bauablauf analysiert.

### 6.2.1 Bauzeitplan

Zunächst ist festzuhalten, dass aufgrund von Lieferengpässen des Brettsperrholzlieferanten die Ausbaugewerke später als geplant beginnen konnten.

Des Weiteren wurde festgestellt, dass der Trockenbauer vor den Rohinstallationen mit der Beplankung der Wohnungstrennwände beginnen muss, damit der Installateur die Sanitärgegenstände versetzen kann. Laut Bauzeitplan wurde der Trockenbauer erst nach Beginn der HLS- und Elektroinstallationen eingeteilt. Dies wurde allerdings im Laufe der Baustelle geändert, da im Bereich der Wohnungstrennwände wie gesagt eine einseitige Beplankung herzustellen ist, bevor die Leitungsinstallation in der Vorsatzschale beginnt.

Da die Trockenbauarbeiten nicht in der Reihenfolge der Bauabschnitte erstellt wurden, war der Installateur auf die fertiggestellten Trockenbauarbeiten angewiesen. Der Installateur konnte somit nur in jenen Bereich arbeiten, wo der Trockenbauer bereits die Beplankung der Wohnungstrennwand fertiggestellt hatte.

### 6.2.2 Leibungen im Schacht

Die Falleitung im Schacht wurde nach der Installation demontiert, da die aus brandschutztechnischen Anforderungen notwendige Verkleidung der Leibung des Schachtes erst nachträglich (während der Installationsarbeiten) vom Bauunternehmen hergestellt wurde, wie in Bild 6.13 (rechts) dargestellt. In Bild 6.13 (links) ist die Falleitung im Schacht ohne Verkleidung der Leibung dargestellt.



Bild 6.13 Schacht ohne Verkleidung der Leibung (links) und Schacht mit angebrachter Verkleidung (rechts)

### 6.2.3 Schnittstellen bei der Trinkwasserinstallation

Laut Planung war vorgesehen, dass die Rohrleitungen für die Trinkwasserinstallation auf der Rohdecke im Rohr-in-Rohr-System mit einer 4 mm dicken Dämmung ausgeführt werden. Für die Installationen in der Wand waren Rohre mit einer 9 mm starken Dämmung geplant.

Im Zuge der Baustellendokumentation wurde in Bauabschnitt 1 beobachtet, dass für die Trinkwasserinstallation Rohrleitungen mit falschen Dämmungen eingesetzt wurden (Bild 6.14 - links). In Bild 6.14 (links) ist erkennbar, dass der Anschluss des Sanitärelementes mit einem dünneren Dämmstoff (blau) erfolgte. Im rechten Bild ist erkennbar, dass dies nachträglich richtig gestellt wurde.

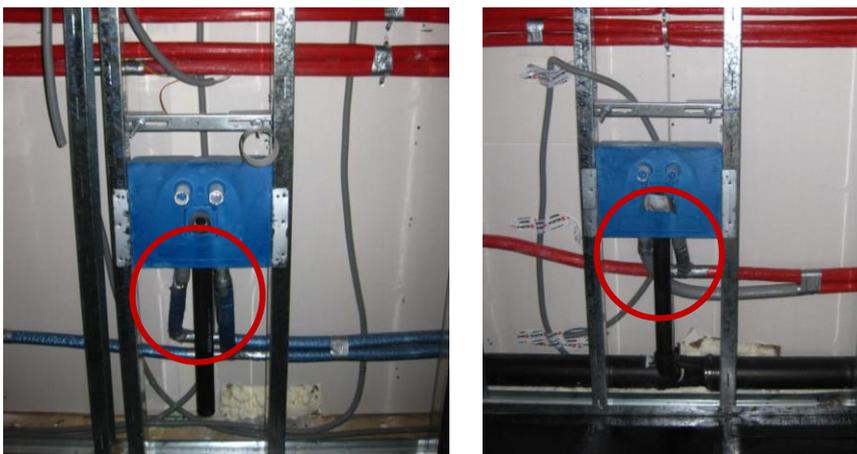


Bild 6.14 Anschluss des Sanitärelementes mit falsch ausgeführter Rohrleitung (links) bzw. richtig ausgeführter Rohrleitung (rechts)

#### 6.2.4 Abdichtung auf der Rohdecke im Erdgeschoß

Die Sekundärabdichtung ist nur auf der Holzmassivdecke in den Obergeschoßen erforderlich. Im Erdgeschoß wurde jedoch ebenfalls eine Sekundärabdichtung auf der Rohdecke angebracht (Bild 6.15). Aus feuchtetechnischer Sicht wäre eine Sekundärabdichtung nicht notwendig.



Bild 6.15 Verlegung der Sekundärabdichtung auf der Betondecke im Erdgeschoß

### 6.2.5 Abdichtung auf der Rohdecke – Entwässerung über den Schacht

Für die Entwässerung der Sekundärabdichtung wird ein Entwässerungsschlauch über den Schacht bis in den Kellerbereich geführt. Bei der Verlegung des Entwässerungsschlauchs ist die Abfolge der Tätigkeiten von wesentlicher Bedeutung.

In Tabelle 20 ist der Montageablauf für die Installation des Entwässerungsschlauchs in den Schacht dargestellt. Des Weiteren sind die Zuständigkeiten der verschiedenen Tätigkeiten abgebildet. Ersichtlich ist, dass der Installateur erst nach der Beplankung der Trockenbauwand bzw. nach der Herstellung des Hochzuges der Sekundärabdichtung durch den Bauwerksabdichter den Entwässerungsschlauch in den Schacht verlegen kann.

Tabelle 20 Montageablauf der Entwässerung über den Schacht

Gewerk / Tätigkeit	Abdichter	Installateur	Trockenbauer	Abdichter	Installateur
Ausführung der Sekundärabdichtung auf der Rohdecke	■				
Leitungsführung im Boden und in der Vorsatzschale		■			
Beplankung der Trockenbauwand			■		
Hochzug der Sekundärabdichtung				■	
Installation des Entwässerungsschlauchs in Schacht mit Einbindung in den Hochzug					■

Da zum Zeitpunkt der Installation des Entwässerungsschlauchs Leitungen auf der Rohdecke und in der Wand bereits verlegt waren, konnte der Installateur den Entwässerungsschlauch teilweise nur über die Heizungs- und Trinkwasserleitungen verlegen, wie in Bild 6.16 dargestellt. Dadurch weist das Rohr einen Hochpunkt im Bereich der Überquerung der anderen Rohrleitungen auf. Dies ergibt sich aufgrund der Abfolge der Tätigkeiten, wie in Tabelle 20 dargestellt.



Bild 6.16 Entwässerungsschlauch über den Heizungsleitungen

## 7 Zusammenfassung und Diskussion der Experteninterviews

Im Zuge der Masterarbeit wurde zusätzlich zur Baustellendokumentation eine Befragung von Experten aus dem Fachgebiet Holzbau durchgeführt. In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Befragung präsentiert.

Das Kapitel umfasst die Auswahl der Interviewpartner, eine Übersicht der behandelten Themenkomplexe, die Vorstellung der Auswertungsergebnisse und ein Resümee.

### 7.1 Interviewpartner

Für die Experteninterviews wurden Interviewpartner, die den Kriterien gemäß Abschnitt 3.2.4 entsprechen, ausgewählt. Zwölf Experten wurden zu einem Interview eingeladen.

Die Interviewpartner sind in folgenden Tätigkeitsfeldern aktiv:

- Architektur
- Fachplanung für HKLS
- Fachplanung für Holzbau
- Örtliche Bauaufsicht
- Holzbauforschung

Für die Interviews wurde mit jedem Experten ein persönliches Treffen an einem gewünschten Ort und Zeitpunkt vereinbart. Der zeitliche Rahmen einer Befragung wurde mit ca. einer Stunde angesetzt. Die tatsächliche Dauer war jedoch aufgrund des Gesprächsverlaufs und der unterschiedlichen Erfahrungen der Experten in den einzelnen Themengebieten bei jedem Interview unterschiedlich.

## 7.2 Übersicht der abgefragten Themenkomplexe

Die Interviews wurden mit Hilfe eines Interviewleitfadens durchgeführt. Die Auswertung erfolgte nach der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring. Bereits vor der Befragung wurden die Inhalte nach Themenkomplexen gegliedert und im Interviewleitfaden festgehalten.<sup>162</sup> In Tabelle 21 sind die behandelten Themenkomplexe aufgelistet.

Tabelle 21 Übersicht der abgefragten Themenkomplexe

Bezug zum Holzbau	Motivation für die Durchführung von Holzbauwerken
Planungsprozess bei Holzwohnbauten	Allgemeines zum Planungsprozess von Holzwohnbauten
	Anforderungen an die Grundrissgestaltung im Holzbau
	Anordnung und Zugänglichkeit von Schächten
Konstruktive Details im Holzbau	Sekundärabdichtung auf der Rohdecke
	Rohr-in-Rohr-System
	Sanitärinstallationen im Holzbau
	Dachdurchdringungen
Zusammenarbeit zwischen den Fachplanern	Einbindung der Fachplaner
	Austausch von Informationen
Bedeutung von Schnittstellen in der Bauausführung	Schnittstellen in der Bauausführung
	Ursachen für Probleme an Schnittstellen
Zukunft des mehrgeschoßigen Holzbaus und Notwendigkeit eines Maßnahmenkatalogs	Maßnahmenkatalog
	Zukunft des mehrgeschoßigen Holzbaus

Um auch quantitative Ergebnisse zu erhalten, wurden zusätzlich zu den Fragen ohne vordefinierte Antwortmöglichkeiten auch Ja/Nein-Fragen gestellt. In den nachfolgenden Abschnitten werden die Inhalte der Themenbereiche beschrieben.

<sup>162</sup> Vgl. MAYRING, P.: Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken. S. 114

### 7.2.1 Bezug zum Holzbau

Im Zuge dieser Fragestellung wurde erhoben, welche Beweggründe und Motivationen die Experten haben, ein Holzbauwerk umzusetzen.

### 7.2.2 Planungsprozess bei Holzwohnbauten

Ziel dieses Themenkomplexes ist es, die Haltung der Experten gegenüber dem Planungsprozess im Holzbau darzustellen. Dieser Themenbereich gliedert sich in Allgemeines zum Planungsprozess von Holzwohnbauten, in die Grundrissgestaltung und die Schachtanordnung. Zunächst soll der Unterschied zwischen dem Holz- und dem klassischen Massivbau im Planungsprozess ermittelt werden. Die Fragestellung zur Grundrissgestaltung soll zeigen, was im Holzbau speziell zu beachten ist.

Ebenfalls soll erhoben werden, auf Basis welcher Überlegungen die Schachtanordnung derzeit erfolgt und inwieweit die Zugänglichkeit zu Schächten berücksichtigt wird. Da in der Literatur vorgeschlagen wird, dass Schächte von außerhalb der Wohnungen, d.h. vom Gang aus zugänglich sein sollten, wurde eine entsprechende Ja/Nein-Frage gestellt.<sup>163</sup>

Zusätzlich wurde mit Hilfe einer Ja/Nein-Frage ermittelt, ob der Kosten- und Zeitdruck eine Auswirkung auf die Planungstiefe hat. Mit dieser Fragestellung soll erhoben werden, ob sich die Detailplanung beispielsweise aufgrund des Kosten- und Zeitdrucks auf ein Regelgeschoß bzw. eine Wohnungstypen beschränkt.

### 7.2.3 Konstruktive Details im Holzbau

Dieser Themenbereich soll die Sichtweise der Experten bezüglich der Sekundärabdichtung, der Anwendung der Rohr-in-Rohr-Installation bei Trinkwasserleitungen, Sanitärinstallationen im Holzbau sowie Dachdurchdringungen erheben.

Um festzustellen, ob die Entwässerung der Sekundärabdichtung nach Ansicht der Experten derzeit eine Problematik darstellt, wurde eine entsprechende Ja/Nein-Frage vorgesehen. Des Weiteren wurden allgemeine Fragen zur Leitungsführung sowie zur Leitungsbefestigung und Entwässerung gestellt.

---

<sup>163</sup> Vgl. MONSBERGER, M.; PARTL, R.: Gebäudetechnik - Eine Schlüsseldisziplin im modernen Holzbau. In: Versagen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 2. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2016. S. A-15ff.

Die Notwendigkeit des Einsatzes der Rohr-in-Rohr-Installation für Trinkwasserleitungen wurde mit Hilfe einer Ja/Nein-Frage abgefragt.

In Bezug auf Sanitärinstallationen wurde auf den Badewanneneinbau, auf bodenebene Duschen bzw. Duschtassen und deren Abdichtung eingegangen. Erhoben wurde, wie die Experten die Ausführung dieser Sanitärgegenstände sowie die Einbindung in die Verbundabdichtung in der Praxis einschätzen.

Beim letzten Aspekt, den Dachdurchdringungen, wurde untersucht, ob die Anbindung der Dachabdichtung an die Rohrleitungen derzeit eine potentielle Schwachstelle im Bauablauf ist. Die Ja/Nein-Frage soll darlegen, ob bereits in der Planung berücksichtigt wird, wie Rohrleitungen und Schachtaufsätze in die Abdichtungen eingebunden werden und ob Details von Rohrdurchführungen bzw. Schachtausführungen gezeichnet werden.

#### **7.2.4 Zusammenarbeit zwischen den Fachplanern**

Ziel dieses Themenbereichs ist es, zu untersuchen, ab welcher Leistungsphase die Fachplaner in den Planungsprozess üblicherweise eingebunden werden. Außerdem wurde ermittelt, wie der Informationsaustausch zwischen den Fachplanern derzeit abläuft.

#### **7.2.5 Bedeutung von Schnittstellen in der Bauausführung**

In diesem Themenkomplex wird erfragt, ob Schnittstellenprobleme zwischen gebäudetechnischen und anderen Gewerken (z.B. Fliesenleger, Zimmerer, etc.) vorhanden sind. Des Weiteren wurde nach den Ursachen für Probleme an Schnittstellen gefragt.

#### **7.2.6 Zukunft des mehrgeschoßigen Holzbaus und Notwendigkeit eines Maßnahmenkatalog**

Bei dieser Fragestellung wurden die Experten zu einer Einschätzung hinsichtlich der Zukunft des mehrgeschoßigen Holzbaus gebeten. Des Weiteren wurden die Experten bezüglich der Notwendigkeit gegenüber eines Maßnahmenkatalogs für alle Baubeteiligten befragt.

### 7.3 Auswertung der Experteninterviews

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der durchgeführten Experteninterviews mit Hilfe einer zusammenfassenden qualitativen Inhaltsanalyse dargelegt. Hierfür wurden die Expertenaussagen kategorisiert und ähnliche Aussagen gebündelt. Die Kategorien entsprechen den Themenkomplexen des Interviewleitfadens aus Abschnitt 7.2.

Für die Auswertung der Interviews wurde eine Kategorisierung nach der Häufigkeit der genannten Aspekte gewählt. Die Kategorisierung zeigt, wie oft die jeweiligen Aspekte im Zuge der Fragestellung von den Experten genannt wurden:

- Von allen genannt:  
Jeder Interviewpartner nennt diese Aspekte
- Sehr häufig genannt:  
6 - 11 Interviewpartner nennen diese Aspekte
- Häufig genannt:  
3 - 5 Interviewpartner nennen diese Aspekte
- Vereinzelt genannt:  
1 - 2 Interviewpartner nennen diese Aspekte

Diese Unterteilung wurde im Zuge der Auswertung definiert. Es wurde festgestellt, dass die Unterteilung für alle Themenkomplexe hinreichend stimmig ist.

### 7.3.1 Tätigkeitsfelder der befragten Experten

Die Tätigkeitsbereiche der befragten Experten sind in Tabelle 22 dargestellt.

Tabelle 22 Tätigkeitsbereich der Experten

Tätigkeitsbereich	Anzahl der Experten
Architekten	4
Fachplaner HKLS	3
Fachplaner für Holzbau	2
Örtliche Bauaufsicht	2
Holzbauforschung	1
Summe der Experten	12

### 7.3.2 Bezug zum Holzbau

#### Motivation für die Durchführung von Holzbauwerken:

In Tabelle 23 sind die Ergebnisse der Auswertung zur Fragstellung zusammengefasst, welche Motivation und Beweggründe die Befragten haben, sich im mehrgeschoßigen Holzbau zu engagieren. Alle Befragten nennen die ökologischen Eigenschaften des Baustoffs Holz sowie die kürzere Bauzeit als wesentlichen Vorteil des Holzbaus und sehen diese auch als Gründe, sich mit dieser Bauweise zu beschäftigen. Die Experten führen jedoch an, dass aufgrund der Notwendigkeit einer präzisen Werkplanung die Planungsphase länger ist.

Als ein Vorteil einer längeren Planungsphase wird von den Experten die Steigerung der Qualität der Planungsleistung genannt. Dadurch werden im Vergleich zum Massivbau in einem früheren Stadium Details ausgearbeitet und Entscheidungen getroffen.

Als weiteren Grund nannten die Experten die Wohnbauförderungssituation in der Steiermark. Das Land Steiermark strebt eine 25 % Quote von Holzbauten an. Dies gilt allerdings nur für geförderte Geschoßwohnbauten von Wohnbaugenossenschaften. Außerdem sind viele Experten der Meinung, dass die Ressourcen im Land, nämlich der Baustoff Holz, genutzt werden sollten.

Auch die Behaglichkeit sowie günstigere statische und bauphysikalische Eigenschaften des Baustoffs Holz wurden von Experten als Gründe für die Durchführung von Holzbauprojekten genannt.

Tabelle 23 Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Motivation für die Durchführung von Holzbauwerken“

<b>Motivation für die Durchführung von Holzbauwerken</b>	
<b>Von allen genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökologie und Nachhaltigkeit</li> <li>• Vorfertigung – rasche Bauzeit, aber längere Planungsphase</li> </ul>
<b>Sehr häufig genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorfertigung – Qualitätssicherung</li> <li>• Förderungsbestimmungen im Geschößwohnbau</li> <li>• Ressourcen des eigenen Landes nutzen</li> </ul>
<b>Häufig genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Behaglichkeit</li> </ul>
<b>Vereinzelt genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Statische und bauphysikalische Eigenschaften des Baustoffs Holz</li> </ul>

### 7.3.3 Planungsprozess bei Holzwohnbauten

Tabelle 24 zeigt die Ergebnisse der Befragung zum Themenbereich der allgemeinen Anforderungen an den Planungsprozess im Holzbau.

Tabelle 24 Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Allgemeines zum Planungsprozess von Holzwohnbauten“

<b>Allgemeines zum Planungsprozess von Holzwohnbauten</b>	
<b>Von allen genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgrund der Vorfertigung im Holzbau sind die Ausführungspläne in einem frühen Stadium fertigzustellen. Die Pläne müssen an die Werkplanung rechtzeitig weitergeleitet werden.</li> </ul>
<b>Sehr häufig genannt</b>	-
<b>Häufig genannt</b>	-
<b>Vereinzelt genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung der Leitungsführung erfolgt nur für jedes Regelgeschoß bzw. jede Wohnungstypen.</li> </ul>

**Auswirkungen des Kosten- und Zeitdruckes auf die Planungstiefe:**

In Bild 7.1 ist die prozentuelle Aufteilung der Meinung der Experten in Hinblick auf den Zusammenhang zwischen Planungstiefe und Kosten- und Zeitdruck dargestellt. Es ist erkennbar, dass mehr als 50 % der Befragten keine Auswirkung auf die Planungstiefe aufgrund von Zeit- und Kostendruck sehen.

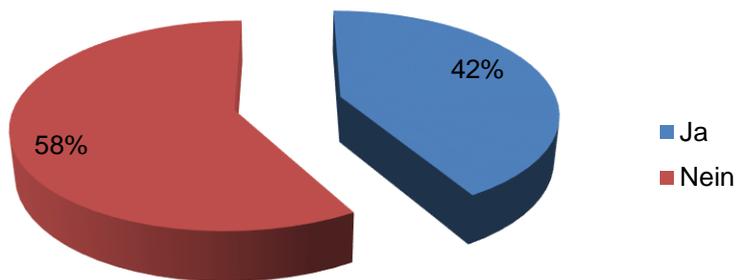


Bild 7.1 Auswirkungen des Kosten- und Zeitdruckes auf die Planungstiefe

Tabelle 25 zeigt die Sichtweise der Experten in Hinblick auf die Anforderungen der Grundrissgestaltung bei Holzwohnbauten. Die konzentrierte Anordnung der Nassräume im Bereich der Schächte wird von allen Experten als wichtiger Faktor genannt. Die Experten merken an, dass dies nicht nur für den Holzbau, sondern auch für den klassischen Massivbau gilt.

Tabelle 25 Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Anforderungen an die Grundrissgestaltung im Holzbau“

Anforderungen an die Grundrissgestaltung im Holzbau	
Von allen genannt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nassraumanordnung möglichst konzentriert in einem Bereich und in der Nähe der Schächte.</li> <li>Die Grundrissgestaltung im Holzbau ist dem Massivbau ähnlich, da auch dort auf die Schachtanordnung und die Nassraumanordnung geachtet wird.</li> </ul>
Sehr häufig genannt	-
Häufig genannt	-
Vereinzelt genannt	-

**Zugänglichkeit von Schächten außerhalb der Wohnungen:**

Im Zuge dieser Fragestellung wurde ermittelt, inwiefern die Zugänglichkeit von Schächten von außen im Holzbau eine Rolle spielt. Bild 7.2 zeigt, dass 75 % der Experten keine Notwendigkeit eines Zugangs außerhalb der Wohnung sehen, wobei einige der 17 %, die diese Frage mit Ja beantwortet haben, der Meinung sind, dass eine solche Zugänglichkeit vor allem im Hotelbereich notwendig ist.

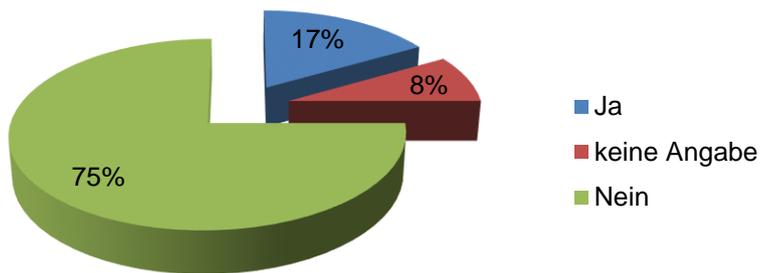


Bild 7.2 Signifikanz der Zugänglichkeit von Schächten von außerhalb der Wohnungen

**Anordnung und Zugänglichkeit von Schächten:**

Tabelle 26 gibt eine Übersicht über die von den Experten genannten Aspekte in Hinblick auf die Anordnung und Zugänglichkeit von Schächten.

Tabelle 26 Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Anordnung und Zugänglichkeit von Schächte“

<b>Anordnung und Zugänglichkeit von Schächten</b>	
<b>Von allen genannt</b>	<b>Schachtanordnung</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schachtposition in der Nähe der Nasszellen, damit Leitungslängen minimiert werden.</li> <li>• Schachtanordnung übereinanderliegend sinnvoll, möglichst ohne Schachtverzug bzw. Leitungsverzug.</li> </ul>
<b>Sehr häufig genannt</b>	<b>Schachtanordnung</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Ziel, nur einen Schacht pro Wohneinheit, anzuordnen kann teilweise aufgrund der Grundrissgestaltung nicht realisiert werden.</li> <li>• Küche benötigt meistens einen separaten Schacht.</li> </ul>
	<b>Zugänglichkeit von Schächten</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zugänglichkeit von Schächte mit Revisionsöffnungen nicht notwendig, da ein Aufbrechen der Schachtwand im Schadensfall möglich ist.</li> <li>• Schächte müssen nicht zugänglich sein, da so gut wie alle Elemente des Schachtes wartungsfrei ausgeführt werden.</li> <li>• Fragestellungen der Experten: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wo sind Revisionsöffnungen anzuordnen, damit diese auch sinnvoll genutzt werden können?</li> <li>- Revisionsöffnungen haben in Relation zur Schachtgröße kleine Querschnitte.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Häufig genannt</b>	<b>Zugänglichkeit von Schächten</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisionschächte sollten für Wartungszwecke im Gang angeordnet werden.</li> <li>• Zugänglichkeit außerhalb der Zimmer sinnvoll.</li> </ul>
<b>Vereinzelt genannt</b>	<b>Zugänglichkeit von Schächten</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziel: Revisionsöffnungen über die gesamte Raumhöhe</li> <li>• In der Modulbauweise ist die Verbindung der Rohrleitungen nur über Revisionsklappen in den Schächten möglich.</li> </ul>

### 7.3.4 Konstruktive Details im Holzbau

#### Tiefe von Vorsatzschalen:

Bild 7.3 zeigt die Auswertung der Fragestellung, ob die Tiefe der Vorsatzschale rechtzeitig an die Installationsgegenstände angepasst wird. Es ist erkennbar, dass über 90 % der Experten die Tiefe der Vorsatzschale früh genug an die Abmessungen der Installationsgegenstände anpassen. 8 % der Befragten führen keine Vorsatzschalen aus.

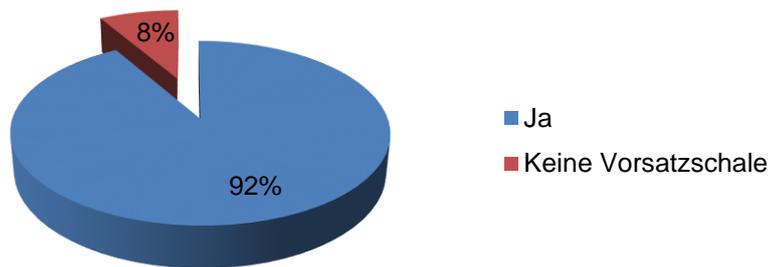


Bild 7.3 Tiefe von Vorsatzschalen

#### Entwässerung der Sekundärabdichtung auf der Rohdecke:

Im Zuge der Ja/Nein-Frage zu Sanitärinstallationen wurde erhoben, ob die Entwässerung der Sekundärabdichtung derzeit in der Bauausführung eine ungeklärte Fragestellung darstellt. Bild 7.4 zeigt, dass 75 % der Befragten der Meinung sind, dass die derzeitigen Lösungsvarianten für das Abführen von allfälligem Wasser nicht zufriedenstellend sind. Ein kleiner Prozentanteil (8 %) hat keine Erfahrung mit diesen Entwässerungsvarianten bzw. sieht diesbezüglich keine Problematik. Ein Teil der Experten ist der Meinung, dass in der Modulbauweise die Entwässerung kein Problem darstellt, da diese bereits im Werk vorgefertigt werden kann.

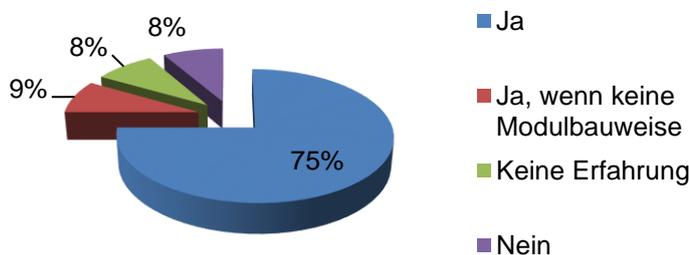


Bild 7.4 Ist die Entwässerung der Sekundärabdichtung eine Herausforderung im Holzbau?

Tabelle 27 zeigt die Auswertung der Befragung zum Thema der Sekundärabdichtung. Es sind die Sichtweisen der Experten zu den Themen Verlegung der Sekundärabdichtung, Befestigung der Leitungen sowie Entwässerung zusammengefasst.

Tabelle 27 Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Sekundärabdichtung auf der Rohdecke“

<b>Sekundärabdichtung auf der Rohdecke</b>	
<b>Von allen genannt</b>	<b>Entwässerung der Sekundärabdichtung</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Holzdecke im Gefälle verlegen ist zu aufwändig.</li> <li>• Wenn Leitungen sichtbar verlegt werden, werden Leckagen durch Bewohner aufgedeckt.</li> </ul>
<b>Sehr häufig genannt</b>	<b>Ausführung der Sekundärabdichtung</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kann nur im Badezimmer erfolgen, obwohl wasserführende Leitungen auch in anderen Räumen verzogen werden.</li> </ul>
	<b>Befestigung der Leitungen</b>
<b>Häufig genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Befestigung der Leitungen problematisch, da dies sehr stark von der Kompetenz des ausführenden Unternehmens abhängig ist. Grundsätzlich ist eine Befestigung mittels Klebeband oder Montageboxen anstatt eines Lochbandes möglich.</li> </ul>
	<b>Ausführung der Sekundärabdichtung</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Bereich der Türschwelle problematisch.</li> </ul>
	<b>Entwässerung der Sekundärabdichtung</b>
<b>Vereinzelt genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch die Durchbiegung der Decke gelangt das Wasser nicht in den Entwässerungsschlauch.</li> <li>• Der Entwässerungsschlauch könnte während der Bauphase verunreinigt werden oder mit der losen Schüttung verstopft werden.</li> <li>• Entwässerung mittels Schlauch über den Schacht sinnvoll.</li> <li>• Feuchtesensor wäre besser geeignet als Entwässerungsschlauch.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei einer Fußbodenheizung besteht die Gefahr, dass der Hochzug der Abdichtung verletzt wird.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch einen Gully bzw. Entwässerungsschlauch in den Schacht könnten Geruchsbelästigungen entstehen.</li> </ul>

In Tabelle 28 sind die von den Experten vorgeschlagenen Lösungsvarianten bzw. bereits eingesetzten Maßnahmen zur Entwässerung der Sekundärabdichtung angeführt.

Tabelle 28 Übersicht der Lösungsansätze für die Entwässerung der Sekundärabdichtung

<b>Lösungsansätze für die Entwässerung der Sekundärabdichtung</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwässerung mittels Gefälle und eines punktuellen Abflusses.</li> <li>• Sichtbarmachen von Wasseransammlungen mit Hilfe der Gipskartonplatte; erfolgt durch einen Hochzug der Sekundärabdichtung zwischen den Beplankungen der Gipskartonwand, um durch ein Ansaugen der Wand feuchte Stellen sichtbar zu machen.</li> <li>• Vorsatzschale nicht ganz bis zur Fußbodenoberkante verlegen.</li> <li>• Entwässerung in Richtung Fußbodenheizungsverteiler.</li> <li>• Entwässerung in Richtung Schacht, der mit einer Wanne und einem Feuchteindikator ausgestattet ist.</li> </ul>

**Rohr-in-Rohr-Installation:**

Bild 7.5 zeigt den Anteil der Experten, die Erfahrung mit Rohr-in-Rohr-Installationen haben. Die Mehrheit gibt an, dass bei der Verlegung von Trinkwasserleitungen auf Holzmassivdecken kein Rohr-in-Rohr-System zum Schutz der Holzdecke ausgeführt wird. Lediglich 42 % der Befragten haben bisher Erfahrungen mit Rohr-in-Rohr-Systemen gemacht.

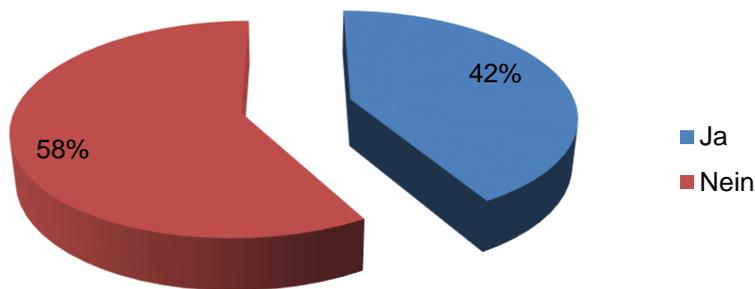


Bild 7.5 Erfahrung mit der Rohr-in-Rohr-Installation für Trinkwasserleitungen

**Sanitärinstallationen im Holzbau:**

In Tabelle 29 sind die Ergebnisse der Befragung zum Themenkomplex der Sanitärinstallationen im Holzbau dargestellt. Die Auswertung gliedert sich in die vorab definierten Aspekte, den Badewanneneinbau, die bodenebenen Duschen bzw. Duschtassen sowie die Planung und Ausführung von Abdichtungen.

Tabelle 29 Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Sanitärinstallationen im Holzbau“

<b>Sanitärinstallationen im Holzbau</b>	
<b>Von allen genannt</b>	<b>Badewanneneinbau</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Badewanneneinbau ist kein Problem in Hinblick auf die Abdichtungsmaßnahmen.</li> </ul>
<b>Sehr häufig genannt</b>	<b>Bodenebene Duschen und Duschtassen</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodenebene Duschen stellen im Einbau eine Herausforderung in Hinblick auf den Feuchteschutz dar.</li> <li>• Bodenebene Duschtassen: Herstellersysteme mit zugehörigen Abdichtungsmaßnahmen funktionieren gut in der Verarbeitung.</li> </ul>
	<b>Planung und Ausführung von Abdichtungen</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Anbringen von Dichtmanschetten bei Wanddurchdringungen wird in der Regel sorgfältig ausgeführt.</li> </ul>
<b>Häufig genannt</b>	-
<b>Vereinzelt genannt</b>	<b>Bodenebene Duschen und Duschtassen</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problematik bei bodenebene Duschen: Setzungen des Estrichs sowie Anbindung der Schlitzrinne.</li> <li>• Revision von bodenebenen Duschen ist aufgrund der begrenzten Zugänglichkeit problematisch.</li> </ul>
	<b>Planung und Ausführung von Abdichtungen</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Fachbauaufsicht ist für die Kontrolle der sachgemäßen Ausführung der Abdichtungsmaßnahmen zuständig. Allerdings ist aus Zeit- und Kostengründen eine Begehung jeder einzelnen Wohneinheit nicht möglich.</li> <li>• Eine Problematik ist das unsachgemäße Abdrücken von Rohrinstallationen.</li> </ul>

**Dachdurchdringungen:**

Bild 7.6 zeigt, dass 92 % der Befragten sich bereits in der Planung mit der Anbindung der Abdichtung an Rohrleitungen bzw. der Schächte auseinandersetzen. 8 % der Befragten geben an, dass diese Tätigkeit an Subunternehmer weitergegeben wird.

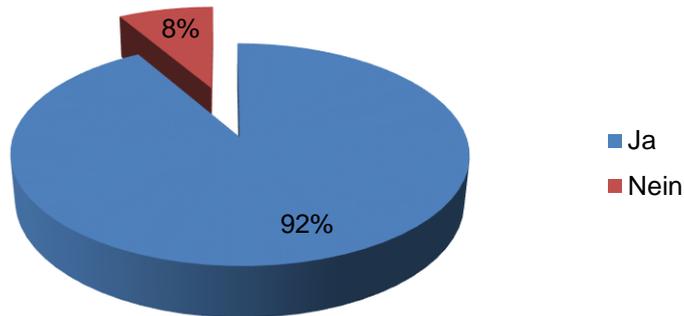


Bild 7.6 Berücksichtigung der Anbindung der Dachabdichtung an Rohrleitungen und Schachtaufbauten in der Planung

Tabelle 30 zeigt die weiteren Ergebnisse der Befragung für den Themenbereich Dachdurchdringungen.

Tabelle 30 Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Dachdurchdringung“

<b>Dachdurchdringung</b>	
<b>Von allen genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Anbindung der Abdichtung an Rohrdurchführungen war in der Vergangenheit ein Problem, wird aber mittlerweile sorgfältig ausgeführt.</li> </ul>
<b>Sehr häufig genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für Schächte wird die Detailausbildung für die Anbindung der Abdichtungsebenen seitens der Architekten gezeichnet. Einzelrohrdurchführungen werden nicht gezeichnet.</li> <li>Aus Kostengründen werden keine vorgefertigten Schachtaufsätze mit Abdichtungssystemen eingebaut.</li> </ul>
<b>Häufig genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abstände der Rohrleitungen zu anderen Bauteilen werden in der Planung berücksichtigt.</li> </ul>
<b>Vereinzel genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abstand des Schachtaufsatzes zu anderen Bauteilen am Dach z.B. Attika ist während der Bauausführung ein Problem, da dieser in der Planung oft übersehen wird.</li> <li>Der dampfdichte Anschluss im Inneren des Schachtes stellt ein Problem dar, da die Zugänglichkeit für die Arbeiter aufgrund des hohen Schachtaufsatzes fast nicht möglich ist.</li> <li>Flachdächer werden von bestimmten Bauträgern mit Hinterlüftung ausgeführt, da durch eine unsachgemäße Anbindung der Unterdachbahn das Wasser an der Dampfsperre abfließen kann.</li> <li>Durch Photovoltaikanlagen entstehen Schattenzonen, in denen stehende Wässer nur schwer austrocknen. Durch kleine Leckagen können erhebliche Feuchtschäden entstehen. Die Positionierung der Photovoltaikanlagen ist somit zu beachten.</li> </ul>

### 7.3.5 Zusammenarbeit zwischen den Fachplanern

In Tabelle 31 sind die Einschätzungen der Experten in Hinblick auf die Zusammenarbeit zwischen den Fachplanern dargestellt.

Tabelle 31 Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Zusammenarbeit zwischen den Fachplanern“

<b>Zusammenarbeit zwischen den Fachplanern</b>	
<b>Von allen genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Je früher die Einbindung der Fachplaner in den Planungsprozess erfolgt, desto besser ist die Zusammenarbeit.</li> <li>• Bekanntgabe der Schachtgrößen und Tiefe der Vortragschalen erfolgt frühzeitig.</li> </ul>
<b>Sehr häufig genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbindung der Fachplaner ist ab der Entwurfsphase erstrebenswert.</li> <li>• Die Qualität des Austauschs relevanter Informationen hängt von den Erfahrungen der Fachplaner mit Holzbauten ab.</li> <li>• Je öfter die Fachplaner zusammenarbeiten, desto besser funktioniert die Absprache. Dadurch wird auch das Know-how dieser Planer in Bezug zum Holzbau gestärkt.</li> </ul>
<b>Häufig genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei einer Generalplanung treten weniger Schnittstellen in der Planung auf. Dadurch ist die Planung von höherer Qualität.</li> <li>• Bei später Einbindung der Fachplaner entstehen Kompromisse als Notlösungen.</li> </ul>
<b>Vereinzelt genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Einbindung der Fachplaner erfolgt ab dem Vorentwurf, unabhängig ob Massiv- oder Holzbau.</li> <li>• Die Einbindung der Fachplaner erfolgt ab der Einreichplanung.</li> <li>• Aufgrund der Vorfertigung erfolgt die Einbindung der Fachplaner früher als im Massivbau.</li> <li>• Die Aufteilung der Leistungen auf einzelne Fachplaner (Statik, Brandschutz, Bauphysik, Architektur) ist nicht sinnvoll, da der Holzbau als Gesamtkonzept wirkt.</li> <li>• Eine realistische Terminplanung im frühen Stadium ist sehr wichtig.</li> </ul>

### 7.3.6 Bedeutung von Schnittstellen in der Bauausführung

In Tabelle 32 sind die Ergebnisse des Themenkomplexes „Bedeutung von Schnittstellen in der Bauausführung“ dargestellt. Es ist erkennbar, dass wenig Schnittstellen in Hinblick auf die Sanitär-, Heizungs- und Elektroinstallationen erläutert wurden. Jedoch sind die Experten der Meinung, dass Schnittstellen immer vorhanden sein werden.

Tabelle 32 Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Schnittstellen in der Bauausführung“

<b>Schnittstellen in der Bauausführung</b>	
<b>Von allen genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Schnittstellen sind immer vorhanden“</li> </ul>
<b>Sehr häufig genannt</b>	-
<b>Häufig genannt</b>	-
<b>Vereinzelt genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dichtmanschette</li> <li>• Lichtschalter im Außenbereich</li> <li>• Außenarmaturen</li> </ul>

Im Gegensatz zum niedrigen Anteil an Stellungnahmen zu dieser Frage war dieser bei der Fragestellung nach Ursachen für Probleme an Schnittstellen in der Bauausführung vergleichsweise hoch. In Tabelle 33 sind die genannten Standpunkte der Experten zusammengefasst.

Tabelle 33 Auswertung der Experteninterviews zum Thema „Ursachen für Probleme an Schnittstellen“

<b>Ursachen für Probleme an Schnittstellen</b>	
<b>Von allen genannt</b>	-
<b>Sehr häufig genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung kann noch so aufwändig sein, wenn die Sensibilisierung der ausführenden Gewerke fehlt.</li> <li>• Mangelhafte Absprache der Gewerke auf der Baustelle.</li> <li>• Kommunikationsproblem: ausführende Unternehmen werden gewarnt, allerdings wird oft über Fehler hinweggesehen.</li> <li>• Ausführungsmängel sind auf Schnittstellenprobleme zurückzuführen.</li> <li>• Nachträgliche Änderungen in der Ausführungsplanung führen häufig zu Schnittstellenproblemen.</li> </ul>
<b>Häufig genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachträgliche Planänderungen im Holzbau sind vorprogrammierte Ausführungsmängel.</li> </ul>
<b>Vereinzelt genannt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine ausreichende Bauaufsicht vor Ort.</li> <li>• Vergibt der Bauherr Leistungen an verschiedene Unternehmen, führt dies häufig zu Kommunikationsproblemen durch die notwendige Weiterleitung von Informationen.</li> </ul>

### 7.3.7 Zukunft des mehrgeschoßigen Holzbaus und Notwendigkeit eines Maßnahmenkatalogs

In Tabelle 34 sind die Sichtweisen der Experten zu den Themen „Zukunft des mehrgeschoßigen Holzbaus“ sowie „Notwendigkeit eines Maßnahmenkatalogs“ zusammengefasst. Es ist ersichtlich, dass die Meinungen sehr unterschiedlich sind.

Tabelle 34 Auswertung der Experteninterviews Thema „Zukunft des mehrgeschoßigen Holzbaus und Notwendigkeit eines Maßnahmenkatalogs“

<b>Zukunft des mehrgeschoßigen Holzbaus und Notwendigkeit eines Maßnahmenkatalogs</b>	
<b>Von allen genannt</b>	-
<b>Sehr häufig genannt</b>	-
<b>Häufig genannt</b>	<b>Zukunft von mehrgeschoßigen Holzbauprojekten</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Höheres Honorar für die örtliche Bauaufsicht würde zu einer Qualitätssteigerung von Holzbauten führen.</li> <li>• Richtlinien sind teilweise im Rückstand.</li> <li>• Ausführende Gewerke sind auf den Holzbau zu schulen.</li> </ul>
	<b>Notwendigkeit eines Maßnahmenkatalogs</b>
<b>Vereinzelt genannt</b>	<b>Zukunft von mehrgeschoßigen Holzbauprojekten</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine Steigerung der Vorfertigung ist erforderlich.</li> <li>• Die Planung von Holzbauten ist deutlich aufwändiger.</li> <li>• Contract Manager sind erstrebenswert.</li> <li>• Risiken im Holzbau inklusive Folgekosten sind zu definieren und die Anforderung an ein Gebäude abzuwägen.</li> <li>• Ziel: Site Manger, der Arbeitsanweisungen gibt, Checklisten und Protokolle führt.</li> <li>• Ziel: Modulbauweise, um Schnittstellen zu minimieren.</li> </ul>
	<b>Notwendigkeit eines Maßnahmenkatalogs</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dient zur Hilfestellung für Planer und ausführende Gewerke.</li> <li>• Problem der Aktuell-Haltung des Maßnahmenkatalogs.</li> <li>• Gefahr, dass die Detailausbildung laut Maßnahmenkatalog aufgrund zu hoher Kosten nicht ausgeführt wird.</li> <li>• Kritisch, da es mehrere Wege gibt um eine sachgemäße Detailausbildung zu erreichen.</li> </ul>

## 7.4 Resümee

Im Folgenden werden die Kernaussagen der Experteninterviews zusammengefasst dargestellt. Dafür wurde die Unterteilung nach Themenkomplexen beibehalten.

### 7.4.1 Planungsprozess bei Holzwohnbauten

- Die Ausführungsplanung von Holzbauten wird im Vergleich zum Massivbau in einem früheren Stadium fertiggestellt. Ein wesentlicher Grund dafür ist die Vorfertigung. Die Pläne müssen frühzeitig an die Werkplanung geschickt werden, um eine termingerechte Vorfertigung zu gewährleisten.
- Die Einbindung der Fachplaner passiert in den meisten Fällen bereits in der Entwurfsphase, teilweise auch schon ab dem Vorentwurf.
- Bei der Gestaltung der Grundrisse ist im Holzbau darauf zu achten, dass die Nassräume nebeneinander und übereinander liegen. Für kurze Leitungslängen sind Schächte in der Nähe von Nassräumen zu positionieren.
- Die Zugänglichkeit von Schächten außerhalb der Wohnung sowie Revisionsöffnungen in den Schachtwänden ist aus Sicht der Mehrheit der Experten nicht relevant.

### 7.4.2 Konstruktive Details im Holzbau

- In Hinblick auf die Sekundärabdichtung ist die Mehrheit der Experten der Meinung, dass bisher noch keine adäquaten technischen Lösungen vorhanden sind.
- Die Mehrheit der Experten hat bis jetzt keine Erfahrungen mit dem Rohr-in-Rohr-System gemacht.
- Der Badewanneneinbau und die damit einhergehenden Abdichtungsmaßnahmen stellen kein Problem in der Bauausführung dar.
- Bodenebene Duschen werden aufgrund des Risikos für Feuchteschäden sehr kritisch angesehen. Dies wird mit mangelhaften Ausführungen der Abdichtung sowie Undichtigkeiten aufgrund von Setzungen des Fußbodenaufbaus begründet. Geprüfte Herstellersysteme sind anzuwenden.

- Das Anbringen von Dichtmanschetten an Wanddurchdringungen im Badezimmer stellt aus Sicht der Experten kein besonderes Risiko für Feuchteschäden dar. Die Experten sind der Meinung, dass diese von den ausführenden Unternehmen sorgfältig ausgeführt werden.
- Dachdurchdringungen und deren Anbindung an die Abdichtungsebenen waren in der Vergangenheit ein Problem. Mittlerweile erfolgt eine fachgerechte Ausführung.

#### **7.4.3 Zusammenarbeit zwischen den Fachplanern**

- Die Zusammenarbeit zwischen den Fachplanern ist stark von den Erfahrungen im Holzbau abhängig. Je mehr Erfahrung die Fachplaner im Holzbau haben, desto einfacher ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit.
- Desto öfter die Fachplaner miteinander ein Projekt umsetzen, desto besser ist das Know-how im Projektkonsortium.

#### **7.4.4 Bedeutung von Schnittstellen in der Bauausführung**

- Die Experten sind der Meinung, dass Schnittstellen minimiert bzw. mit Hilfe von Herstellersystemen von der Baustelle in die Produktion dieser Systeme verlagert werden sollen.
- Ursachen für Schnittstellenprobleme sind zum Großteil auf die mangelhafte Kommunikation und Schulung der ausführenden Gewerke in Bezug auf Holzbauten zurückzuführen. Ein weiterer wichtiger Aspekt sind nachträgliche Änderungen. Diese führen laut Meinung der Experten oft zu Schnittstellenproblemen.

#### **7.4.5 Zukunft des mehrgeschoßigen Holzbaus und Notwendigkeit eines Maßnahmenkatalog**

- Aus Sicht der Experten ist die örtliche Bauaufsicht ein entscheidender Faktor, bei dem anzusetzen ist. Eine örtliche Bauaufsicht, die mehrmals pro Woche auf der Baustelle ist und die risikobehafteten Bereiche beobachtet, könnte potentielle Probleme und Fehlstellen während der Bauphase erkennen und frühzeitig eingreifen. Allerdings ist laut Meinung der Experten das Honorar für die Bauaufsicht zu niedrig.

- Ein wesentlicher Punkt, an dem angesetzt werden muss, ist die Schulung der ausführenden Gewerke im Bereich des Holzbaus. Viele ausführende Unternehmen haben keine Erfahrung mit Holzbauten und verrichten ihre Tätigkeiten auf Basis der bekannten Methoden des Massivbaus.
- In Hinblick auf einen Maßnahmenkatalog ist die Sichtweise der Experten sehr unterschiedlich:
  - Zum einen besteht die Angst vor einer 1:1-Verwendung von Details aus dem Maßnahmenkatalog; außerdem wird die Aktuell-Haltung des Katalogs kritisch hinterfragt.
  - Zum anderen wäre ein Maßnahmenkatalog für Fachplaner, die keine Erfahrung mit Holzbauten haben, sehr hilfreich.

## 8 Diskussion und Lösungsvorschläge

In diesem Kapitel erfolgt eine Diskussion der Leitungsführung in Vorsatzschalen und Trockenbauwänden sowie der Sekundärabdichtung in Feuchträumen. Ziel dieses Kapitels ist es, Lösungsansätze für eine alternative Umsetzung dieser Bereiche aufzuzeigen.

### 8.1 Leitungsführung in Trockenbauwänden und im Fußbodenaufbau

Aufgrund der Sekundärabdichtung auf Holzdecken im Bereich des Badezimmers tendieren die Planer und Bauherrn zu einer Leitungsführung in Vorsatzschalen und Trockenbauwänden. In diesem Abschnitt werden anhand der Wohnanlage in der Max-Mell-Allee 6 die Leitungsführung in Trockenbauwänden und deren Risiken aufgezeigt. Es werden Vorschläge für Planer, Bauherrn und ausführende Unternehmen für eine mögliche alternative Leitungsführung präsentiert und normative Regelungen sowie herstellerepezifische Angaben aufgelistet.

#### 8.1.1 Leitungsführung in Trockenbauwänden am Beispiel der Wohnanlage in Holzbauweise in der Max-Mell-Allee 6

In Bild 8.1 (links) ist die typische Art der Leitungsführung in der Wohnanlage Max-Mell-Allee 6 dargestellt. Es ist erkennbar, dass die Leitungen gestückelt wurden, sodass vor bzw. nach jedem Metallständer eine Steckmuffe angeordnet ist. Bild 8.1 (rechts) zeigt, dass bei der Durchdringung des Metallständers (CW 75) mit einem Abwasserrohr (DN 50) der zulässige Ausschnitt gemäß Bild 8.2 eingehalten wurde. Wird jedoch die Muffe (Durchmesser 63 mm) im Metallständer montiert, sind bei mittlerer Durchdringung an den Rändern nur jeweils 6 mm des CW-Profiles übrig (Bild 8.1 - rechts), womit gestückelt werden musste.

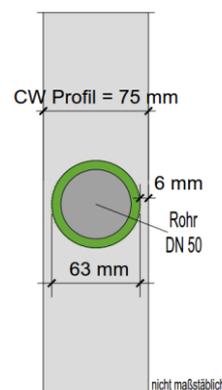


Bild 8.1 Leitungsführung in der Trockenbauwand zwischen Badezimmer und WC (links) und Vertikalschnitt der Durchdringung des Metallständers mit einem Abwasserrohr (rechts)

### 8.1.2 Diskussion der Leitungsführung in Trockenbauwänden

Sind beim der Leitungsführung in Trockenbauwänden Durchdringungen der CW-Profile notwendig, sind herstellerepezifische Angaben zu beachten. Außerdem ist der Arbeitsaufwand zu berücksichtigen.

In den Leitfäden und Verlegerichtlinien von Trockenbauherstellern ist die Führung von Leitungen klar geregelt. Darin sind Hinweise für die maximalen Abmessungen der Stegausschnitte in den CW-Profilen zu finden. Bild 8.2 zeigt die Abmessungen der Stegausschnitte eines Herstellers.

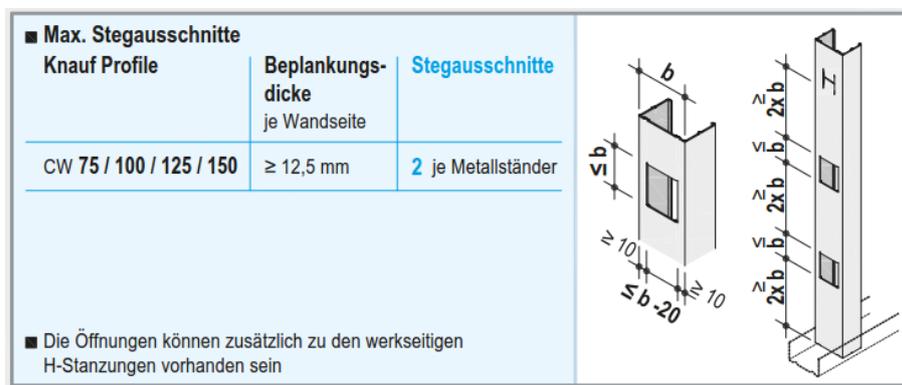


Bild 8.2 Maximale Stegausschnitte für Ständer-Profile<sup>164</sup>

In Tabelle 35 sind die zulässigen Abmessungen (Breite und Höhe) des Stegausschnitts nach CW-Profil zusammengefasst.

Tabelle 35 Zulässige Abmessungen für Stegausschnitte

CW-Profil	$b_{\text{Ausschnitt}}$ [mm]	$h_{\text{Ausschnitt}}$ [mm]
75	≤ 55	≤ 75
100	≤ 80	≤ 100
125	≤ 105	≤ 125
150	≤ 130	≤ 150

Es ist erkennbar, dass ein Stegausschnitt von 63 mm, wie in Bild 8.1 dargestellt, aufgrund der maximal erlaubten Abmessungen für ein CW-Profil 75 nicht zulässig ist. Statt den geforderten 10 mm bis zum Rand, können wie in Bild 8.1 dargestellt nur 6 mm erreicht werden.

<sup>164</sup> [http://www.knauf.at/epim/W11\\_AT\\_KNAUF\\_METALLST\\_NDERW\\_NDE\\_2015-12.PDF](http://www.knauf.at/epim/W11_AT_KNAUF_METALLST_NDERW_NDE_2015-12.PDF). Datum des Zugriffs: 05.02.2017

### 8.1.3 Lösungsvorschlag für die Leitungsführung in Trockenbauwänden

In Bild 8.3 ist ein Grundriss mit einem Vorschlag für die Anordnung der Nassräume, die Leitungsführung und die Schachtanordnung dargestellt. Da die Stegausschnitte in den Metallständern begrenzt sind, wurde bei diesem Lösungsvorschlag darauf geachtet, dass die Leitungsführung zwischen den Trockenbauwänden bzw. der Holzmassivwand und der Trockenbauwand erfolgt. Die Installationsbereiche sind gelb dargestellt. Die Hersteller von Trockenbauwänden bieten eigene Installationswände an, bei denen mit Hilfe von Traverseren die Metallständer gegenseitig gestützt werden.

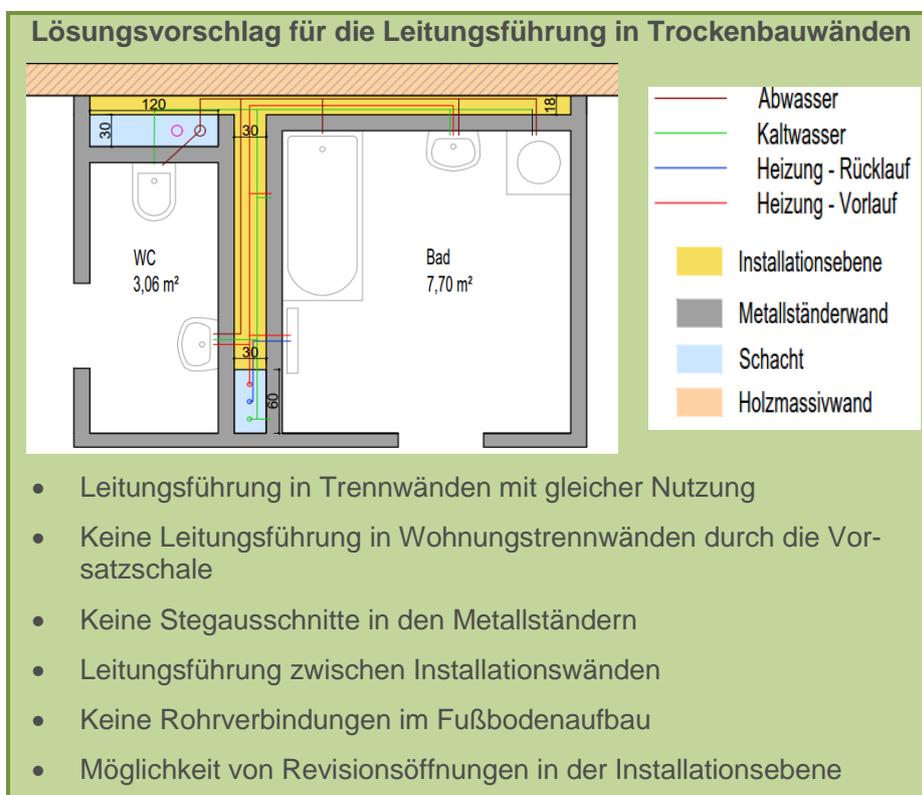


Bild 8.3 Lösungsvorschlag für die Leitungsführung in Nassräumen

### 8.1.4 Literaturhinweise

- ÖNORM B 3415:2015 – Gipsplatten und Gipsplattensysteme – Regeln für die Planung und Verarbeitung
- Leitfaden für Metallständerwände - Knauf Gesellschaft m.b.H. Metallständerwände (2015)

### 8.1.5 Lösungsvorschlag für die Leitungsführung im Fußbodenaufbau

In Bild 8.4 ist ein Vorschlag für die Anordnung der Sanitärgegenstände in einem Nassraum sowie die Positionierung des Schachtes und der Leitungsinstallation dargestellt. Die Leitungsführung erfolgt ausgehend von einem zentralen Schacht über vorgefertigte Bodentrassen. Dieser Ansatz der Leitungsführung ist an ein Forschungsprojekt für modulare haustechnische Installationen angelehnt.<sup>165</sup> Um einen zusätzlichen Feuchteschutz zu erzielen, ist eine Ausstattung dieser vorgefertigten Elemente mit einer Abdichtungsbahn, Feuchtesensoren und Revisionsöffnungen möglich. Eine weitere Variante der Feuchtedetektion ist, eine Gefälleausbildung innerhalb der Bodentrasse vorzusehen, um bei Feuchteschäden das Wasser in den Schacht zu entwässern und mittels eines Feuchtesensors zu detektieren.

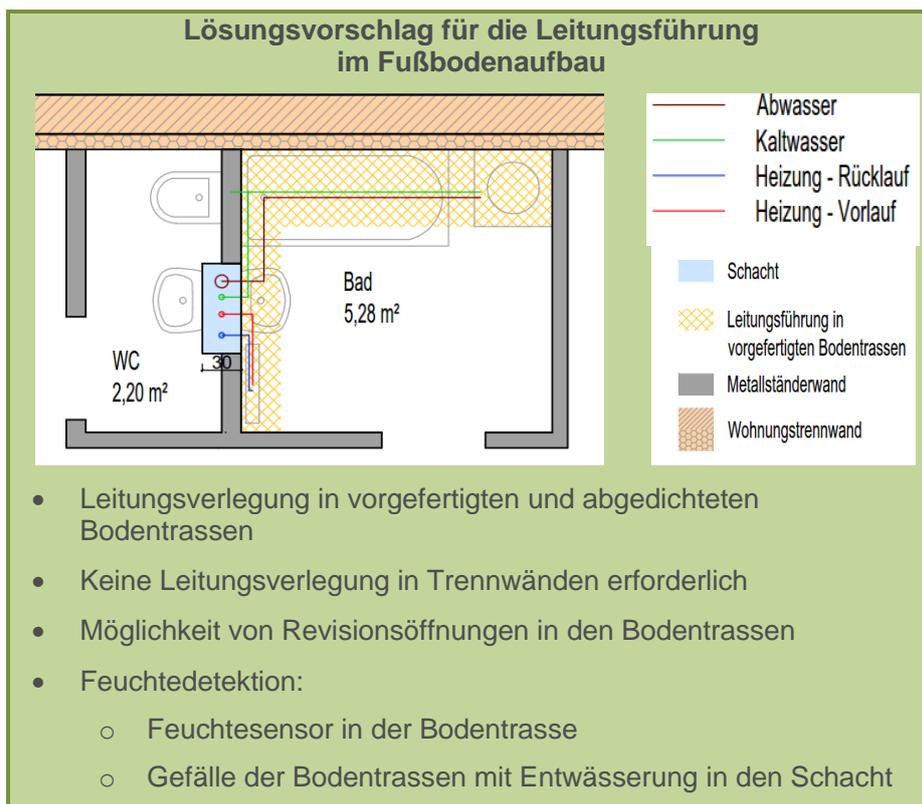


Bild 8.4 Lösungsvorschlag für die Leitungsführung im FB-Aufbau in Anlehnung an Hausladen<sup>166</sup>

<sup>165</sup> Vgl. HAUSLADEN, G.; HUBER, C.; HILGER, M.: Modulare vorgefertigte Installationen in mehrgeschößigen Holzbauwerken. Holzbau der Zukunft. Teilprojekt 12. Reihe Holzbau Forschung. S. P12-118

<sup>166</sup> Vgl. HAUSLADEN, G.; HUBER, C.; HILGER, M.: Modulare vorgefertigte Installationen in mehrgeschößigen Holzbauwerken. Holzbau der Zukunft. Teilprojekt 12. Reihe Holzbau Forschung. S. P12-61

## 8.2 Sekundärabdichtung im Holzbau

Aus Feuchteschutzgründen für Holzdecken werden in Badezimmern derzeit Abdichtungen auf der Rohdecke (Sekundärabdichtung) ausgeführt. Dadurch wird die Holzdecke vor Leckagen bei wasserführenden Leitungen oder fehlerhaften Abdichtungen (d.h. vor schleichenden Wasserschäden) geschützt.

Durch die Sekundärabdichtung ist zwar die Holzdecke geschützt, jedoch sind kleine Wasseraustritte nicht sichtbar. Derzeit behelfen sich Baubeteiligte z.B. mit einem Entwässerungsschlauch, der über den Schacht in das Kellergeschoß geführt wird, um dort mit einem Feuchtesensor einen Wasseraustritt zu orten. Alternativ wird z.B. die Gipskartonwand bis zur Sekundärabdichtung geführt. Bei stehendem Wasser auf der Sekundärabdichtung saugt sich die Gipskartonwand mit Wasser an. Durch Wasserflecken an der Wand werden Wasserschäden frühzeitig sichtbar gemacht.

Ziel dieses Abschnitts ist es, die tatsächliche Bauausführung der Entwässerung der Sekundärabdichtung in der Wohnanlage „Max-Mell-Allee 6“ darzustellen und zu diskutieren. Des Weiteren werden Lösungsvorschläge und Literaturhinweise für Baubeteiligte gegeben.

### 8.2.1 Ausführung der Sekundärabdichtung am Beispiel des Holzwohnbaus in der Max-Mell-Allee 6

In Bild 8.5 (links) ist die Ausführung der Sekundärabdichtung mit einer Bitumenbahn auf der Holzdecke und einem Hochzug an der Wand dargestellt. Bild 8.5 (rechts) zeigt die Entwässerung der Sekundärabdichtung, ausgeführt mit einem Entwässerungsschlauch in den Schacht.



Bild 8.5 Ausführung der Sekundärabdichtung mit Hochzug an der Wand (links) und Entwässerung mit Hilfe eines Schlauchs (rechts)

Nachdem die Verlegung des Entwässerungsschlauchs und die Herstellung des Hochzugs an der Gipskartonwand erfolgte, wird die lose Schüttung für den Fußbodenaufbau eingebracht.

In Bild 8.6 (links) und (rechts) sind die Herausforderungen bei der Ausführung einer solcher Sekundärabdichtung und der Entwässerung dargestellt. Es ist erkennbar, dass die Sekundärabdichtung durch die Durchdringung mit Rohrleitungen geschwächt ist. Die räumliche Situation gestaltet sich zum Teil schwierig, wie in Bild 8.6 (rechts) dargestellt.



Bild 8.6 Durchdringung der Sekundärabdichtung mit Rohrleitungen im Fußbodenaufbau (links) und Herausforderung bei der Verlegung des Entwässerungsschlauchs (rechts)

### 8.2.2 Diskussion der Ausführung der Sekundärabdichtung und der Entwässerung über den Schacht

Der Entwässerungsschlauch in den Schacht soll das Wasser, welches durch Feuchteschäden entsteht, in das Kellergeschoß leiten, damit es dort mit einem Feuchtesensor je Schlauch und Wohnung geortet werden kann. Im Folgenden werden die Problempunkte dieser Ausführung angeführt (Bild 8.7).

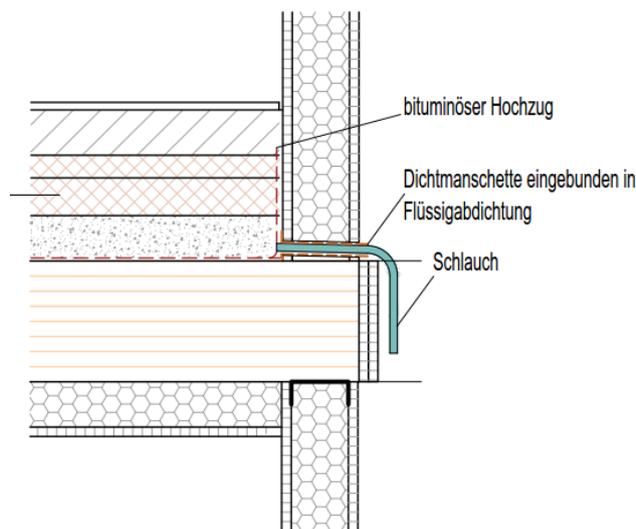


Bild 8.7 Vertikalschnitt durch den Entwässerungsschlauch

Aufgrund des Abknickens bzw. Abschneidens der Dichtmanschette ist keine herstellerekonforme Ausführung gewährleistet. Außerdem ist ein bündiger Einbau mit der Deckenoberkante schwer realisierbar. Bei etwaigen Wasseransammlungen auf der Sekundärabdichtung muss der Wasserstand im Raum ca. 1 cm hoch sein, um eine Entwässerung über den Schlauch zu garantieren. Die räumliche Situierung des Entwässerungsschlauchs wurde in der Planung nicht berücksichtigt.

#### Offene Fragestellungen:

- Wird der Entwässerungsschlauch durch das Einbringen der losen Schüttung verstopft?
- Wie wird die Durchbiegung der Decke bei der Entwässerung berücksichtigt?
- Werden minimale Wassermengen durch Leckagen in Rohrleitungen von der losen Schüttung vollständig absorbiert?

### 8.2.3 Lösungsvorschlag für die Ausführung und Entwässerung der Sekundärabdichtung

In Bild 8.8 ist ein Lösungsvorschlag für die Ausführung der Sekundärabdichtung dargestellt. Die Sekundärabdichtung wird innerhalb der Nassräume sowie in den Installationsbereichen verlegt. Damit ist auch der Bereich der Installationsebene geschützt und Leckagen können mit Feuchtesensoren detektiert werden. Die Montage der Trockenbauwände auf der Sekundärabdichtung ist in weiteren Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu untersuchen.

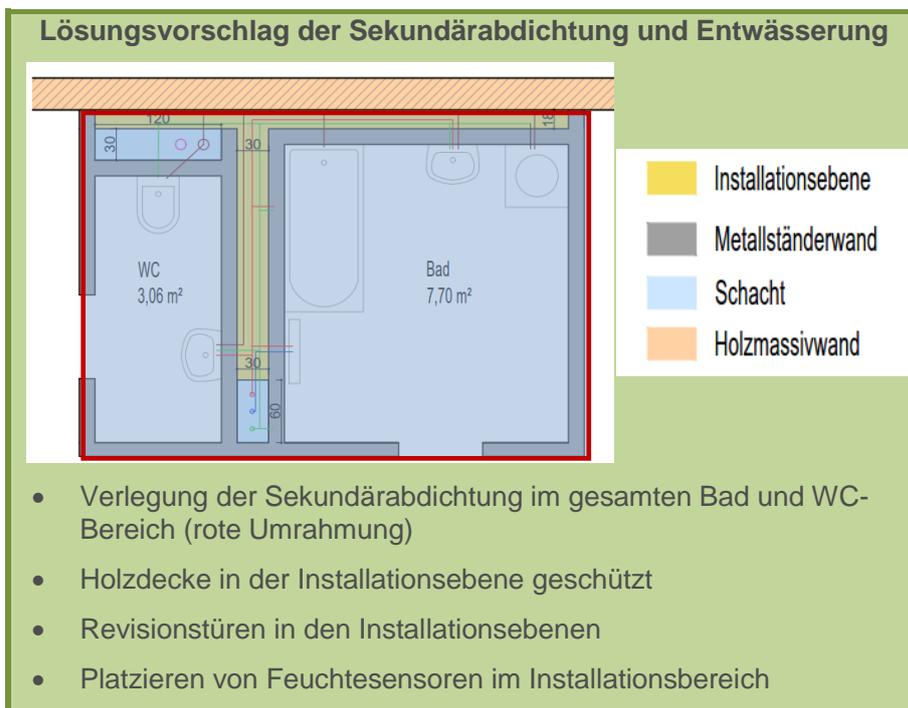


Bild 8.8 Lösungsvorschlag für die Verlegung der Sekundärabdichtung in Bad und WC

### 8.2.4 Literaturhinweise

- ÖNORM B 3692: Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen: Ausgabe: 2014-11-15
- Pernull, R.: Abhaltung von Feuchteschäden im Holzbau infolge Feuchträume und Installationen. Dissertation. Technische Universität Graz, 2000
- Schmid, G.: Strategien für eine bauweisengerechte Ausführung versorgungstechnischer Installationen im Holz-Massivbau. Ein Beitrag zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Wohngebäuden in BSP, Masterarbeit am Institut für Holzbau und Holztechnologie. Technische Universität Graz, 2014

## 9 Schlussfolgerungen und Ausblick

In dieser Masterarbeit wurden Herausforderungen des technischen Ausbaus im mehrgeschoßigen Holzbau untersucht.

Ziel dieser Masterarbeit war es, Risiken bei der Umsetzung von mehrgeschoßigen Holzbauten im Zusammenhang mit dem technischen Ausbau aufzuzeigen. Hierfür wurde ein mehrgeschoßiger Holzbau während der Bauphase begleitet und kritische Punkte in Bezug auf den Feuchteschutz der Holzkonstruktion laut Literatur untersucht. Dabei wurden vor allem die Installation wasserführender Leitungen, die Ausführung der Sekundärabdichtung und die Abdichtung von Rohrdurchführungen in Wänden und Decken erfasst.

Im Rahmen von Experteninterviews wurde erhoben, wie Baubeteiligte aus der Praxis die derzeitig praktizierte Art des technischen Ausbaus in mehrgeschoßigen Holzbauten und die Bedeutung von Schutzmaßnahmen für die Holzkonstruktion einschätzen.

### 9.1 Resümee

Es wurde festgestellt, dass zur Zeit wenig gesetzliche Regelungen für den technischen Ausbau in Holzbauwerken sowie wenig herstellerekonforme Systeme vorhanden sind. Zum einen steigt die Motivation, Bauvorhaben in Holzbauweise zu errichten, zum anderen ist die Implementierung des technischen Ausbaus in Holzkonstruktionen noch nicht auf den Holzbau abgestimmt. Diese Diskrepanz konnte im Rahmen dieser Masterarbeit beobachtet werden.

Ein zentrales Thema im technischen Ausbau von mehrgeschoßigen Holzbauten ist der Schutz der Holzkonstruktion vor dauerhaften Feuchteinwirkungen. Die von Pernull vor ca. 20 Jahren beschriebenen Problembereiche für Feuchteschäden sind heute noch immer eine große Thematik im Holzbau. Zur Sicherstellung eines dauerhaften Feuchteschutzes sind die sachgemäße Ausführung und damit auch der Bauablauf ein wesentliches Thema, da vor allem im Bereich des technischen Ausbaus viele Gewerke während der Bauphase vor Ort sind und dies einen beträchtlichen Koordinierungsaufwand erfordert.

Nachfolgend sind Ergebnisse in Bezug auf die Integration von gebäudetechnischen Systemen und den Bauablauf zusammengefasst.

## Integration von gebäudetechnischen Systemen in mehrgeschoßigen Holzbauten

Im Zuge der Baustellendokumentation in der Max-Mell-Allee 6 und der Experteninterviews konnten folgende Erkenntnisse in Bezug auf die Planung und Ausführung gebäudetechnischer Anlagen erhoben werden.

- **Konstruktionsprinzipien:**  
Die Grundsätze einer zentralen Leitungsführung für Ver- und Entsorgungsleitungen wurden für die vertikale Leitungsführung in Schächten angewandt. Die Anordnung der Schächte erfolgte in der Nähe der Versorgungsstellen, um kurze Leitungslängen zu gewährleisten.
- **Rohr-in-Rohr-Installation:**  
Durch die Verwendung einer Rohr-in-Rohr-Installation für Trinkwasserleitungen sind keine Rohrverbindungen im Fußbodenaufbau notwendig, was einen zusätzlichen Schutz vor Undichtigkeiten bewirkt. Dadurch ist auch in den Bereichen, wo keine Sekundärabdichtung verlegt wird, die Holzdecke geschützt. Laut Experten hat sich die Anwendung der Rohr-in-Rohr-Installation für Trinkwasserleitungen noch nicht vollständig durchgesetzt. Bei dem dokumentierten Wohnbau in Holzbauweise wurde diese Installationsform jedoch eingesetzt.
- **Heizungsleitungsverlegung im Spagettisystem:**  
Durch die Anwendung dieser Installationsweise sind keine Verbindungsstellen im Fußbodenaufbau notwendig und somit wird das Gefahrenpotential einer mangelhaften Rohrverbindung im Fußbodenaufbau verkleinert.
- **Durchdringungen:**  
Rohrdurchführungen durch Wände oder Decken wurden mit Hilfe von Dichtmanschetten an die Abdichtungen (Verbundabdichtung, Dampfbremse in Außenwänden) angebunden. Die Anbindung von Rohrleitungen an die Abdichtungen werden aus Sicht der Experten derzeit in der Regel fachgerecht ausgeführt.
- **Bauablauf:**  
Im Zuge der Experteninterviews wurde erhoben, dass die Zusammenarbeit zwischen Fachplanern gut gelingt. Die Fachplaner werden laut der befragten Experten frühzeitig, zumeist ab der Entwurfsplanung, eingebunden.  
Der Großteil der Experten ist der Meinung, dass bei mehrmaliger Zusammenarbeit von Fachplanern bei verschiedenen Bauvorhaben das Know-how steigt und die Kooperation mit jedem Bauvorhaben stärker wird.

## Risiken in der Planung und im Bauablauf

- **Sekundärabdichtung**

Die Ausbildung einer holzbauadäquaten und baupraktischen Sekundärabdichtung und Entwässerung ist derzeit aus Sicht der Experten schwer realisierbar.

Im Zuge der Baustellendokumentation wurde festgestellt, dass für die Detailausbildung der Sekundärabdichtung keine herstellereinspezifischen Angaben und Konstruktionsgrundsätze vorhanden sind. Planer und ausführende Gewerke sind angehalten, selbständig Lösungen für diese Detailausbildung zu entwickeln.

Die größte Herausforderung für die Baubeteiligten war die Ausführung der Entwässerung der Sekundärabdichtung mit Hilfe eines Schlauchs, wie in der Dissertation von Pernull beschrieben.<sup>167</sup> In diesem Bereich wurde in der Bauphase noch beraten, wie der Entwässerungsschlauch in die Sekundärabdichtung eingebunden werden soll. Die Idee mit der Anbindung einer Dichtmanschette, welche in den Hochzug der Sekundärabdichtung eingebunden wird, hat sich durchgesetzt. Jedoch wurde festgestellt, dass ein bodenbündiger Einbau der Dichtmanschette und des Entwässerungsschlauchs eine Herausforderung darstellt.

Die befragten Experten sind der Meinung, dass die Sekundärabdichtung sinnvoll ist, allerdings wird die richtige Ausführung und die Entwässerung als problematisch angesehen. Als Grund hierfür wird genannt, dass aus baupraktischer Sicht eine Entwässerung schwer realisierbar ist und derzeit keine herstellereinspezifischen Lösungen vorhanden sind. Die ausschließliche Verlegung der Sekundärabdichtung im Badezimmer erachten viele Experten als kritisch, da wasserführende Rohrleitungen auch außerhalb der Sanitärräume, z.B. in der Küche, verlegt werden. Einzelne Experten sehen die Befestigung der Leitungen auf der Sekundärabdichtung problematisch.

- **Leitungsführung in der Vorsatzschale und im Fußbodenaufbau**

In dem dokumentierten Bauprojekt wurde aus Feuchteschutzgründen bereits in der Planung versucht, eine Leitungsverlegung in der Vorsatzschale zu forcieren. Dies hat jedoch zur Folge, dass auch Metallständer von Trockenbauwänden durchdrungen werden müssen. Für die Monteure stellt dies einen erhöhten Aufwand dar, da jede Durchdringung eines Metallständers vor Ort ausgeschnitten werden muss.

<sup>167</sup> Vgl. PERNULL, R.: Abhaltung von Feuchteschäden im Holzbau infolge Feuchträume und Installationen. S. 63

Beim der Leitungsführung im Fußbodenaufbau wurden die Leitungen in der Schüttung untergebracht. Eine Überdeckung der Abwasserleitungen (idR DN 50) mit einer Schütthöhe von 6 cm war aufgrund des Gefälles der Abwasserleitungen und der Kreuzungspunkte sämtlicher Leitungen im Fußbodenaufbau nicht überall möglich.

- **Feuchteschutz bei Sanitärgegenständen**

Der Großteil der befragten Experten ist der Meinung, dass der Einbau von bodenebenen Duschen aus feuchtetechnischer Sicht eine große Herausforderung ist. Einzelne Experten kritisieren, dass die Revision einer bodenebenen Dusche nicht möglich ist.

### Maßnahmen zur Minimierung der Risiken für Feuchteschäden

Für die Leitungsinstallation bilden die Grundprinzipien nach Hausladen einen Grundstein für eine holzbauadäquate haustechnische Installation.<sup>168</sup>

- Zentrale Leitungsführung in Trassen
- Entkoppelung von Tragstruktur und technischem Ausbau
- Gewährleistung dauerhafter Zugänglichkeit
- Platzbedarf und -reserven einplanen
- Vorgefertigte Technikkomponenten verwenden

Auf Basis der Analyse der Baustellenbegleitung und der empirischen Untersuchung werden folgende Maßnahmen zur Risikominimierung für Feuchteschäden vorgeschlagen:

- In einem **frühen Planungsstadium** ist zu klären, **wie die Leitungsführung erfolgt** (Vorsatzschale, Fußbodenaufbau etc.), um eine Abstimmung mit der konstruktiven Ausführung zu gewährleisten.
- **Vermeidung der Leitungsführung auf der Sekundärabdichtung**
- Eine exakte **Detailausführung der Sekundärabdichtung** ist zu gewährleisten. Etwaige Durchdringungen mit Rohren im Hochzug der Sekundärabdichtung sind zu meiden oder fachgerecht mit Dichtmanschetten auszuführen.
- **Definition der Schnittstellen**, um Zuständigkeiten der Arbeitsschritte frühzeitig zu klären. Durch die Erstellung von **chronologischen Ablauffolgen der Tätigkeiten** sind Schnittstellen deutlich erkennbar.

<sup>168</sup> Vgl. HAUSLADEN, G.; HUBER, C.; HILGER, M.: Modulare vorgefertigte Installationen in mehrgeschoßigen Holzbauwerken. Holzbau der Zukunft. Teilprojekt 12. Reihe Holzbauforschung. S. P12-5

- Eine **ausreichende Dimensionierung des Platzbedarfs** für die **Leitungsführung in der Vorsatzschale** ist in der Planung zu berücksichtigen. Die **zulässige Anzahl und Größe der Stegausschnitte laut Herstellerangaben** sind zu beachten.

## 9.2 Ausblick

Für die Erhöhung des Anteils mehrgeschoßiger Wohnbauten in Holzbauweise sind holzbauadäquate gebäudetechnische Komponenten und Konstruktionen erforderlich. Die technische Gebäudeausrüstung darf nicht direkt vom Massivbau in den Holzbau übernommen werden. Aufgrund der Feuchteempfindlichkeit des Holzes sind standardisierte holzbauadäquate Lösungen für die Implementierung von gebäudetechnischen Systemen erforderlich.

In den gegenwärtigen Bauvorschriften und Herstellerangaben sind wenige bis keine exakten Auskünfte über einen holzbauadäquaten Einbau von wasserführenden Leitungen und zusätzliche feuchtetechnische Schutzmaßnahmen vorhanden. Planer und ausführende Gewerke sind auf eigenständige und selbst konstruierte Detailausbildungen angewiesen.

Die durchgeführten Experteninterviews bestätigten, dass der Holzbau für die Architekten, die Fachplaner, die Bauherrn und vor allem auch für die ausführende Unternehmen teilweise ein „Neuland“ in der Baubranche darstellt. Dadurch müssen sie meist unter hohem Zeitdruck Informationen über holzbauspezifische Lösungen und geeignete Produkte einholen. Einige Holzbauunternehmen haben bereits eine interne Sammlung von Detaillösungen sowie die dazu notwendigen Informationen herausgearbeitet. Planern und ausführenden Unternehmen, die erstmalig mit einem mehrgeschoßigen Holzbau konfrontiert sind, fehlt das Know-how in diesem Themengebiet.

Aus diesem Grund bedarf es eines Maßnahmenkatalogs sowie einer standardisierten Detailmappe für Bauherrn, Architekten und Fachplaner. Diese Werkzeuge können dazu beitragen, Risiken im Holzbau klar zu definieren und technisch adäquate Lösungsvorschläge bzw. Konstruktionsgrundsätze für Planer darzulegen. Darin sollten vor allem Richtlinien für die Installation wasserführender Leitungen und feuchtetechnisch einwandfreie Details für Nassräume dargestellt werden.

Weitere Aspekte, denen in Zukunft mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden muss, sind die Planung, die Baustellenkoordination und die Bauüberwachung. Aufgrund der Vorfertigung und des notwendigen Feuchteschutzes im Holzbau ist eine integrale Planung anzustreben. Dem Architekten und Holzbaufachplaner sind die Leitungsdimensionen ehest möglich mitzuteilen, um den notwendigen Platzbedarf einzukalkulieren und die Leitungsführung technisch sinnvoll im Gebäude unterzubringen. Eine

Leitungsführung in der Vorsatzschale und Trockenbauwand ist hinsichtlich der herstellerepezifischen Bedingungen und baupraktischen Umsetzungen bereits in der Planung zu berücksichtigen.

Während der Bauphase ist auf der Baustelle eine interdisziplinäre Zusammenarbeit der einzelnen Gewerke erforderlich. An die Baustellenkoordination und Überwachung werden hohe Anforderungen gestellt. Derzeit kommunizieren die Gewerke überwiegend untereinander bezüglich der Abstimmung nächster Arbeitsschritte. Es ist zu bedenken, dass viele ausführende Gewerke keine Erfahrung mit Holzbauwerken haben und gegebenenfalls ihre Arbeitsweise aus dem klassischen Massivbau in den Holzbau übertragen. Anzudenken ist, ob bei der Ausführung kritischer Detailpunkte in Zukunft eine Baustellenüberwachung mit Checkliste vor Ort erforderlich ist.

Durch die vertiefte Betrachtung und Analyse des technischen Ausbaus anhand eines umgesetzten mehrgeschoßigen Holzbaus wurde verdeutlicht, dass ein großer Handlungsbedarf bei der Entwicklung holzbauadäquater gebäudetechnischer Lösungen besteht. Dazu sind weiterführende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten notwendig.

## Anhang 1

Analyse der Arbeitsprozesse

Version 1.1 vom 18. Juli 2017

### Teilnehmerinformation und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Studie

#### Dokumentation des Baustellablaufs und Montageprozesse

#### Analyse der Arbeitsprozesse des technischen Ausbaus im mehrgeschoßigen Holzbau – Wohnbau Max Mell Allee / Fa. ....

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer!

Wir laden Sie ein an der oben genannten Studie teilzunehmen.

#### **Ihre Teilnahme an dieser Studie erfolgt freiwillig.**

Studien sind notwendig, um verlässliche neue Forschungsergebnisse zu gewinnen. Unverzichtbare Voraussetzung für die Durchführung einer Studie ist jedoch, dass Sie Ihr Einverständnis zur Teilnahme an dieser Studie schriftlich erklären. Bitte lesen Sie den folgenden Text als Ergänzung zum Informationsgespräch mit Ihrem Vorgesetzten sorgfältig durch und zögern Sie nicht, Fragen zu stellen.

Bitte unterschreiben Sie die Einwilligungserklärung nur

- wenn Sie Art und Ablauf der Studie vollständig verstanden haben,
- wenn Sie bereit sind, der Teilnahme zuzustimmen und
- wenn Sie sich über Ihre Rechte als Teilnehmer an dieser Studie im Klaren sind.

Zu dieser Studie, sowie zur Probandeninformation und Einwilligungserklärung wurde von der zuständigen Ethikkommission eine befürwortende Stellungnahme abgegeben.

#### **1. Was ist der Zweck der Studie?**

Der Zweck dieser Untersuchung ist die Arbeitsprozesse des technischen Ausbaus und Erfassung kritischer Punkte während des Bauablaufs zu erhalten und in Form einer Masterarbeit auszuarbeiten. Diese Studie besteht einerseits aus der Datenerhebung auf der Baustelle, der Analyse der Baustellendokumentation und der Schlussfolgerung für zukünftige Bauvorhaben. Für die Datenerhebung vor Ort werden die Arbeits- und Montageprozesse von Heizungs-, Trinkwasser- und Sanitärinstallationen sowie die Ausbildung der Abdichtungsbahnen am Dach und innerhalb des Gebäudes (Sekundärabdichtung, Anbindung von Rohrdurchführungen, etc.) dokumentiert. Zudem werden die kritischen Punkte wie Schnittstellenproblematiken aufgezeigt.

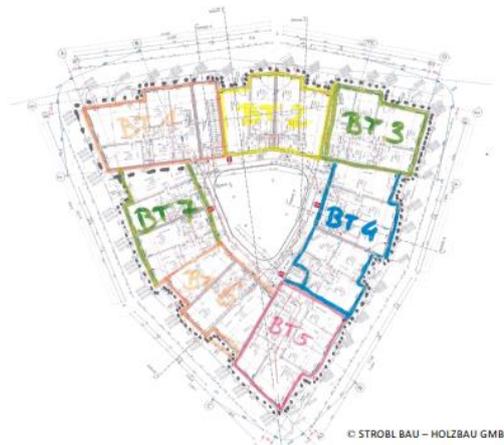
Seite 1 von 4

Unterschrift des Probanden .....

## 2. Wie läuft die Studie ab?

Die Studie umfasst die Datenerhebung auf der Baustelle und die nachfolgende Auswertung. Die Datenerfassung erfolgt analog mit einem Datenerhebungsbogen und digital mit einer Bildokumentation.

Die Montageabläufe der Installationen und Abdichtungsarbeiten werden Schritt für Schritt dokumentiert. Da dieser Wohnbau in mehreren Blöcken gebaut wird, wie in Skizze 1 dargestellt, wird der erste Block (BT1), der 5. Block (BT 5) und der letzte Block (BT 7) aufgenommen. Aufgrund der unterschiedlichen Grundrisse der Blöcke und somit auch der Leitungsführung, ist eine Dokumentation in Teilen der anderen Blöcke ebenso möglich.



Skizze 1 Blockeinteilung Max-Mell-Alle

Eine Aufnahme der Montageabläufe mit der Kamera, ermöglicht eine saubere und nachvollziehbare Darstellung in der Masterarbeit.

Die Auswertung erfolgt im Zuge des schriftlichen Teils meiner Masterarbeit. Dabei werden die einzelnen Blockaufnahmen verglichen, die Montageabläufe in Themengebiete gegliedert und die kritischen Punkte je Themengebiet herausgearbeitet. Zudem wird der geplante und der tatsächliche Bauablauf und die Zuständigkeiten der einzelnen Tätigkeit dargestellt.

**3. Worin liegt der Nutzen einer Teilnahme an der Studie?**

Die Ergebnisse dieser Studie sollen im Rahmen der wissenschaftlichen Bearbeitung dazu führen, die Montageabläufe zu optimieren. Im Anschluss an die Datenauswertung erfolgt eine Zusammenfassung der Fehlerquellen mit Verbesserungsvorschlägen, um diese bei zukünftigen Bauvorhaben zu vermeiden.

**5. Wann wird die Studie vorzeitig beendet?**

Aufgrund ungeeigneter Witterung könnten die Arbeiten auf der Baustelle eingestellt werden.

**6. In welcher Weise werden die im Rahmen dieser Studie gesammelten Daten verwendet?**

Sofern gesetzlich nicht etwas anderes vorgesehen ist, haben nur die Prüfer und deren Mitarbeiter, sowie die Firma ..... (ausgewählte Mitarbeiter) Zugang zu den Daten. Die aufgezeichneten Daten sind vertraulich und werden nicht an Dritte weitergegeben. Diese dienen lediglich als Datenrundlage für die Ergebnisse der Masterarbeit.

Die Weitergabe der Daten erfolgt ausschließlich zu wissenschaftlichen Zwecken und die sind anonym, also ohne Ihren Namen. Auch in etwaigen Veröffentlichungen der Daten dieser Studie werden Sie nicht namentlich genannt.

**7. Entstehen für die Teilnehmer Kosten? Gibt es einen Kostenersatz oder eine Vergütung?**

Durch Ihre Teilnahme an dieser Studie entstehen für Sie keine zusätzlichen Kosten.

**8. Möglichkeit zur Diskussion weiterer Fragen**

Für weitere Fragen im Zusammenhang mit dieser Studie stehen Ihnen Ihre Vorgesetzten und Mitarbeiter an dieser Studie gern zur Verfügung.

Name der Kontaktperson: Anna-Katharina Magg

Ständig erreichbar unter: 0676 / 44 515 72

**9. Einwilligungserklärung**

Ich erkläre mich bereit, an der Studie „Analyse der Arbeitsprozesse des technischen Ausbaus im mehrgeschoßigen Holzbau“ teilzunehmen.

Ich bin vom Montageleiter ..... (Fa. ....) und von Frau/ Herrn ..... (TU GRAZ) ausführlich und verständlich über den Studienablauf, mögliche Belastungen, sowie über Wesen, Bedeutung und Tragweite der Studie, und sich für mich daraus ergebende Anforderungen aufgeklärt worden. Ich habe darüber hinaus den Text dieser Probandenaufklärung und Einwilligungserklärung, die insgesamt 4 Seiten umfasst, gelesen. Aufgetretene Fragen wurden mir vom Vorgesetzten verständlich und genügend beantwortet. Ich hatte ausreichend Zeit, mich zu entscheiden. Ich habe zurzeit keine weiteren Fragen mehr.

Beim Umgang mit den Daten werden die Bestimmungen des Datenschutzgesetzes beachtet.

Eine Kopie dieser Probandeninformation und Einwilligungserklärung habe ich erhalten. Das Original verbleibt beim Studienleiter.



**Anhang 2**

<b>Baustellendokumentation - Protokoll Nr.:</b>	<b>Datum:</b>
<b>Block Nr.:</b>	
<b>Bauabschnitt: Sanitärinstallation</b>	

Baustellenbesetzung		
Ausführende Unternehmen	Bauaufsicht/Bauleitung	
	Bauleitung Polier	

	Wohnräumen	Sanitärräumen
Fußbodenaufbau		

Dusche	
Duschtaße	
Bodeneben	
wenn bodeneben Gefälle	
Rohr in Rohr	
Warmwasseraufbereitung in jeder Wohnung	

Bodenablauf			
Schiene - eckig			
Gitter - rund			
Hersteller			
Abdichtung	Installateur	Fliesenleger	Schwarzdecker
Bodenablauf versetzen			
Abdichtung anbringen			

Badewanne	
Aufstellung auf Rohdecke	Schallentkoppelung!
Aufstellung auf Estrich	
Hersteller/System	

BD\_B1\_Sanitärinstallation

1

Baustellendokumentation - Protokoll Nr.:	Datum:
Block Nr.:	
Bauabschnitt: Sanitärinstallation	

	Installateur	Fliesenleger	Trockenbauer	
Aufstellung				
Anschluss an die Wand				

Verbundabdichtung	
Material	
Bereich	
Steckdosen in diesem Bereich	

BD\_B1\_Sanitärinstallation

2

## Glossar

<b>Sekundärabdichtung</b>	Die Sekundärabdichtung ist eine Abdichtung auf der Holzmassivdecke zum Schutz vor Feuchte. Diese wird hauptsächlich im Bereich von Nassbereichen verlegt.
<b>Massivbauweise</b>	Die Massivbauweise ist jene Bauweise, in der die tragenden Wände und raumabschließende Wände ineinander fließen. Es existiert keine wesentliche Trennung der beiden Bauteile. Wird von der Massivbauweise gesprochen ist, ist meist der Einsatz von mineralischen Baustoffen, wie z.B. Beton oder Ziegel gemeint.
<b>Holz-Massivbauweise mit BSP</b>	Die Holz-Massivbauweise mit BSP ist eine Bauweise mit massiven Elementen aus Holz. Hierfür werden gehobelte Brettlamellen verwendet, die im rechten Winkel zueinander verklebt werden. In der Regel bestehen Brettsperrholzelemente aus einem 3 bis 5 - schichtigen Querschnittsaufbau.
<b>Durchdringungen</b>	Sind Rohrdurchführungen durch Wände, Decken oder Dächer.

## Literaturverzeichnis

<http://www.klb-klimaleichtblock.de/uploads/pics/Zweirohrheizung.png>.

Datum des Zugriffs: 08.05.2017.

<http://www.professional.legrand.at/typo3temp/GB/0f9b215ebb.jpg>.

Datum des Zugriffs: 17.05.2017.

[https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/51AmwSbwpjL.\\_SY355\\_.jpg](https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/51AmwSbwpjL._SY355_.jpg). Datum des Zugriffs: 17.05.2017.

[https://www.knauf.de/cutout/cutout\\_113613\\_detail\\_picture\\_1.jpg](https://www.knauf.de/cutout/cutout_113613_detail_picture_1.jpg). Datum des Zugriffs: 17.05.2017.

[https://img.conrad.at/medias/global/ce/6000\\_6999/6200/6270/6270/627029\\_BB\\_00\\_FB.EPS.jpg](https://img.conrad.at/medias/global/ce/6000_6999/6200/6270/6270/627029_BB_00_FB.EPS.jpg). Datum des Zugriffs: 17.05.2017.

[http://catalog.geberit.com/public/product.aspx?cat=AT\\_AT-de\\_1&ch=CH2\\_102000&p=PRO\\_101480](http://catalog.geberit.com/public/product.aspx?cat=AT_AT-de_1&ch=CH2_102000&p=PRO_101480). Datum des Zugriffs: 03.07.2017.

[http://catalog.geberit.com/public/product.aspx?cat=AT\\_AT-de\\_1&ch=CH2\\_101900&p=PRO\\_101426](http://catalog.geberit.com/public/product.aspx?cat=AT_AT-de_1&ch=CH2_101900&p=PRO_101426). Datum des Zugriffs: 03.07.2017.

[http://www.geba-vent.de/vent/upload/bildergalerie/geba\\_Sammelkasten/gebakombi\\_4-Leiter\\_02.jpg](http://www.geba-vent.de/vent/upload/bildergalerie/geba_Sammelkasten/gebakombi_4-Leiter_02.jpg). Datum des Zugriffs: 03.07.2017.

[http://www.geba-vent.de/vent/upload/01\\_broschueren/Flachdach/06\\_FDL\\_RZ02.jpg](http://www.geba-vent.de/vent/upload/01_broschueren/Flachdach/06_FDL_RZ02.jpg). Datum des Zugriffs: 03.07.2017.

<https://www.sv-hinteregger.at/galerie/>. Datum des Zugriffs: 13.11.2017.

[http://www.proholz.at/fileadmin/proholz/media/presse/150924\\_PK\\_Vortrag\\_Teischinger\\_14Folien.pdf](http://www.proholz.at/fileadmin/proholz/media/presse/150924_PK_Vortrag_Teischinger_14Folien.pdf). Datum des Zugriffs: 13.11.2017.

BALAK, M.; ROSENBERGER, R.; STEINBRECHER, M.: 1. Österreichischer Bauschadensbericht. Wien. Institut für Bauschadensforschung, 2005.

BRUNCK, H. F.; USEMANN, K. W.: Untersuchungen über Baumängel und Bauschäden in Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung im Bereich der Heizungs- und Sanitärtechnik. Abschlussbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Raumordnung, Kaiserslautern. Universität Kaiserslautern, Bauwesen und Städtebau, 1992.

BRUNNER, H.; KNITEL, D.; RESINGER, P. J.: Leitfaden zur Bachelor- und Masterarbeit. Einführung in wissenschaftliches Arbeiten und berufsfeldbezogenes Forschen an Hochschulen und Universitäten. Marburg. Tectum Verlag, 2013.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, FAMILIE UND JUGEND:  
Vorbeugender baulicher Brandschutz. Dämmarbeiten / Ausführungsrichtlinien . November 2013.

CROPLEY, A. J.: Qualitative Forschungsmethode. Eine praxisnahe Einführung. Eschborn bei Frankfurt am Main. Verlag Dietmar Klotz GmbH, 2005.

DANIELS, K.: Gebäudetechnik. Ein Leitfaden für Architekten und Ingenieure. 2. Auflage. Zürich, München. R. Oldenbourg Verlag, 1996.

FUCHS, W.: Biographische Forschung. Eine Einführung in die Praxis und Methoden. Wiesbaden. Westdeutscher Verlag, 1984.

GEBERIT VERTRIEBS GMBH & CO KG: Allgemeine Planungsgrundlagen.

[http://www.geberit.at/media/local\\_media/unterlagen/produkte\\_1/kompetenzbroschueren/Geberit\\_Planungsgrundlagen\\_WEB.pdf](http://www.geberit.at/media/local_media/unterlagen/produkte_1/kompetenzbroschueren/Geberit_Planungsgrundlagen_WEB.pdf). Datum des Zugriffs: 16.05.2017.

GEBERIT VERTRIEBS GMBH & CO KG: Leitfaden zur Abwassernorm. Bemessung und Verlegung von Abwasserleitungen nach ÖN EN 12056 und ÖN B 2501. Pottenbrunn. 01.04.2015.

GEORG FISCHER JRG AG:  
[http://www.gfps.com/content/dam/gfps\\_country\\_CH/doc/Dokumentationen/ht/downloads-de/prospekte/sanipex\\_classic/JRG%20Sanipex%20Classic%20-%20Prospekt%20im%20Holzbau.pdf](http://www.gfps.com/content/dam/gfps_country_CH/doc/Dokumentationen/ht/downloads-de/prospekte/sanipex_classic/JRG%20Sanipex%20Classic%20-%20Prospekt%20im%20Holzbau.pdf). Datum des Zugriffs: 11.05.2017.

GLÄSER, J.; LAUDEL, G.: Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. Wiesbaden. VS Verlag f. Sozialwiss., 2010.

GLINKA, H.-J.: Das narrative Interview. Eine Einführung für die Sozialpädagogen. Weinheim/München. Juventa-Verlag, 1998.

GORDEN, R. L.: Interviewing. Strategies, techniques and tactics. Illinois. Dorsey Press, 1975.

HAUSLADEN, G.; HUBER, C.; HILGER, M.: Modulare vorgefertigte Installationen in mehrgeschoßigen Holzbauwerken. Holzbau der Zukunft. Teilprojekt 12. Reihe Holzbauforschung. Stuttgart. Fraunhofer IRB-Verlag, 2008.

ISOPP, A.: Nachgefragt. Welches Potential steckt in der Vorfertigung. In: Zuschnitt, 50/2013.

JACOB, R.; HEINZ, A.; DÉCIEUX, J. P.: Umfrage. Einführung in die Methoden der Umfragenforschung. München. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 2013.

KAUFMANN, H. et al.: Optimierte Planungsprozesse für Gebäude in vorgefertigter Holzbauweise. Forschungsbericht. München. Technische Universität München, 2017.

KLH MASSIVHOLZ GMBH: Montage & Installation. Broschüre. 01/2012.

KNAUF GESELLSCHAFT M.B.H.: Brandschutz mit Knauf. Trockenbau-Systeme und Systemprodukte. 12/2016.

[http://www.knauf.at/epim/W11\\_AT\\_KNAUF\\_METALLST\\_NDERW\\_NDE\\_2015-12.PDF](http://www.knauf.at/epim/W11_AT_KNAUF_METALLST_NDERW_NDE_2015-12.PDF). Datum des Zugriffs: 05.02.2017.

KÖNIG, E.; ZEDLER, P.: Qualitative Forschung. Grundlagen und Methoden. Weinheim und Basel. Beltz Verlag, 2002.

KRIMMLING, J. et al.: Atlas Gebäudetechnik. Köln. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, 2014.

MAYRING, P.: Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken. Weinheim. Beltz Verlag, 2002.

MAYRING, P.: Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Weinheim. Deutscher Studien Verlag, 2000.

MEUSER, M.; NAGEL, U.: Das Experteninterview - konzeptionelle Grundlagen und methodische Auflage. In: Methoden der vergleichenden Politik und Sozialwissenschaft. Neue Entwicklungen und Anwendungen., 2009.

MEUSER, M.; NAGEL, U.: Experteninterviews - vielfach erprobt, wenig bedacht. Ein Beitrag zur qualitativen Methodendiskussion. Bremen. 1989.

MONSBERGER, M.; PARTL, R.: Gebäudetechnik - Eine Schlüssel-disziplin im modernen Holzbau. In: Versagen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 2. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2016. Technische Universität Graz.

ÖNORM B 2320: Wohnhäuser aus Holz. Technische Anforderungen. Österreichisches Normungsinstitut, Wien. 2017-08-01.

ÖNORM B 2501: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke. Planung, Ausführung und Prüfung - Ergänzende Richtlinien zu ÖNORM EN 12056 und ÖNORM EN 752. Österreichisches Normungsinstitut, Wien. Ausgabe: 2016-08-01.

ÖNORM B 2531: Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen. Österreichisches Normungsinstitut, Wien. 2012-09-01.

ÖNORM B 3407: Planung und Ausführung von Fliesen-, Platten- und Mosaiklegearbeiten. Österreichisches Normungsinstitut, Wien. Ausgabe 2015-01-15.

ÖNORM B 3692: Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen. Österreichisches Normungsinstitut, Wien. Ausgabe: 2014-11-15.

ÖNORM EN 806-4: Technische Regeln für Trinkwasser-Installation Teil 4: Installation. Österreichisches Normungsinstitut, Wien. 2010-07-15.

ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: OIB-Richtlinie 6. Energieeinsparung und Wärmeschutz. Ausgabe März 2015.

ÖVE/ÖNORM E 8001-4-701: Errichtung von elektrischen Anlagen mit Nennspannungen bis AC 1000 V und DC 1500 V. Teil 4-701: Räume mit Badewanne oder Dusche. Österreichisches Normungsinstitut, Wien. 2013-02-01.

PECH, A.; JENS, K.: Elektro- und Regeltechnik. Wien. Springer-Verlag, 2007.

PERNULL, R.: Abhaltung von Feuchteschäden im Holzbau infolge Feuchträume und Installationen. Graz. Technische Universität Graz Dissertation, 2000.

PISTOHL, W.: Handbuch der Gebäudetechnik. Band2. Heizung - Lüftung - Beleuchtung - Energiesparen. Köln. Werner Verlag, 2007.

PISTOHL, W.; RECHENAUER, C.; SCHEUERER, B.: Handbuch der Gebäudetechnik. Planungsgrundlagen und Beispiele. Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Energiesparen. . Köln. Bundesanzeiger Verlag GmbH, 2016.

ROTH WERKE GMBH: Trinkwasser-Installation und Heizkörper-Anbindung mit einem System. Broschüre.

SCHICKHOFER, G.; SCHMID, G.: Gebäudetechnik für Geschossbauten in Holz-Massivbauweise. In: Verorgen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 1. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2014. Technische Universität Graz.

SCHMID, G.: Strategien für eine bauweisengerechte Ausführung versorgungstechnischer Installationen im Holz-Massivbau. Ein Beitrag zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Wohngebäuden in BSP. Masterarbeit. Institut für Holzbau und Holztechnologie. Technische Universität Graz, 2014.

SCHUSTER, S.; STIEGLMEIER, M.: Optimierte Planungsprozesse für den vorgefertigten Holzbau - ein Forschungsbericht. In: Detail Zeitschrift für Architektur und Baudetail, Bauen mit Holz/1/2.2018.

TEIBINGER, M.: Brandschutzvorschriften in Österreich. Anforderungen nach OIB-Richtlinie 2. In: Zuschnitt, 2015.

TEIBINGER, M.: Haustechnik im mehrgeschoßigen Holzbau. In: Zuschnitt Nr. 55, 09/2014.

TEIBINGER, M.: Gebäudetechnik im mehrgeschoßigen Holzbau - was zu berücksichtigen ist. In: Versorgen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 2. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2016. Technische Universität Graz.

VOGEL, K. et al.: Bewertung von Fehlstellen in Luftdichtheitsebenen - Handlungsempfehlung für Baupraktiker . Kassel. Fraunhofer IRB, 2016.

ZUMBRUNNEN, P.: Fokus Gebäudetechnik in BSP-Geschoßbauten Londons. In: Versagen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik, 1. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung 2014. Technische Universität Graz.

