



Christoph Seibert, BSc

# **Sanitärtechnik für Geschoßwohnbauten in Holz-Massivbauweise**

-

## **Entwicklung der Sanitärtechnik und holzbaukonforme Ausführung eines Feuchtraumes**

### **MASTERARBEIT**

zur Erlangung des akademischen Grades  
Diplom-Ingenieur  
Masterstudium Bauingenieurwissenschaften – Konstruktiver Ingenieurbau

Eingereicht an der  
**Technischen Universität Graz**

Betreuer  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerhard Schickhofer  
Institut für Holzbau und Holztechnologie  
DI Konstantin Ganster  
Institut für Holzbau und Holztechnologie

Graz, Juni 2019



# EIDESSTÄTLICHE ERKLÄRUNG

## AFFIDAVIT

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. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

*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 indicated all material which has been quoted either literally or by content from the sources used. The text document uploaded to TUGRAZonline is identical to the present master's thesis.*

---

Datum / Date

---

Unterschrift / Signature



# Danksagung

Danken möchte ich all jenen Personen und Freunden, die mich nicht nur während meiner Masterarbeit, sondern auch dem gesamten Studium mit ihrem Wissen und Ideen unterstützt haben und so das ein oder andere Mal Bewegung in festgefahrene Denkweisen gebracht haben.

Ein weiterer Dank gilt DI Konstantin Ganster sowie Univ.-Prof. DI. Dr. techn. Gerhard Schickhofer für die gute Betreuung und fachmännischen Inputs, die zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben.

Großer Dank gilt meiner gesamten Familie, die mir das Studium ermöglicht hat und mir auch in den verzwicktesten Situationen zur Seite gestanden ist. Es war jedes Wochenende aufs Neue schön zu euch nach Hause zu kommen.

Zu guter Letzt möchte ich mich noch ganz herzlich bei meiner Großmutter Ingrid bedanken, die mich in unserer gemeinsamen WG immer bestens versorgt hat, wodurch die Studienzeit zu einem kulinarischen Hochgenuss wurde.



## Kurzfassung

Die Holz-Massivbauweise mit Brettsperrholz gewinnt im mehrgeschoßigen Wohnbau immer mehr an Bedeutung. Vorgefertigte Wand- und Deckenelemente führen zu einer Steigerung der Qualität sowie zu einer Verkürzung der Bauzeit. Beim Einsatz vom Baustoff Holz kommt dem Feuchteschutz besondere Bedeutung zu. Zu hohe Feuchtigkeit in der Holzkonstruktion führt zu einer Abnahme der Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften des Baustoffs. Feuchtes Holz ist zudem ein guter Nährboden für holzzerstörende Pilze. Hohes Risikopotenzial besteht in Feuchträumen wie dem Badezimmer bzw. entlang der wasserführenden Leitungen im Gebäude. Ausführungsfehler oder nicht sofort erkannte Schäden können dazu führen, dass die Holzkonstruktion über längeren Zeitraum mit Feuchtigkeit beaufschlagt wird. So entstandene Schäden an der Tragstruktur sind oft nur mühsam und kostenintensiv zu sanieren. Deshalb muss in der Planung und Ausführung auf die betroffenen Bereiche besonders Rücksicht genommen werden, um durch geeignete Maßnahmen Schäden zu vermeiden, damit die dauerhafte Funktionstüchtigkeit der Tragstruktur gewährleistet werden kann.

Im ersten Teil der Arbeit wird die Frage behandelt, zu welchem Zeitpunkt die wasserführenden Leitungen den Weg in den Wohnraum gefunden haben. Hierzu wird die Entwicklung der Sanitärtechnik von Zeiten der frühen Hochkulturen bis ins Jahr 1990 beleuchtet. Vertiefend wird versucht zu erläutern, ab wann Leitungen im Fußbodenaufbau verlegt wurden, da diese Art der Leitungsführung ein hohes Gefahrenpotenzial für die hölzerne Tragstruktur aufweist. Die Literaturrecherche hat gezeigt, dass sich das Sanitärwesen in den eigenen vier Wänden erst langsam ab Mitte des 19. Jahrhundert zu entwickeln begann, wobei es etwa bis in die 1970er Jahre dauern sollte, dass ein Badezimmer in der eigenen Wohnung zur Normalität wurde. Was die Leitungen im Fußbodenaufbau betrifft konnte kein konkreter Zeitpunkt gefunden werden. Abbildungen belegen, dass diese Verlegeart bereits von Beginn an herangezogen wurde, jedoch mit Aufkommen des Geschoßwohnbaus in Betonbauweise ab den 1950er Jahren einen Aufschwung erfuhr.

Der zweite Teil befasst sich mit dem Thema Feuchträume im Holzbau. Ziel dieses Abschnitts ist es, einen Überblick zu erhalten, welche Normen und Richtlinien sich mit dem Thema Holzbau und Feuchtraum auseinandersetzen. Im dritten Teil der vorliegenden Arbeit werden die gewonnenen Erkenntnisse umgesetzt. Hierzu wird eine Raumzelle aus Brettsperrholz sanitärtechnisch neu installiert, um in Hinblick auf den Holzschutz optimale Ergebnisse zu erzielen. Um dies zu erreichen wurde zusätzlich zu den relevanten Normen die Devise verfolgt, dass keine Leitung im Fußbodenaufbau geführt werden darf. Weiters war die Einführung eines Grundmoduls [M] gefordert, von dem sich die Maße für die Konstruktion und die Sanitärtechnik ableiten lassen. Als weitere Planungsgrundlage wurden die sechs Grundsätze nach G. Hausladen herangezogen.

## Abstract

Solid timber constructions (STC) with cross-laminated timber (CLT) gain in importance due to the increasing frequency of multi-storey buildings. Prefabricated wall and ceiling elements raise the quality of and allow a saving of time. However, timber is sensitive to moisture as an exposure to it leads to a decrease in strength and stiffness of the construction. Furthermore, the moist construction may become a breeding ground for wood-destroying fungi. Therefore, humidity protection is essential, particularly in bathrooms and in the region of water-bearing lines. Prevention is of high importance in order to ensure a long-term functioning of the supporting structure, because permanent water exposure due to undetected construction faults leads to serious damage, which rectification involves high effort and costs.

The first part of this thesis focuses on the history of water-bearing lines in dwellings, especially on the introduction of underfloor lines as these water-bearing lines present a high risk. A literature research was conducted regarding the development of sanitary technology during the period from the early advanced civilisation to the 1990s. The results show that sanitary facilities have been a part of dwellings since the middle of the 19<sup>th</sup> century. Since the 1970s it has been common to build a bathroom per dwelling. There is no evidence since when underfloor lines exist. However, illustrations show that they are used from the beginning, whereby their popularity increased with the introduction of multi-storey concrete constructions in the 1950s.

The second part of the thesis concentrates on the construction of a module as a SCT with CLT in sanitary facilities. The construction is based on norms and directives dealing with timber construction and wet rooms. Furthermore, no lines should be underfloor in order to achieve optimal wood protection. Further specifications were the introduction of a construction and sanitary module and to follow the 6 principles according to Hausladen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>KAPITEL 1: EINLEITUNG UND GRUNDLAGEN.....</b>	<b>1</b>
1-1	EINLEITUNG ..... 1
1-2	GRUNDLAGEN – FEUCHTIGKEITSSPEZIFISCHE EIGENSCHAFTEN DES HOLZES..... 3
1-2.1	Holzfeuchte..... 3
1-2.2	Ausgleichsfeuchte..... 3
1-2.3	Quellen und Schwinden..... 4
1-2.4	Pilze ..... 6
1-2.4.1	Holzverfärbende und holzerstörende Pilze ..... 6
1-2.5	Resümee ..... 8
<b>KAPITEL 2: ENTWICKLUNG DER SANITÄRTECHNIK.....</b>	<b>9</b>
2-1	VON ZEITEN DER FRÜHEN HOCHKULTUREN BIS 1990..... 9
2-1.1	Einleitung ..... 9
2-1.2	Hochkulturen und Antike ..... 9
2-1.3	Das europäische Mittelalter ..... 13
2-1.4	Die frühe Neuzeit ..... 15
2-1.5	Mitte 19. Jahrhundert bis zum ersten Weltkrieg..... 19
2-1.6	Der Erste und Zweite Weltkrieg..... 30
2-1.7	Exkurs: die Frankfurter Küche von Margarete Schütte-Lihotzky ..... 41
2-1.8	Die Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg bis 1990..... 44
2-1.9	Entwicklung der Wiener Bauordnung in Bezug auf die Sanitärtechnik ..... 56
2-1.10	Resümee ..... 60
2-1.11	Persönliche Einschätzung der Entwicklung der horizontalen Leitungsführung..... 64
<b>KAPITEL 3: FEUCHTRÄUME IM HOLZBAU.....</b>	<b>65</b>
3-1	RELEVANTE NORMEN ..... 65
3-1.1	Einleitung ..... 65
3-1.2	Feuchteschutz ..... 65
3-1.3	Feuchtigkeitsbeanspruchungsklassen ..... 67
3-1.4	Feuchtraumabdichtung auf Rohbauebene ..... 69
3-1.4.1	Arten der Feuchtraumabdichtung ..... 69
3-1.5	Untergründe für dekorative Oberflächen..... 71
3-1.6	Ausführung ..... 72
3-1.7	Fazit ..... 76
3-2	PATENTRECHERCHE ..... 78
3-2.1	Einleitung ..... 78

3-2.2	Patente.....	78
3-3	AUSFÜHRUNGSBEISPIEL .....	88
3-3.1	Einleitung.....	88
3-3.1.1	Planungsgrundsätze.....	89
3-3.2	Analyse der bestehenden Raumzelle.....	93
3-3.3	Optimierung der Raumzelle .....	95
<b>KAPITEL 4: ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK .....</b>		<b>117</b>
4-1	ZUSAMMENFASSUNG .....	117
4-2	AUSBLICK .....	119
<b>ANHANG A VERZEICHNISSE.....</b>		<b>I</b>
A-1	Literaturverzeichnis .....	I
A-2	Abbildungsverzeichnis.....	VI
A-3	Tabellenverzeichnis .....	X
<b>ANHANG B DIVERSE ANHÄNGE .....</b>		<b>XI</b>
B-1	E-Mail Schriftverkehr .....	XI

# KAPITEL 1: EINLEITUNG UND GRUNDLAGEN

## 1-1 EINLEITUNG

---

Holz hat sich in den letzten Jahren zu einem vielseitigen Baustoff entwickelt. Stabförmige und flächenförmige Bauelemente führen dazu, dass dem Holzbau im Hochbau fast keine Grenzen gesetzt sind. Die Palette des Holzbaus reichen von der einfachen Gartenhütte bis zum mehrgeschoßigen, aus einzelnen vorgefertigten und modularen Raumzellen in Holz Massivbauweise errichteten Gebäude. Die Vorteile des Holzbaus liegen auf der Hand. Durch den hohen Grad an Vorfertigung den die verschiedenen Holzbauweisen bieten können, kommt es zu einer Steigerung der Qualität sowie einer Verkürzung der Bauzeit. Des Weiteren kommt es durch den Baustoff Holz zu Gewichtseinsparungen gegenüber Bauten aus mineralischen Baustoffen. Dieser Gewichtsvorteil schlägt sich nicht nur in einer Verringerung der Transportkosten nieder, sondern ermöglicht auch Gebäudeaufstockungen, ohne die unteren Geschoße statisch überzubelasten, was in Zeiten von städtischen Verdichtungsmaßnahmen immer mehr an Bedeutung gewinnt. Zu den wirtschaftlichen Vorteilen kommen noch die ökologischen hinzu. Holz ist ein nachwachsender Rohstoff, von dem in den Wäldern Österreichs ein Kubikmeter pro Sekunde nachwächst und dabei rund eine Tonne CO<sub>2</sub> bindet. In Punkten wie Ökobilanz oder ökologischem Fußabdruck schneiden Bauten aus dem Rohstoff Holz besonders gut ab. Der Irrglaube, dass sich die Verwendung von Holz negativ auf den Brandschutz auswirkt, konnte mit der OIB Richtlinie 2 aus dem Jahr 2015 zerstreut werden. Laut dieser ist es in Österreich möglich, Holzbauten mit bis zu sechs Geschoßen ohne zusätzliche Brandschutzmaßnahmen zu errichten. Alle diese Eigenschaften führen dazu, dass vermehrt Wohnbauten in Holz gebaut werden [1].

Jedes Gebäude, welches von Menschen genutzt wird, muss in der Lage sein, dessen Bewohner und Benutzer mit verschiedensten Medien in gasförmiger, flüssiger oder energetischer Form zu versorgen. Möglich macht dies die Gebäudetechnik. Gleich in welcher Bauweise und mit welchem Baustoff das Gebäude errichtet wurde, die Ver- und Entsorgung des Gebäudes muss gewährleistet sein. Ein Teilbereich der Gebäudetechnik ist die Sanitärtechnik, welche sich mit den technischen Installationen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung inklusive deren Armaturen und Einrichtungsgegenständen beschäftigt. Wasserführende Leitungen und Feuchträume wie Badezimmer und ähnliche stellen den Holzbau vor baustoffspezifische Aufgaben. Zu hohe Feuchtigkeit in der Holzkonstruktion führt zu einer Abnahme der Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften des Baustoffs. Feuchtes Holz ist zudem ein guter Nährboden für holzerstörende Pilze. Schäden an Installation können auch zu Schäden an der hölzernen Tragkonstruktion führen. Planungs- und Ausführungsfehler, wie falsche Dimensionierung der Leitung, Probleme in der Trassenführung oder fehlerhafte Anschlüsse können dazu führen, dass Wasser in Berührung mit der Tragkonstruktion kommt [2]. Wird der Wassereintritt nicht gleich bemerkt und es kommt zu Schäden an der hölzernen Tragstruktur sind diese oft nur mühsam und kostenintensiv zu sanieren. Großes Gefahrenpotenzial geht von horizontalen Leitungen im Fußbodenaufbau aus. Diese sind in der Ausführung praktisch, da Leitungen so auf kürzestem Weg verlegt werden können, jedoch sind diese nach Fertigstellung des Fußbodens nicht mehr erreichbar und Schäden an den Leitungen können erst sehr spät erkannt werden. Aus diesem Grund ist ein großer Teil dieser Arbeit der Frage gewidmet, wie das Medium

Wasser seinen Weg in die einzelnen Wohneinheiten gefunden hat und zu welchem Zeitpunkt damit begonnen wurde, die Leitungen im Fußbodenaufbau zu integrieren. Auf die historische Entwicklung der Sanitärtechnik zum Badezimmer wie wir es heute kennen, folgt eine Analyse des derzeitigen Normenstandes zum Thema Holzbau und Feuchträume. Im dritten Teil der vorliegenden Arbeit werden die gewonnen Erkenntnisse umgesetzt. Hierzu wird eine Raumzelle aus Brettsperrholz sanitärtechnisch neu installiert um in Hinblick auf den Holzschutz optimale Ergebnisse zu erzielen. Um dies zu erreichen wurde zusätzlich zu den relevanten Normen die Devise verfolgt, dass keine Leitung im Fußbodenaufbau geführt werden darf. Weiters war die Einführung eines Grundmoduls [M] gefordert, von dem sich die Maße für die Konstruktion und die Sanitärtechnik ableiten lassen. Als weitere Planungsgrundlage wurden die sechs Grundsätze nach G. Hausladen herangezogen.

---

## 1-2 GRUNDLAGEN – FEUCHTIGKEITSSPEZIFISCHE EIGENSCHAFTEN DES HOLZES

---

### 1-2.1 HOLZFEUCHTE

Holz ist ein kapillarporöser Stoff mit einem durchschnittlichen Porenanteil von 50 [%] - 60 [%] [3]. Dies ist nicht nur die Grundlage für das Leistungspotential von Holz hinsichtlich der Steifigkeit und Festigkeit im Verhältnis zu seiner Dichte, sondern ermöglicht auch die starke Wechselbeziehung von Feuchtigkeit und Holz. Durch den hohen Porenanteil ergibt sich eine innere Oberfläche von circa 100 [m<sup>2</sup>] pro Kubikzentimeter. Der poröse Stoff kann dadurch Feuchtigkeit aus der Umgebungsluft aufnehmen (adsorbieren) oder diese auch wieder an seine Umgebung abgeben (desorbieren) [4]. Weiters ist Holz im Stande durch kapillare Transportprozesse direkt flüssiges Wasser und andere Flüssigkeiten aufzunehmen.

Praktisch alle mechanischen, physikalischen und technologischen Eigenschaften des Holzes werden von der Holzfeuchte beeinflusst. Diese wird in Prozent angegeben und ist der Quotient aus der Masse des in der Holzprobe enthaltenen Wassers und der Masse der wasserfreien Holzprobe.

$$u = \frac{m_u - m_0}{m_0} \times 100 \text{ [%]} \quad (1.1)$$

*u..... prozentualer Holzfeuchtegehalt [%]*

*m<sub>u</sub>.... Masse des feuchten Holzes [kg]*

*m<sub>0</sub>.... Masse des darrtrockenen Holzes [kg]*

Zur Bestimmung der Holzfeuchte stehen direkte und indirekte Methoden zu Verfügung. Zur direkten Feuchtebestimmung zählt unter anderem die Darmmethode, zu indirekten z.B. elektrische Holzfeuchtemessverfahren oder auf Infrarotreflexion beruhende Verfahren [3].

Das Wissen über die Holzfeuchte ist für den Holzbau von immenser Bedeutung. Um die Maßhaltigkeit zu gewährleisten ist es notwendig, dass das Holz bei der Verarbeitung etwa jenen Feuchtegehalt besitzt, den es auch bei seiner Verwendung aufweist. Des Weiteren kann über eine geringe Holzfeuchte verhindert werden, dass es zu einem Befall durch pflanzliche und tierische Holzschädlinge kommt, da für diese ein bestimmter Feuchtegehalt lebensnotwendig ist.

### 1-2.2 AUSGLEICHSFECHTE

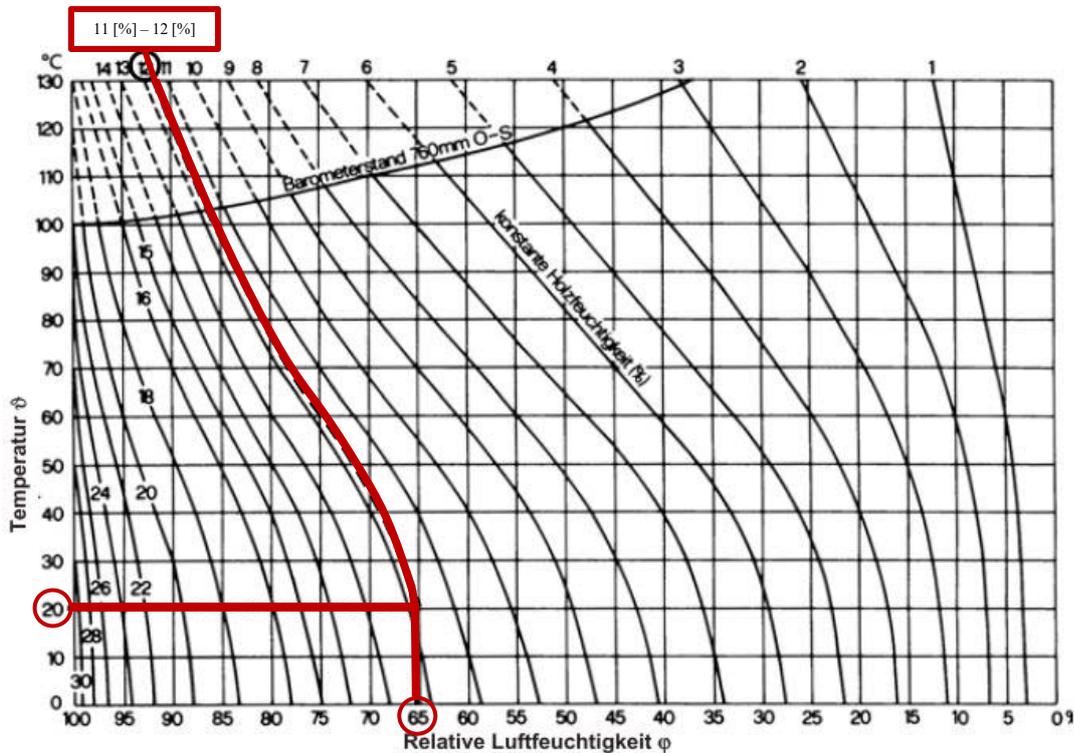
Da Holz ein hygroskopischer Stoff ist, stellt sich nach einiger Zeit die Ausgleichsfeuchte ein. Die Ausgleichsfeuchte ist jener Holzfeuchtegehalt, den das Material aufgrund von Umgebungstemperatur und relativer Luftfeuchte am Einsatzort annimmt.

Um Quellen und Schwinden vorzubeugen, sollte der Baustoff Holz bereits bei der Verarbeitung und beim Einbau ungefähr jenen Feuchtegehalt aufweisen, der sich am Einsatzort einstellt.

Es hat sich gezeigt, dass Bauholz beim Einbau eine Holzfeuchte von 12 [%] bis 18 [%] aufweisen sollte. Tabelle 1.1 zeigt Orientierungswerte, die für mitteleuropäisches Klima im Baubereich gelten.

**Tabelle 1.1: Orientierungswerte der Ausgleichsholzfeuchte [3]**

Situation	relative Luftfeuchte [%]	Zu erwartende Ausgleichsfeuchte [%]
Rohbau, einigermaßen trocken	70 - 90	14 - 21
Bau, weitgehend trocken	60 - 80	bis 16
Bau, vollständig trocken	40 - 70	8 - 13
Zentralheizung	25 - 70	5 - 10



**Abbildung 1.1: Holzfeuchte in Abhängigkeit von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit [5]**

Bild 1.1 zeigt die Holzfeuchte für Fichtenholz in Abhängigkeit von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit. Demnach stellt sich im so genannten Normklima mit 20 [°C] und 65 [%] relative Luftfeuchte eine Ausgleichsfeuchte von etwa 11 [%] bis 12 [%] ein.

### 1-2.3 QUELLEN UND SCHWINDEN

Im hygroscopischen Bereich ( $u \leq 28$  [%] bis 32 [%]) bindet Holz aufgenommene Feuchte in der Zellwand ein, was zu einer Volumenänderung (Quellen und Schwinden) führt. Zwischen  $u \approx 28$  [%] bis 32 [%] sind die Fasern wassergesättigt. Das überschüssige Wasser wird in den Hohlräumen abgelagert. Durch diese Einlagerung findet keine Volumenänderung mehr statt.

Adsorption, die Aufnahme von Feuchtigkeit, ergibt eine Volumenzunahme, bzw. Quellung. Die Desorption, die Abgabe von Feuchtigkeit, geht mit einer Volumenverringern einher, welche auch Schwinden genannt wird.

Da Holz anisotrop aufgebaut ist, erfolgt auch Quellen und Schwinden in den anatomischen Hauptrichtungen des Holzes (längs, radial und tangential) in unterschiedlichem Ausmaß.

Als Faustregel gilt dabei, dass sich die Quell- und Schwindmaße längs zu radial zu tangential wie etwa 1:10:20 verhalten [4].

Bei europäischen Hölzern liegt das Längsschwindmaß bei 0,4 [%], das Radialschwindmaß bei 4,3 [%] und das Tangentialschwindmaß bei 8,3 %. [3]

Quellen und Schwinden in Längsrichtung ist baupraktisch nicht von Bedeutung [4]. Das kreuzweise Verleimen von Holzlagen zu Werkstoffen wie Brettsperrholz führt dazu, dass sich die Lagen gegenseitig am Quellen und Schwinden behindern, womit ein dimensionsstabiler Flächenwerkstoff geschaffen wird.

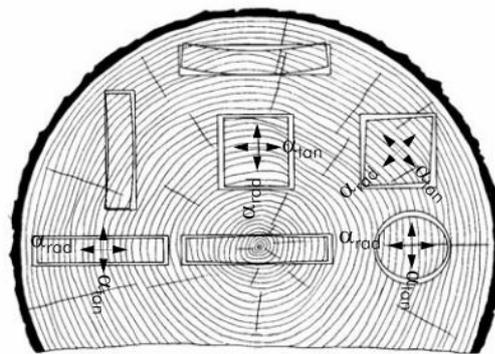


Abbildung 1.2: Verzerrung von Holz durch unterschiedliche Schwindung [6]

Tabelle 1.2: maximales Quellmaß, Quellungskoeffizient und differentielle Quellung verschiedener Holzarten [7]

Holzart	maximales lineares Quellmaß			Quellungskoeffizient		differentielle Quellung	
	$\alpha_{max}$ [%]			h [% / %]		q [% / %]	
	längs	rad	tan	rad	tan	rad	tan
Fichte	0,2...0,4	3,7	8,5	0,037	0,070	0,19	0,36
Kiefer	0,2...0,4	4,2	8,3	0,035	0,068	0,19	0,36
Lärche	0,1...0,3	3,4	8,5	0,027	0,057	0,14	0,30
Rotbuche	0,2...0,6	6,2	13,4	0,032	0,065	0,20	0,41
Eiche	0,3...0,6	4,6	10,9	0,033	0,063	0,18	0,34

Die Möglichkeit des Quellens und Schwindens ist im Umgang mit dem Baustoff Holz unbedingt zu beachten. Relevant wird die Maßänderung bei Fugen und der Kombination mit anderen Baustoffen die anders oder praktisch gar nicht auf Änderungen des Umgebungsklimas reagieren.

## 1-2.4 PILZE

Durch erhöhte Feuchtigkeit ( $u > 20$  [%]) kann es zum Auftreten von holzverfärbenden oder holzerstörenden Pilzen kommen. Ständig wassergesättigtes oder ständig trockenes Holz ist im Normalfall nicht gefährdet. Eine Ausnahme bildet der echte Hausschwamm [8].

### 1-2.4.1 Holzverfärbende und holzerstörende Pilze

Ursachen für holzverfärbende Pilze sind:

- zu hohe Feuchtigkeit des Holzes beim Einbau,
- hohe Luftfeuchtigkeit während der Bauphase,
- hohe Luftfeuchtigkeit während der Nutzungsphase und
- Durchfeuchtung von Baustoffen aufgrund von Wasserschäden [9].

Holzverfärbende Pilze greifen die Zellwände nicht an und haben deshalb keine Auswirkung auf die mechanischen Eigenschaften des Holzes. Jedoch kommt es zu verschiedenen Verfärbung des Holzes, was zu Anstrichschäden führen kann. Zu dieser Gruppe zählen Bläuepilze und Schimmelpilze [10].



Abbildung 1.3: Bläuepilz [11]



Abbildung 1.4: Schimmelpilz [12]

Ursachen für holzerstörende Pilze:

Um wachsen zu können benötigen holzerstörende Pilze freies Wasser in den Zellhohlräumen [13]. Gründe, warum die Holzfeuchte über den Fasersättigungsbereich steigt können z.B.

- Durchfeuchtung von Holzbauteilen aufgrund von Wasserschäden oder
- Durchfeuchtung von Holzbauteilen aufgrund von aufsteigender Feuchtigkeit

sein [9].

Bei den holzerstörenden Pilzen sind insbesondere der Befall von Braun- und Weißfäule zu nennen.

### **Braunfäule:**

Braunfäule erzeugende Pilze im Innenbereich sind unter anderem der Echte Hausschwamm oder der Braune Kellerschwamm. Durch Braunfäule wird die helle Zellulose abgebaut. Es bleibt das dunkelbraune, pulverbrüchige Lignin zurück. Im befallenen Bereich findet man dunkelbraun verfärbtes Holz mit typischem Würfelbruch wie in Abbildung 1.5 ersichtlich.



*Abbildung 1.5: Erscheinungsbild der Braunfäule [14]*



*Abbildung 1.6: typischer Fruchtkörper des echten Hausschwamms [14]*

### **Der Echte Hausschwamm:**

Der Echte Hausschwamm ist der gefährlichste holzerstörende Pilz im Hochbau. Er wächst nicht sichtbar innerhalb der Baukonstruktion und kann sich ungeahnt ausbreiten. Seine Entdeckung erfolgt oft erst mit dem Auftreten von Fruchtkörpern (Abbildung 1.6). Der Pilz breitet sich der Feuchteverteilung folgend in der Baukonstruktion aus um Nahrung (Cellulose im Holz, Phosphate und Stickstoff im Mörtel des Mauerwerks) zu erreichen. Begrenzt wird die Ausbreitung durch den Feuchteanspruch. Trockene Bauteilbereiche können nicht überwunden werden. Jedoch reichen schon sekundäre Feuchtequellen wie zeitweise anfallendes Tauwasser oder Wasserspritzer zur Ausbreitung. Die Beseitigung des Echten Hausschwamms erweist sich durch die weitläufige, meist verdeckte, Ausbreitung in der Baukonstruktion als schwierig und bedarf besonderen Sachverstand und Sorgfalt. Übrig gebliebene Pilzreste können in eine Trockenstarre verfallen. Kommt es zu einer neuerlichen Feuchtezufuhr kann es zu einem Neubefall kommen [14].

### **Weißfäule:**

Bei der Weißfäule wird das braune Lignin abgebaut, wobei die faserige, hellfarbene oder fast weiße Zellulose übrigbleibt. Im inneren von Gebäuden wird diese zum Beispiel vom ausgebreiteten Hausporling oder vom Stersetenpilz verursacht. Weißfäule kommt im Gebäudeinneren seltener vor als die Braunfäule, da die Anzahl der Weißfäule erregenden Pilze im Innenbereich geringer ist. Im Außenbereich ist die Weißfäule gleich stark vertreten wie die Braunfäule. Bild 6.7 und 6.8 zeigen einen typischen Weißfäulebefall [14].



*Abbildung 1.7: Erscheinungsbild der Weißfäule [14]*



*Abbildung 1.8: Weißfäule am Deckenbalken [14]*

## 1-2.5 RESÜMEE

Beim Einbau von Holz ist aufgrund von dessen feuchtetechnischen Eigenschaften unbedingt auf effektiven Holzschutz zu achten. Übermäßige Quell- bzw. Schwindverformungen, die beispielsweise durch Schwindrisse die Brauchbarkeit der Konstruktion beeinträchtigen können vermeidet man am wirksamsten, indem man darauf achtet, dass es zu keiner zu großen Veränderung des Feuchtegehalts im Holz kommt. Dies gilt während des gesamten Lebenszyklus (Transport der Bauteile, Lagerung und Montage, Einbau und Nutzung etc.) der Holzkonstruktion. Weiters kann durch eine konstante Holzfeuchte unter 20 [%] der Befall von holzverfärbenden sowie holzerstörenden Pilzen vermieden werden. In ÖNORM B3802-2 – „Holzschutz im Bauwesen – Teil 2: Baulicher Schutz des Holzes“ sind vorbeugende bauliche Maßnahmen zum Schutz von Holzbauteilen in Bezug auf holzerstörende Pilze oder Insekten sowie Quellen und Schwinden zu finden. In Risikobereichen wie Feuchträumen oder ähnlichem, sind besondere Maßnahmen zu setzen, um die Konstruktion vor Feuchtigkeit zu schützen und um Bauschäden zu vermeiden.

## KAPITEL 2: ENTWICKLUNG DER SANITÄRTECHNIK

### 2-1 VON ZEITEN DER FRÜHEN HOCHKULTUREN BIS 1990

#### 2-1.1 EINLEITUNG

Ein privates Badezimmer war lange keine Selbstverständlichkeit. Von den Anfängen des Badewesens zu Zeiten der frühen Hochkulturen sollte es bis ins 20. Jahrhundert dauern, bis ein Badezimmer in der eigenen Wohnung, wie wir es heute kennen, zur Normalität wurde. Eine ausreichende Trinkwasserversorgung der Städte, die problemlose Erwärmung des Wassers und die hygienische Entsorgung der Abwässer waren Grundvoraussetzung dafür [15]. In einem kurzen Überblick beleuchtet dieses Kapitel die Geschichte des Bades von den ersten Hochkulturen über die Antike, weiter über das Mittelalter bis Mitte des 19. Jahrhunderts, um dann detailliert die letzten Schritte der Sanitärtechnik aufzuzeigen, die zum heutigen Standard führten.

#### 2-1.2 HOCHKULTUREN UND ANTIKE

##### Mesopotamien

Mesopotamien, durch Euphrat und Tigris geprägt, (auch Zweistromland genannt) war von früh an bekannt für seine wasserbaulichen Anlagen, zu denen Dämme, Deiche, Speicherbecken so wie auch Kanäle zählten. Bereits um etwa 2000 Jahre v. Chr. wurden im Palast von Mari, heute in Syrien gelegen, die Gemächer der Herrscherin mit Bade- und Umkleideräumen ausgestattet. Das Bad verfügte über eine Art Dusche und zwei Wannen aus Ton, die halb in den Boden eingelassen waren. In der ersten Wanne wurde ein reinigendes Bad genommen, danach folgte ein Bad in der zweiten Wanne, welche mit parfümiertem Wasser gefüllt war. Das Wasser wurde über einen Ofen erwärmt. Bei Ausgrabungen in mehreren mesopotamischen Städten wurden tönernen Rohre, Latrinen sowie gemauerte Kanäle aus ca. 1500 v. Chr. entdeckt die auch heute noch funktionstüchtig wären. Bäder aus dem neobabylonischen Reich, wie in Abbildung 2.1 gezeigt, waren aus Ziegeln gemauert und wiesen einen Boden aus Gipsfliesen auf. Abgedichtet wurden diese durch eine Mischung aus Bitumen, Sand und Füllern, welche im heißen Zustand auf die Mauern und den Boden aufgebracht wurden. Das Abflussrohr bestand aus tönernen Ringen [16].

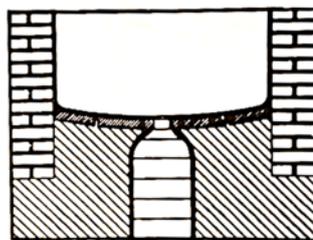


Abbildung 2.1: Neobabylonisches Bad [16]

## Griechenland

Hoch entwickelte Bäder wurden auch auf der griechischen Insel Kreta gefunden. Die Palastanlagen von Knossos (2000-1400 v.Chr.), gebaut für König Minos, wurden mit Trinkwasser aus entfernten, klaren Quellen versorgt. Entnahmestellen gab es in Bädern, Küchen und sanitären Anlagen. Die Abwässer wurden durch Rohre aus Terra Cotta unter dem Fußboden geleitet und mündeten in einen steinernen Hauptkanal, welcher zusätzlich durch Regenwasser gespült wurde. Die gesamte Leitungsführung war sehr durchdacht. Durch die sich verjüngende Form der einzelnen Wasserleitungsteilstücke (vgl. Abbildung 2.2) wurde das Wasser in diesen beschleunigt, was die Ablagerung von Sedimenten verhinderte. Um die Sedimente aus dem Wasser zu filtern gab es eigenen Sinkkästen. Bögen in der Leitung wurden parabolisch ausgeführt [16].

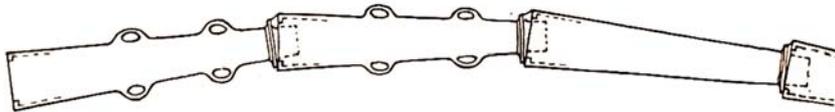


Abbildung 2.2: Terra Cotta Leitung [16]

Auch die Latrinen in Knossos waren weit entwickelt. Sie hatten einen hölzernen Sitz und ein Reservoir für Spülwasser. Der Öffentlichkeit stand in der Palastanlage ein Fußbad zur Verfügung, welches über eine Wasserversorgung, einen Notüberlauf und einen Ablauf verfügte. Weiters gab es Räume mit Badewannen aus Terra Cotta, wie in Abbildung 2.4 gezeigt, die an fließendes Wasser angeschlossen waren [16].

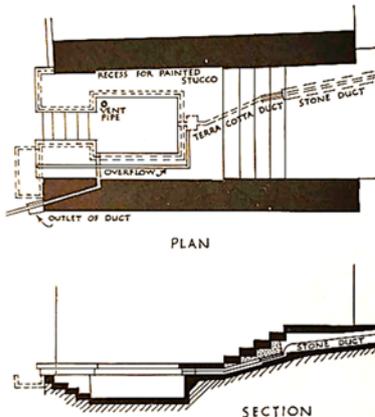


Abbildung 2.3: öffentliches Fußbad [16]

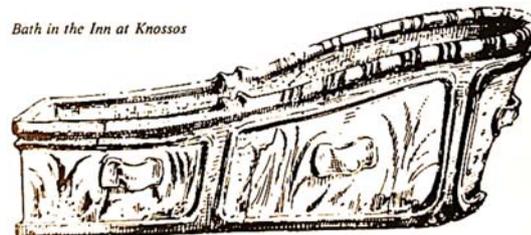


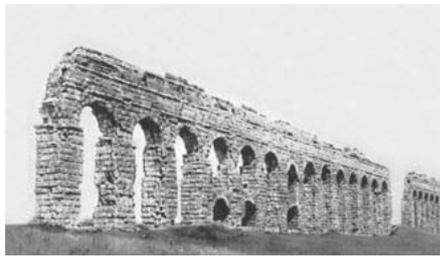
Abbildung 2.4: Badewanne [16]

Auch in der griechischen Antike, beginnend etwa 750 v.Chr., hatte die Badekultur einen hohen Stellenwert. Archäologische Funde und die beiden großen Epen Ilias und Odyssee von Homer lassen auf die Badegewohnheiten rund um das 8. Jhdt. v.Chr. schließen. Einige Häuser wiesen eine Wanne auf, in der man sitzend mit warmem Wasser übergossen wurde, welches in einem Kessel über offenem Feuer aufgeheizt wurde. Standard waren hüfthohe Waschbecken aus Stein oder Metall, an denen sich die Griechen im Stehen wuschen. Die Becken wurden durch Eingießen gefüllt. Einige waren mit einer Zuleitung verbunden [15].

Griechische öffentliche Bäder, wie sie auch von den Römern bekannt sind, waren für die Athleten der Gymnasien bestimmt. Die Wäsche war kurz und kalt. Laut Hesiod, einem griechischer Dichter um 700 v.Chr., galt warmes Wasser zu dieser Zeit als unmännlich [16].

## Römisches Imperium

Mit der Errichtung der „Aqua Appia“ und der damit ältesten, antiken Wasserleitung, wurde im Jahr 312 v. Chr. der Grundstein für die Wasserversorgung Roms gelegt. Seit dem 4. Jhdt. v.Chr. befand sich die Wasserversorgung des römischen Imperiums in staatlicher Hand und hatte einen hohen Stellenwert eingenommen. So stellte beispielsweise Kaiser Augustus (er regierte von 31 v.Chr. bis 14 n.Chr.) 240 Sklaven ab, welche mit der ständigen Wartung des Leitungsnetzes beauftragt wurden. Kaiser Claudius (er regierte von 41 bis 54 n.Chr.) stellte bereits 700 Sklaven dafür ab. Um 52 n.Chr. hatten die acht Hauptwasserleitungen, auch Aquädukte genannt, bereits eine Länge von 350 km erreicht. Dabei entfielen jedoch nur knapp 50 km auf die bekannten, oberirdischen Aquädukt-Bauwerke (Abbildung 2.5), der Großteil verlief unterirdisch. Durch die gut ausgebaute Wasserversorgung stieg auch der Wasserverbrauch in der Hauptstadt Rom stark an. Zur Blütezeit belief sich der Wasserverbrauch der Hauptstadt bei etwa einer Million Einwohner auf 1300 Liter pro Kopf und pro Tag. Verglichen dazu werden derzeit in Österreich in einem privaten Haushalt etwa 130 Liter Wasser pro Person pro Tag verbraucht.



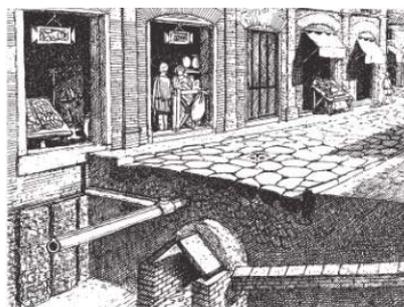
*Abbildung 2.5: Aqua Claudia, eingeweiht 52 n.Chr. [15]*

In den antiken Städten erfolgte die Wasserversorgung der einzelnen Haushalte über Bleirohre (Abbildung 2.6). Das Hauptwasserrohr wurde straßenbegleitend in der Erde geführt. Nebenstränge zweigten in die Häuser hinein ab (Abbildung 2.7) und konnten durch Absperrhähne geschlossen werden. Vitruv, ein Architekt und Baumeister, der im 1. Jhdt. v.Chr. lebte, beschäftigte sich mit dem Bau und der Konstruktion von Wasserleitungen in Rom. Dabei führte er Planungsgrundsätze für Rohrgrößen und -systeme ein. Den Römern war bereits bekannt, dass Bleirohre nicht nur positive Aspekte hatten, sondern auch gesundheitlich schädlich waren. Vitruv schrieb: „Die Vorteile tönerner Rohrleitungen bestehen darin, dass ernstlich jedermann das, was daran schadhafte wird, ausbessern kann; und dann, dass auch das Wasser daraus weit gesünder ist, als das aus bleiernen Röhren [...]. Meiner Ansicht nach darf also ein Wasser, das gesund sein soll, nicht in bleiernen Röhren geführt werden.“ [17]

Armaturen (Abbildung 2.8) wie drosselbare Durchlaufhähne und Auslaufhähne waren aus Bronze gefertigt und verfügten über einen hohen technischen Stand. So ließen sich die Wassertemperaturen in römischen Bädern exakt über Sperrventile regeln, welche mit den heutigen Mischventilen vergleichbar sind.



*Abbildung 2.6: Bleirohre [15]*

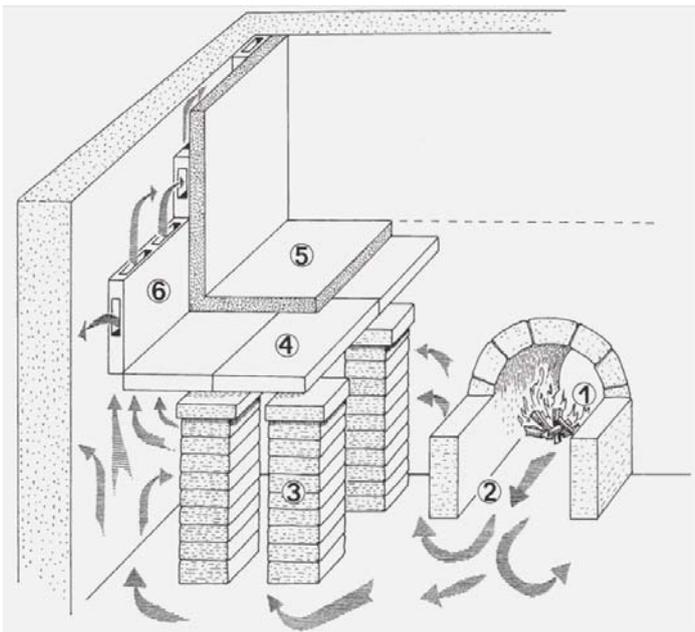


*Abbildung 2.7: Wasser Ver- und Entsorgung [15]*



*Abbildung 2.8: römische Bronze-armaturen [15]*

Im 4. Jhdt. n.Chr. verfügte Rom bereits über elf öffentliche Bäder, 1.352 öffentliche Brunnen und Zisternen und 856 private Bäder. [16] Öffentliche Bäder hatten einen hohen Stellenwert im antiken Rom. Zum Beispiel hatte die Caracalla-Therme eine Ausdehnung von ca. 11 [ha] und bot bis zu 2.000 Badenden Platz [18]. Beheizt wurden die Thermen, wie auch privaten Villen durch so genannte Hypokaustenanlagen (Abbildung 2.9), einer Art Fußbodenheizung. In einem von außen zu bedienenden Feuerungsraum wurde die Luft durch das Verbrennen von Holz erwärmt. Die heiße Luft zog durch einen Heizkanal unter die einzelnen Räume. Im Zwischenraum des aufgeständerten Fußbodens erwärmte die heiße Luft die Suspensurplatten aus Ziegel oder Naturstein, die mit Ziegelsplitt oder einem Estrich aus Kalkmörtel belegt waren. Weiters wurden eigene Wandheizungsziegel verbaut um auch die Flächen der Wände in die Wärmeabgabe miteinzubeziehen. Gleichzeitig wurden über den Heizkanälen Metallbehälter eingebaut, worin, dass für das Badebecken benötigte Wasser, erwärmt wurde. Somit war für gleichbleibende Raumtemperatur ohne Rauchbelästigung und heißes Wasser gesorgt.



1. Feuerungsanlage
2. Heizkanal
3. Hypokaustenpfeiler
4. Suspensurplatten (Ziegel oder Naturstein)
5. Fußboden
6. Wandheizungsziegel (Tubulli)

*Abbildung 2.9: Schema einer Hypokaustenanlage [15]*

Der Energiebedarf dieses Heizungssystems war jedoch enorm. Eine römische Villa benötigte pro Tag etwa 2 Festmeter Holz um den Wärmebedarf zu decken. Pro Stunde wurden somit etwa 140 [kg] Holz verheizt [18]. Um einen groben Vergleich zu ziehen: Ein heutiges Zweifamilienhaus (ca. 240 [m<sup>2</sup>]) hat einen Wärmebedarf von 35.000 [kWh] pro Jahr. Um diese Energiemenge mit einem modernen Holzvergaserofen aufzubringen sind in etwa 10 Festmeter Holz notwendig. [19] Somit verbrauchte eine damalige Hypokaustenheizung den heutigen Jahresbedarf an Holz in weniger als einer Woche. Dieser immense Holzverbrauch führte dazu, dass es zu einem radikalen Kahlschlag des Baumbestandes der Apenninhalbinsel kam und Brennholz zum Teil von jenseits des Kaukasus eingeführt werden musste [17].

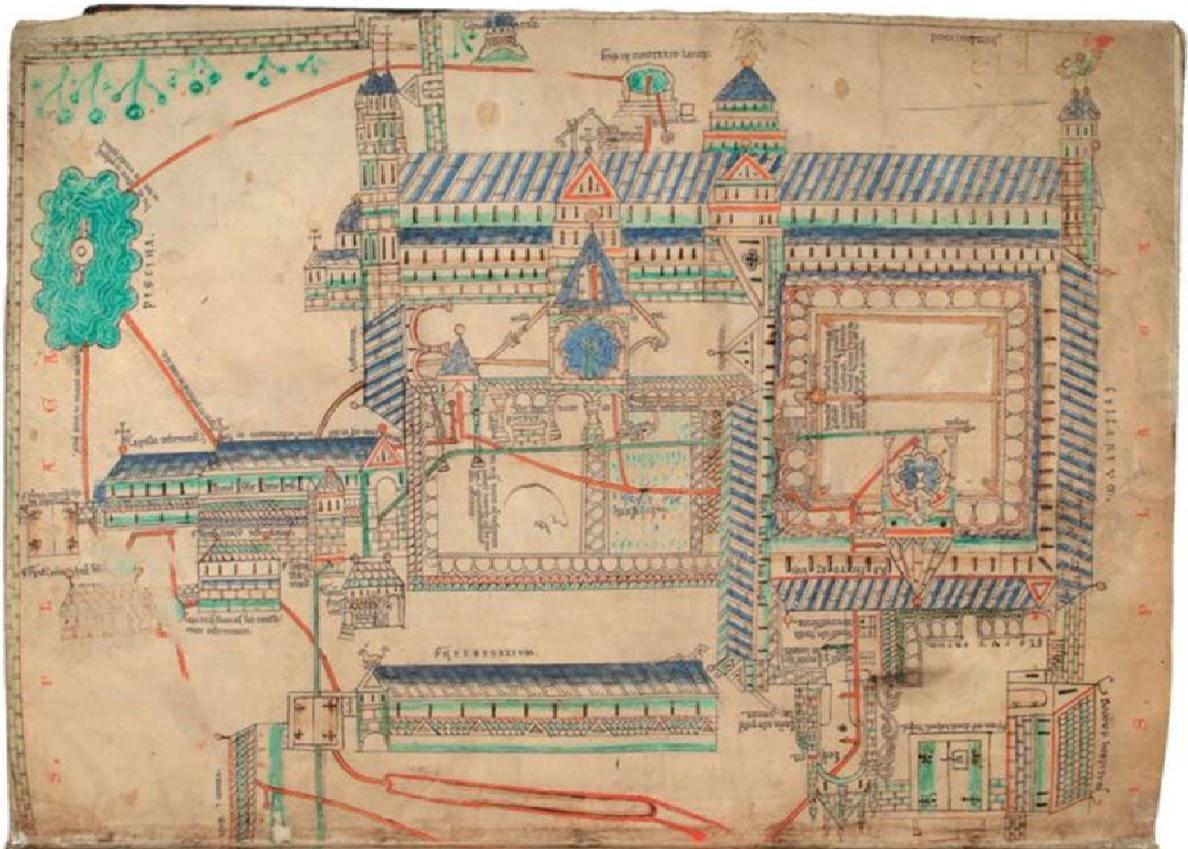
Die Beseitigung der anfallenden Schmutzwässer in der Millionenstadt Rom wurde über die sogenannte Cloaca Maxima bewerkstelligt. Das Abwasser der Stadt wurde durch den Kanal in den Tiber geleitet. Bereits 312 v.Chr. wurde die Cloaca Maxima an eine eigene Wasserleitung angeschlossen, um eine durchgehend ausreichende Spülung der Kanalisation zu gewährleisten [15].

Das antike Abwassersystem Roms ist noch heute im Einsatz. In den letzten Jahrhunderten wurden die Kanäle zwar immer wieder erneuert, jedoch ist das komplexe Kanalisationssystem veraltet und Renovierungsarbeiten werden nicht selten von archäologischen Funden behindert [20].

## 2-1.3 DAS EUROPÄISCHE MITTELALTER

Das europäische Mittelalter beginnt mit dem Untergang des weströmischen Reiches um das Jahr 500 und endet etwa 1500 n.Chr. Ereignisse die man mit dem Ende des Mittelalters in Verbindung bringt, sind die Eroberung Konstantinopels durch die Türken, die Entdeckung Amerikas oder auch der Beginn der Reformation durch Martin Luther.

Mit dem Zerfall des Römischen Reiches gingen die hohen Standards des bürgerlichen Zusammenlebens sowie die Ess- und Badegewohnheiten verloren. Der christliche Glauben trug dazu bei, dass gezielt antikes Gedankengut, Philosophie und Literatur zerstört wurden [15]. Die Kirche nahm immer wieder Einfluss auf das Badeverhalten der Menschen. So etwa meinte der Heilige Benedikt von Nursia um 500, dass das Baden Gesunden und Jungen nur selten erlaubt sein sollte. Der Heilige Bonifatius verbot im Jahr 745 das gemeinsame Bad von Männern und Frauen [16]. Jedoch war es auch die Kirche, die gewisse Badegewohnheiten und wasserbauliche bzw. sanitäre Technologien aufrecht erhielt. Für das Klosterleben war sauberes Wasser unumgänglich, da Ackerbau, Vieh und Fischzucht nur mit guter Wasserversorgung möglich waren. Weiters war das Wasser auch für die physische und kultische Reinheit notwendig. Es gehörte mit zu den ersten Aufgaben eines Baumeisters, die Wasser Ver- und Entsorgung der Klostergebäude sicherzustellen, welches im Optimalfall aus einem getrennten Brauch- und Trinkwassersystem bestand. Ein Plan (Abbildung 2.10) der sich in die Zeit 1158/60 datieren lässt, zeigt das Wasserversorgungssystem der Christ Church in Canterbury, England, und belegt, dass die Wasserversorgung im klösterlichen Umfeld auf einem sehr hohen Niveau war [21].



*Abbildung 2.10: Wasserversorgungsplan der Christ Church Canterbury [21]*

Alle Elemente des Systems sind in lateinischer Sprache beschriftet. Die Frischwasserleitungen sind in grün gehalten, das Verteilungs- und Abwassernetz in rot. Technische Elemente wie Zapfstellen, Steig- und Fallrohre, Absperrhähne, Reinigungsstellen und Absetzbecken des Rohrleitungssystems sind eindeutig ausgewiesen [21].

Im Gegensatz zu den guten hygienischen Verhältnissen der mittelalterlichen Klöster waren jene der europäischen Städte verheerend. Wasser musste mit Eimern ins Haus getragen werden. Dort kamen Waschzuber aus Holz und Nachttöpfe in verschiedensten Ausführungen zur Anwendung. Entsorgt wurde das Abwasser oder der Unrat anschließend in Fäkalien- oder Schwindgruben. Diese einfache Technik wurde bereits 6000 v. Chr. angewendet. Damals wurden die Gruben jedoch in Lehm Böden gegraben, da der Lehm für den Hausbau benötigt wurde. Die Abfallbeseitigung in den Gruben war nur ein Nebenprodukt, der dichte Lehm Boden sorgte dafür, dass das Grundwasser vor Verschmutzungen geschützt war. Dies war im Mittelalter nicht der Fall. War es möglich, den Dung aus den Gruben zu vermarkten, wurden diese von Zeit zu Zeit entleert. Wenn genug Platz zu Verfügung stand, ersparte man sich das Entleeren. Man hob einfach eine neue Grube aus. Zeitgleich dienten die ausgehobenen Gruben als Toilette. Lagen Gebäude an Bächen oder Flüssen, wurden die Abwässer direkt in diese entsorgt. So genannte Ehgräben, die zwischen den Gebäuden lagen, erfüllten den gleichen Zweck. Um den Schmutz aus der Stadt zu bringen gab es in Basel bereits Anfang des 15. Jhdts. eine Art Schwemmsystem. Der Stadtbach wurde im Sommer alle acht, im Winter alle 14 Tage durch die Ehgräben geleitet. Nicht nur der Mensch trug zur Verschmutzung der mittelalterlichen Städte bei, auch die in den Städten gehaltenen Tiere verrichteten ihre Notdurft auf den Straßen [22].

Obwohl den Rittern das arabische Bad Hamam (orientalische öffentliche Badeanstalt, Dampfbad) bekannt war, wurde es in den Palästen und Burgen nicht nachgeahmt. Im Islam waren zu dieser Zeit schon allen Moscheen und Bäder an öffentliche Toilettenanlagen angeschlossen. Das Wasser, das zur Waschung vor dem Gottesdienst benutzt wurde, diente gleichzeitig zur Spülung der Toiletten. In den europäischen Burgen des Mittelalters begnügte man sich mit Leibstuhl und Holzzuber. Zum Teil hingen Toilettenzellen an den Außenmauern, sodass die Exkreme im freien Fall, direkt in den Burggraben entsorgt wurden [15].

Mit der Entwicklung des mittelalterlichen Stadtwesens im 12. Jahrhundert, der städtischen Kultur und dem Aufstieg des Bürgertums entstanden in den Städten öffentliche Badestuben, die schnell zu Orten der mittelalterlichen Geselligkeit wurden. Zusätzlich dienten diese auch der Gesundheitsförderung, wo Hautkrankheiten, Kopf- und Zahnschmerzen behandelt, und kleinere chirurgische Eingriffe durchgeführt wurden. Man badete gemeinsam, Männer und Frauen, in großen Wannen. Über einem holzbetriebenen Ofen wurde das Wasser erhitzt und Aufgüsse sorgen für heißen Wasserdampf [23]. In Badebordellen wurde den Gästen zusätzlich Wein, Speisen und andere spezielle Dienstleistungen angeboten. Bereits vor Beginn des 15. Jhdts. war der Beruf des Baders ein eigenständiges, zünftig organisiertes Gewerbe. Üblich war es die Badestube zwei Mal wöchentlich aufzuheizen. Eine weitere Aufgabe des Baders war es das warme Badewasser und die Waschlauge vorzubereiten. Mit Posaune oder durch Rufe wurde der Beginn des Badebetriebes in der Stadt verkündet. Im Spätmittelalter gab es in Wien 29 Badestuben [24].

An den miserablen hygienischen Zuständen in den privaten Haushalten änderte sich durch die neue Sauberkeit jedoch nichts. Mitte des 14. Jhdts. erreichte die Pest Europa. Schätzungen zufolge sollen etwa 25 Millionen Menschen durch den Schwarzen Tod umgekommen sein. Dies war etwa ein Drittel der damaligen europäischen Bevölkerung. Daraufhin wurde in den Städten mehr Wert auf Abfallbeseitigung gelegt. So etwa entstand in der Kaiserstadt Prag um 1340 eine Art Müllabfuhr, in Wien gab es 1388 erste Möhrungen, unterirdisch angelegte Abwasserkanäle, welche das Abwasser in das nächste offene Gerinne leiteten. Im 15. Jhdts. wurden in den mittelalterlichen Zentren immer mehr Wasserleitungen gebaut, die hygienische

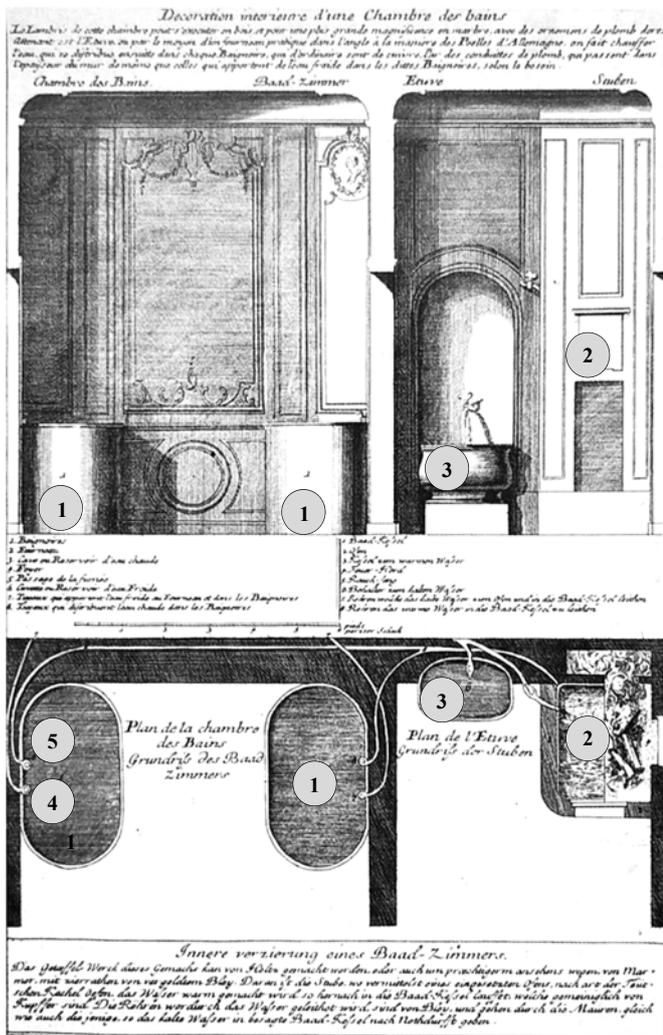
Situation verbesserte sich dadurch anfangs jedoch nicht. Zum Trinken und Waschen wurde noch immer das verseuchte Wasser herangezogen, welches in den offenen Kanälen an den Häusern vorbeifloss. Im Jahr 1450 kamen in Deutschland und England Wasserrohre aus Gusseisen immer öfter zur Verwendung. Dies führt dazu, dass langsam erste Toiletten, genannt „heimlich gemacht“, in den Häusern Einzug hielten [22].

## 2-1.4 DIE FRÜHE NEUZEIT

Die Epoche der frühen Neuzeit beginnt um das Jahr 1500 und endet um 1800 durch die Aufklärung, die einsetzende Industrialisierung, Beginn des bürgerlichen Zeitalters und die Französische Revolution [25].

Im frühen 16. Jhdt. erlebten die Badestuben noch eine letzte Blütezeit, jedoch machte die steigende Holzknappheit das aufwendige Beheizen schwieriger [24]. Ein weiterer Grund, warum das Baden in Mitteleuropa ab dem 16. Jhdt. seinen guten Ruf verlor und sogar als verpönt galt, waren Seuchen, wie die aus Amerika importierte Syphilis oder die immer wieder aufkommende Pest. Die Schulmedizin war der Meinung, dass Krankheiten, durch die durch das Baden aufgeweiteten Poren der Haut in den Körper eingeschwemmt werden. Bäder und das Wasser kamen mehr und mehr in Verruf. Die Körperpflege beschränkte sich nur noch auf Hände und Gesicht [15]. Einen Überblick über den sanitärtechnischen Stand um das Jahr 1580 beschrieb der französische Philosoph und Adelige Michel de Montaigne während einer Badefahrt, die ihn von Frankreich über die Schweiz und Deutschland nach Italien führte. In Augsburg fiel ihm in einer Gaststätte eine besondere Vorrichtung zum Wasserzapfen auf. Das Wasser aus dem Brunnen wurde in ein Bleirohr gepresst und so überall dort hingeleitet, wo es gebraucht wurde. In der Toskana beschrieb er einen Brauseraum, la doccia – Dusche genannt. Düsen, die auf Röhren unterschiedlicher Höhe in der Wand angebracht waren, sprühten unablässig heißes Wasser auf den Körper. Weiters berichtete de Montaigne auch über die alltägliche Körperhygiene zu der das Zähneputzen, die Haar- und Bartpflege sowie das Händewaschen beim Essen zählte. In seinem Abschlussbericht zur Bäderreise stellte de Montaigne fest, dass es der Gesundheit nicht dienlich sei, nicht zu Baden und den Körper nicht täglich zu waschen. Weiters bemerkte er den früher dagewesenen Fortschritt der Körperhygiene, der bei fast allen Völkern beobachtet wurde.

Nicht nur von ärztlicher Seite kam in der frühen Neuzeit Ablehnung gegen öffentliche Bäder auf. Auch entwickelte sich zu dieser Zeit ein neues Schamgefühl in der gesellschaftlichen Elite. Waschen und sich entkleiden sollten nicht mehr Teil des öffentlichen Lebens sein. Der Leibarzt von Ludwig XIII (König von Frankreich) beschrieb das Baden im Jahr 1655 für den Menschen als äußerst schädlich. Als Zeichen von Sauberkeit galt in der Oberschicht das Tragen von weißer Wäsche. Auftretende Körpergerüche wurden mit Parfüm überdeckt. Dass Waschen und Körperpflege auch in dieser Epoche nicht ganz aufgegeben wurde, zeigen die Bürgerhäuser und Adelssitze, in denen Badezimmer mit verschiedensten Ausstattungsvarianten vorhanden waren. Die Ausstattung reichte von Waschkästen mit dazugehörigen Toilettengegenständen wie Schwamm und Bürste, über Bäder mit Wannen aus verschiedenen Materialien wie Holz oder Edelmetall, bis hin zu Bädern in denen mehrere Personen Platz fanden. Die aristokratischen und königlichen Badezimmer verfügten zumeist über fix eingebaute Badewannen, welche durch in den Wänden installierte Wasserleitungen aus Blei versorgt wurden. Die dazu benötigte Leitungstechnik war bereits aus der Gartenarchitektur bekannt. Abbildung 2.11 zeigt einen Stich von Johann Georg Merz um 1740, welcher die Raumaufteilung und Wasserleitungsführung eines Badezimmers zeigt. Der mit zwei Wannen ausgestattete Baderaum wird über den Badofen im Nebenraum mit heißem Wasser versorgt. Der Erläuterung ist zu entnehmen, dass die beiden Badewannen aus Kupfer gefertigt waren und das Wasser durch in den Wänden verlegte Bleirohre geführt wird [24].



1. Wanne
2. Ofen
3. Behälter mit kaltem Wasser
4. Rohre welche das kalte Wasser zum Ofen und in die Wannen leiten
5. Rohre welche das warme Wasser in die Wannen leiten

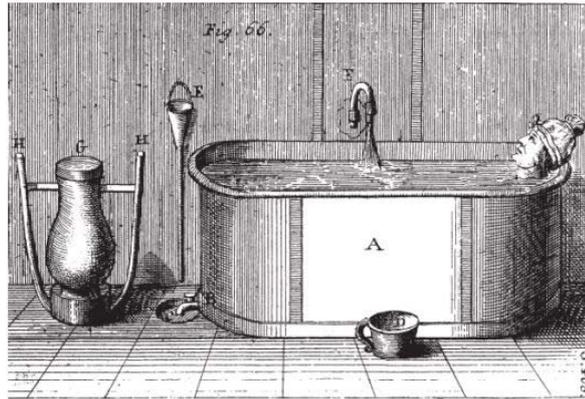
Abbildung 2.11: Entwurf eines Badezimmers um 1740 [24]

In französischen Architekturtraktaten Mitte des 18. Jhdt. finden sich bereits wassergespülte Klosetts. Die erste geruchsarme Toilette der Neuzeit erfand Sir John Harrington von Kelston im Jahre 1596. Dieses Modell verbrauchte etwa ein Barrel (163,5 Liter) Wasser für einen Spülvorgang. Durch das Abflussrohr gelangten die Fäkalien mitsamt dem Spülwasser in die Jauchegrube. Im Jahr 1775 ließ der Londoner Uhrmacher Alexander Cumming ein Klosett mit Wasserspülung patentieren. Das Patent galt nicht der Spülvorrichtung, welche es bereits in mehreren Ausführungen gab, sondern der Ablaufleitung, welche erstmalig mit einem Siphon gegen aufsteigende Dünste ausgestattet war. Dies war der Beginn des WCs wie wir es heute kennen [15]. Für die breite Masse waren die gut ausgestatteten Bäder jedoch nicht zugänglich. Sie waren einem kleinen Kreis des Adels vorbehalten. Grund dafür waren nicht nur die allgemeine Ablehnung gegenüber dem Wasser, sondern auch die fehlende Infrastruktur. Die Wasserversorgung der Städte war zumeist noch durch Brunnen abgedeckt.

Bei der Wasserentsorgung gilt Wien als Vorreiter. Im Jahr 1706 ordnete ein Erlass an, dass Senkgruben nur mehr im Winter entleert werden dürfen. Weiters wurde das Auflassen der Senkgruben beschlossen. An Stelle dieser wurden die Häuser an die Kanalisation angeschlossen, die sich gerade im Bau befand. 1739 war Wien als erste Stadt komplett mit einem Abwassersystem ausgestattet. Andere Städte setzten weiterhin auf Senkgruben oder Systeme wo die Fäkalien in Tonnen oder ähnlichem gesammelt und abtransportiert

wurden. Zwischen 1500 und etwa 1750 fehlen zuverlässige Hinweise auf nennenswerte Fortschritte in der öffentlichen wie persönlichen Hygiene [22]. Mit Ende des 18. Jhdt. begann auch wieder die Medizin das reinigende Bad zu fordern. C.W. Hufeland (deutscher Arzt, 1762-1836) bemerkte: „*Alle Völker, die baden, sind gesünder und stärker wie die, die es nicht tun.*“ [26]

Abbildung 2.12 zeigt eine Kupferblechbadewanne um 1782 aus der Enzyklopädie von J.G. Krünitz. Zum Erwärmen des Wassers wird der Zylinder links der Wanne mit heißen Kohlen gefüllt und anschließend im Wasser versenkt. Die Entleerung erfolgt direkt durch einen Abfluss im Boden. Interessant ist auch der Vergleich zur Warmwasserbereitung in Abbildung 2.11.



**Abbildung 2.12: Badewanne um 1782 [15]**

Erst mit der Aufklärung und dem Ende der französischen Revolution änderte sich das Hygienebewusstsein. Körperliche Ertüchtigung und Reinigungsbäder wurden ein Anliegen der Gesellschaft. Dies führte zur Wiedereinführung der Bäder und einem neuen Sanitärgegenstand, dem Bidet. Den Pariser Bürgern kam im Anschluss an die Französische Revolution eine Vorreiterrolle in Sachen Hygiene zu. Im Jahr 1800 kamen auf die 600.000 Einwohner der Metropole rund 300 private Badewannen und einige öffentliche Bäder, jedoch standen diese nur einem kleinen Personenkreis zur Verfügung, da ihr Eintritt teuer war. Für jene, die kein eigenes Bad hatten, bestand die Möglichkeit, sich eine Badewanne mitsamt heißem Wasser ins Haus liefern zu lassen. Langsam wurden die schweren Holzzuber des Mittelalters durch leichte Blechwannen ersetzt [26]. Die industrielle Revolution zog immer mehr Leute in die Städte, was zu einem starken Wachstum dieser führte. Es entstanden Elendsquartiere, die die Städte vor soziale und logistische Probleme stellten. Der Ausbruch der Cholera in Europa um das Jahr 1830 zeigt, wie schlecht es um die Wasserversorgung und Hygiene stand. Das durch die Abwässer verseuchte Trinkwasser trug zur raschen Verbreitung der Krankheit bei. Allein in Wien fielen der Krankheit etwa 4.000 Menschen zum Opfer. [22] Schlimmer erwischte es Paris mit 18.400 Toten, oder London mit 32.000 [26]. Die Epidemien führten dazu, dass Hygiene wissenschaftlich untersucht wurde. Weiters leiteten sie den Bau von funktionierenden Wasserversorgungs- und Wasserentsorgungssystemen ein. Leonardo Benevolo (italienischer Architekt und Architekturhistoriker, 1923 bis 2017) beschreibt in seinem Werk „die Geschichte der Stadt“ die Zeit von 1830 bis 1850 als die Geburtsstunde des modernen Städtebaus. In dieser Zeit wurden gesetzliche und bauliche Grundlagen entwickelt, die das Zusammenleben der Menschen in Ballungsräumen verbessern und regeln sollten. Eine leistungsfähige Trinkwasserversorgung und hygienische Abwasserentsorgung legten die Basis, in größerem Umfang Bäder und Toiletten einzurichten [15].

Abbildung 2.13 zeigt die übliche Art der Trinkwasserversorgung in einem deutschen Stadthaus. Durch Pumpenbrunnen in jeder Etage kann das Grundwasser nach oben befördert werden. Das Abwasser landete in der hauseigenen Fäkaliengrube. Da diese in der Regel nicht dicht war, kam es zur Verseuchung des Grundwassers. Krankheiten und Seuchen waren die Folge.

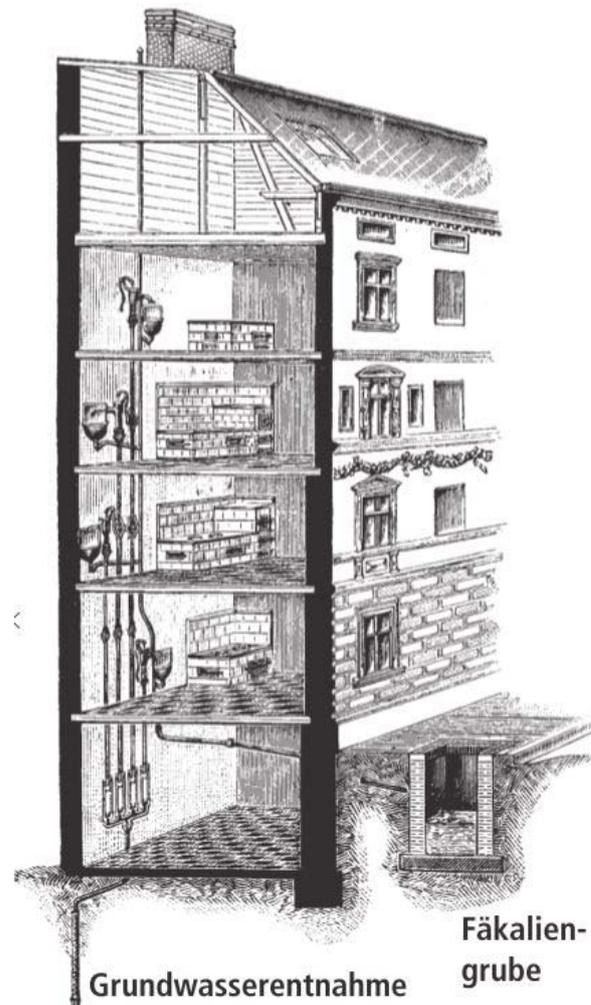


Abbildung 2.13: Trinkwasserversorgung von Stadthäusern [15]

## 2-1.5 MITTE 19. JAHRHUNDERT BIS ZUM ERSTEN WELTKRIEG

Mit der Industriellen Revolution kam es zu einem neuerlichen Anstieg der Verschmutzung in den Städten. Krankheiten und Seuchen konnten sich leicht ausbreiten. Um dem entgegenzuwirken, wurden in England öffentliche Volksbäder eingeführt. Die erste Bade- und Waschanstalt, die neben der reinigenden, auch sozialisierende Funktion haben sollte, wurde 1844 in der Industriestadt Liverpool eröffnet. Weitere folgten bald. Diese Einrichtungen boten für wenig Geld ein reinigendes Wannenbad. Zudem konnten die Arbeiter ihre Wäsche waschen und trocknen. Zu dieser Zeit wurde in London ein neues Wasserversorgungsnetz mit Druckwasseranlagen und Filtern gebaut. 1842 wurden durch eine britische Kommission das antike Wasserver- und Entsorgungssystem Roms untersucht. Es wurde festgestellt, dass die etwa 1500 Jahre alten Anlagen weit fortschrittlicher und hygienischer waren als die heutigen [26]. 1848 wurde in London der Public Health Act verabschiedet, welcher alle Hausbesitzer verpflichtete, bei Neu- oder Umbauten, Toiletten in sämtlichen Wohnungen einzurichten. Durch den festen Einbau der Sanitäreinrichtungen in die Wohnungen und Bauten, kamen diese wieder in den Aufgabenbereich der Architektur. 1851 fand in London die erste Weltausstellung statt, wo das WC der breiten Masse in Form von öffentlichen WC-Anlagen vorgestellt wurde. Aufzeichnungen bezeugen, dass die Anlagen, in der Zeit von Mai bis Oktober, von 827.280 Personen benutzt wurden. England belegte zu dieser Zeit eine Vorreiterrolle in der Sanitärinstallationstechnik, welche sich nach und nach auf ganz Europa ausbreitete [27]. Dies ist noch heute an der Maßeinheit für Leitungen in der Gas- und Wasserversorgung ersichtlich. Obwohl damals bereits das metrische System üblich war, blieb in der Sanitärtechnik das Zoll System erhalten. Grund dafür ist ein einheitliches Gewindesystem für Rohrverschraubungen, welches von J. Whitworth 1841 entwickelt wurde.

Am Beispiel von Hamburg lässt sich zeigen, dass der Ausbau der städtischen Wasserversorgung nicht nur hygienische Gründe hatte. Im Jahr 1842 zerstörte ein Brand den größten Teil der Hamburger Innenstadt. Der englische Ingenieur W. Lindley wurde mit dem Bau des Wasserversorgungsnetzes beauftragt. Es umfasste eine Leitungslänge von 62 [km]. Aus der Elbe wurde über eine dampfbetriebene Pumpenanlage ein 73 [m] hoher Wasserturm gespeist. Dieser stellte nicht nur die Trinkwasserversorgung sicher, die Idee bestand auch darin, genügend Wasserdruck für Löschzwecke und Antriebsenergie für Kleingewerbebetriebe bereitzustellen [26].

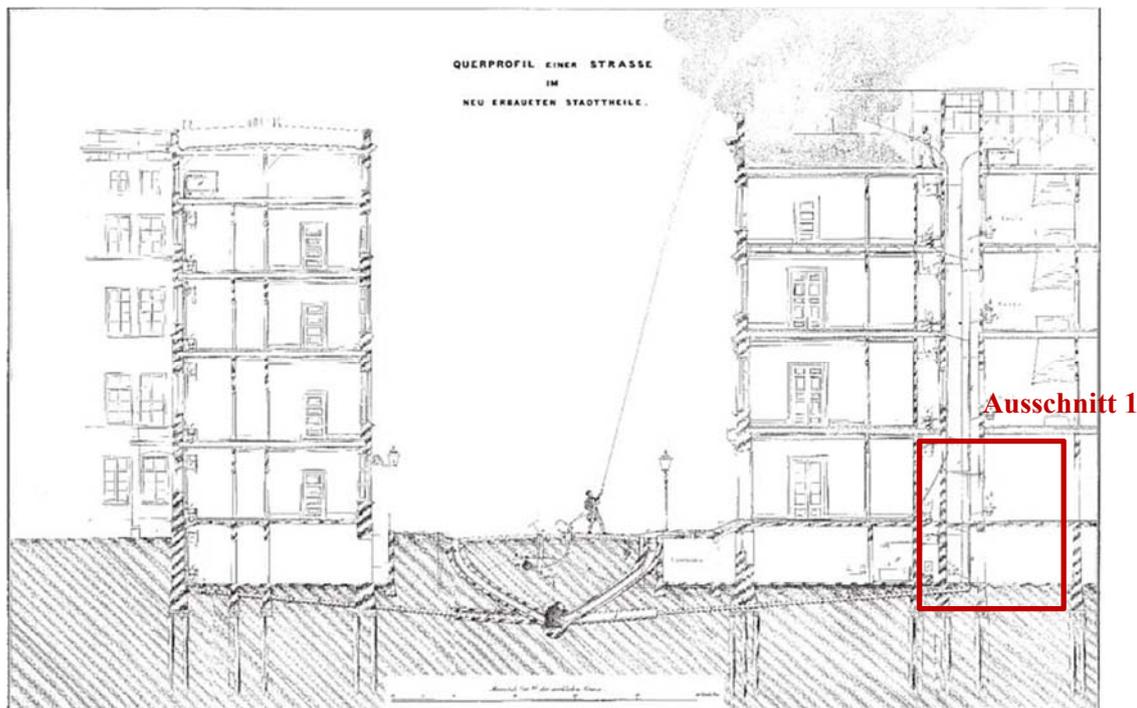


Abbildung 2.14: Schnitt durch eine Hamburger Straße 1848 [26]

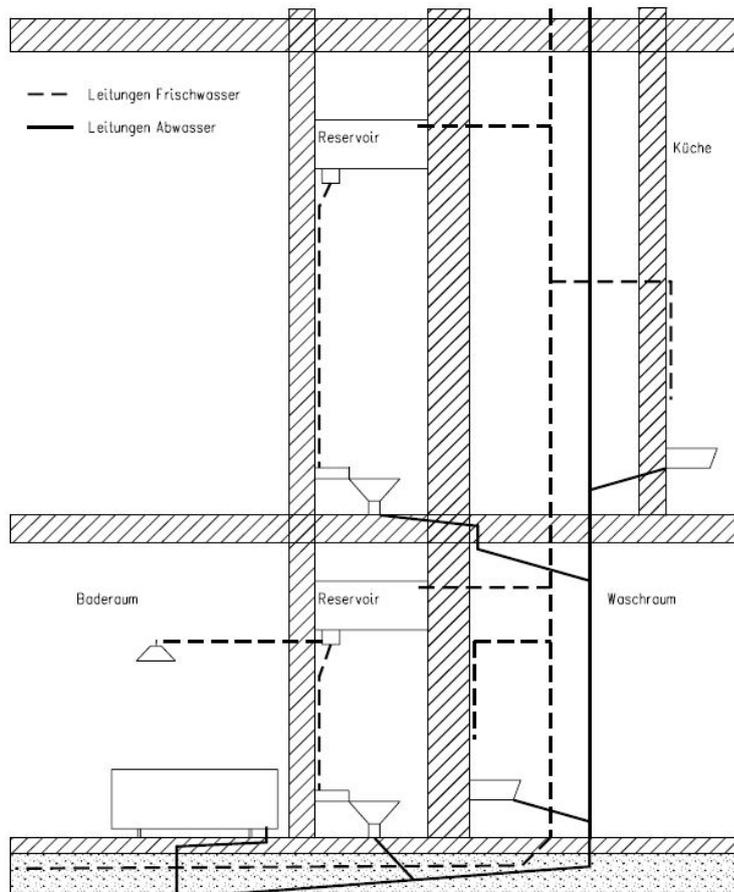


Abbildung 2.15: Ausschnitt 1 [26]

Abbildung 2.14 und die daraus entnommene Abbildung 2.15 zeigen den Idealzustand der Wasserver- und entsorgung sowie die sanitäre Gebäudeausstattung in einem Wohnhaus Mitte des 19. Jhdts. Frisches Trinkwasser wird durch genügend Druck über die Zubringerleitung in das oberste Stockwerk geleitet und in einem Reservoir gesammelt, welches die Küchen mit Wasser versorgt. In den Küchen befindet sich jeweils ein Zapfhahn für das frische Wasser und ein Waschbecken, genannt Handstein, zur Entsorgung. Weiters werden die kleineren Reservoirs zur Spülung der Klosetts befüllt. Alle Abwässer werden in die Abwasserfalleitung geleitet. Im Schnitt findet sich nur eine Badewanne im Kellergeschoß. Vermutlich handelt es sich hierbei um ein Gemeinschaftsbad, was zu dieser Zeit nicht unüblich war. Das Abwasser aus dem Bad wird direkt in die darunter verlaufende Grundleitung geleitet, in welche auch die Abwasserfalleitung mündet. Das gesamte Abwasser wird über so genannte „Privat Siel“ (Siel bezeichnet in Hamburg den Abwasserkanal) in den „Haupt Siel“ geleitet.

Zur reibungslosen Funktion des Kanalsystems war eine ausreichende Wasserspülung notwendig. Mit dem Bau der Kanalisation wurde auch die Einführung von Wasserklosetts zwingend vorgeschrieben. Dies war auch für die von den ärmeren Klassen bewohnten Häusern gültig. In Frankfurt am Main wurde 1854 eine geordnete Entwässerung gefordert, 1867 wurde das Kanalnetz ausgebaut. [28] 1875 waren etwa 400 bis 500 Wasserklosetts an die Kanalisation angeschlossen, wobei die Stadt zu dieser Zeit über 100.000 Einwohner hatte [26].

Das Häuser, wie das bereits erwähnte Hamburger Stadthaus, dem Idealfall entsprechen zeigt ein Blick zurück nach England, Manchester. Von den 70.000 Häusern, die Ende des 19. Jhdts. zur Stadt gehörten, waren nur 14 Prozent mit Wassertoiletten ausgestattet. Noch immer war es beliebt, Aborte mit Senkgruben zu errichten. In der Senkgrube wurde zugleich die Asche aus den Öfen entsorgt, was für eine gewisse

Desinfektion der Senkgrube sorgte [22]. Die Einführung der Wasserklosetts verlief des Weiteren nicht ohne Probleme. Schloss man diese anfangs an die Senkgrube an, weil noch kein Kanal am Haus vorbeiführte, so kam es dazu, dass die Gruben wegen der neu hinzugekommenen Wassermassen ständig überliefen. Unrat und Exkremente wurden herausgeschwemmt, was die hygienische Lage der Städte nicht wirklich verbesserte [29].

Betrachtet man die Entwicklung der Installations- und Sanitärtechnik bietet es sich an, gleichzeitig einen Blick auf den Werdegang des Installateurs zu werfen. Der Name Installateur entwickelte sich erst um das Jahr 1880 wobei die Ursprünge des heutigen Installateurs bis in das späte Mittelalter zurückzuverfolgen sind. Je nach Region hatte der damalige Installateur die Bezeichnung Klempner, Spengler oder ähnliches. Sein Arbeitsfeld bestand in der Verarbeitung von Weißblech, Schwarzblech und Blei. Blechlaternen, Küchengeräte, Geschirr, Eimer, Kannen und viele weitere Gebrauchsgüter wurden vom frühen Klempner hergestellt. In der Berufsgruppe der damaligen metallverarbeitenden Berufe galt der Klempner als am unehrenhaftesten. Zum einen, weil sein Ausgangsmaterial nicht so edel wie Messing und Kupfer war, zum anderen auch weil das Klempnerhandwerk häufig ein Wandergewerbe war und die Waren auf Jahrmärkten angeboten wurden. Erst im 17. Jhd. als Weißblech in Massen produziert wurde, verbesserte sich das gesellschaftliche Ansehen der Berufsgruppe. Mit Aufkommen des verzinkten Eisenblechs im Jahr 1810 gewann das Klempnerhandwerk neue Erwerbsmöglichkeiten im Baugewerbe. Ablaufrohre, Regenrinnen, aber auch kunstvolle Blechverkleidungen gehörten von nun an zum Aufgabenfeld. M. Lebruns Buch mit dem Titel „Vollständiges Handbuch für Klempner und Lampenfabrikanten“ aus dem Jahr 1843 gibt einen guten Überblick welches Tätigkeitsfeld der Klempner Mitte des 19. Jhdts. inne hatte. So heißt es im Vorwort der 3. Auflage: *„Enthaltend eine gründliche Belehrung über das Eisen-, Messing- und Zinkblech und über die besten und neuesten Werkzeuge; eine ausführliche Anleitung zur vorteilhaften Verfertigung der Blecharbeiten aller Art, als Dächer und Röhren, Küchengeräte, Koch- und Kaffeemaschinen, Formen, Kästchen, Leuchter, Laternen, Badewannen u.v.w. [...]“* [30] Betrachtet man das Kapitel der Badewannen genauer, zeigt sich, dass die Herstellung und nicht die Installation dieser im Vordergrund steht. Es wird eine genaue Bauanleitung für die Wanne sowie einen Badeofen mitsamt dem Funktionsprinzip des Systems Badewanne/Ofen, welches sogar einen Behälter zum Erwärmen der Kleidung und des Kaffees beinhaltet, gezeigt. Auf welche Weise das Wasser seinen Weg in die Badewanne findet, ist nicht beschrieben. Einzig ein Hahn, aus dem das Wasser abläuft, wird erwähnt.

Ab Mitte des 19. Jahrhunderts entstanden Metallwarenfabriken, die Haushaltswaren und Badegerätschaften aus Blech in Massen herstellten und vertrieben. Durch die industrielle Fertigung konnten die Waren nun preisgünstig hergestellt werden. Die Industrie setzte auf neue Formen, Ideenreichtum und farbige Lackierungen. Der überregionale Vertrieb unter massivem Werbeeinsatz führte dazu, dass das Berufsbild des Haushaltswarenklempners vor dem Aus stand. Im Sanitärbereich versuchten Kleinunternehmer gegen die Industrie zu bestehen, indem sie Badegefäße und die für das Warmwasser benötigten Badeöfen nach Kundenwünschen fertigten und die Installation mitanboten. Am Bau fand der Klempner seinen Platz in der zunehmenden Gas- und Wasserinstallation. Da die Rohre zu Beginn aus Blei waren, konnte der Klempner auf die Erfahrungen mit diesem Baustoff zurückgreifen [26]. Lebruns Handbuch, 1873 in 6. Auflage mit dem Titel „Vollständiges Handbuch für Klempner und Metallwarenfabrikanten“, beschreibt den Wandel des Berufs. Metallwaren wie Becher, Kannen etc. werden nicht mehr angeführt, hingegen beinhaltet das Handbuch nun die Einrichtung von Gas- und Wasserleitungen für das Haus, die Wasserheizung sowie die Bronzierung oder das Lackieren und Anstreichen von Blechwaren. Bereits in der 5. Auflage aus dem Jahr 1865 mit dem Titel: „Vollständiges Handbuch für Klempner, Lackierer usw.“ beinhaltet das Buch die Arbeiten der Gas- und Wasserleitungsanlagen. Dies geht aus dem Vorwort der sechsten Auflage hervor. Für weitere Recherchearbeiten stand die 5. Auflage leider nicht zur Verfügung.

### **Analyse des „Vollständigen Handbuchs für Klempner und Metallwarenfabrikanten“**

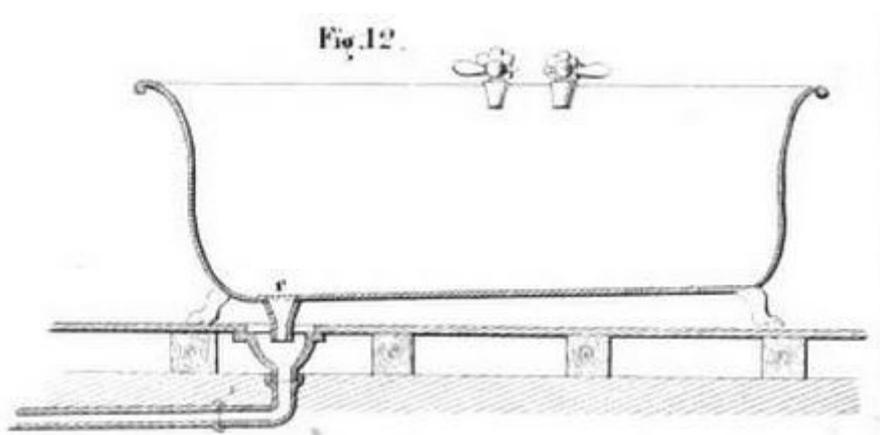
Das elfte Kapitel des Buches befasst sich mit der Herstellung der Wasserleitung für den Hausgebrauch. Wasserleitungen können aus Eisen, Blei, Kupfer, Thon und dergleichen hergestellt werden. Weiteres kommen Verbindungsstücke aus Messing und bewegliche Rohre (Schläuche) aus Hanf, Leder oder Kautschuk zur Anwendung. Von den Leitungen wird gefordert, dass diese außerordentlich dicht sind und

einem Druck von 12-15 Atmosphären aushalten. Bei normalem Betrieb wird ein Drittel des angegebenen Drucks erwartet. Die Reserven dienen zur Sicherheit und sollen Stöße und andere Störungen, die bei einer Wasserleitung vorkommen, abdecken. Fabriken, welche die Rohre liefern legen ihre Produkte auf die besagten 12-15 Atmosphären aus. Abwasserrohre können in dünneren Wandstärken ausgeführt werden. Jedoch soll, wie bei den Zuleitungsrohren, das Rohr auf den zwei- bis dreifachen Betriebsdruck ausgelegt werden. Gusseiserne Rohre finden nur bei langen, geraden Leitungsstrecken Anwendung, da sie nicht biegsam sind. Schmiedeeiserne Rohre sind der Gefahr des Rostes ausgesetzt. Kupferblech findet wegen seiner Kostspieligkeit nur selten Anwendung und wird eher für kurze Stücke, Ansatz und Hilfsstücke, besonders bei Badeeinrichtungen verwendet. Bleirohre sind die am meisten verwendeten, da diese sich leicht biegen lassen und man sie durch löten leicht verbinden kann. Weitere Vorteile sind, dass sie sich leicht reparieren lassen, billig und einer geringen Abnutzung unterworfen sind. Die schädliche Wirkung von Blei wird zwar erwähnt, jedoch durch Untersuchungen, die beim Bau der Berliner Wasserleitung angestellt wurden, widerlegt. Da sich zu wenig Luft in der Leitung befindet, soll sich kein für den menschlichen Organismus schädliches Bleioxyd bilden. Eine andere Untersuchung aus New York zeigt, dass Wasser, welches durch Bleirohre fließt, doch schädliche Bleianteile enthält. Von dieser Seite werden neu erfundene Bleirohre mit innerem Zinnmantel empfohlen.

Von den Rohrverbindungen wird verlangt, dass sie möglichst einfach und leicht herzustellen sind. Sie sollen die Rohre nicht verengen, dichthalten und die gleiche Festigkeit wie das eigentliche Rohr aufweisen. In vielen Fällen muss die Verbindung auch wieder lösbar sein.

Die Art, wie die Rohre für die Wasserleitung im Haus verlegt werden, hängt hauptsächlich von den Räumen ab, die mit Wasser versorgt werden sollen. Als Grundvoraussetzung wird angegeben, dass die öffentliche Zuleitung gesundheitlich unbedenkliches gefiltertes Wasser in gleichbleibender Menge und mit möglichst gleichem Druck ohne Unterbrechung und in hinreichender Menge liefert. Liefert die öffentliche Leitung konstant ausreichende Mengen mit gleichbleibendem Druck, genügt es für die Hausleitung, ein Hauptrohr von der öffentlichen Leitung abzuzweigen und das Wasser über Nebenrohre zu verteilen. Ist die Versorgung aus der öffentlichen Leitung nicht konstant, so wird ein Sammelbehälter zwischengeschlossen, welcher im Falle einer Störung weiter für Wasser sorgt und das häusliche Leitungsnetz vor Stößen und Erschütterungen schützt. Als fortschrittlich wird ein System aus England beschrieben, welches die beiden vorhergegangenen Systeme kombiniert. Primär kommt das Wasser direkt aus der Hauptleitung, nur in Störfällen wird automatisch Wasser aus einem Reservoir entnommen. Die Leitungsrohre im Gebäude müssen so verlegt werden, dass die Nebenrohre vom Hauptrohr abgezweigt werden können. Die Hauptrohre sollen möglichst vor Kälte geschützt sein. Je nachdem, wie die Wasserentnahmestellen angelegt sind, wird eine oder mehrere Steigleitungen verlegt. Sind an mehreren Stellen des Hauses, übereinanderliegende Wasserentnahmestellen vorhanden, so kann es von Vorteil sein, mehrere Steigleitungen zu verlegen, da man sich in diesem Fall Nebenleitungen ersparen kann. Die Wasserleitungsrohre werden in den meisten Fällen in die Mauer eingelegt und dann verputzt, sodass sie von außen nicht sichtbar sind. Ein schon damals wichtiges Thema war die Kontrollierbarkeit der Leitungen. Es wird jedoch gefordert, dass das Verlegen unter Putz seltener passieren sollte, damit die Rohre, insbesondere die Verbindungsstücke der Beobachtung nicht entzogen werden. Lässt sich der Einbau in der Wand nicht umgehen, so sollten wenigstens an den Verbindungsstellen Kästchen angebracht werden, welche leicht zu öffnen sind, um die Verbindungsstellen immer überprüfen zu können [31]. Dies bezieht sich auf die Haupt-, bzw. Steigleitungen. In den Ableitungen, sprich Nebenleitungen, sieht man die Verlegung unter Putz als weniger schädlich, bzw. wird bemerkt, dass ihre Verlegung oft gar nicht anders möglich wäre. Für die Hauptrohre wird empfohlen, diese durch die Küchen in der Nähe der Rauchrohre hinaufzuführen. Als Gründe dafür werden genannt, dass die sichtbaren Rohre optisch nicht stören, keinen Platz wegnehmen und durch die Abwärme der Rauchrohre eine gewisse Frostsicherheit haben. Dies zeigt auch, dass es in der damaligen Zeit nicht unüblich war, dass der Frost bis in das Gebäudeinnere vordrang, weshalb Anweisungen zur frostfreien Verlegung in mehreren Passagen des Buches zu finden sind. Von Leitungen an oder in äußeren Wänden wird aus diesem Grund gänzlich abgeraten. Das möglichst kostengünstige Bauen auch schon damals in Mode war zeigt dieser Satz: *„Allerdings ist die Leitung durch die Außenmauern meistens kürzer und deshalb billiger, als durch die Innenmauern, oft auch für die Einrichtung bequemer, und dies ist der Grund, weshalb sie so häufig, namentlich in vielen auf Spekulation gebauten Häusern, angewendet wird.“* [32]

Als einfache Badezimmereinrichtung ist eine Wanne mit Zu- und Ablassvorrichtung beschrieben, welche mit Warm- und Kaltwasser versorgt wird und in vielen Fällen über eine Art Duschkopf verfügt. Dabei ist die Wanne ganz oder bis zur Hälfte in den Boden eingelassen. Wannen, die auf dem Fußboden stehen, werden nur da angewandt, wo es sich um tragbare Wannen handelt. Das kalte Wasser kommt direkt aus der Leitung, das warme aus einem Vorratsgefäß, dessen Boden höher steht, als der obere Rand des Badegefäßes. Darunter ist eine Feuerung angebracht. Es wird empfohlen, das Heizgefäß in der Küche anzuordnen, da dort ein Ofen vorhanden ist, welcher zum Kochen geheizt wird und so das Wasser gleichzeitig erwärmt, wodurch auch eine Brennstoffersparnis erzielt wird. Vom Heizgefäß weg führt eine Zuleitung zum Badegefäß [31]. An der tiefsten Stelle der Wannen befindet sich eine Ausflussöffnung damit das Wasser vollständig abfließen kann. Abbildung 2.16 zeigt eine tragbare Wanne aus Zinkblech. Die Zuleitung des warmen und kalten Wassers erfolgt über Wirbelhähne aus Messing. Über den verschließbaren Trichter der Wanne kann das benutzte Wasser über die trichterförmige Öffnung aus Steinzeug in die Rohrleitung gelangen. Nach Gebrauch der Wanne kann diese entfernt werden und die Öffnung im Boden wird verdeckt.



*Abbildung 2.16: tragbare Badewanne aus Zinkblech [31]*

Häufig werden auch besondere Spritzbäder (Duschen) eingerichtet. Hierzu wird in der Mitte des Raumes ein rundes oder eckiges Becken mit einem Durchmesser von 2 bis 3 Meter und 24 bis 34 [cm] Tiefe eingebaut. An der Decke wird eine Vorrichtung angebracht welche das Wasser strahl- oder regenförmig fallen lässt. Meist werden diese mit kaltem Wasser gespeist, jedoch besteht auch die Möglichkeit auch warmes Wasser aus dem Vorratsbehälter zu beziehen. Weiters können auch Vorrichtungen mit dem Namen Badefiguren angebracht werden, welche Wasserstrahlen aus dem Boden oder von seitwärts ausströmen lassen. An der tiefsten Stelle des Beckens befindet sich eine Abflusseinrichtung. Die Wasserleitungen der Badeeinrichtung bestehen für das kalte Wasser aus Blei oder Steinzeug, für das warme Wasser aus Kupfer oder Steinzeug. Betrachtet man die Preise für die einzelnen Badeeinrichtungen bemerkt man, dass diese so verschieden sind, wie die Einrichtungen selbst. Badewannen aus Zink oder Weißblech, in lackierter, schöner Ausführung fangen bei 5 Talern an, eine Spritzbadeinrichtung mit einem Becken aus Zink, fünf Badefiguren aus Messing und den nötigen Rohrleitungen kostet je nach Ausstattung 16 bis 25 Taler. Die in Abbildung 2.17 ersichtliche Badeeinrichtung kostet ohne Mauerwerksarbeiten 35 Taler. Eine Badeeinrichtung mit Heizkessel, Warmwassergefäß, Badefiguren zum Spritzen, Ventilhähnen, Ablassvorrichtung und einem Badegefäß aus Holz mit Zinkausfütterung kostet 180 bis 200 Taler. Ist es möglich das Warmwasser über den Stubenofen zu heizen, so kostet die Anlage 80 bis 150 Taler [31]. Um einen groben Vergleich ziehen zu können, wird der Monatslohn eines damaligen Arbeiters betrachtet. Dieser betrug laut deutscher Bundeszentrale für politische Bildung etwa 41 Mark [33], was umgerechnet 13,7 Talern (1 Taler = 3 Mark) entsprach [34]. Die hier angeführte Mark entspricht nicht der Deutschen Mark, sondern bezeichnet die auch als Goldmark bekannte Währung des deutschen Kaiserreichs. Die Preise und Lohnangaben dienen rein als Indikator für die Leistbarkeit eines Badezimmers zur damaligen Zeit.

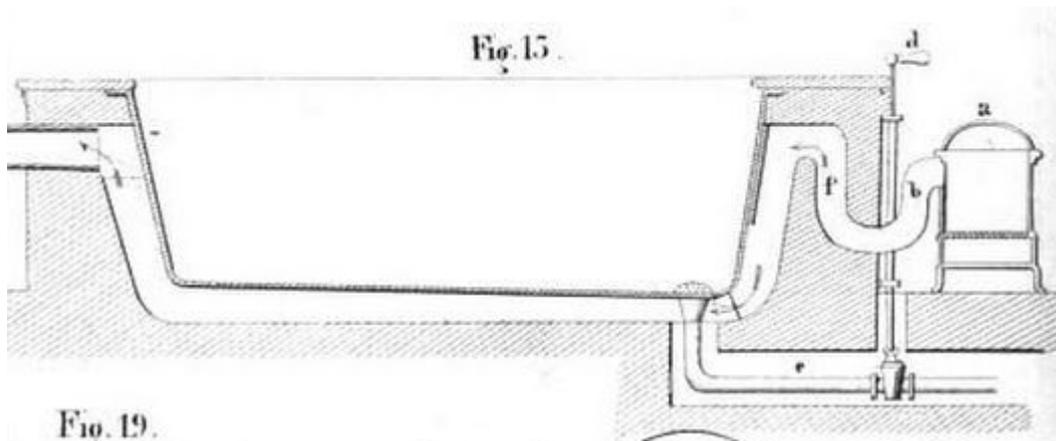


Abbildung 2.17: Wanne mit Ofen zum Heizen des Wassers [31]

Klosetts werden als unproblematisch beschrieben, wenn sie sich in frostfreier Lage befinden, einen Geruchsverschluss besitzen und der Abfluss in eine Senkgrube oder direkt in den Kanal geleitet wird [32]. Um das Aufsteigen schlechter Gerüche aus dem Abflussrohr zu verhindern kamen zweierlei Varianten zur Anwendung. Entweder wurde der Abfluss mechanisch durch eine Klappe verschlossen, oder so wie heute üblich über einen wassergefüllten Siphon. Als Material für das Klosett kommt meist glasiertes Steingut oder Porzellan zum Einsatz. Die Preise für ein Wasserklosett betragen je nach Ausstattung 30 bis 100 Taler und werden fertig an Ort und Stelle aufgestellt.

Carl von Stegmanns Buch „Die Wasserleitung für das Haus“, welches auch als Quelle für Lebruns Handbuch diente, führt im letzten Kapitel die Preise für die Wasserentnahme aus der öffentlichen Wasserleitung in Magdeburg an, welche im Jahr 1858 fertiggestellt wurde. So findet man unter Punkt 1 die Kosten für Wasser zum gewöhnlichen Hausbedarf. Hierfür sind jährlich für jedes bewohnbare Zimmer, jede Küche (Koch- und Waschküche), jedes Wasserklosett und jedes Badezimmer 22,5 Groschen zu entrichten, wobei 1 Taler 30 Groschen entsprach. Weiter ist für jedes Pferd, jedes Rind und für jeden, für den Personentransport bestimmten Wagen, 1 Taler zu zahlen. Die Preise für die Wassernutzung für gewerbliche Zwecke, für Brandschutzzwecke, für Gartenanlagen und Springbrunnen sind ebenfalls angegeben [31]. Das Hauswasserleitungen um 1860 noch nicht sehr gebräuchlich waren, zeigt die Einleitung des zuvor genannten Buches. So wird beschrieben, dass das Wasser noch mit Eimern vom Brunnen geholt werden muss, was großen Kraft- und Zeitaufwand forderte. So wird besonders bei Arbeiterfamilien darauf geachtet so wenig Wasser wie möglich zu verbrauchen, da hier für die Wasserbeschaffung meist Frauen und Töchter zuständig waren. Laut dem Autor müssen sie sich am Brunnen den undelikatesten Begegnungen aussetzen, was darauf schließen lässt, dass der Brunnen kein schöner Ort war. Wohlhabende Familien, die sich Dienstboten leisten konnten, schickten diese um das Wasser zu besorgen. So wird die Wasserleitung im Haus als Abhilfe gegen diese Unannehmlichkeiten angepriesen. „Diese erlauben nicht nur, Wasser unmittelbar am Verbrauchsorte zu entnehmen, sondern gestatten auch eine Menge von Vorrichtungen, welche zur Reinlichkeit, Gesundheit, Sicherheit, Annehmlichkeit und Bequemlichkeit beitragen.“ Dazu gehören zum Beispiel die geruchlosen Wasserklosetts, sowie die Badeeinrichtungen, von denen jedes Haus zumindest eine in einem besonderen Raum eingerichtet haben sollte. Kann kein eigener Raum eingerichtet werden, so kann man sich mit einer tragbaren Wanne behelfen. Die Verbreitung von Bädern wird in Deutschland als unzureichend beschrieben. Besonders der Arbeiterschicht in volkreichen Städten sollte die Einrichtung eines Bades ermöglicht werden, um bei ihnen einen Reinlichkeitssinn zu wecken und somit ihren Gesundheitszustand wesentlich zu verbessern [31].

Ein Vorreiter in der Verbreitung von Sanitäreinrichtungen war das Militär. Die preußische Militärverwaltung erließ 1843 die Vorschrift, in jeder Kaserne, welche neu gebaut wird, einen beheizbaren Baderaum mit Badewanne einzurichten. Es zeigte sich jedoch, dass der Betrieb der Anlagen äußerst

schwierig war, da die Wasserversorgung noch nicht gut genug ausgebaut war, sodass sich mehrere Soldaten das gleiche Wasser teilen mussten. Auch Heizprobleme waren keine Seltenheit und so wurden die Bäder bald wieder stillgelegt. Erst im Jahr 1879 wurde ein nächster Erlass beschlossen, welcher eine Brauseanlage für 8-10 Mann in preußischen Kasernen forderte. Dies erwies sich als viel zweckmäßiger als die Variante mit der Badewanne, denn so konnten mit 8 bis 9 Duschen etwa 100 Soldaten in einer halben Stunde duschen. Der Wasserverbrauch pro Mann betrug etwa 15 – 20 Liter. Auch die Temperatur des Wassers war geregelt. Sie betrug im Sommer 16 [°C], im Winter 22 [°C]. Um den Reinlichkeitssinn auch auf die zivile Bevölkerung auszuweiten, wurde 1884 in Göttingen das erste Schulbrausebad eingerichtet. Auf der Ausstellung für Hygiene und Rettungswesen in Berlin 1883 stellte der Dermatologe Prof. Lassar als erster die eigenständige Brause als billigste Form der Badeeinrichtung für die Bevölkerung vor. Sein Volksbrausebad war eine Wellblechhütte von 8x5 Metern welche jeweils fünf Brausezellen für Männer und Frauen enthielt. Ein Brausebad in der beheizten Einrichtung kostete pro Person 10 Pfennige, inklusive Handtuch und Seife (100 Pfennige entsprachen einer Mark). Während der Hygieneausstellung soll das Volksbrausebad von etwa 100.000 Personen benutzt worden sein. Die Einrichtung eines solchen Bades kostete 6.300 Mark und wurde 1887 in Wien zum ersten Mal umgesetzt. Für den privaten Haushalt kamen transportable Zimmerduschen mit Handpumpe, die ohne Wasseranschluss genutzt werden konnten in Mode. Einfache Varianten waren Schwamm- oder Abreibewannen in Kombination mit einer Eimerbrause. Fest montierte Brausen im Badezimmer kamen erst mit dem Aufkommen von Gasbadeöfen zum Einsatz. 1889 ließ Carl Dittmann eine Schaukelbadewanne patentieren, welche für zwei Jahrzehnte badezimmerlose Haushalte prägte.



*Abbildung 2.18: verschiedene Anwendungen der Schaukelbadewanne [26]*

Besser gestellte Familien, die genügend Platz in der Wohnung zur Verfügung hatten, ließen sich mit der Einführung der Hauswasserversorgung Badewannen installieren. Diese fanden vorerst Platz in einer Schlafzimmernische, im Ankleidezimmer oder in der Küche. Um den Holzboden vor Nässe zu schützen, wurde die Wanne in eine Sicherheitspfanne aus Zink- oder Bleiblech gestellt. Abbildung 2.19 zeigt eine Museumsaufstellung mit Gasbadeofen und Sicherheitspfanne wie man es zumeist in Wohnungen des gehobenen Bürgertums finden konnte. Die Wanne war oft in einer Nische des Raumes untergebracht und konnte durch einen Vorhang oder eine Schiebetür bei Nichtgebrauch vom übrigen Raum abtrennt werden.



*Abbildung 2.19: Wanne mit Gasbadeofen [26]*



*Abbildung 2.20: Brauchwasserentsorgung  
 Anfang des 20. Jhdts. [26]*

S. Stevens Hellyers Buch, „The Plumber and Sanitary House“ befasst sich in der fünften Ausgabe aus dem Jahr 1893 in Kapitel 23 mit dem englischen Badezimmer. Das diese nur spärlich vorhanden sind, zeigt sein Vergleich, wonach Bäder in englischen Städten so selten wie Quellen in der Wüste seien. Ein Bad mit warmem und kaltem Wasser sollte in jedem Haus vorhanden sein, damit ein Grundmaß an Reinlichkeit möglich ist, was auch besonders für ärmere Arbeiterfamilien wichtig wäre. Zwei Varianten von Bädern sollen zeigen, dass ein Bad für jedermann möglich ist. Sei es das einfache Bad in der Küche für die Arbeiterfamilien oder das Bad im Ankleide- oder Schlafzimmer in besser gestellten Häusern. So wäre es möglich, Bäder zwischen 10 und 100 Pfund einzurichten. Das Jahreseinkommen einer durchschnittlichen englischen Arbeiterfamilie betrug etwa 95 Pfund [35]. Das Verhältnis Einkommen zu Bad deckt sich in etwa mit den Zahlen des bereits analysierten Buches „Vollständiges Handbuch für Klempner und Metallwarenfabrikanten“ wonach ein gut ausgestattetes Bad ebenfalls circa dem Jahreseinkommen eines Arbeiters gleichzusetzen ist.

### Das Bad in der Küche:

Das Bad in der Küche ist eine der einfachsten Formen des Bades. Mehrere Gründe sprechen für die Installation einer Wanne in der Küche, wenn aus Platz- oder Kostengründen die Anordnung in einem eigenen Raum nicht möglich ist. An erster Stelle stehen die geringen Kosten die bei der Einrichtung eines Bades in der Küche anfallen. Die Kosten für eine gusseiserne, emaillierte Wanne betragen zwischen 30 und 50 Schilling, was wiederum 1,5 bis 2,5 Pfund entspricht. (Umrechnung: 12 Pennys = 1 Schilling, 20 Schilling = 1 Pfund). Die Wanne sollte über einen Ablauf verfügen. Das Schmutzwasser gelangt dann über ein Abflussrohr, welches durch die Hausmauer geführt wird, nach draußen. Abbildung 2.20 zeigt, dass diese Art der Abwasserentsorgung um Anfang des 20. Jhdts. durchaus üblich war. Die Zubringerleitung, welche den Wasserspeicher in der Küche mit Wasser versorgt, kann mit geringem Aufwand so erweitert werden, dass kaltes Wasser für die Wanne zur Verfügung steht. Das warme Wasser kommt aus dem Boiler in der Küche, dessen Wasser über den Küchenofen geheizt wird. Das heiße Wasser kann mit Kübeln in das Bad geleert werden, wodurch keine zusätzlichen Kosten für das Heizen des Badewassers entstehen. Weiters bringt der Küchenofen, welcher die meiste Zeit geheizt wird den Vorteil, dass in der Küche immer eine angenehme Wärme herrscht, was zusätzlichen Komfort für das samstäglische Bad bedeutet. Ist die Badewanne nicht in Gebrauch, so kann diese mit einem Holzdeckel verschlossen und als Sitzbank verwendet werden, womit sie keinen extra Platz in der Küche einnimmt.

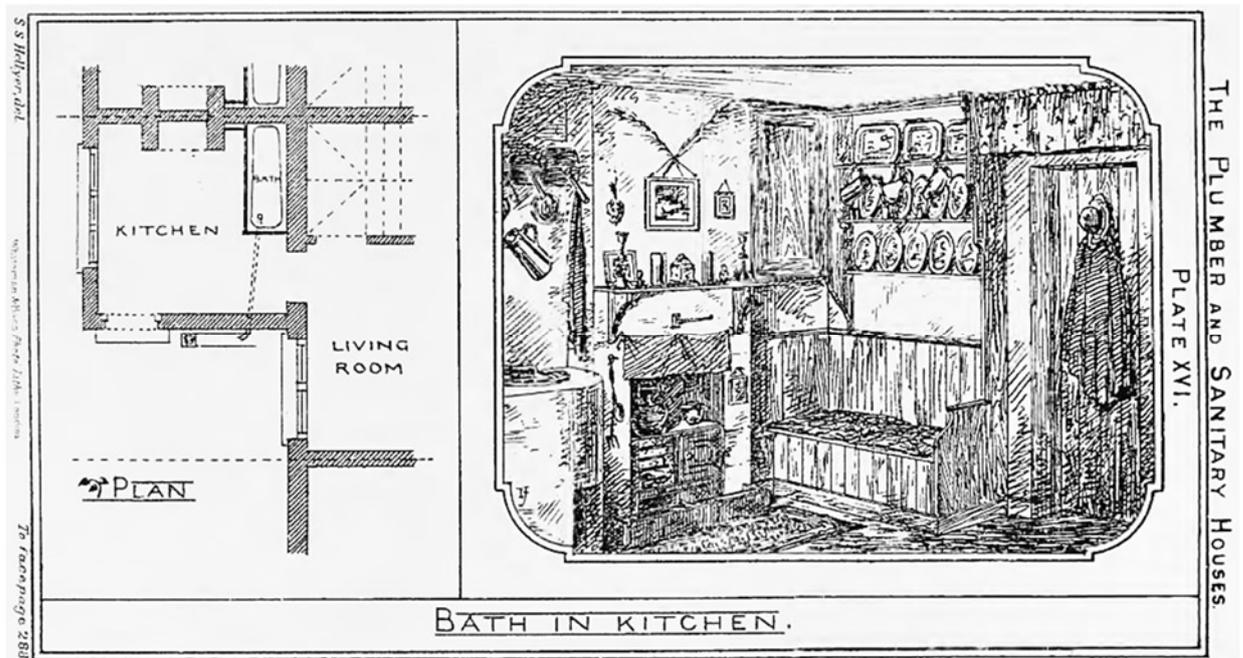


Abbildung 2.21: das Bad in der Küche nach S. Hellyer [36]

### Das Bad in gehobeneren Häusern:

In Häusern der Oberschicht werden Bäder oft in das Schlafzimmer integriert. Dies birgt jedoch die Gefahr, dass üble Gerüche aus dem Abfluss durch schlecht funktionierende Geruchsverschlüsse oder durch Seifenwasserreste in der Wanne die Luft des Schlafzimmers verschlechtern. Es wird empfohlen, das Bad im Ankleidezimmer, welches an das Schlafzimmer grenzt, zu installieren. Besitzt das Bad einen weiteren Eingang der auf den Gang führt, so kann dieses problemlos von mehreren Hausbewohnern genutzt werden, ohne dass Schlafende dadurch gestört werden. Für das gehobene Bad wird eine Wanne aus Kupfer empfohlen, welche wie auch schon aus anderen Quellen bekannt, zum Schutz in eine flache Wanne aus Blei gestellt wird. Die Wanne aus Kupfer hat den Vorteil, dass sie sich schnell erwärmt und somit nicht viel Energie aus dem heißen Badewasser zieht. Weiters ist sie langlebig und sollte sie nicht mehr benötigt werden, kann sie als Altmetall zu einem Achtel ihres Preises verkauft werden. Abbildung 2.22 zeigt das

gehobene Bad nach S. Hellyer. Das Bad im Ankleideraum besitzt eine Wanne sowie ein Waschbecken und könnte z. B. noch um eine Dusche oder einen anderen Sanitärgegenstand erweitert werden. Das WC ist in einem extra Raum untergebracht. Im Gegensatz zum Bad in der Küche sieht man, dass es einen vertikalen Schacht für die Wasserver- und entsorgung gibt. Dieser ist so positioniert, dass alle Sanitärgegenstände ohne lange horizontale Leitungen daran angeschlossen werden können. Das WC verfügt über einen eigenen Schacht, welcher direkt an der Außenmauer hinuntergeführt wird.

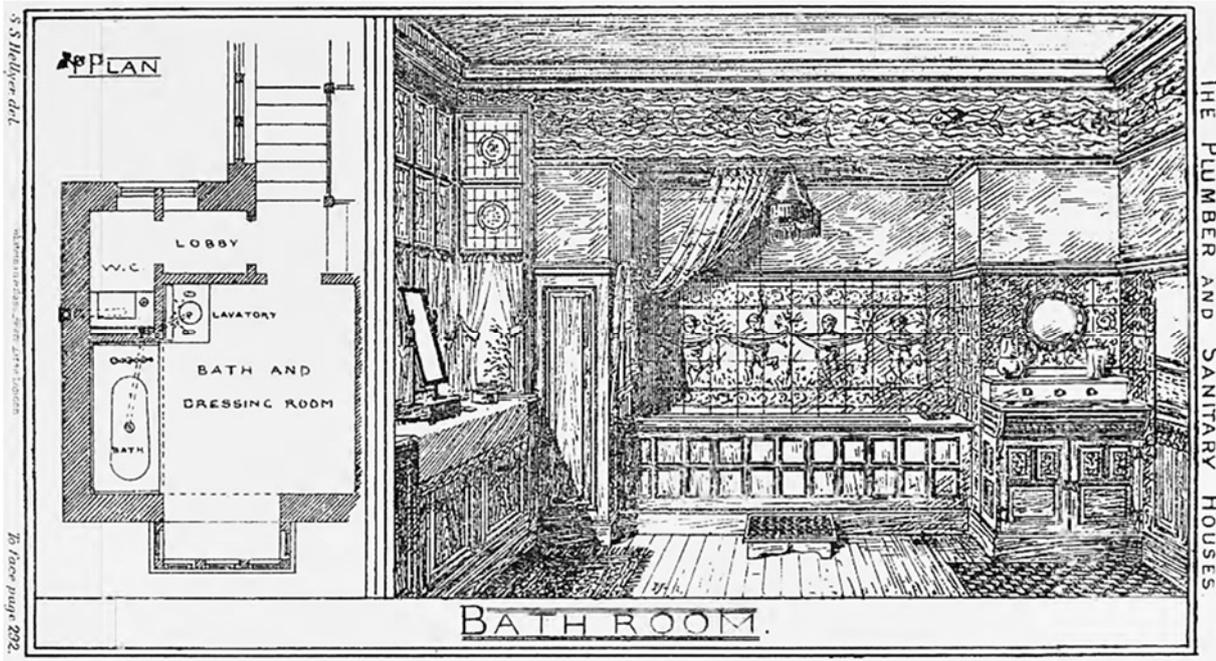


Abbildung 2.22: das gehobene Bad nach S. Hellyer [36]

In Kapitel 34 des Buches wird über den Handwerker geschrieben, welcher eine sehr wichtige Position in der funktionierenden Hausinstallation einnimmt. Der Arbeiter sollte theoretisch geschult und praktisch gründlichst arbeiten, da durch unsachgemäße Installationen große Probleme entstehen können. Auch wird auf den Wandel des Installateur Berufs hingewiesen, da die Branche zu dieser Zeit große Fortschritte machte. Installateure sollten die neuen Erkenntnisse aufnehmen, sich ständig weiterbilden und nicht stur nach den alten Mustern der Branche arbeiten [36].

Das Hauptaugenmerk der Installationstechnik liegt, wie mehrere Quellen zeigen, auf der Abwasserentsorgung. In James Lawlers Buch „Modern Plumbing, Steam and hot water heating“ wird das Wissen über die Ventilation der Abwasserrohre und die Geruchsverschlüsse als das Wichtigste in der Installateurbranche beschrieben. In diesem heißt es auch, dass die Versorgung des Hauses mit Wasser ein leichtes ist, jedoch die Entsorgung des gebrauchten, schmutzigen Wassers ohne negative Nebeneffekte schwierig [37]. In einem weiteren Buch namens „The American Sanitary Plumbing“ weist der gleiche Autor auf die Wichtigkeit einer funktionierenden Hausinstallation hin. Durchaus lassen sich Parallelen zur heutigen Zeit ziehen. So schreibt Lawler, dass damals die Wichtigkeit der Arbeit des Installateurs oft unterschätzt wurde, sei es aus Unwissenheit des Architekten oder Hauseigentümers, um die Hausinstallationen oder einfach aus Kostengründen. Die Hausinstallationen zu vernachlässigen oder nur halbherzig zu berücksichtigen, führt schnell dazu, dass im laufenden Betrieb Komplikationen auftreten, welche nur mit großem Aufwand und hohen Kosten wieder ausgebessert werden können [38]. Heute, wo die Gebäudetechnik immer komplexer wird und einen Großteil der Gesamtkosten eines Gebäudes

ausmachen, muss der gleiche Ansatz verfolgt werden. Das Planen und Miteinbeziehen der Gebäudetechnik in frühen Projektphasen führt dazu, dass ein funktionierendes System mit abschätzbaren Kosten entstehen kann. Abbildung 2.23 veranschaulicht diesen Prozess. So zeigt sich, dass Änderungen in der Ideen- und Entwurfsphase am einfachsten und kostengünstigsten zu bewerkstelligen sind. Änderungen während der Nutzung sind nur mehr eingeschränkt möglich und Verursachen zudem hohe Kosten. Weiters wird der Einsatz von suboptimalen Lösungen gefördert.

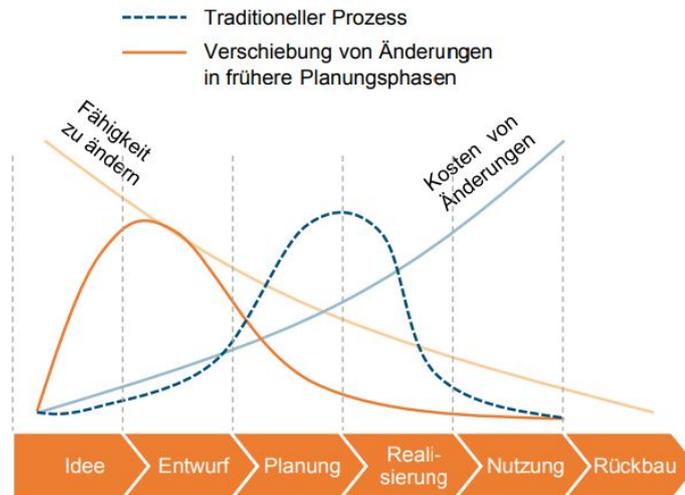


Abbildung 2.23: Auswirkungen von Änderungen auf Kosten in Abhängigkeit zur Projektphase [39]

## 2-1.6 DER ERSTE UND ZWEITE WELTKRIEG

Um einen Überblick zu erhalten, in wie weit Badezimmer und Küchen Anfang des 20. Jhdts. verbreitet waren, werden die Wohnverhältnisse in Wien betrachtet. Diese zeigen, dass es in den Jahren vor dem 1. Weltkrieg eine große Wohnungsnot in der Stadt gab, welche durch eine Verdoppelung der Einwohner, wie in Abbildung 2.24 ersichtlich, zustande kam.

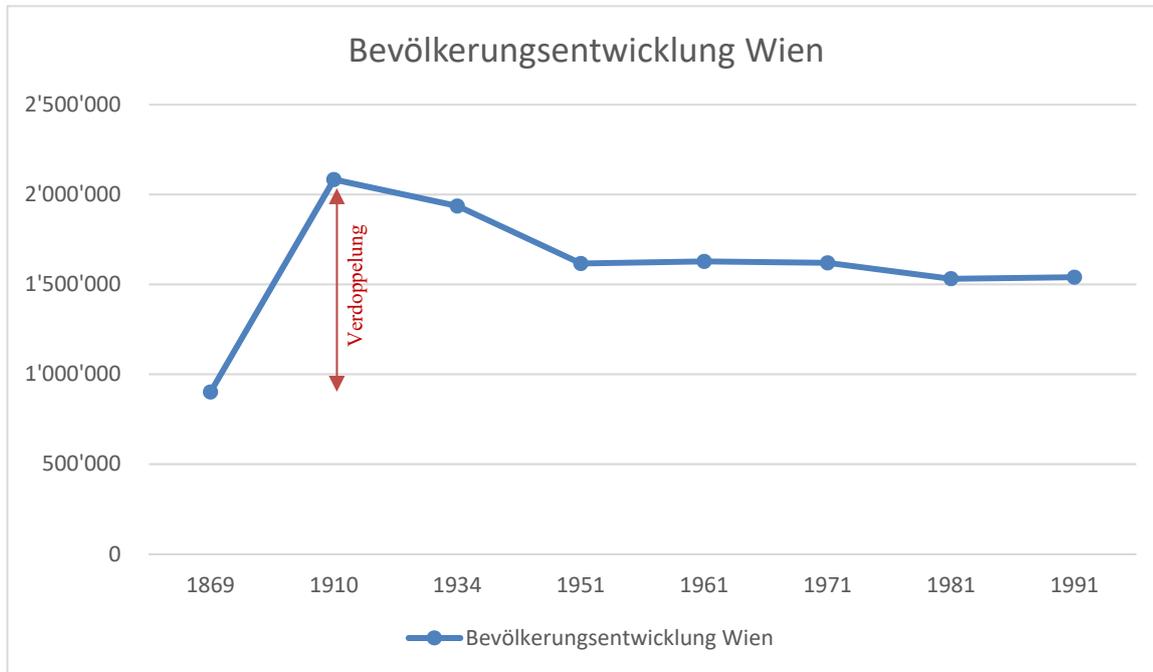


Abbildung 2.24: Bevölkerung der Stadt Wien von 1869 bis 1991 [40]

Eine im Jahr 1917 durchgeführte Wohnungszählung gibt Aufschluss über die Wohnungsgrößen und deren Gruppierung in Wien. So konnten zu diesem Zeitpunkt vier Wohnungstypen kategorisiert werden, welche in Tabelle 2.1 dargestellt sind.

Wohnungstyp	Größe
Kleinwohnung	bis zu einem Zimmer und einem Kabinett
Kleine Mittelwohnung	zwei Zimmer
Große Mittelwohnung	bis zu drei Zimmern und einem Kabinett
Großwohnung	mehr als vier Zimmer

Als Zimmer wird ein heizbarer Raum mit zumindest zwei Fenstern gewertet. Ein Kabinett ist ein meist heizbarer Raum, welcher jedoch nicht unmittelbar belichtet sein muss und als ein halbes Zimmer gewertet wird. Bei der Wohnungszählung wurden 554.545 Wohnungen gezählt. Das folgende Diagramm zeigt die Aufteilung der verschiedenen Wohnungstypen. Die Verteilung zwischen günstigen und teuren Wohnungen zeigt zugleich die damals vorherrschenden wirtschaftlichen Verhältnisse der Stadt Wien.

Aufteilung der Wohnungstypen in [%]

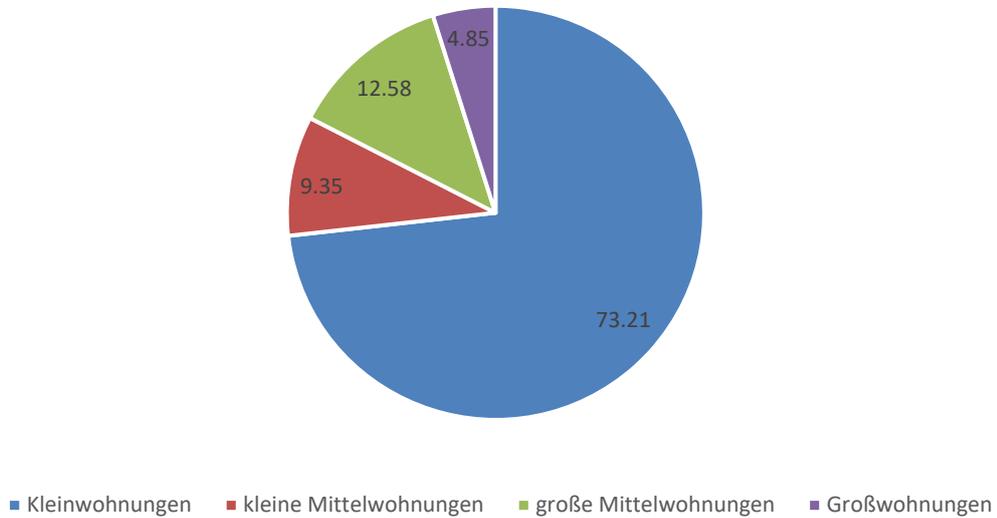


Abbildung 2.25: Aufteilung der Wohnungstypen 1917 [41]

Es zeigt sich, dass die Zahl der Kleinwohnungen weit überwiegt. Von diesen Kleinwohnungen besitzen knapp 85 [%] eine Küche. Badezimmer, Gas oder elektrisches Licht waren in den Wiener Kleinwohnungen nur selten zu finden. Das typische Wiener Mietshaus hatte zu dieser Zeit drei oder vier Stöcke. Von der Stiege gelangte man in einen schmalen Gang, in den die Wohnungseingänge mündeten. Küche oder Vorraum öffnen sich zum Gang. Die Aborte befinden sich am Gang und werden von mehreren Wohnungen gleichzeitig genutzt. Oft sind fensterlose Räume zu finden oder solche, die nur über einen kleinen Lichtschacht spärlich mit Tageslicht versorgt werden. Umso kleiner und schlechter eine Wohnung war, umso höher war der geforderte Mietzins im Vergleich zum wirklichen Wohnungswert. Um diese Belastung auszugleichen wurden oft Untermieter und Bettgeher aufgenommen. Abbildungen 2.26 und 2.27 zeigen zwei typische Grundrisse eines Wiener Mietshauses.

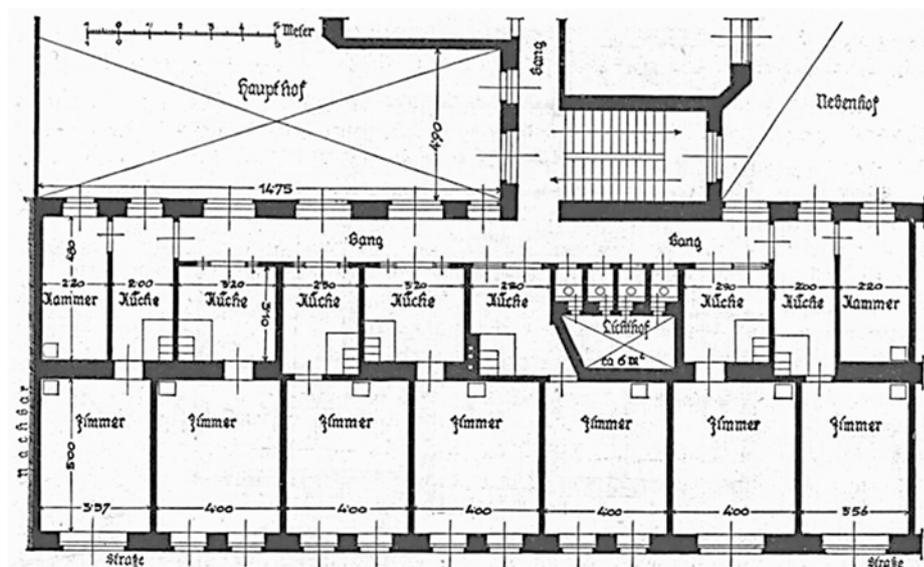


Abbildung 2.26: Wohnungsgrundriss [41]

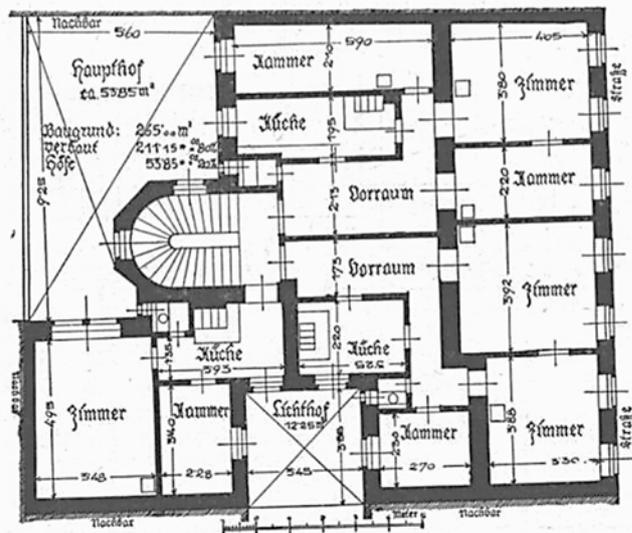


Abbildung 2.27: Wohnungsgrundriss [41]

Um der Wohnungsnot entgegenzuwirken, wurden während des ersten Weltkrieges Notwohnungen gebaut ohne jeglichen Komfort oder Verbesserungen zu den Kleinwohnungen, die vor dem Krieg gebaut wurden. Erst 1919 wurde durch die Gemeinde Wien eine größere Wohnhausanlage mit gewissem Komfort errichtet. So wurde die Siedlung Schmelz mit 42 einstöckigen Wohnhäusern mit 308 Wohnungen gebaut, welche in den laufenden Jahren noch erweitert wurden. Das besondere an den neu gebauten Wohnungen war, dass jede Wohnung ein Sturzklosett mit Wasserleitung und einen Gasauslauf für die Installation eines Rechauds in der Küche besaß. Im September 1923 fasste der Wiener Gemeinderat den Beschluss, 25.000 Wohnungen zu bauen. Jede der neu gebauten Gemeindewohnungen wurde mit einem Wasserauslass in der Küche, Gasherd, elektrischem Licht und Abort versehen. Vergleicht man dies mit der Ausstattung der Kleinwohnungen, die vor dem Jahr 1919 erstellt wurden, zeigt sich, dass von je 1000 Kleinwohnungen nur 232 Gas oder elektrisches Licht installiert hatten, bei 921 der Abort und bei 953 die Wasserleitung außerhalb der Wohnung lagen und gleichzeitig von mehreren Parteien genutzt werden musste. Die Küche der neuen Gemeindewohnungen wurde fast durchwegs als Wohnküche ausgebildet und der saubere Gasherd löste den verschmutzenden Kohleherd ab. Der Boden wurde mit Schiffböden versehen, die Spülen und Kochnischen, so wie die Aborte mit wasserdichter Pflasterung. Die Einkommensverhältnisse gestatteten es nicht, jede Kleinwohnung mit einem eigenen Badezimmer auszustatten. Größere Wohnhäuser hatten Badeanlagen, welche mit Zellenbrausebädern und Warmbadezellen ausgestattet waren. In den Gemeindehäusern entstanden zwei vorherrschende Wohnungsgrößen mit 38 bzw. 48 [m<sup>2</sup>]. Vereinzelt jedoch auch größere Wohnungen oder kleine Einzimmerwohnungen [41].

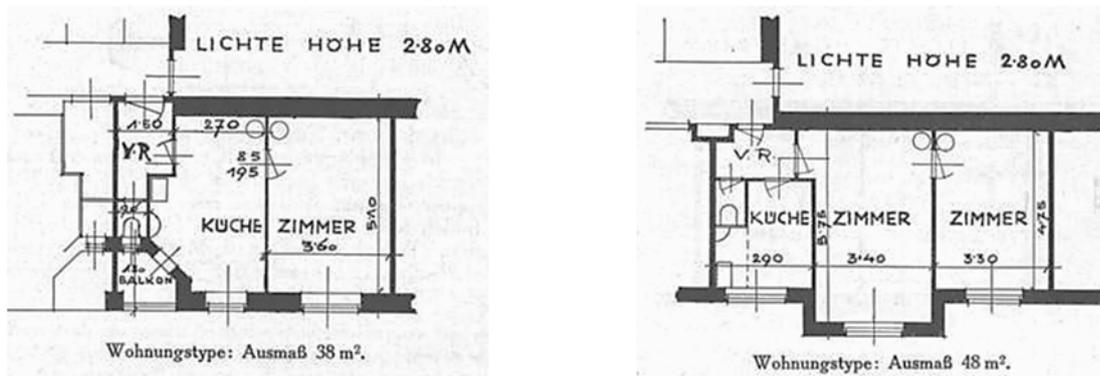


Abbildung 2.28: Wohnungstypen Gemeindebau [41]

Im Buch „Der praktische Gas- und Wasserinstallateur“ von Schink und Schneider (in der 2. Auflage im Jahr 1930 erschienen) sind vier Grundvoraussetzungen angegeben, welche für die Einrichtung eines zeitgemäßen Bades in der einzelnen Wohnung gegeben sein müssen. Diese sind:

- der Behälter für das Badewasser,
- die Wärmequelle,
- die Leitungen,
- der Raum.

### Der Behälter für das Badewasser:

Die erste Grundvoraussetzung, der Behälter für das Badewasser, ist durch eine Badewanne, Bassin oder ähnliches zu bedienen. Badewannen sind zu dieser Zeit in verschiedensten Formen und aus verschiedensten Materialien im Umlauf. Badewannen aus Zinkblech gelten als günstig und leicht transportabel. Mit etwa 30 Kilogramm lässt sich diese einfach dort aufstellen, wo gerade Platz ist. Nachteil dieser ist die schwierigere Reinigung. Oft in Gebrauch sind Wannen aus verzinktem Eisenblech. Die bereits in Abbildung 2.18 gezeigte Schaukelbadewanne oder die weit verbreitete Volksbadewanne (1926 patentiert vom Schwarzenberger Blechwarenfabrikanten Emil Kraus, siehe Abbildung 2.29) fallen in diese Kategorie. Wannen aus Kupferblech und Nickelblech gelten als sehr sauber aber auch sehr teuer. Aus diesem Grund werden diese vorwiegend im Gesundheitswesen eingesetzt. Beidseitig emaillierte Gusseisenwannen oder innen emailliert und außen geteert und gestrichen kommen durch ihr hohes Gewicht von etwa 150 Kilogramm fest verbaut zur Anwendung. Sie sind durch die gerundete Form leicht zu reinigen. Gemauerte und verflieste Wannen benötigen sehr viel Energie und Zeit damit das Badewasser erwärmt wird. Auch sind die Fugen der Fliesen nicht optimal, da sich in diesen leicht Schmutz ansammeln kann oder Wasser durchlassen. Als die besten und dauerhaftesten Wannen werden jene aus Feuerton beschrieben. Diese sind innen und außen glasiert und durch die glatten Innenflächen leicht zu reinigen. Die Feuertonwanne benötigt sehr viel Energie um sich zu erwärmen. So muss das Badewasser sehr heiß einlaufen, damit sich die Wanne mit der Zeit erwärmen kann. Ist dies geschehen, hält diese das Wasser jedoch viel länger warm als bei Wannen aus Zinkblech oder Gusseisen, was vom Badenden als sehr angenehm empfunden wird. Weitere Beispiele für Wannenmaterialien sind Holz oder in Gummi getränktes Hanfgewebe. [42] Abbildung 2.30 zeigt den Nachbau eines Badezimmers aus der Zeit von 1930 bis 1940. Die Errichtung von separaten Badezimmern wurde durch Reichszuschüsse ermöglicht [26].



Abbildung 2.29: Volksbadewanne 1926 nach Emil Kraus [43]

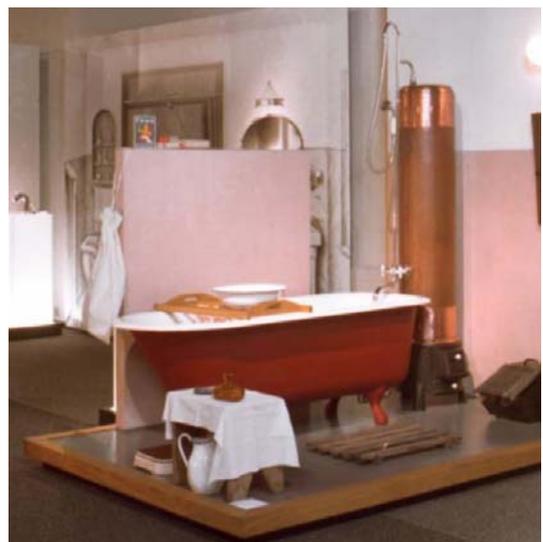
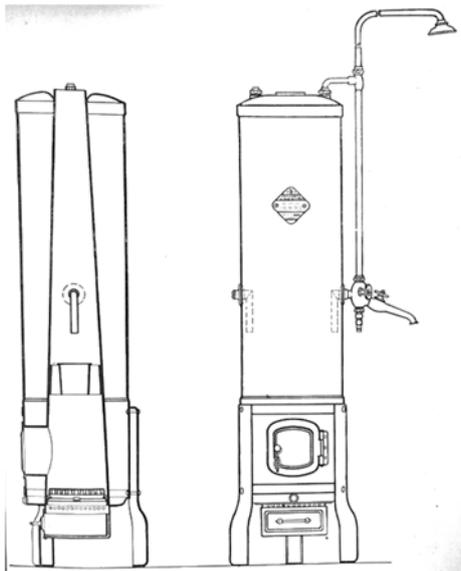


Abbildung 2.30: Volksbad der 30er Jahre – Museumsinszenierung [26]

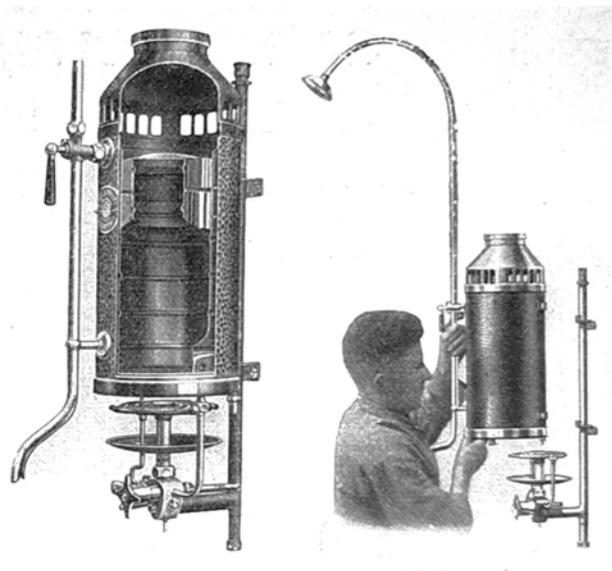
### Die Wärmequelle:

Als Wärmequelle zur Erwärmung des Badezimmers und des Wassers kommen zumeist Badeöfen mit Kohlen- oder Gasheizung zum Einsatz. Elektrische Varianten sind vorhanden, werden aber aufgrund der hohen Kosten selten verwendet. Laut Schink und Schneider wurde vor dem Krieg der Kohlebadeofen durch den Gasbadeofen fast vollständig verdrängt. Durch Weiterentwicklung konnte der Wärmeverlust der Kohleheizung jedoch von 60 [%] auf 25 [%] verringert werden (Angabe Firma Junkers), wodurch der Kohlebadeofen wieder konkurrenzfähig wurde. Ein Vorteil der Ofenheizung ist die gleichzeitige Erwärmung des Badewassers und des Baderaumes. Der Ofen wird direkt von der Wasserleitung, welche unten an den Ofen angeschlossen wird, gespeist. Das kalte Wasser wird im Ofen erhitzt und steigt auf. Das oben gesammelte, warme Wasser fließt bei Öffnung des Auslaufhahnes in die Wanne ab. Das Wasser sollte so erwärmt werden, dass es mit etwa 50 [°C] in die Wanne abfließt. Temperaturen über 70 [°C] sollten vermieden werden, da dies die oberen Teile des Ofens zu stark belastet. Die Badeöfen werden aus verzinnem Kupfer- oder Stahlblech hergestellt. Für den Feuertopf wird gezogenes Stahlblech verwendet. Dieser ist mit Schamottsteinen ausgemauert und mit Aluminium überzogen. Die Brause und die Mischbatterie sind aus gezogenem, vernickeltem Bronzeblech hergestellt.

Der Gasbadeofen, welcher ursprünglich dem Kohlebadeofen nachempfunden wurde, kann in zwei Typen unterschieden werden. Typ Nummer eins ist der Vorratsspeicherapparat. Wie bei einem Kochtopf wird eine gewisse Wassermenge durch die Gasflamme erhitzt und auf einer gewissen Temperatur auf Vorrat gehalten. Wie beim Kohlebadeofen (Abbildung 2.31) wird das warme Wasser, welches durch die Erwärmung nach oben strömt, oben entnommen. Typ Nummer zwei wird als Stromapparat (Abbildung 2.32) bezeichnet. Die Wärmeübertragung der Gasflamme auf das fließende Leitungswasser findet mit Hilfe eines besonderen Lamellenheizkörpers statt. So gilt hier der Grundsatz, dass nicht ein Vorrat an Warmwasser bereitet wird, sondern dass sich wenig Wasser beim Durchfließen des Stromapparates beim Vorbeistreichen an den Lamellen des Heizkörpers rasch erwärmt.

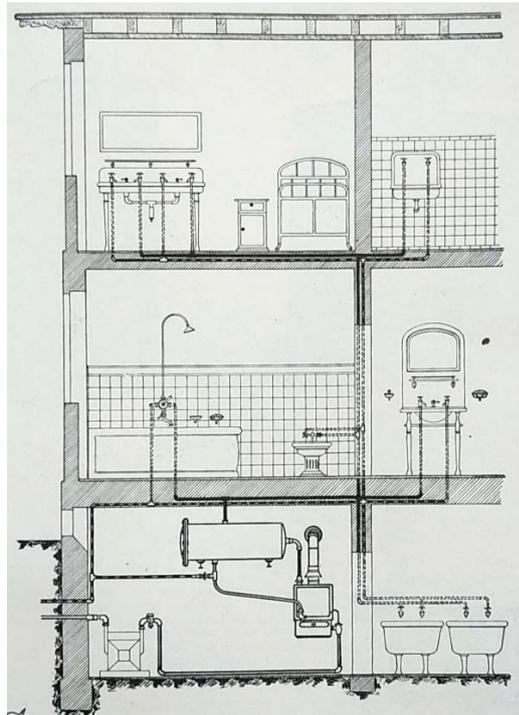


**Abbildung 2.31: Kohlebadeofen mit Mischbatterie und Brause, Joh. Vaillant 1925 [42]**



**Abbildung 2.32: Gasbadeofen für Kleinwohnungen und Siedlungshäuser, Junkers & Co [42]**

Die oben gezeigten Öfen, Kohle wie auch Gas liefern das warme Wasser nur am Aufstellungsort oder in naher Umgebung und für einen Abnehmer. Soll eine ganze Wohnung oder ganzes Haus mit Warmwasser von einem Ofen aus versorgt werden, so gibt es die Möglichkeit einer Warmwasserversorgungsanlage. Abbildung 2.33 zeigt die schematische Darstellung einer solchen.



*Abbildung 2.33: Warmwasser Versorgungsanlage für ein Landhaus [42]*

### **Die Leitungen:**

Zu den wasserführenden Leitungen im Badezimmer gehören die Wasserzuleitung, die Abwasserleitung und die Verbindungsleitung zwischen Badeofen und Wanne. Dazu kommt noch das Abzugsrohr für die Abgase, damit diese in den Kamin eingeleitet werden können. Ist im Bad ein Gasbadeofen installiert, so kommt noch die Gasleitung hinzu. Bei der Aufstellung der Gerätschaften soll darauf geachtet werden, dass unpraktische, zu lange und deshalb teure Rohrführungen infolge planloser, unüberlegter Anordnung vermieden werden. Unzureichende Planung kann zu hoher Reibung und daraus resultierendem Druckabfall bei Zuführung von Wasser und Gas, aber auch zu großen Wärmeverlusten und häufig gestörtem Betrieb führen. Deshalb sind genaue Installationspläne und maßstäbliche Einzelskizzen bei der Montage der Badeeinrichtung von größter Bedeutung für rationelle und technisch einwandfreie Installationen.

Für die Gasrohre im Haus werden schmiedeeiserne schwarze Rohre und Verbindungsstücke aus Schmiedeeisen oder schmiedbarem Guss vorgeschrieben. Alle Rohre sollten frei zugänglich verlegt sein, da sonst bei später auftretenden Rohrschäden die Behebung schwierig ist. So wird empfohlen die Gasleitungen in den Hohlräumen der Decken und in besonders ausgesparten Mauerschlitzen zu verlegen. Das Verlegen unter Putz, wie früher üblich, sollte vermieden werden. Steigleitungen werden, wenn nicht in Mauerschlitzen geführt, in den Ecken oder Wänden der Gänge verlegt. Die horizontalen Verteilungsleitungen werden dicht unter der Decke an den Wänden entlanggeführt. Die Verteilungsleitungen sollten zum Großteil am Gang verlegt werden, von denen nur kurze Leitungsstücke in die einzelnen Wohnräume führen. Durch die offene Leitungsführung ist es notwendig, auch auf ein gefälliges Aussehen der Installationen zu achten. Die gleichen Grundsätze gelten auch für die Installation der Hauswasserleitung. An einer leicht zugänglichen Stelle (z.B. Gang im Kellergeschoß) wird die Verteilung der Hauptleitung in die einzelnen Steigleitungen angeordnet. Die Anzahl der Steigleitungen richtet sich nach den einzelnen Zapfstellen, welche mit möglichst kurzen horizontalen Zweigleitungen erreicht werden sollen. Jede Steigleitung muss mit einem eigenen Abstell- und Entleerungshahn versehen sein. Weiters soll jeder dieser Hähne mit einem Schild versehen werden, welches die versorgten Räume, wie Küche, Bad, Klosett, etc. zeigt. Diese Aufteilung hat den Vorteil, dass bei Störungen, Reparaturen usw. nur der betroffene Bereich außer Betrieb genommen werden muss und nicht die Wasserversorgung des ganzen Hauses. Die Steigleitungen müssen frostfrei geführt werden und sollen in jedem Fall auf dem

kürzesten Weg und in möglichst unauffälliger Weise verlegt werden. Bei über dem Putz installierten Rohren ist auf das Schwitzen dieser zu achten. Werden Leitungen in Mauerschlitzten verlegt, so müssen die Abdeckungen leicht und ohne große Umstände abnehmbar sein. Alle waagrechten Rohrstränge müssen im Gefälle, entweder zu den Zapfstellen oder zu den Steigleitungen hin, verlegt werden. Es ist darauf zu achten, dass die gesamte Leitung mit all ihren Abzweigern völlig entleert werden kann.

Der Installateur muss beim Installieren der Wasserleitung sehr gewissenhaft vorgehen. Schon kleine Versehen können zu kleinen oder großen Wasserschäden führen. Die Steigleitungen und alle anderen längeren Rohrstrecken sollten so montiert werden, dass diese bei Umänderungen, Reparaturen, Erweiterungen usw. leicht auseinanderzunehmen sind. So sollte die Steigleitung in jedem Stockwerk über dem Fußboden lösbar miteinander verbunden sein. Ebenfalls sollen alle eingebauten Apparate mit einer lösbaren Kupplung an die Leitung angeschlossen sein.

Für die Hauswasserinstallationen werden verzinkte schmiedeeiserne Rohre, Bleizinnmantelrohre und Bleirohre verwendet. Die schmiedeeisernen Rohre zeichnen sich durch ihre hohe Stabilität aus, jedoch haben diese den Nachteil der Rostbildung. Dem kann mit Verzinkung der Rohre entgegengewirkt werden. Bleirohre sind wegen ihrer einfachen Verarbeitbarkeit sehr beliebt. Hier ist jedoch darauf zu achten, dass es durch die Biegsamkeit zu keinen Verformungen während des Betriebs kommt. Ein weiterer Negativpunkt bei Bleirohren ist, dass sich bei weichen Wässern unter 3 [°] Härte das Blei auflöst und in das Trinkwasser gelangt, was zu einer schleichenden Bleivergiftung führen kann. Bei diesen Trinkwasserleitungen sollte darauf geachtet werden, dass diese vor Gebrauch (etwa am Morgen) ordentlich gespült werden, sodass das Wasser nicht zu lange in der Leitung steht. Bei härterem Wasser besteht dieses Problem nicht, da sich hier eine schützende Kalkschicht um das Blei bildet. Zum Schutz gegen das Blei können die Rohre geschwefelt oder verzinnt werden. Die oben genannten Bleizinnmantelrohre sind Bleirohre, die im Inneren mit einem Zinnmantel ausgebildet sind. Diese sind zwar bedeutend teurer als herkömmliche Bleirohre, haben sich aber gut bewährt und werden zum Teil auch von Städten vorgeschrieben. Kupferrohre kommen wegen ihrer hohen Kosten nur sehr selten zur Anwendung. Für die Abwasserleitungen innerhalb der Gebäude werden in der Regel gusseiserne sowie Bleirohre verwendet. Die Abbildung 2.34 zeigt die Installation eines Wohnhauses.

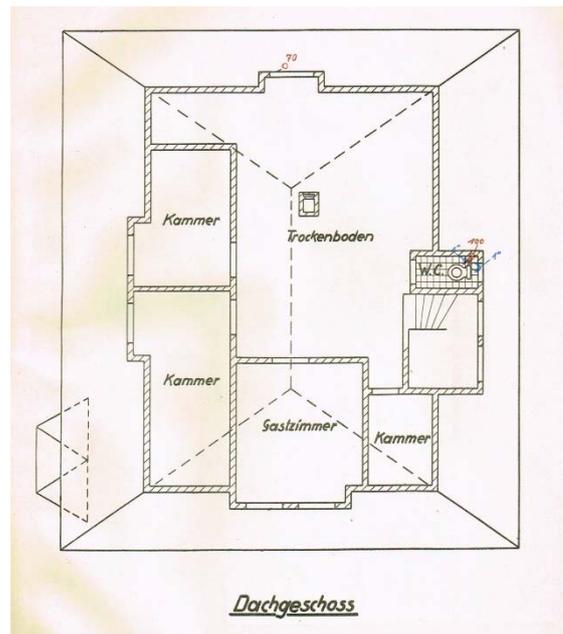
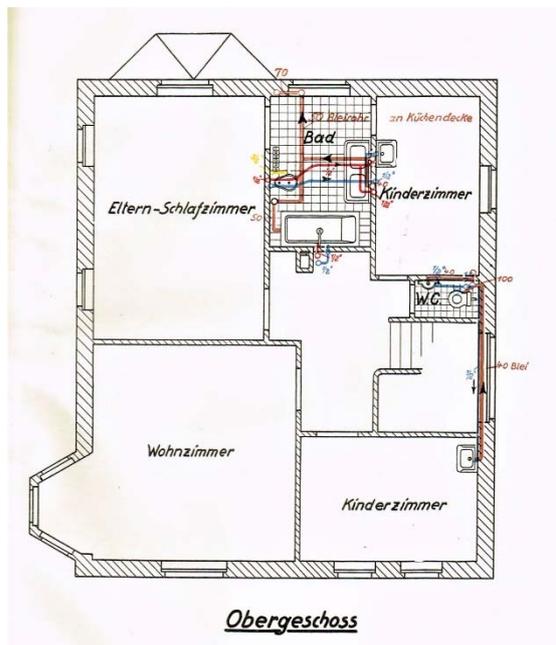
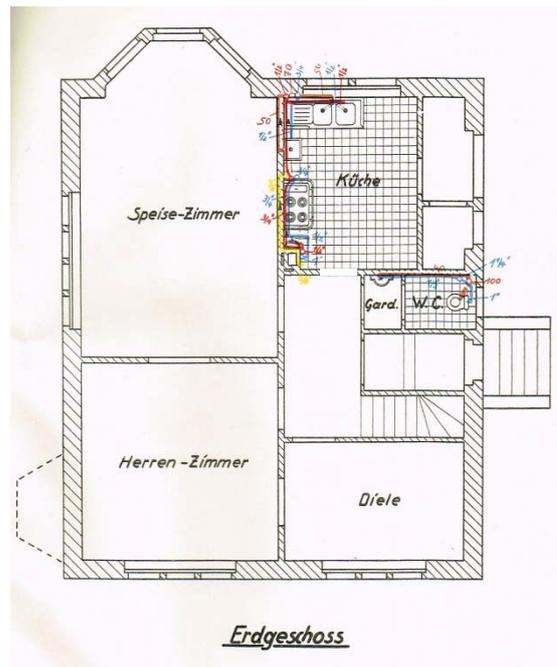
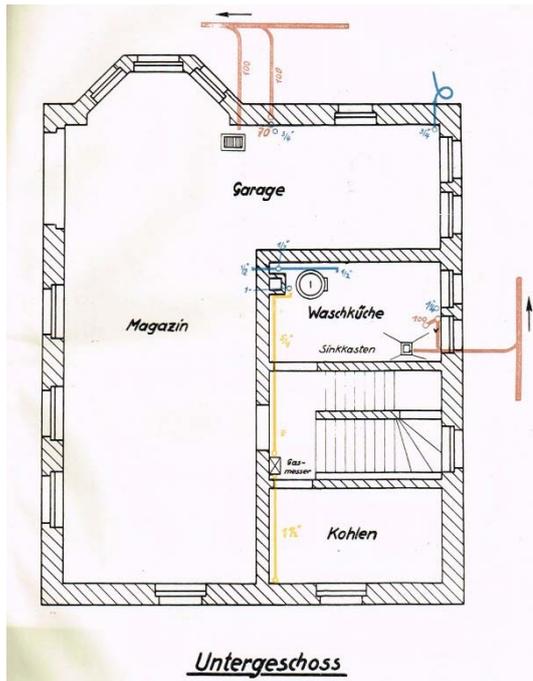
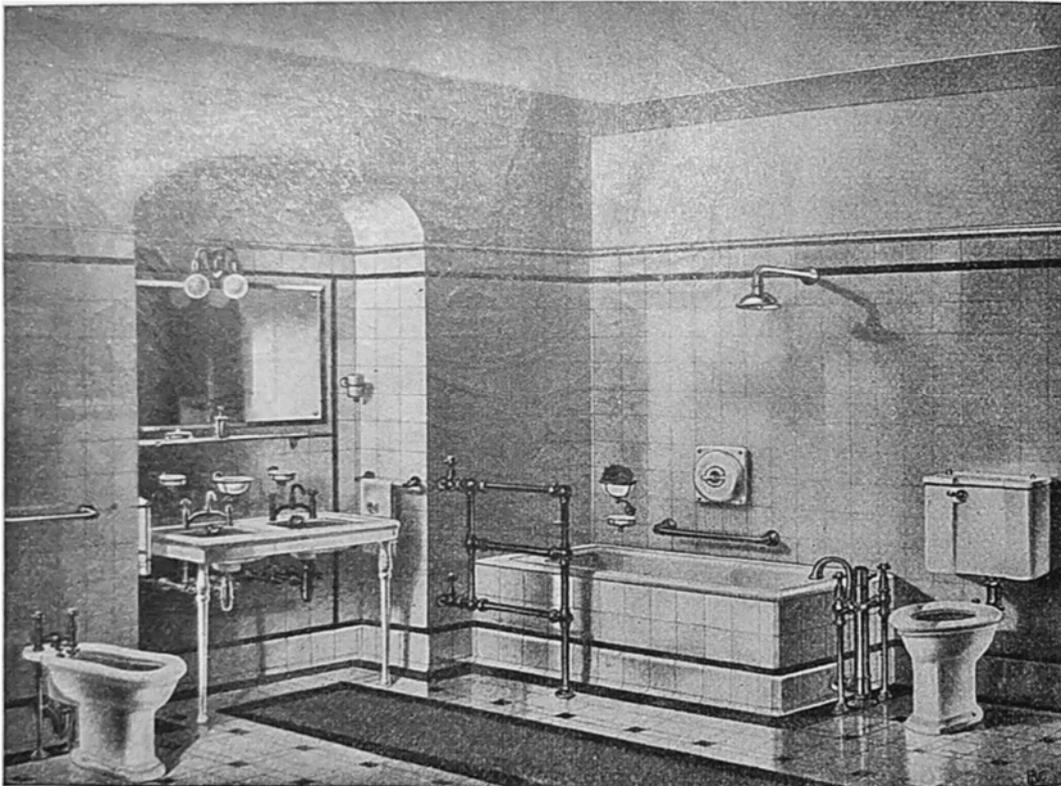


Abbildung 2.34: Installation eines Wohnhauses [42]

### Der Raum:

Der vierte Punkt der Grundvoraussetzungen für ein Bad in den eigenen vier Wänden ist der Raum. Dieser wird als der wichtigste der bisher betrachteten drei Punkte beschrieben. Ohne einen genügend geräumigen, gut zu lüftenden und hellen Raum ist es nicht möglich, ein komfortables Badezimmer nach neuestem Stand einzurichten. Betrachtet man die Wohnsituation der meisten Familien in den Städten, wo es meist schon an angemessenen Wohn- und Schlafräumen fehlt, so ist es einfach zu erkennen, dass ein Raum für die Einrichtung eines Badezimmers nur in den seltensten Fällen zur Verfügung steht. So müssen häufig die Küchen, Waschküchen, der Keller, eine Ecke im Schlafzimmer oder ein Winkel im Gang eine bewegliche Badewanne aufnehmen. Diese muss von Hand mit Kübeln gefüllt und wieder entleert werden. Warmwasser wird vom Küchenherd bezogen. Nach Gebrauch wird die Wanne wieder in der Dachkammer verstaut. Wird die Badewanne ortsfest installiert und verfügt über einen direkten Abfluss, so wird sie in kleinen Wohnungen meist mit einem hölzernen Deckel abgedeckt, um sie bei Nichtgebrauch als Tisch nutzen zu können. Hygienisch gesehen ist das Bad in den eigenen vier Wänden von äußerster Wichtigkeit, und so versuchen die Industrie und Installateure, Bademöglichkeiten für jedermann möglich zu machen. Angefangen von den primitivsten Waschmöglichkeiten in Form von Holzzubern, über die schon erwähnte Volksbadewanne und andere mobile Versionen, über fest verbaute Wannen, die zum Beispiel in der Küche Platz finden, bis hin zu Luxusbadezimmern (Abbildung 2.35) gibt es weitere unzählige Zwischenstufen in der Art und Einrichtung der häuslichen Badegelegenheit. Um den Standard der Badezimmer und der Hausinstallationen zu heben muss man zuerst die Wohnungsnot in den Griff bekommen [42].



*Abbildung 2.35: Luxus Badezimmer vor 1930 [42]*

Blickt man auf die Verbreitung des Badezimmers in Deutschland im Jahr 1936, so zeigt sich, dass in rund einem Drittel aller Berliner und Hamburger Wohnungen ein eigenes Bad installiert war. Wesentlich geringer fällt die Badezimmerquote in kleineren Gemeinden aus. Im gesamten Deutschen Reich waren etwa 10 bis 25 [%] der Wohnungen mit einem eigenen Badezimmer ausgestattet. Hinzu kommen 20 bis 25 [%], die eine Badegelegenheit in der Küche, im Keller oder in der Waschküche hatten. Durch das Aufkommen der Badeöfen kam in den 1930er Jahren die Dusche in Mode. Die deutsche Gesellschaft für Wohnungswesen propagierte, dass in einem Wannenbad die Dusche nicht fehlen darf, da man im Wannenbad, nach der Säuberung im verschmutzten Wasser verbleibt, bzw. die ganze Familie im gleichen Wasser badet. Weiters forderte die Gesellschaft für einen erwachsenen Menschen ein warmes Vollbad pro Woche, welches nach Möglichkeit in den eigenen vier Wänden genommen werden sollte. Trotz dieser Forderung war die Mehrzahl der deutschen Bevölkerung auf öffentliche Bademöglichkeiten angewiesen. Eine Statistik zeigt, dass 1941 auf 10.000 Einwohner 2,9 öffentliche Badewannen und 2,2 Duschen kamen, wobei sich die öffentlichen Bäder hauptsächlich in den großen Städten befanden. So konnte es sein, dass selbst Städte mit 50.000 Einwohnern ohne öffentliche Mietwanne auskommen mussten. Die Gesellschaft für Wohnungswesen warb für Kleinstbäder für Kleinwohnungen. Diese auf engstem Raum installierten Bäder beinhalteten eine kurze Sitzbadewanne. Warmwasser wurde über einen an der Wand montierten Gasbadeofen mit integrierter Brause geliefert. Das WC erhielt einen eigenen Raum. Die Errichtung wurde durch Reichszuschüsse mitfinanziert.

Im November 1940 legte Adolf Hitler seine Pläne für den Wohnungsbau nach dem Endsieg per Erlass vor. So wurde neben Volksempfänger, Volksspeise und Volkswagen auch die Volkswohnung präsentiert. Diese sollte in verschiedenen Normgrößen hergestellt werden, damit nach dem Krieg für jede Familie ausreichend Wohnraum zur Verfügung stehe. Ausgestattet sollten diese mit Dusche und Einheitsbad, separatem WC, genügend Schlafräumen und Wohnküche sein. [24] So sollte jede Wohnung geräumig, anschaulich und hygienisch sein. Die neuen Wohnungen konnten nach den Vorstellungen des Führers besonders großzügig sein. 80% der neuen Wohnungen sollten vier Räume besitzen und zwischen 75 [m<sup>2</sup>] und 90 [m<sup>2</sup>] groß sein. Zur Badewanne hat Hitler folgende Gedanken: „...es darf keine Badewanne sein; sonst habe ich Angst, dass die Frau ihre Kinder eins nach dem anderen im gleichen Badewasser badet. Bei einer Dusche kann sie das nicht.“ [44]

In Wien zeigt sich, dass bereits 1938/39 die Ausführung weit hinter den Anforderungen lagen. So wies die größte gebaute Vierraumwohnung 60 [m<sup>2</sup>] auf. Auch wurden Siedlungen verwirklicht, die ganz ohne Anschluss an das Kanalnetz und die Wiener Wasserversorgung auskommen mussten. Ab 1943 war es unmöglich, die Idealwohnung zu realisieren. Innenwandverkleidungen aus Fliesen, die Errichtung zentraler Wasserversorgungs- und Heizungsanlagen und Doppelfenstern wurden verboten. Die Verwendung von reindeutschen Hölzern sollte im Möbelbau zu einer schönen, zweckmäßigen und erschwinglichen Wohnungseinrichtung führen. Die propagierte deutsche Eiche konnten sich jedoch nur wenige leisten und durch die kriegsbedingte Kontingentierung mussten beim Rohstoff Holz Qualitätsabstriche in Kauf genommen werden. Um den Holzbedarf zu decken, stimmte das Stadtbauamt der Schlägerung jedes zweiten Alleebaumes zu. Gegen Kriegsende war Holz für die Schadensbehebung so kostbar, dass eigene Anweisungen ausgegeben wurden, welche die Demontage von Holzverschlägen auf Dachböden und in Kellern sowie das Sammeln von Splitterholz in eigenen Verwertungsstellen anordneten [45].

Abbildung 2.36 zeigt den Grundriss von Teilen einer genormten Volkswohnung. Zu sehen sind die Einbauküche und das Volksbad. Ausgestattet ist dieses mit WC und einer Badewanne. Zum Heizen des Badewassers dient ein Kohlebadeofen, eine dazugehörige Nische zum Lagern der Kohle befindet sich an der rechten Badezimmerwand. Badezimmer und Küche teilen sich gemeinsam eine Wand. So wäre es möglich, alle Versorgungsleitungen ohne großen Verzug in dieser Wand zu führen.

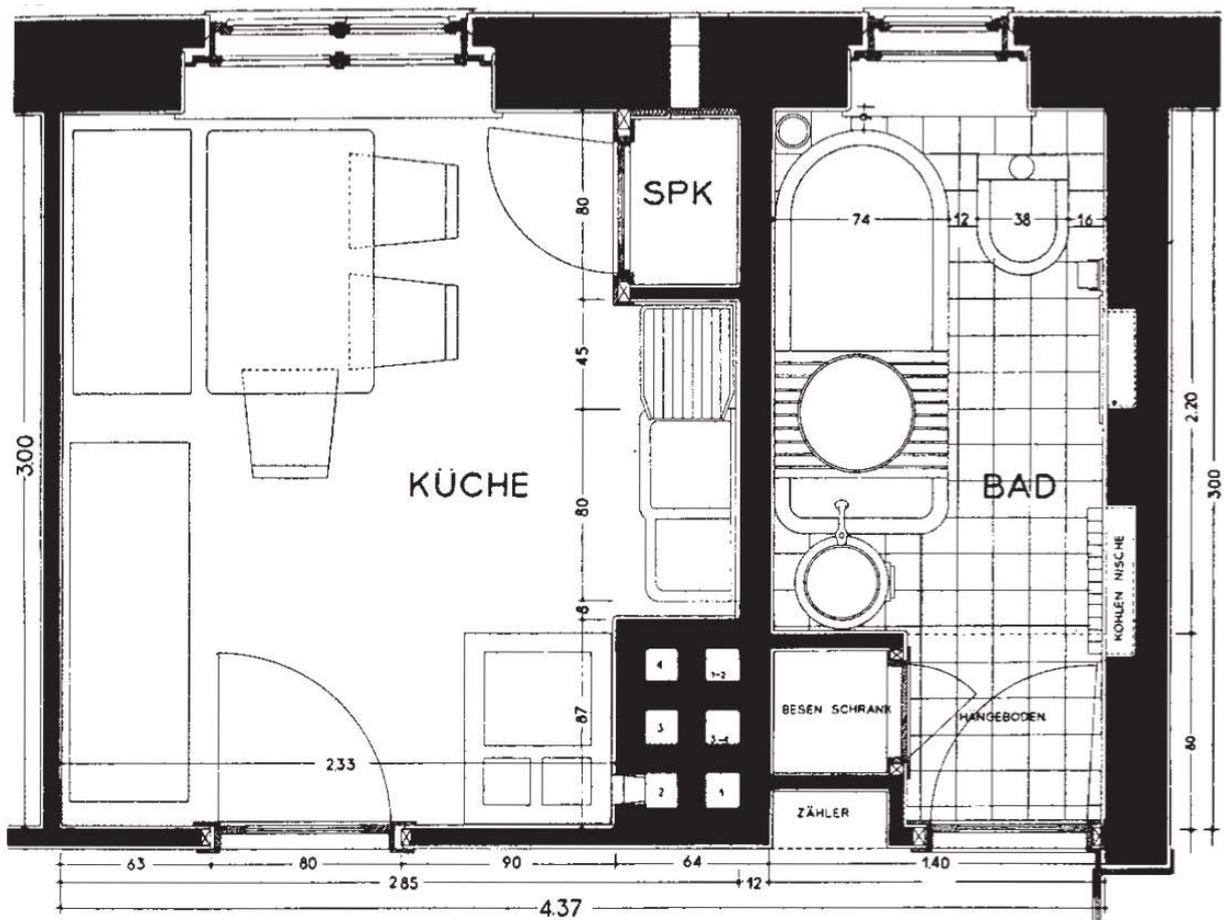


Abbildung 2.36: Reichsbauform Grundriss – Installationszelle 10 + 11 [26]

## 2-1.7 EXKURS: DIE FRANKFURTER KÜCHE VON MARGARETE SCHÜTTE-LIHOTZKY

Margarete Schütte-Lihotzky wurde 1897 in Wien geboren. Sie galt als erste Frau, die an der Wiener Kunstgewerbeschule von 1915 bis 1919 studierte. Ihr Weg als Architektin führte sie nach Deutschland und die Sowjetunion. Mit der Frankfurter Küche gelang ihr ein Küchenkonzept zu entwickeln, welches über 10.000 Mal im deutschen Wohnbau umgesetzt wurde.

Zu Beginn ihres Wirkens war die Wohnsituation in Wien, wie schon beschrieben, äußerst schlecht. Arbeiter und ihre Familien wohnten unter hygienisch widrigsten Bedingungen. Durch den Wettbewerb „Arbeiterwohnungen“, welcher 1917 an der Kunstgewerbeschule ausgeschrieben wurde, und durch die Tätigkeiten ihres Lehrers Oskar Strnad, kam sie früh mit dem sozialen Wohnbau in Berührung. Anfang 1920 entwickelte sie einfache Haustypen, in denen sie großen Wert auf die Hauswirtschaft legte. Zur damaligen Zeit erlaubte die beschränkte Wohnfläche nur einen Wohnraum in dem man wohnt und kocht. Die sogenannte Wohnküche bildete den zentralen Punkt der Wohnung und war meistens auch der einzige Raum, welcher mit einer Heizstelle ausgestattet war. Tätigkeiten, die mit Wasser zu tun hatten, wurden meist in einen eigenen Raum, der Spülküche, ausgegliedert. Die Spülküche, diente zugleich auch als Baderaum und war an die Wohnküche angeschlossen. Die Entwürfe der Arbeiterreihen Häuser zeigen kompakte Grundrisse, in welchen die Arbeitsbereiche zusammenrücken und die Anordnung der Einrichtung an die Arbeitsabläufe angepasst wurden. Margarete Schütte-Lihotzky versucht arbeitstechnische Abläufe räumlich zu koordinieren. Dabei entstehen erste Überlegungen, Küchenmöbel zu typisieren. Erstmals werden diese typisierten Möbel in normal großen Küchen angewandt. Die typisierten Möbel bestehen aus einem Untergestell, welches in zwei Größen verfügbar und mit verschiedenen Aufsätzen kombinierbar ist. Es gibt Aufsätze wie Geschirrkästen mit Glasfronten, Vorratsschubladen, die Kochkiste in Arbeitshöhe u.v.m.. In weiteren Arbeiten treibt die Architektin die Rationalisierung der Küche voran. Zu ihrer Zeit im Frankfurter Hochbauamt arbeitete sie mit Ernst May (dem Leiter des Hochbauamtes) daran, einen fortschrittlichen Wohnbau zu realisieren um dem vorherrschenden Wohnungsmangel Herr zu werden. Als Grundbausteine zum Erfolg der sozialen Wohnbauprojekte sieht Ernst May die Normierung der Bauelemente, die Typisierung der Grundrisse und die Mechanisierung des Bauprozesses. Weiters sieht er es als wichtig, die Hauswirtschaft zu rationalisieren und so wird die Küche vollständig eingerichtet mitvermietet und eingebaut. In einem ersten Ansatz untersuchte Schütte-Lihotzky drei Möglichkeiten von Küchen. Die Wohnküche mit angeschlossener Spülküche, die Essküche und die Arbeitsküche. (siehe Abbildung 2.37)

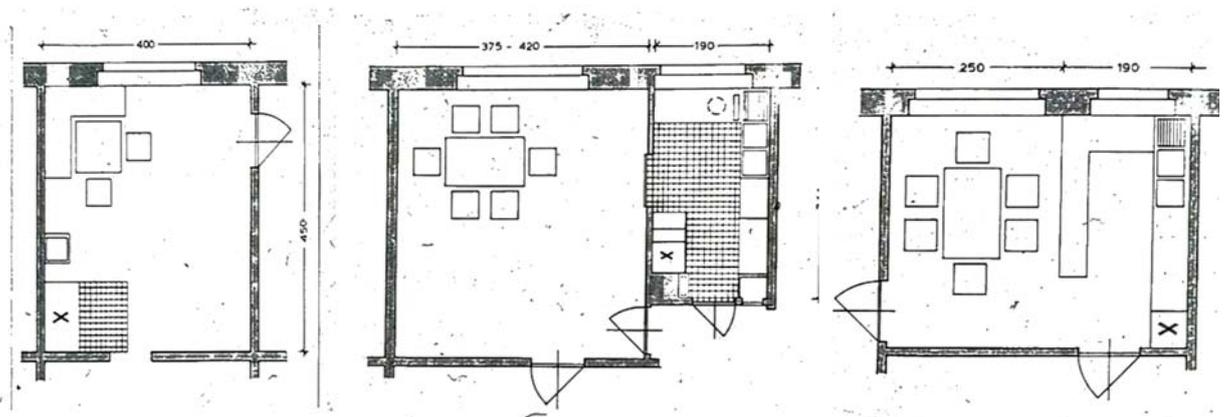


Abbildung 2.37: Wohnküche (links), Arbeitsküche (Mitte), Essküche (rechts) [46]

Die Wohnküche mit Spülküche war aus England übernommen, konnte sich in Deutschland aber nicht durchsetzen, da die Trennung von Kochen und Spülen nicht angenommen wurde. Positiv war bei dieser Küchenform der soziale Aspekt, dass die Familie in einem Raum zusammenkam, sowie die Brennstoffersparnis, da alles über den Küchenherd geheizt werden konnte, was zu geringeren Kosten führte und somit günstiges Wohnen förderte. Margarete Schütte-Lihotzkys Idealvorstellung wäre die Essküche.

Diese lässt sich jedoch nicht finanzieren, da der Wohnungsgrundriss beim Einbau dieser um 7 [m<sup>2</sup>] vergrößert werden müsste und somit zu teuer käme. Die Lösung war die Arbeitsküche. Wohn- und Kochbereich waren getrennt, jedoch waren die Bereiche durch eine breite Schiebetür verbunden, wodurch die Frau nicht von den restlichen Familienmitgliedern getrennt wurde. Um die Arbeit in der Küche zu rationalisieren, versuchte die Architektin die Kücheneinrichtung auf Basis von Griff- und Schrittersparnis zu optimieren. Das Prinzip beruht auf dem Amerikaner Taylor, der dies bereits in der Industrie erfolgreich angewandt hatte, um einen möglichst wirtschaftlichen und effizienten Betriebsablauf zu erzielen. Die wichtigsten Punkte für die Küchenplanung waren:

- **Die Einrichtungselemente:** Alle Einrichtungsgegenstände, Möbel sowie Kochutensilien, sind aufeinander abgestimmt und haben ihren exakten Platz. Um die Arbeit zu erleichtern, wird auf eine optimale Arbeitshöhe geachtet. Die Kücheneinrichtung sieht einen Drehsessel vor, dass so viele Arbeiten wie möglich im Sitzen erledigt werden können.
- **Das Fenster:** Das Fenster ist so gewählt, dass es auf der Schmalseite des Raumes Platz findet und für genügend Licht sorgt. Der Abstand von Fensterunterkante und Arbeitsplatte ist so gewählt, dass das Fenster auch bei vollgeräumter Arbeitsplatte geöffnet werden kann.
- **Das Licht:** Es kommt eine eigens entwickelte, verschiebbare Lampe zum Einsatz, deren Lichtkegel so berechnet ist, dass er die Arbeitshöhe bei gegebener Raumbreite bestmöglich ausleuchtet.
- **Der Fußboden:** Der Fußboden ist gefliest. Alle Einrichtungsgegenstände stehen auf den normierten Untergestellen. Diese Sockel weisen eine Hohlkehlenform auf, welche sich positiv auf die Reinhaltung auswirkt.
- **Die Farbzusammenstellung:** Die Küchenmöbel sind blau gestrichen (aufgrund der Tatsache das Studien zeigten, dass Fliegen blaue Flächen meiden), die Wandverfliesung Ocker. Alle waagrechten Flächen sind in schwarz gehalten.

Durch den Zusammenhang von optimierten Arbeitsabläufen und damit fixer Platzierung der Küchenausstattung werden der Raum und die Einrichtung zu einer untrennbaren Einheit.



Abbildung 2.38: Frankfurter Küche, Nachbau des MAK [46]

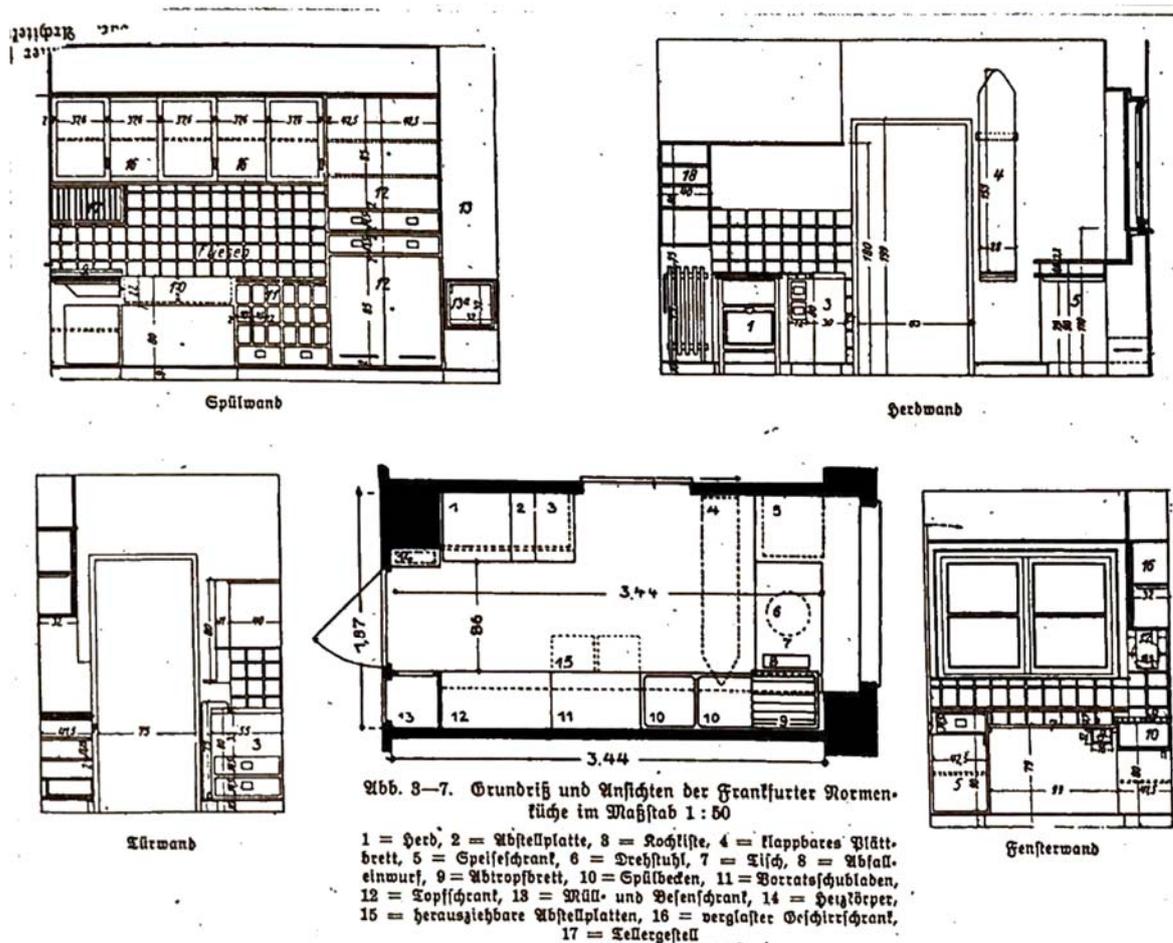


Abbildung 2.39: Grundriss und Ansichten der Frankfurter Normenküche [46]

Durch den Einbau von gleichen Küchenmöbel war es möglich, diese zum Preis von 280 Reichsmark herzustellen. Dies bedeutet einen Mietaufschlag von 2-3 Reichsmark. Somit zahlte ein Facharbeiter mit einem Verdienst von durchschnittlich 200 Reichsmark im Monat 55-60 Reichsmark an Miete für eine 50-60 [m<sup>2</sup>] große Wohnung. Durch die wirtschaftliche Bauweise war es möglich, diese Küchenform allein in Frankfurt in 10.000 neu gebauten Wohnungen umzusetzen. Das Ende des Aufschwungs der Frankfurter Küche kam im Jahr 1929 mit dem Beginn der Wirtschaftskrise. Durch das starre Konzept kann sich die standardisierte Küche ihren starren Maßen von 3,44 [m] mal 1,87 [m] mit knapp 6,5 Quadratmeter bei neuen Bauprojekten nicht durchsetzen. Und doch gilt die Frankfurter Küche als Vorbild für die heutige Einbauküche, bei welcher sich seit dem Jahr 1950, 60 [cm] als Grundmaß für die Kücheneinrichtung durchgesetzt hat [46].

Betrachtet man die Frankfurter Küche von Seiten der Installationstechnik, so zeigt sich, dass durch die dichte Anreihung von Einrichtungsgegenständen eine offene Leitungsverlegung nicht möglich war. Die damalige Ausstattung von nur einem Spülbecken und zugehöriger Wasserentnahmestelle barg jedoch wenig Gefahrenpotential. Auch zeigt sich in den Ansichten der Frankfurter Küche (Abbildung 2.39 bzw. in Abbildung 2.38, einem Originalnachbau der Frankfurter Küche), dass sich unter der Spüle keine weiteren Einbauten befinden, womit etwaige Schäden am Abfluss sofort bemerkbar sind. Denkt man an heutige Einbauküchen, so kommt zur Spüle noch der Geschirrspüler hinzu, womit es zeitgleich zu einer Erhöhung der Wassermenge kommt. Beides wird in den meisten Fällen komplett verbaut, um so viel Platz wie möglich zu nutzen. Durch die Verbauung sind die wasserführenden Leitungen nicht mehr sichtbar und somit auch nicht mehr einfach kontrollierbar. So ist es möglich, dass sich Schäden in den Leitungen hinter der Verbauung versteckt halten und erst bemerkt werden, wenn der Schaden bereits größere Ausmaße angenommen hat.

## 2-1.8 DIE ZEIT NACH DEM ZWEITEN WELTKRIEG BIS 1990

Wie auch schon im Buch „Der praktischen Gas- und Wasserinstallateur“ findet man im Buch „Haustechnik – Grundlagen, Planung, Ausführung“ von Dipl.-Ing. Karl Volger aus dem Jahr 1958 dieselbe Forderung zum Thema Leitungsführung in der Wasserversorgung. Waagrechte Verteilungsleitungen sollten möglichst im Keller angeordnet sein, um lange, störende Zuleitungen zu den Wasserabnehmern in den einzelnen Geschoßen zu vermeiden. Aus diesem Grund sollten die Zapfstellen in nächster Nähe zu den Steigleitungen, direkt übereinander angeordnet sein. Am Fuß jeder Steigleitung ist ein Absperr- und Entleerungsventil vorteilhaft, sowie eine Beschriftung die Auskunft gibt, welche Teile des Gebäudes versorgt werden. Die Verlegung der Leitungen erfolgt gerade und rechtwinklig zu Decken und Wänden. In Wirtschafts- und Nebenräumen werden die Rohrleitungen großteils auf Putz verlegt, bei höheren Ansprüchen wird oft die unsichtbare Verlegung der Leitungen verlangt. Bei der Unterputzverlegung können die benötigten Schlitz- und Schächte mittels Rabitzbauweise (verputztes Drahtgitter) verputzt werden. Empfohlen wird jedoch eine abnehmbare Abdeckung. Bei größeren Abmessungen sollten die Schächte begehbar gehalten werden. Waagrechte Leitungen in Decken erfordern eine eigene Genehmigung. Diese dürfen nur in Absprache mit dem Wasserwerk verlegt werden. Weiters dürfen in oder an Schlafzimmer- und Wohnungstrennwänden aufgrund des Schallschutzes keine Rohrleitungen geführt werden. Die Kosten für das gesamte Rohrleitungssystem können verringert werden, indem man hochinstallierte Räume wie Küche und Bad unmittelbar nebeneinanderlegt und die gemeinsame Wand, als Rohrleitungswand ausführt. Das bedeutet, dass das gesamte Leitungssystem in dieser Wand geführt wird. Alle sanitären Einrichtungsgegenstände der beiden Räume werden an ihr befestigt. Steigleitungen werden möglichst in den Raumecken angeordnet, die waagrechten Leitungen werden in der Küche hinter Herd, Spüle und Arbeitstisch geführt. Abbildung 2.40 und 2.41 zeigen eine solche Anordnung. Dabei bezeichnet „1“ den Abwasser Fallstrang, „2“ den Wasserleitungs-Steigstrang und „3“ den Gasleitungs-Steigstrang.

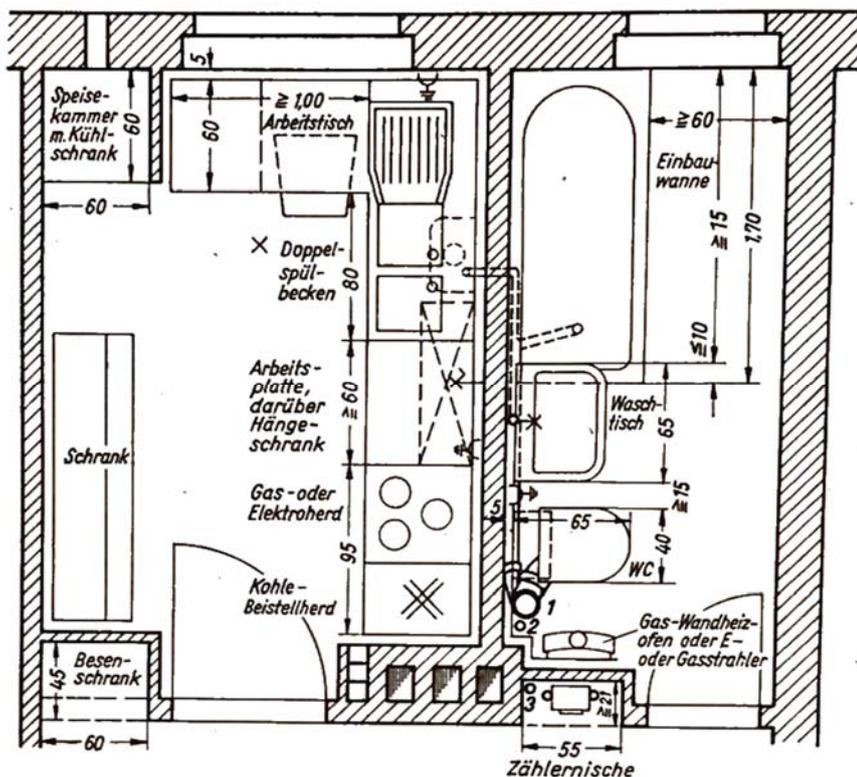


Abbildung 2.40: Grundriss - Bad und Küche an Sanitärwand [47]

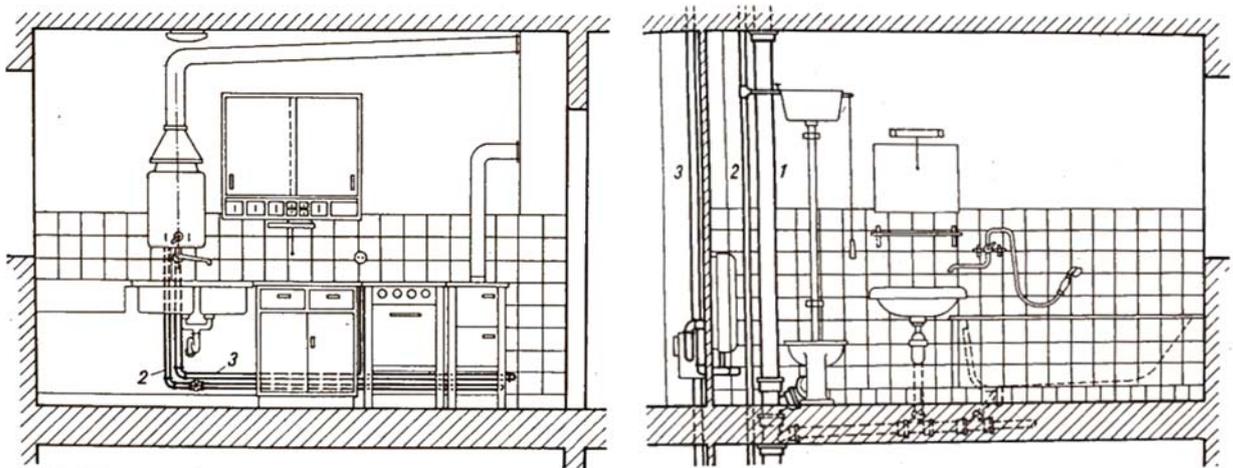


Abbildung 2.41: Rohrleitungswand in der Küche und im Bad [47]

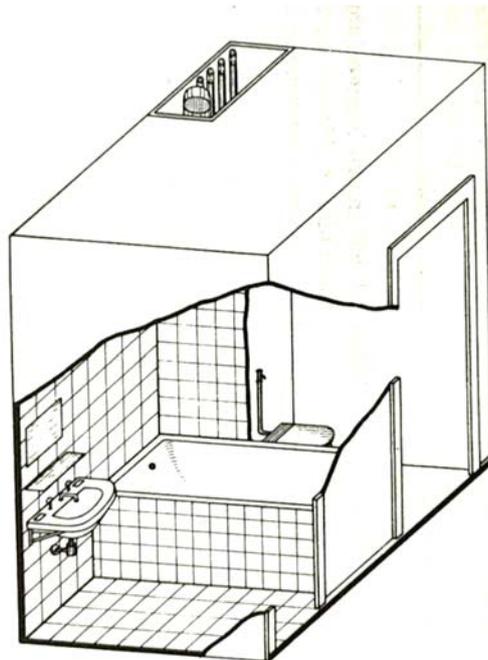
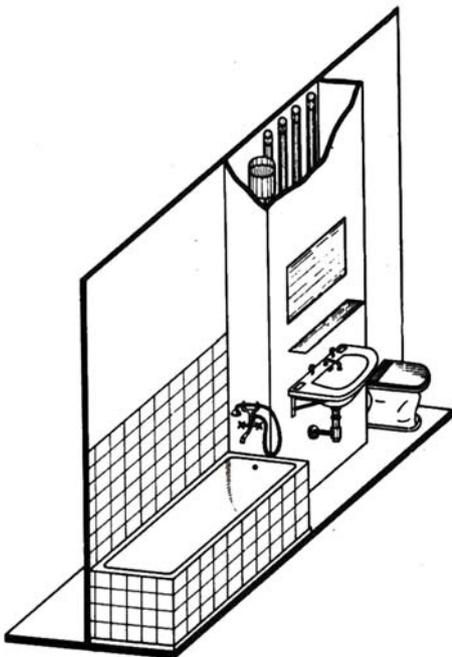
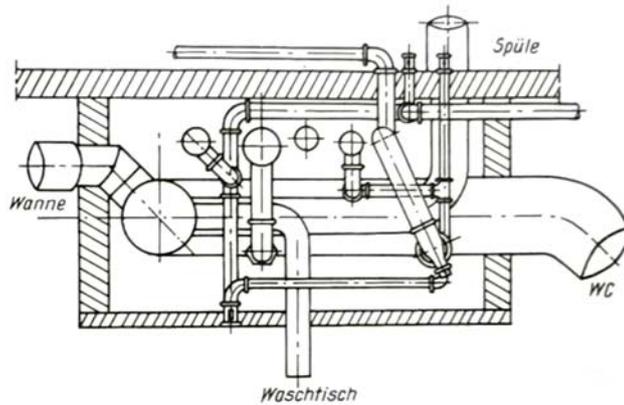
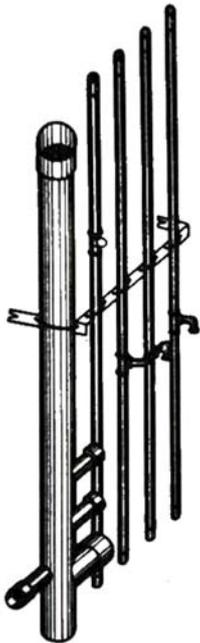
Weiteres Einsparungspotenzial wird in der Vorfertigung der Rohrleitungen gesehen. Meist wird jedes Rohrstück auf der Baustelle hergerichtet und den vorliegenden Gegebenheiten angepasst. Somit belaufen sich die Kosten aller haustechnischen Anlagen, inklusive aller Einrichtungsgegenstände, auf 15 [%] bis 20 [%] der Gesamtbaukosten. Um diese zu verringern ist eine sorgsame und rechtzeitige Planung der gesamten Hausinstallation Voraussetzung. In enger Zusammenarbeit legen Architekt und Installateur die günstigste Führung der Zu- und Ableitungen fest. Diese sind möglichst gebündelt, an wenige Stellen zusammenzuziehen. Danach sind eine Isometrie aller Leitungen und eine Rohrliste anzulegen. So können alle Durchbrüche und Schlitze bereits bei der Ausführung des Rohbaus ausgespart werden. Rohrleitungen können im Werk vorgefertigt werden und müssen auf der Baustelle nur noch montiert werden. Geschieht dies bereits in der Rohbauphase, so lässt sich die Montagearbeit, bei richtiger Organisation, um ein Vielfaches erleichtern und verkürzen, wodurch sich der gesamte Arbeitsaufwand erheblich verringert. Bestrebungen, vorgefertigte Installationswände oder Installationszellen einzubauen, haben sich bisher noch nicht durchsetzen können. Die von Spezialbetrieben hergestellten Wände und Zellen sind in ihrer Anwendung zu starr, um sich den ständig wechselnden Verhältnissen am Bau anpassen zu können.

Zur Installation des Leitungsnetzes kommen die alt bewährten Materialien wie Gusseisen, Stahl oder Blei zum Einsatz. Für Bleirohre gilt jedoch die Einschränkung, dass diese bei Warmwasser, weichem oder CO<sub>2</sub>-haltigem Wasser nicht mehr verwendet werden dürfen. Kupferrohre, welche durch ihr Gewichtersparnis (Materialpreis pro Kilogramm) und längerer Lebensdauer nicht viel teurer sein müssen als Stahlrohre, werden anders als im Ausland, in Deutschland eher selten eingesetzt. Die neu aufkommenden Kunststoffrohre können sich zu dieser Zeit noch nicht durchsetzen, jedoch steht ihre Entwicklung erst am Anfang und es kann in naher Zukunft mit ihrer umfangreichen Verwendung gerechnet werden [47].

Das im Jahr 1974 erschienene „Handbuch der Gesundheitstechnik“ von Knobloch und Lindeke gibt wenig Informationen zum Thema Leitungsführung, jedoch zeigt es die Entwicklung der Vorfertigungstechnik. Zuvor als noch zu starr beschrieben, scheint diese nun Fuß auf dem Gebiet der Sanitärtechnik gefasst zu haben, da sich die Forderungen, die an das Bauwesen gestellt werden, durch die üblichen Installationsmethoden nicht mehr bewältigen lassen. Durch die industrielle Vorfertigung sind die Steigerung der Produktivität, eine Bauzeitverkürzung und die daraus resultierende Senkung der Baukosten möglich. Jedoch ist es notwendig, die Bauten an das neue System anzupassen. Die konsequente Standardisierung ist Voraussetzung für die Anwendung der Vorfertigungstechnik, sei es im Wohnungs-, Verwaltungs- oder Industriebau. Eine weitere Grundlage der Vorfertigungstechnik ist die Entwicklung und Anwendung von standardisierten Bauelementen nach dem Baukastensystem.

Betrachtet man den Wohnungsbau, so kann man nach dem Grad der Vorfertigung folgende Elemente (siehe Abbildung 2.42) unterscheiden:

- Rohrbündelelemente,
- Anschlussleitungselemente,
- Außen- und Innenbadkern und
- Sanitärzellen.



*Abbildung 2.42: Arten von vorgefertigten Elementen in einem Wohnhaus – Rohrbündelelement, Anschlussleitungselement, Installationstrennwand, Sanitärzelle [48]*

Die Vorfertigung hat folgende Vorteile:

- Der Arbeitsaufwand auf der Baustelle kann gesenkt werden, daraus resultiert eine Verkürzung der Bauzeit.
- Durch die Vorfertigung in Produktionsbetrieben wird der Arbeitsablauf optimiert und es kommt zu einer Verringerung des Arbeitsaufwandes.
- Durch die serienmäßige Herstellung kommt es zu einer Steigerung der Qualität.
- Die Herstellung von einzelnen Bauteilen die höchsten Arbeitsaufwand erfordern, können industrialisiert werden.
- Der Mangel an Facharbeitern kann durch den Einsatz von angeleiteten Kräften kompensiert werden.
- Baukosten können eingespart werden.

### Rohrbündel- und Anschlussleitungselemente:

Diese wurden im Jahr 1957 für den Typenwohnungsbau entwickelt und angewandt. Die serienmäßig vorgefertigten Elemente werden im Produktionsbetrieb hergestellt und danach auf der Baustelle montiert. Zuerst wurden die Elemente frei vor der Wand montiert, später in Installationsschächten oder U-Steinen. Das Einheitsrohrbündel ist so universell anwendbar, dass es Basis aller weiterführenden Stufen der Vorfertigung ist. Abwasserseitig erfolgt die Verbindung Anschlussleitung – Rohrbündel mittels Steckverbindung. Somit erhält man eine wieder lösbare Verbindung, die sich rasch und sicher herstellen lässt. Wasserseitig kommen Schraubanschlüsse zum Einsatz. Um Höhendifferenzen des Rohbaus auszugleichen, werden Toleranzstücke verwendet. Alle Steig- und Falleitungen werden in einer durchgehenden Dimension gefertigt, damit man einheitliche Elemente erhält. Diese sind der Grundbaustein für alle weiteren Vorfertigungsstufen.

### Außen- und Innenbadkern:

Außen- und Innenbadkern werden auch als Installationswand bezeichnet. Diese besteht aus einem Trennelement aus Leichtbeton, dem U-Stein und dem darin verlegten Einheitsrohrbündel sowie den sanitären Einrichtungsgegenständen. Trennwand und U-Stein werden schon im Werk sichtflächenfertig hergestellt. Weiters sind Installationsblöcke aus Stahl, Kunststoff oder ausgeschäumten Leichtbetonelementen möglich. Am effizientesten wird die Installationswand eingesetzt, wenn sie als Trennwand zwischen Bad und Küche fungiert und alle Anschlüsse durch sie versorgt werden. Abbildung 2.43 zeigt Grundrissvarianten, bei denen Installationswände zur Anwendung kommen.

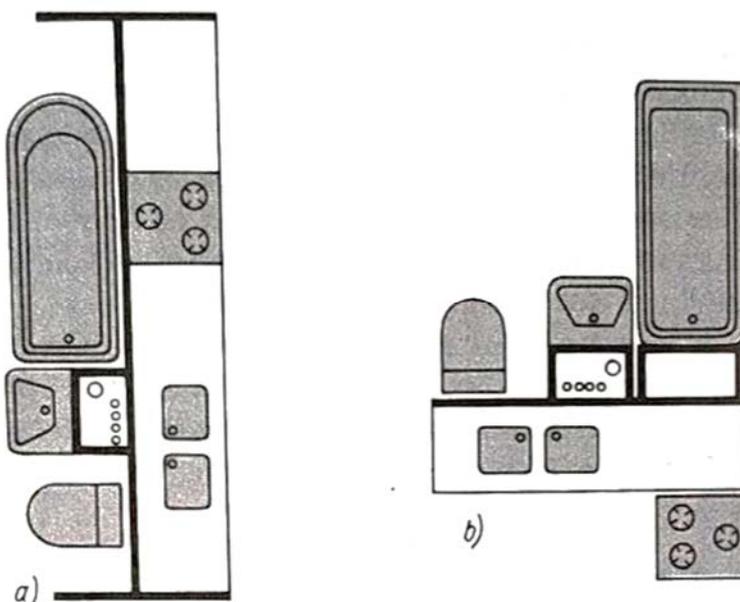


Abbildung 2.43: a) Außenbadkern, b) Innenbadkern [48]

### Sanitärzellen:

Die Sanitärzelle ist die vorerst höchste Stufe der Vorfertigung. Sie wird geschoßhoch, industriell hergestellt und umfasst Decke, Fußboden und Wände. Alle Rohrleitungen, Einrichtungsgegenstände und Armaturen sind bereits ab Werk installiert. Der Korpus der Raumzelle kann je nach Hersteller aus Leichtbeton, Hartfaserplatten, Wabenverbundplatten oder ähnlichem hergestellt werden. Um die Gesamtmasse gering zu halten, wird versucht, auf Stahl zu verzichten. Die Innenwände werden sichtfertig mittels großformatigen Fliesen oder Kunststoffbeplankung hergestellt. Die Sanitärzelle kann Bad und Küche beinhalten oder nur aus Bad und WC mit Installationswand für die Küche bestehen. Alle Rohrleitungen der Zelle enden etwa 30 [cm] über dem Fußboden. Somit ist die Gefahr der Beschädigung beim Transport ausgeschaltet. Die Leitungen werden nach der Montage durch Rollgummimuffen oder Langgewinde verbunden. Die Vorfertigung von Sanitärzellen aus Plast kann so weit gehen, dass Korpus, Badewanne, WC-Becken und Waschtisch komplett aus einem Stück gepresst sind.

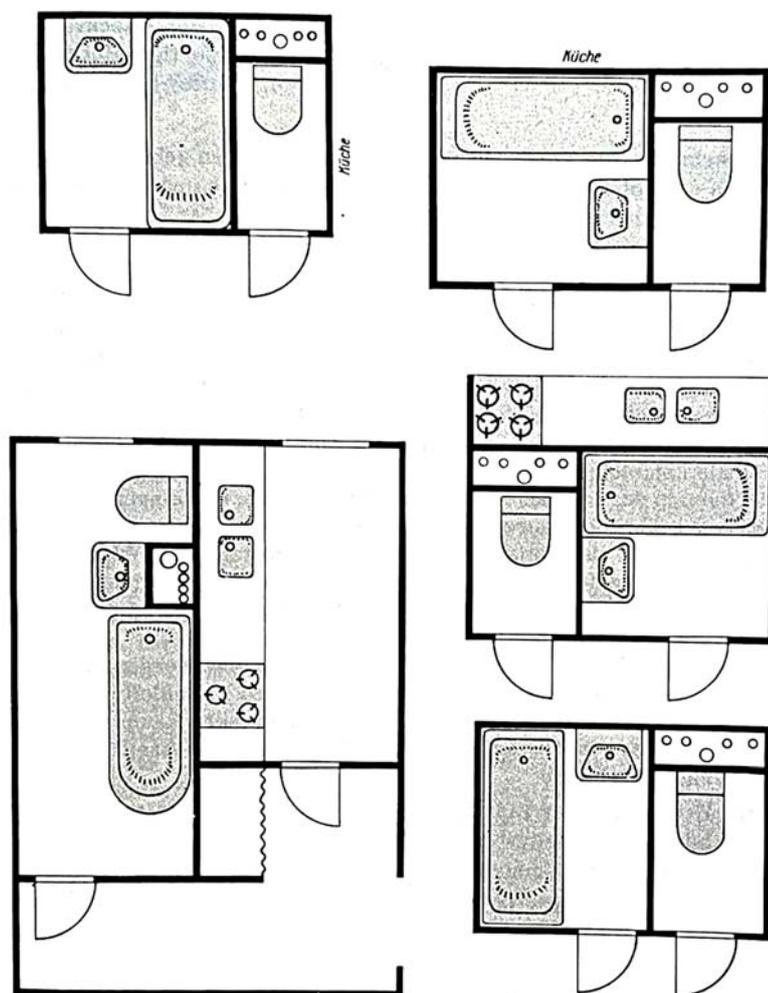
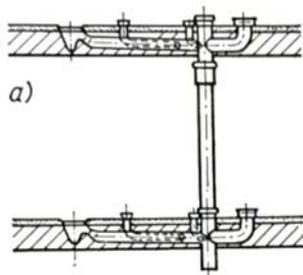


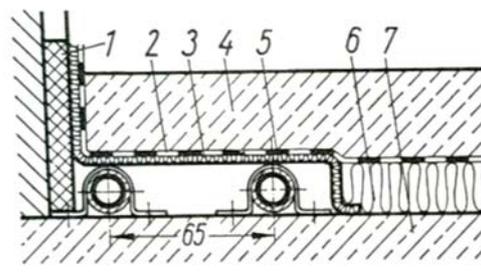
Abbildung 2.44: Grundrissvarianten für Sanitärzellen [48]

Bei der Vorfertigung kommen für Abwasserleitungen PVC- oder Stahlrohre zum Einsatz. Warmwasser-, Kaltwasser- und Zirkulationsleitungen werden aus verzinkten Stahlgewinderohren hergestellt [48].

1975 erscheint das Buch „Haustechnik – Grundlagen, Planung, Ausführung“ von Dipl. Ing. Karl Volger in der 5. Auflage. Für größere Wohnungen wird die Einrichtung eines zweiten WCs gefordert. Beide WCs sollten sich, wenn möglich, außerhalb des Badezimmers befinden. Bad und WC sollten in der Nähe des Schlafzimmers liegen, das zweite WC im Eingangsbereich der Wohnung. Für kleinere und mittlere Wohnungen, bei denen geringe Baukosten anzustreben sind, sollten alle Wasserinstallationen an einer Wand konzentriert sein. So liegen Bad und Küche Wand an Wand, was zu einer Reduktion und Vereinfachung des Leitungsnetzes führt. Zusätzlich wirken sich kurze Wasserwege bei der Warmwasserversorgung günstig aus. Weiterhin sollen waagrechte Verteilleitungen im Keller angebracht werden und die Zapfstellen über vertikale Steigleitungen versorgt werden. Waagrechte Leitungen in den Geschoßen sind zu vermeiden. Auf Putz verlegte Leitungen kommen nur noch in Nebenräumen oder bei einfachster Gebäudeausstattung in Betracht. Im Normalfall werden alle Leitungen in der Wand untergebracht. Werden diese in Mauerschlitzen verlegt, so sind die Schlitze bereits bei der Aufmauerung der Wände auszusparen. Nach dem Verlegen der Leitungen können die Schlitze mit einem Putzträger überspannt und verputzt werden. Abnehmbare Blech- oder Holzabdeckungen werden nicht empfohlen. Zur Installation des Gebäudes können auch vorgefertigte Installationswände oder Sanitärzellen zum Einsatz kommen. Wie auch schon im Jahr 1958 dürfen waagrechte Leitungen in der Decke nur mit Genehmigung des Wasserversorgungsunternehmens verlegt werden. Betrachtet man jedoch die Abwasser-, oder Heizungsrohre, so zeigt sich ein anderes Bild. So wird beschrieben, dass Abflussrohre aus Kunststoff oder Stahl in Decken einbetoniert werden können. Für die horizontale Leitungsführung bei Heizungsrohren gilt, dass die offene Verlegung am günstigsten ist und in den meisten Fällen angewandt wird. Werden an Räume jedoch hohe architektonische oder hygienische Anforderungen gestellt, so wird oft eine verdeckte Verlegung gefordert. Diese lässt sich in Wandschlitzen, aber auch auf der Rohdecke realisieren. Bei der Verlegung auf der Rohdecke werden Kupferrohre mit PVC-Stegmantel empfohlen. Liegen die Rohre innerhalb der Wärmedämmschicht, so ist bei einwandfreier Ausführung das Trittschallverhalten nicht beeinträchtigt. Der Einsatz einer Fußbodenheizung fordert von vorn herein den Einsatz von Leitungen unter dem Fußboden. Es wird angemerkt, dass die Leistung einer Fußbodenheizung nur dann zur Abdeckung des Wärmebedarfs reicht, wenn der spezifische Wärmebedarf eines Gebäudes durch hervorragenden Wärmeschutz sehr niedrig gehalten wird. Ansonsten sind Wandheizflächen oder Heizkörper an Fensterwänden unumgänglich.



**Abbildung 2.45: Abflussrohre im Fußboden [49]**



- 1 Randstreifen
- 2 Bitumenpappe
- 3 bituminierte Wellpappe
- 4 schwimmender Estrich
- 5 WICU Rohr
- 6 Glasfaser-Estrichdämmplatte
- 7 Stahlbetondecke

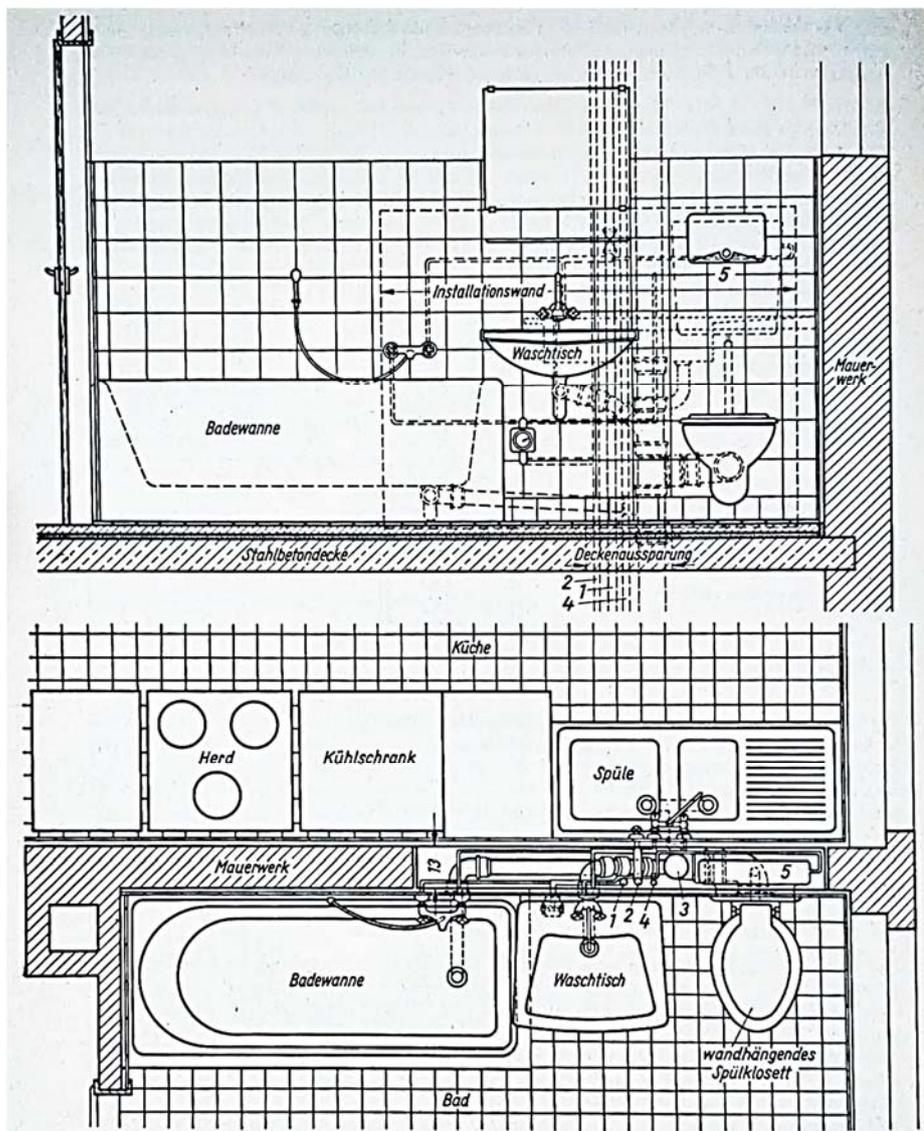
**Abbildung 2.46: Heizungsrohre auf Rohdecke [49]**

In der 5. Auflage ist die Vorfertigung von Rohrleitungen, Installationswänden und -blöcken sowie ganze Sanitärzellen neu hinzugekommen. Als Vorteile für die Vorfertigung werden die bessere Preiskalkulation aufgrund genauerer Planung, die höhere Qualität, ein genaues Zeitmanagement und Bauzeitverkürzung und die Verringerung der Kosten genannt. Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz von vorgefertigten Elementen sind:

- Eine geeignete Grundrissgestaltung um eine Installationswand einsetzen zu können.
- Eine große Anzahl von gleichen Installationselementen, damit die Werkstattproduktion rentabel wird.

- Eine genaue Planung, damit die vorgefertigten Elemente rechtzeitig, ohne Anpassungen eingesetzt werden können. So kann die Montage der Installationswand gleichzeitig mit dem Hochziehen der Wände erfolgen. Die unvermeidlichen Toleranzen des Rohbaus sind zu berücksichtigen.
- Ein Messverfahren, welches im Werk die Maßhaltigkeit garantiert damit geforderte Rohr- und Gewindelängen genau eingehalten werden.
- Das Gewicht der Installationselemente soll so gering sein, dass die Montage ohne zusätzliche Transportmittel erfolgen kann.

Abbildung 2.47 zeigt den planmäßigen Einsatz einer Rohrleitungswand mit vorgefertigter Installationswand im Geschößwohnbau. Alle Entnahmestellen des Bades und der Küche sind an den Versorgungskern angeschlossen. Durch die Positionierung der beiden Räume an einer Wand entfallen lange Versorgungsleitungen zu den Abnehmern. Alle Leitungen können zentral in dieser Wand geführt werden. Durch die Vorfertigung muss keine einzige Leitung vor Ort installiert werden. Die Installationswand wird montiert, danach werden die einzelnen Einrichtungsgegenstände angeschlossen [49].



- |                      |                       |                         |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 Trinkwasserleitung | 3 Abflussleitung      | 5 Wandeinbau-Spülkasten |
| 2 Warmwasserleitung  | 4 Zirkulationsleitung |                         |

Abbildung 2.47: Rohrleitungswand mit vorgefertigter Installationswand [49]

Das Buch „Sanitäre Haustechnik“ von Dipl. Ing. Klaus Schulz aus dem Jahr 1981 gibt Richtwerte für die Sanitärausstattung im Wohnungsbau an. Neben WC und Bad benötigen auch Wirtschaftsräume (wie beispielsweise Hausarbeitsraum und Küche) Sanitäreinrichtungen und Installationen. Küche und Hausarbeitsraum sind getrennte Räume, die durch ein Fenster belüftet und belichtet werden. Der Hausarbeitsraum soll mit Warm- und Kaltwasseranschlüssen, einem Ausgussbecken und einem Bodenablauf ausgestattet sein. Weiters ist die Waschmaschine in diesem Raum unterzubringen. Sollte kein Platz für einen eigenen Hausarbeitsraum vorhanden sein, so kann die Waschmaschine auch in der Küche oder im Bad aufgestellt werden. Die Aufstellung in der Küche wird aus hygienischen Gründen jedoch nicht empfohlen. Die Küche soll neben Kalt- und Warmwasseranschlüssen auch die Installation eines Geschirrspülers ermöglichen. Bad und WC sind nach Möglichkeit als getrennte Räume auszuführen, welche die Einrichtungen für Körper- und Gesundheitspflege enthalten. Für große Wohnungen sollte ein zweites Bad für Gäste und Kinder vorgesehen werden. Tabelle 2.2 zeigt Richtwerte für die Sanitärausstattung im Wohnungsbau [50].

**Tabelle 2.2: Richtwerte für die Sanitärausstattung in Wohnhäusern [50]**

<b>Raumbezeichnung</b>	<b>Anzahl der Räume je Wohnung</b>	<b>Sanitärausstattung</b>
Hausarbeitsraum	1	Spülbecken mit Abstellfläche Waschmaschine
Küche (Wohn-, Ess-, oder Arbeitsküche)	1	Doppelspülbecken mit Abstellfläche Waschmaschine
Empfehlenswerte Zusatzausstattung		Ausgussbecken Geschirrspülmaschine
Kochnische		Geschirrspülmaschine mit Abstellfläche
WC-Raum	1-2	Klosettbecken Handwaschbecken oder Waschtisch Sitzwaschbecken
Bad	1-2	Badewanne Waschtisch Klosettbecken Waschmaschine
Empfehlenswerte Zusatzausstattung		Brausewanne Sitzwaschbecken Bei mehr als 3 Personen ein zusätzlicher Waschtisch oder ein Doppelwaschtisch

Das Magazin „Einrichtungs-Berater“ aus dem Jahr 1982 zeigt zwei Varianten von Badezimmern. Das größere Bad, in Abbildung 2.48 gezeigt, besitzt alle Einrichtungsgegenstände die in Tabelle 2.2 für ein Bad gefordert sind. Badewanne, Doppelwaschtisch, Sitzwaschbecken, WC und Dusche. Das Bad, oft als reiner Nutzraum betrachtet, dient in erster Linie der schnellen Körperpflege. Das Magazin räumt dem Bad einen höheren Stellenwert ein und will zeigen, dass das Bad, wenn man dem Architekten drei, vier Quadratmeter mehr Platz lässt, zu einer voll ausgestatteten Wohlfühloase werden kann. So soll der Liegeplatz unter den Fenstern zum Verweilen einladen, zusätzliche Solariumleuchten an der Decke werden sie zur gesundheitsfördernden Sonnenliege auf. Um eine angenehm warme Umgebung zu schaffen, wird der Einbau einer Fußbodenheizung empfohlen [51]. Vergleicht man die Lage der Sanitärgegenstände mit den Bildern eines für den Geschosswohnbau vorgesehenen Bades, so zeigen sich sehr große Unterschiede. Im Geschosswohnbau wird sehr darauf geachtet, alle Sanitärgegenstände an einen zentralen Kern anzuschließen. Dies spart nicht nur Arbeitszeit und Kosten, sondern durch die verringerten Leitungslängen sinkt auch das Gefahrenpotenzial, welches wasserführende Leitungen mit sich bringen. Ganz anders zeigt sich die Variante des großen Bades. Quasi an jeder Seite des Raumes befindet sich ein mit Wasser zu versorgender Sanitärgegenstand. Das Magazin gibt keine Auskunft über die Leitungsführung. Fotos, welche die Badezimmereinrichtung zeigen, zeigen keine auf Putz verlegten Leitungen. Dies lässt darauf schließen, dass die Leitungen in den Wänden, oder gar, im Zuge des Einbaus der Fußbodenheizung, auf der Rohdecke geführt werden.

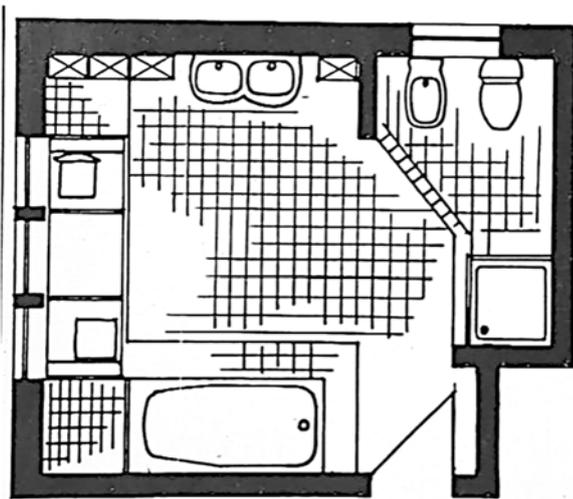


Abbildung 2.48: Grundriss Bad groß [51]

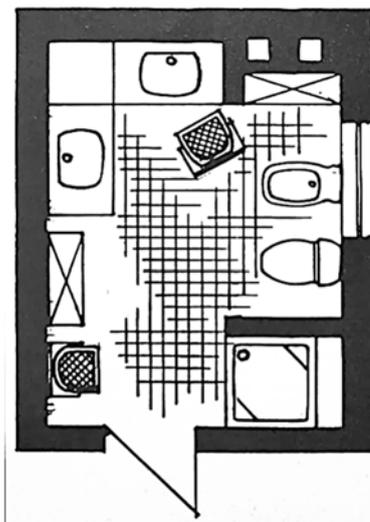


Abbildung 2.49: Grundriss Bad klein [51]

Da das große Bad die Ausnahme bildet, wird in der zweiten Variante Wert darauf gelegt, ein gut eingerichtetes Bad auf engem Raum umzusetzen. Zwar ist der Grundriss des Bades kleiner, doch finden auch in dieser Variante alle Sanitärgegenstände (bis auf die Badewanne) Platz. Diese wird aufgrund von Platzmangel gegen eine Dusche ersetzt, welche als nicht nur platzsparender, sondern auch als hygienischer und sparsamer im Wasserverbrauch beschrieben wird. Um lästige Überschwemmungen im Bad während des Duschvorganges zu vermeiden, wird statt dem Duschvorhang eine Duschtrennwand empfohlen. Dies soll dafür sorgen, dass bei richtiger Montage, kein Wasser mehr außerhalb der Duschtasse landet. Eine weitere Empfehlung ist die Verwendung einer Thermostatarmatur. Die gewünschte Temperatur kann leicht gewählt werden. So erspart man sich mühsames Temperieren des Duschwassers. Dies bringt Komfort und zusätzlich Wasserersparnis [49]. Wie auch im großen Bad sind die Sanitärgegenstände nicht auf eine zentrale Wand konzentriert, was wiederum die gleichen Rückschlüsse auf die Leitungsführung ziehen lässt.

Im Jahr 1989 erscheint das bereits zweimal behandelte Buch „Haustechnik – Grundlagen, Planung, Ausführung“ in 8. Auflage. Wie auch im Einrichtungs-Berater zeigt sich, dass die Entwicklung des Bades weg vom Nutzraum in Richtung Familienbad und Wohnraum geht. Im Durchschnitt werden Badezimmer derzeit mit einer Größe von 8 [m<sup>2</sup>] bis 12 [m<sup>2</sup>] Grundfläche geplant, was wesentlich über den Mindestgrößen

von 4 [m<sup>2</sup>] bis 5 [m<sup>2</sup>], die von der DIN vorgegeben sind, liegt. In der Bundesrepublik Deutschland werden zu dieser Zeit etwa 7 Millionen Bäder als renovierungsbedürftig eingestuft.

Bei der Installation der Badezimmer wird die Bündelung der Leitungen empfohlen. Wirkt sich eine Trennung der Leitungen jedoch positiv auf die Grundrissgestaltung aus, so ist diese gerechtfertigt. Badezimmer sollten wenn möglich mit einem Fenster ausgestattet sein. Innenliegende Bäder sind erlaubt, wenn sie mit einer Lüftung ausgestattet sind. Dusch- und Baderäume müssen einen wasserunempfindlichen Fußboden erhalten. Die Wände sollten bis in eine Höhe von 2 [m] eine wasserabweisende Wandverkleidung aufweisen. Für die Verlegung der Leitungen im Haus gilt noch immer der Grundsatz, dass die horizontalen Verteilleitungen im Keller anzuordnen sind. Die Steigleitungen sollten so positioniert sein, dass sie sich in unmittelbarer Nähe zu den übereinanderliegenden Wasserentnahmestellen befinden. So können längere störende waagrechte Zuleitungen in den Geschossen vermieden werden. Vor der Wand montierte Leitungen sind nur noch im Keller üblich, optische Gründe verlangen, dass Rohrleitungen verdeckt geführt werden. In tragenden Wänden können Leitungen in Wandschlitzen geführt werden, in nichttragenden Wänden ist das Einmauern von Leitungen zulässig, jedoch wird diese Methode nicht empfohlen, da die Wanddicke für Rohrkreuzungen oft nicht ausreicht und sich die Schalldämmung als besonders schwierig erweist. Wenn die Lage der Rohrstränge nicht rechtzeitig in einem Schlitzplan festgelegt wurde, so werden die Rohre auf der fertig gestellten Wand verlegt und durch eine Wandvorlage verkleidet. Wandvorlagen werden auch notwendig, wenn nachträgliche Zusatzinstallationen hinzukommen oder die Wand geforderte Schlitztiefen nicht aufnehmen kann. Im Großen und Ganzen sind nachträgliche Änderungen der Leitungsführung zu vermeiden. In der Regel bringen sie Nachteile bei der Montage. Weiters können statische Mängel auftreten. Eine weitere Option der Rohrverlegung bieten Installationswände. Alle Rohrleitungen werden in einer gemeinsamen Trennwand zwischen nebeneinanderliegenden haustechnischen Einrichtungen untergebracht. Sanitäre Einrichtungsgegenstände werden direkt an dieser Wand montiert und angeschlossen. Zweischalige Rohrleitungswände, welche mit einem Hohlraum zwischen den Wänden ausgeführt werden, sind nicht empfehlenswert. Zusätzlich zum erhöhten Platzbedarf sind auftretende Leckagen nur schwer zu lokalisieren und die Reparatur ist meist kostspielig. Die Verlegung der Versorgungsleitungen auf der Rohdecke, welche in Auflage fünf noch mit Sondergenehmigung durch das Wasserversorgungsunternehmen erwähnt wurde, wird in der achten Auflage nicht mehr erwähnt. In Bezug auf waagrecht verlegte Entwässerungsleitungen in Nassraumdecken findet man, dass diese entweder unterhalb oder oberhalb der Sperrschicht liegen müssen. Ebenso fordert der Einbau einer Fußbodenheizung die Verlegung von wasserführenden Leitungen unter dem Fußboden. Abbildung 2.50 bis 2.52 zeigen installationstechnisch gute Grundrisse für Mehrfamilienhäuser. Abbildung 2.50 zeigt einen Grundriss, in dem die gesamte Wasser- und Abwasserinstallation offen in einem Abstellraum liegt.

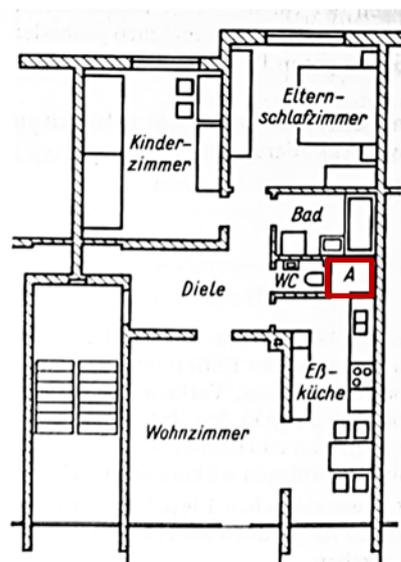


Abbildung 2.50: Leitungsführung offen [52]

In Abbildung 2.51 werden alle Rohrleitungen in einer Rohrleitungswand zwischen Bad und Küche zusammengefasst

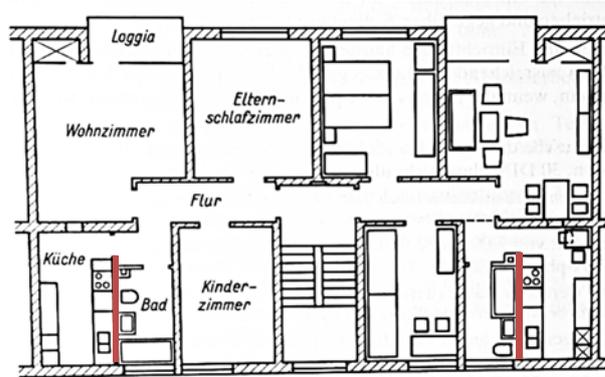


Abbildung 2.51: Installationswand [52]

Ein akustisch günstiger Grundriss wird in Abbildung 2.52 gezeigt. Hier werden haustechnische Räume und Ruheträume klar getrennt. Alle versorgten Räume sind um einen zentralen Haustechnikern angeordnet.

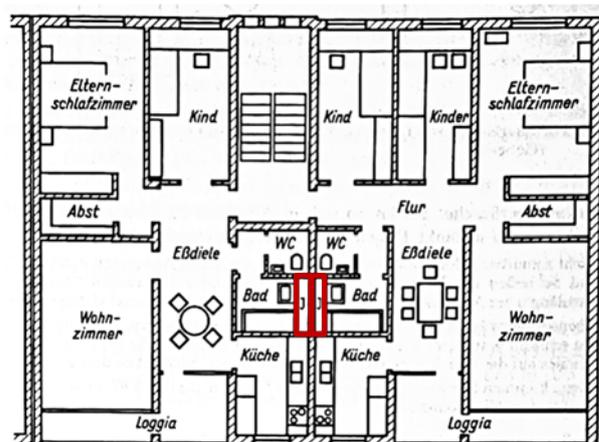


Abbildung 2.52: Installationskern innenliegend [52]

Die Vorfertigung ist auch in der 8. Auflage des Buches weiterhin Thema. Angeführt sind vorgefertigte Rohrleitungsstränge, Montagerahmen, Installationsregister, Installationsbausteine, Paneelinstallationen, Installationsblöcke und Sanitärzellen. Installationsregister nutzen das Stahlabflussrohr als tragendes Element. Daran sind alle Halterungen, wie etwa für Warm- und Kaltwasserleitungen, Sanitärgegenstände und Armaturen angeschweißt.

**Installationsbausteine** sind selbsttragende Elemente aus Polyester-Schaumbeton. Die Bausteine werden mit eingebauten Zu- und Abflussinstallationen inklusive Befestigung für die Sanitärgegenstände und Armaturen geliefert. Sanitärgegenstände wie Waschtisch, Wandklosett oder Badewanne müssen nur noch angeschlossen werden. Die Installationsbausteine können beliebig miteinander kombiniert und freistehend, vor der Rohbauwand oder in Wandaussparungen montiert werden.

**Paneelinstallationen** eignen sich für die Modernisierung von Waschräumen und Bädern. An den Verkleidungen des geschoßhohen Montagerahmens werden die Sanitärgegenstände oder Heizflächen

angebracht. Im Inneren befindet sich ein horizontaler Verteilerkasten. Als Zu- und Abflussleitungen fungieren die bereits vorhandenen Versorgungssysteme.

**Installationsblöcke** fassen geschoßweise sämtliche Leitungen einer Sanitäreinheit in einem Bauteil zusammen. Die selbsttragenden Elemente werden als Vorstell- oder Wandelement oder freistehend ausgeführt. Die geschoßhohen oder nur halbhohen Einheiten enthalten alle Anschlüsse für Armaturen und Sanitärgegenstände.

**Sanitärzellen** sind in sich abgeschlossene Räume und werden fertig installiert auf die Baustelle gebracht. Nach der Montage sind die industriell hergestellten Sanitärzellen sofort gebrauchsfähig. Je nach Fertigungsart und Konstruktionsprinzip unterscheidet man drei Grundtypen. Monolithische Sanitärzellen werden in einem Arbeitsgang hergestellt und als schlüsselfertige Einheit in den Rohbau gebracht. Zusammengesetzte Sanitärzellen werden im Werk aus einzelnen Elementen hergestellt. Die fertige Zelle wird als Ganzes in den Rohbau eingebracht. Elementierte Zellen werden auf der Baustelle oder im Werk aus einzelnen Elementen zu Einheiten zusammengestellt. Sanitärzellen weisen alle vorteilhaften Aspekte der Vorfertigung auf. Einsatzgrenzen der vorgefertigten Installationsgrenzen sind dadurch gegeben, dass ihre Anwendung die Gestaltungsmöglichkeiten der Grundrisse stark einschränken und ihre Verwendung nur bei großen Stückzahlen wirtschaftlich ist. Damit die Sanitärzelle in den Rohbau passt, ist ihre Lichte Raumhöhe meist auf 2,25 [m] beschränkt. Durch den geringen Rauminhalt wird eine hohe stündliche Luftwechselrate notwendig, welche schwer ohne Zegerscheinungen erreichbar ist. Da das Transportgewicht der Einheiten gering gehalten werden soll, werden Kunststoffzellen meist Stahlbetonzellen vorgezogen. Speziell für den Einbau in Altbauten wurden Kunststoffhalbzellen entwickelt. Kunststoffraumzellen werden mit in die Wände eingeformte Sanitärgegenständen geliefert. So sind Wahl- oder Austauschmöglichkeiten bei Beschädigung oder Verschmutzung nicht möglich [52].

## 2-1.9 ENTWICKLUNG DER WIENER BAUORDNUNG IN BEZUG AUF DIE SANITÄRTECHNIK

Die folgende Tabelle soll die Entwicklung der Wiener Bauordnung in Bezug auf sanitäre Einrichtungen zeigen. Zusätzlich werden andere Gesetze angeführt, die zur Entwicklung der Sanitärtechnik beigetragen haben. Für den Holzschutz wichtige Abschnitte sind rot hervorgehoben.

<i>Tabelle 2.3: Entwicklung der Wiener Bauordnung in Bezug auf die Sanitärtechnik</i>		
Gesetz	Jahr	Inhalt
<b>RGB [53]</b>	<b>1859</b>	
Erlass der Bauordnung	Aborte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Je nach Wohnungszahl und Beschaffenheit muss eine gewisse Anzahl an Aborten vorhanden sein.</li> <li>• Die Aborte müssen gut belüftet und belichtet sein.</li> <li>• Hölzerne Rohre dürfen nicht verwendet werden.</li> <li>• Das Abfallrohr darf nicht über 30 Grad zur Vertikalen verlegt sein.</li> </ul>
	Wasserleitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jedes neue Gebäude muss über einen Brunnen oder mittels Wasserleitung mit reinem Wasser versorgt werden.</li> </ul>
	Kanal, Senkgruben	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei Neubauten ist ein Abwasserkanal anzulegen. Ist in der Umgebung noch kein Hauptkanal vorhanden, so ist die Herstellung einer wasserdichten, geschlossenen Senkgrube erlaubt.</li> </ul>
<b>LGVB [54]</b>	<b>1868</b>	
Erlass der Bauordnung	Aborte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Für jeweils zwei Wohnungen ist ein Abort einzurichten.</li> <li>• Aborte müssen gut belüftet, möglichst geruchlos und belichtet sein.</li> <li>• Die Rohre der Aborte sind über das Dach zu führen.</li> </ul>
	Wasserbedarf	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In jedem neuen Wohngebäude muss für reines Trinkwasser gesorgt sein.</li> </ul>
	Kanal, Senkgruben	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe RGB 1859</li> <li>• Senkgruben sind nur solange gestattet, bis die Möglichkeit des Anschlusses an den Hauptkanal besteht.</li> </ul>

<b>LGVB [55]</b>	<b>1883</b>		
Erlass der Bauordnung	Aborte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für jeweils zwei Wohnungen ist mindestens ein Abort einzurichten.</li> <li>Die Baubehörde hat darauf zu achten, dass in Stadtteilen, die an die Hochquellleitung angeschlossen sind, „Waterclosets“ in Aborten angebracht werden. Liegen die Aborte im Inneren der Wohnung ist das „Watercloset“ verpflichtend.</li> </ul>	
	Wasserbeschaffung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei Neu- und Umbauten, die an der Hochquellleitung liegen, ist das Wasser ins Haus zu führen. Ist dies nicht der Fall, muss für sauberes Trinkwasser gesorgt werden, bis das Haus an die Leitung angeschlossen ist.</li> </ul>	
<b>LGBW [56]</b>	<b>1930</b>		
Erlass der Bauordnung	Badezimmer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die mittelbare Belichtung kann unterbleiben, wenn für wirksame Entlüftung gesorgt ist.</li> </ul>	
	Wohnung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jede Wohnung muss mindestens 35 [m<sup>2</sup>] Grundfläche (Ausnahme: Ledigenwohnung 18 [m<sup>2</sup>]) aufweisen, eine Kochgelegenheit besitzen und einen Abort im Wohnungsverband erhalten.</li> </ul>	
	Wasserversorgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jedes Gebäude mit Aufenthaltsräumen muss an die Wasserversorgung angeschlossen sein, wenn die Trinkwasserleitung nicht mehr als 30 [m] von der Grundgrenze entfernt liegt. In jeder Wohnung ist ein Wasserauslass vorzusehen.</li> <li>Wird die Hauptwasserleitung erweitert, sind bestehende Gebäude, welche noch nicht an der Wasserleitung hängen, an diese anzuschließen.</li> </ul>	
	Kanal und Senkgruben	<ul style="list-style-type: none"> <li>Führt 30 [m] vom Gebäude entfernt ein Kanal vorbei, ist das Haus zum Ableiten der Abwässer an diesen anzuschließen.</li> <li>Abfallrohre von Aborten müssen bei Wasserspülung eine lichte Weite von 100 [mm] besitzen. Die Abfallrohre müssen über das Dach als Duftschräuche fortgesetzt werden und dürfen nicht aus Holz sein.</li> <li>Senkgruben sind außerhalb von Wohngebäuden anzulegen. Sie müssen 8 [m] vom Brunnen entfernt und wasserdicht sein. Nach oben hin ist die Senkgrube dicht und tragfähig abzudecken.</li> </ul>	

		Holzdecken	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Verwendung von Holzdecken ist über Kellerräumen und unter Aborten, Badezimmern, Waschküchen sowie über und unter Räumen, mit erhöhter Feuchtigkeit unzulässig.</li> </ul>
<b>BGB [57]</b>	<b>1937</b>		
Kleinwohnungsbau- förderungsverordnung			<p>Gefördert werden Bauten die mindestens zu zwei Drittel für Wohnzwecke bestimmt sind und Kleinwohnungen mit einfacher bis mittelguter Ausstattung enthalten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Nutzfläche von Kleinwohnungen beträgt maximal 80 [m<sup>2</sup>] und beinhalten Zimmer, Küche (Wohnküche), einen Vorraum und ein Klosett.</li> <li>Mittelgute Ausstattung beinhaltet Wasser-, Gas-, und Lichtinstallation sowie eine Badegelegenheit (Badezimmer oder Badenische).</li> </ul> <p>Nicht gefördert wird die Einrichtung einer Zentralheizung, die Errichtung eines Lifes bei weniger als vier Stockwerken oder der Einbau aufwendiger Verfließung und Wandverkleidung.</p>
<b>LGBW [58]</b>	<b>1947</b>		
Sonderbestimmungen für den Wiederaufbau Wiens		Holzdecken	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hölzerne Deckenkonstruktionen unter Aborten und Badezimmern sind zulässig, wenn Vorkehrungen gegen das Eindringen von Feuchtigkeit getroffen werden.</li> </ul>
		Installations- schächte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei Neubauten sind für Wasser-, Gas-, u.a. Leitungen genügend große Schächte vorzusehen, sodass sich die Leitungen untereinander nicht negativ beeinflussen.</li> </ul>
<b>LGBW [59]</b>	<b>1951</b>		
Wiener Wiederaufbaugesetz		Leitungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für Leitungen sind Schlitze, Durchbrüche und Schächte in entsprechendem Ausmaß vorzusehen, sodass sich die Leitungen untereinander nicht negativ beeinflussen.</li> </ul>
<b>BGB [60]</b>	<b>1970</b>		
Wohnungsverbesserungs- gesetz			<p>Die Länder haben Verbesserungen an Klein- oder Mittelwohnung, mit Baubewilligung vor 01.07.1948, zu fördern. Als Verbesserungen gelten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Errichtung von Anlagen wie Personalaufzug, zentraler Waschküche oder Zentralheizung.</li> <li>Die Errichtung oder der Umbau von Wasser-, Gas-, Lichtleitungsanlagen sowie Beheizungsanlagen und sanitären Anlagen in normaler Ausstattung.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Zusammenlegung zweier oder mehrerer Kleinwohnungen damit eine normal ausgestattete Klein- oder Mittelwohnung entsteht.</li> <li>• Die Teilung von Wohnungen in Klein- oder Mittelwohnung mit normaler Ausstattung.</li> </ul> <p>Als normale Ausstattung gilt eine Gesamtausstattung, insbesondere von Räumen mit Heiz-, Koch-, und Badegelegenheit, welche den Erfordernissen der Hygiene und Haushaltsführung entspricht. Hinsichtlich der Baukosten muss größte Wirtschaftlichkeit gegeben sein.</p>
<b>LGBW [61]</b>	<b>1976</b>	
Bauordnungsnovelle	Aborte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aborte dürfen von Aufenthaltsräumen nicht direkt zugänglich sein.</li> <li>• Aborte müssen eine Wasserspülung und einen Geruchsverschluss aufweisen.</li> <li>• Der Fußboden muss flüssigkeitsdicht sein.</li> </ul>
	Holzdecken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Verwendung von Holzdecken ist über Kellerräumen und unter Aborten, Badezimmern, Waschküchen sowie über und unter Räumen, mit erhöhter Feuchtigkeit unzulässig. (Dies entspricht wieder den Bestimmungen von 1930. Ab 2001 gilt die Regelung, dass Holzdecken in den betreffenden Bereichen gegen Feuchtigkeit so abzudichten sind, dass keine schädlichen Einflüsse, die die Tragfähigkeit der Holzdecke gefährden, wirksam werden)</li> </ul>
	Leitungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitungen dürfen die Festigkeit, Schall- und Wärmedämmung sowie die Rauchdichtheit der einzelnen Bauteile nicht beeinträchtigen.</li> </ul>

**Erläuterungen:**

RGB – Reichsgesetzblatt für das Kaisertum Österreich

LGVB – Landes-Gesetz- und Verordnungsblatt für das Erzherzogtum Österreich unter der Enns

LGBW – Landesgesetzblatt für Wien

BGB – Bundesgesetzblatt

## 2-1.10 RESÜMEE

Zum Abschluss von Kapitel 2 soll die Frage beantwortet werden, ab wann wasserführende Leitungen ihren Weg in die einzelnen Wohnungen gefunden haben, bzw. dass Leitungen unter dem Fußboden verlegt wurden.

Betrachtet man die Entwicklung der Sanitärtechnik, so zeigt sich, dass bereits im Römischen Reich sehr fortschrittliche, sanitäre Zustände herrschten. Die Hauptstadt Rom wurde über Wasserleitungen mit Frischwasser versorgt, wobei das Wasser auch in die einzelnen Gebäude geleitet wurde. Das Abwasser wurde über ein Kanalisationssystem entsorgt. Mit dem Zerfall des Reiches geriet jedoch auch das Wissen über die Wasserver-, und entsorgung in Vergessenheit. Klöster und Adelssitze waren lange Zeit die einzigen, die über sanitäre Einrichtungen verfügten. Es sollte bis Mitte des 19. Jahrhunderts dauern, bis die Wasserversorgung wieder ähnliches Niveau wie in der Antike erreichte. Epidemien wie Pest, Cholera oder Syphilis zeigten, dass das hygienische Zusammenleben in den oft überfüllten, europäischen Städten ohne funktionierender, gesundheitsunbedenklicher Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung nicht möglich war. Ausgehend von London wurde das Wasserversorgungsnetz in europäischen Städten nach und nach ausgebaut. Am Beispiel der Hamburger Wasserversorgung (siehe Kapitel 2-1.5) kann man folgende Punkte als Grundvoraussetzung für eine funktionierende Hausinstallation aufstellen:

- gesundheitlich einwandfreies Trinkwasser in ausreichender Menge
- genügend Druck, damit das Wasser auch die oberen Etagen eines Gebäudes erreichen kann
- ein gut ausgebautes Leitungsnetz, damit die Stadt flächendeckend versorgt werden kann
- ein reibungslos funktionierendes Kanalisationssystem

Den Weg des Wassers in das Haus kann man auch am Wandel des Installateurberufs nachvollziehen. In der 3. Auflage von M. Lebruns Handbuch aus dem Jahr 1843 stand noch die Herstellung von verschiedensten Gegenständen aus Blech im Vordergrund, die 5. Auflage aus dem Jahr 1865 beinhaltet bereits die Arbeiten der Gas- und Wasserleitungsanlagen.

Ungefähr in den gleichen Zeitraum fällt der Bau der ersten Wiener Hochquellenleitung, welche aus dem Rax-Schneeberggebiet bis nach Wien reicht. Sie wurde 1873 eröffnet und sollte der Wassernot und Seuchengefahr entgegenwirken [62]. Im Jahr 1883 verlangt die neu erlassene Bauordnung für Wien die Einleitung des Wassers in das Haus sowie die Installation von „Water Closets“, wenn das Haus im Bereich des Versorgungsnetzes liegt. Um die Jahrhundertwende waren Wiener Miethäuser mit Wasserentnahmestellen am Gang ausgestattet (Gangbassena), bis der Gemeindebau in den 1920er und 30er Jahren Fließwasser in die einzelnen Wohnungen brachte. Dies deckt sich auch mit der im Jahr 1930 herausgegebenen Bauordnung für Wien, laut welcher jede Wohnung eine Mindestgrundfläche von 35 [m<sup>2</sup>] aufweisen, und mit Kochgelegenheit, Abort und einem Wasserauslass ausgestattet sein musste. Auf die Einrichtung eines Badezimmers wurde aus Platz- und Kostengründen größtenteils verzichtet. Abbildung 2.53 zeigt den Wandel der Wohnungsausstattung in Wien vom Jahr 1961 bis 1981. Hierzu wurden alle Wohnungen Wiens in fünf Typen mit verschiedenen Ausstattungsniveaus eingeteilt. Typ I und II beinhalten Wohnungen mit Zentralheizung, Bad, WC und einen Wasseranschluss innerhalb der Wohnung. Typ III umfasst Wohnungen, welche WC und Wasser innerhalb der Wohnung haben. Wohnungen von Typ IV sind lediglich mit einem Wasseranschluss ausgestattet und Wohnungen von Typ V verfügen über keinen Wasseranschluss in der Wohnung. Innerhalb von 20 Jahren konnten die Wohnungen der Kategorie V von 32 [%] auf 7 [%] verringert werden, wobei Wohnungen der Kategorie IV konstant blieben. Stark zulegen konnten die Wohnungen der Kategorie I und II. Ihre Anzahl stieg von 27 [%] auf 70 [%] [63]. Diese Wohnungstypen entsprechen dem heutigen Standard. Ausschlaggebend für die Steigerung des Wohnungsstandards waren unter anderem der wirtschaftliche Aufschwung nach dem zweiten Weltkrieg sowie das vom Bund erlassene Wohnungsverbesserungsgesetz im Jahr 1970. Teil des Gesetzes war es, Kleinstwohnungen zusammenzulegen um Klein- und Mittelwohnungen zu erhalten bzw. der Ein- oder Umbau von Hausinstallationsanlagen sowie sanitärer Anlagen. Erst in diesem Zeitraum entwickelte sich das Badezimmer in den eigenen vier Wänden zum Standard.

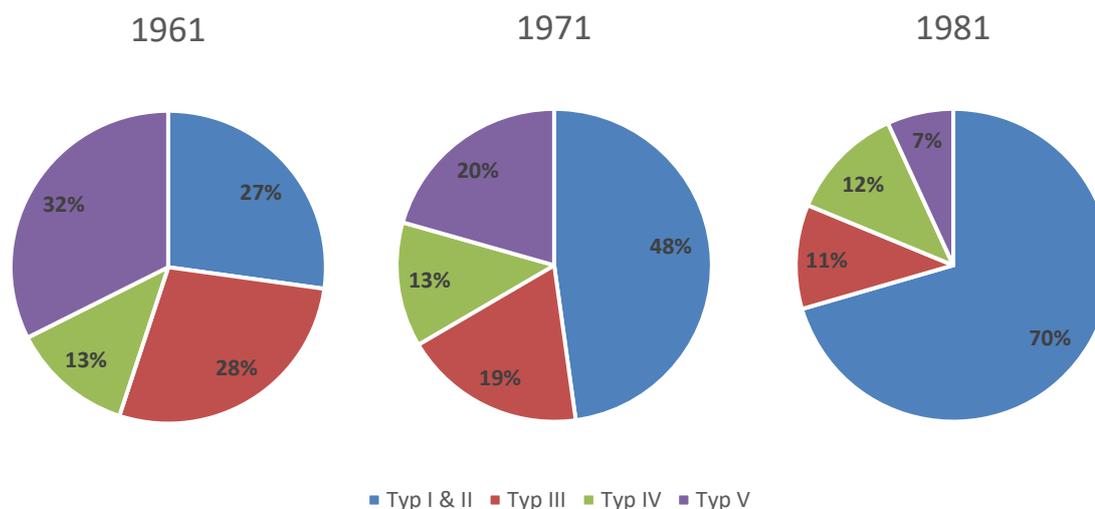


Abbildung 2.53: Wiener Wohnungen nach Ausstattungstyp [63]

Die Frage, ab welchem Zeitpunkt Leitungen innerhalb verlegt wurden, ist schwierig zu beantworten. So findet sich in keinem der Bücher die Empfehlung, Leitungen unter dem Fußboden zu verlegen. M. Lebrun beschreibt in seinem Buch „Vollständiges Handbuch für Klempner und Metallwarenfabrikanten“ aus dem Jahr 1873 die Verlegung der Rohre im Gebäude. So sollen je nachdem, wie die Wasserentnahmestellen angelegt sind, eine oder mehrere Steigleitungen verlegt werden. Sind an mehreren Stellen des Hauses, übereinanderliegende Wasserentnahmestellen vorhanden, so kann es von Vorteil sein, mehrere Steigleitungen zu verlegen, da man sich in diesem Fall Nebenleitungen ersparen kann. Zur Kontrollierbarkeit des Leitungsnetzes sollte dieses, wenn möglich, auf Putz verlegt sein. Diese Grundsätze, mehrere vertikale Steigleitungen, dafür weniger horizontale Nebenleitungen, kontrollierbar verlegt, ziehen sich durch die gesamte studierte Literatur von 1873 bis 1989. Durchgehend wird empfohlen, die horizontale Verteilung der Steigleitungen offen im Keller vorzunehmen, damit in den einzelnen Geschoßen so wenig horizontale Leitungen als möglich verlegt werden müssen. Abbildung 2.59 zeigt das Schema einer vertikalen Gebäudeerschließung.

Im Buch „Haustechnik – Grundlagen, Planung, Ausführung“ aus dem Jahr 1958 wird zum ersten Mal die Verlegung von waagrecht Leitungen in der Decke angesprochen. Diese darf jedoch nur mit Absprache des Wasserwerks erfolgen. In der 5. Ausgabe des Buches aus dem Jahr 1975 gilt dieselbe Regelung. Blickt man in die 8. Auflage aus dem Jahr 1989, so zeigt sich, dass im Kapitel der Leitungsführung kein Wort mehr über Rohre in der Decke zu finden ist. Jedoch haben 5. und 8. Auflage gemeinsam, dass in beiden die Fußbodenheizung beschrieben wird, welche nicht ohne Leitungen im Fußboden auskommt.

Kurt Pant, der Kurator des Wiener Sanitärmuseums, gibt im Zuge einer E-Mail im April 2018 (Schriftverkehr in Anhang B) an, dass im Zuge des Sanierungsschubs, ausgelöst durch das Wohnungsverbesserungsgesetz 1970, die Rohrverlegung in den Holzdecken der alten Mietshäuser (1850 bis 1910 gebaut) erfolgte. Probleme bereiteten auch Installationen, welche zwischen 1945 bis 1960 ausgeführt wurden. In diesem Zeitraum wurde keinerlei Wert auf die Isolierung der Rohrleitungen gelegt. Durch die Bildung von Schwitzwasser kam es zur Durchnässung von Decken. Schimmel trat auf, und es gab Fälle, wo die Decke auf die unteren Wohnräume fiel. Laut Herrn Pant änderte sich die Sanitärplanung erst ab den 1960er Jahren durch das Aufkommen der Vorfertigung grundlegend.

Aufschluss auf die Frage, ab welchem die Leitungen im Fußboden verschwunden sind, soll folgende Bildreihe geben:

Abbildung 2.54 zeigt eine Badewanne, die ihren Kaltwasserzufluss, sowie den Abfluss am Wannensboden haben. Die Leitungen verlaufen unter dem Fußboden. [31]

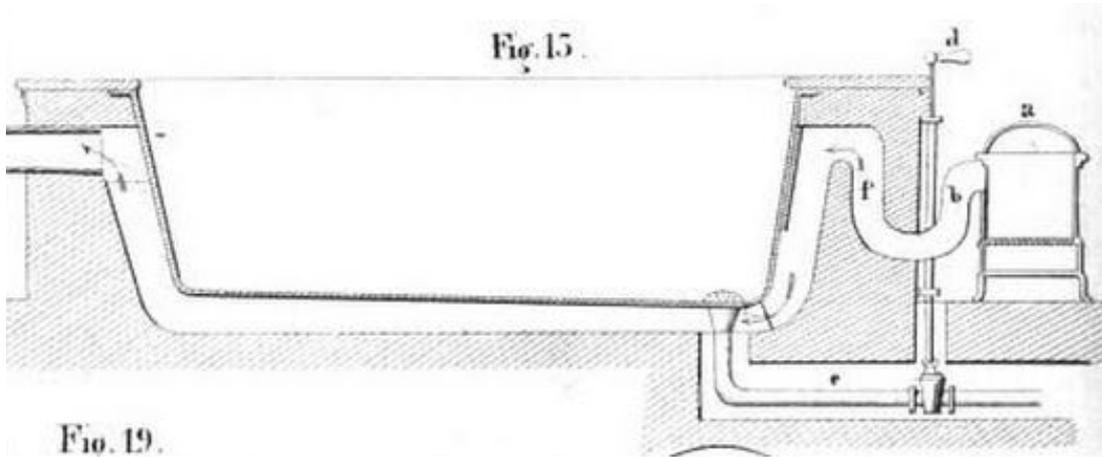


Abbildung 2.54: Wanne aus dem Jahr 1861 [31]

Abbildung 2.55 zeigt den Unterschied zwischen einem einfachen Bad in der Küche, in dem der Abfluss des Bades quer durch den Raum unter dem Fußboden geführt wird und dem gehobenen Bad, mit fachgerechter Leitungsführung in einem Schacht.

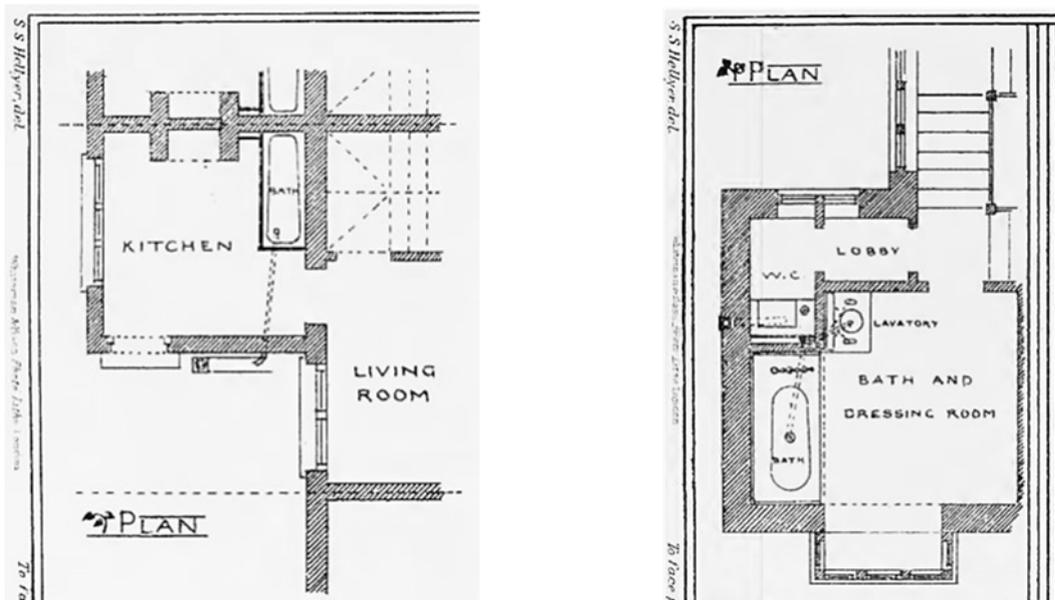


Abbildung 2.55: Badezimmerinstallationen nach S. Hellyer 1893 [36]

Abbildung 2.56 zeigt die Warm- und Kaltwasserinstallation eines Landhauses im Jahr 1930

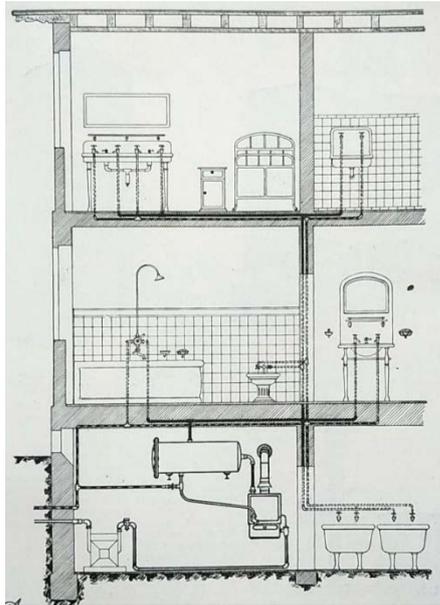


Abbildung 2.56: Warmwasser Versorgungsanlage für ein Landhaus [42]

Abbildung 2.57 und 2.58 stammen aus dem Jahr 1958.

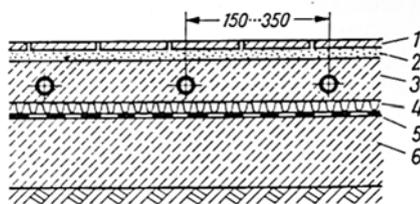


Abbildung 2.57: Fußbodenheizung [47]

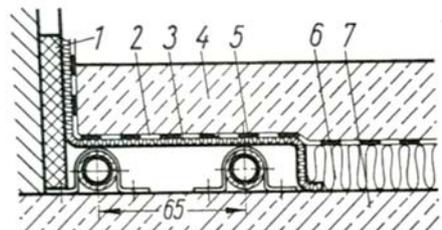


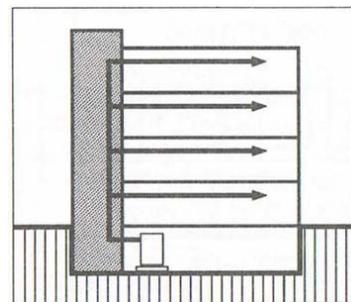
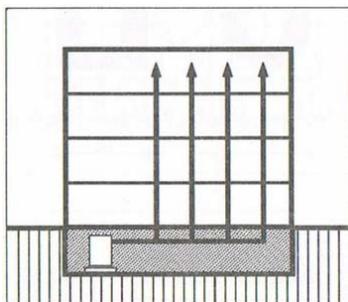
Abbildung 2.58: Heizungsrohre auf Rohdecke [47]

## 2-1.11 PERSÖNLICHE EINSCHÄTZUNG DER ENTWICKLUNG DER HORIZONTALEN LEITUNGSFÜHRUNG

Die Bildreihe zeigt, dass Leitungen bereits mit dem Aufkommen der Sanitärinstallationen im Fußbodenaufbau verlegt wurden. Im Gegensatz dazu steht die Fachliteratur, die durchgängig eine vertikale Gebäudeerschließung mit Leitungsführung in Schächten und Mauerschlitzen oder Vorwandinstallationen fordert.

Die Sondergenehmigung („Haustechnik – Grundlagen, Planung, Ausführung“ 1958) für Leitungen im Fußbodenaufbau erschien für mich deswegen sinnvoll, da die geplante Leitung noch einmal auf Fehler überprüft werden konnte, um bereits bekannte Probleme in der Planung bzw. vor dem Verschließen erkennen zu können.

Bei ersten Neubauten in denen Wasserentnahmestellen in der Wohnung vorgesehen waren, gehe ich davon aus, dass die Sanitärplanung noch den Forderungen der Theorie nach vertikaler Gebäudeerschließung (Abbildung 2.59) Folge leistete und Grundrisse bzw. Lage der Entnahmestellen daran angepasst wurden. Denkt man jedoch an Wohnungen, in denen noch keine Nassräume vorgesehen waren und Steigstränge nur WC oder die Bassena am Gang versorgten, kann ich mir vorstellen, dass es bei Sanierungen, Kleinwohnung Zusammenlegungen etc. dazu gekommen ist, dass das Wasser vom bereits erschlossenen Gang über horizontalen Verteilleitungen in die einzelnen Wohnungen geführt wurde. Diese Installationsweise entspricht einer horizontalen Gebäudeerschließung (Abbildung 2.60), welche die Verlegung von Leitungen auf der Rohdecke begünstigt. Diese Umbauten geschahen vermehrt in den 1960er- 70er Jahren wie man es anhand der Abbildung 2.53 „Wiener Wohnungen nach Ausstattungstyp“ verfolgen kann. Zusätzlich wurden die Umbauten durch das Wohnungsverbesserungsgesetz, erlassen im Jahr 1970 gefördert.



*Abbildung 2.59: vertikale Gebäudeerschließung [64]    Abbildung 2.60: horizontale Gebäudeerschließung [64]*

Ein weiterer Punkt, warum Leitungen auf der Rohdecke bzw. innerhalb der Fußbodenkonstruktion geführt werden, ist meiner Meinung die Einfachheit. Wird ein Geschößwohnbau aus Beton aufgezogen, müssten alle Schlitze auf ganzer Länge vor dem Betonieren ausgespart werden, was die Schalarbeiten der Wände verkompliziert. Führt man die Leitungen auf der Rohdecke, braucht man sich bei der Planung keine Gedanken um Leitungen machen und es kann schnell und billig gebaut werden.

Nachdem der 2. Weltkrieg überwunden war, kam es nach einiger Zeit zu einem Wirtschaftsaufschwung, der die Bautätigkeiten wieder boomen lies. Der bestehenden Wohnungsnot wurde mit billigem und schnellem Wohnungsbau bzw. dem Aus- und Umbau vorhandener Wohnung entgegengewirkt. Verbindet man diese zeitliche Entwicklung mit den oben angeführten Punkten, so kommt man zu dem Ergebnis, dass die Leitungen ab den 1950er-1960er im Fußbodenaufbau geführt wurden. Der Durchbruch der Fußbodenheizung in den 1970er Jahren begünstigte diesen Trend.

# KAPITEL 3: FEUCHTRÄUME IM HOLZBAU

## 3-1 RELEVANTE NORMEN

---

### 3-1.1 EINLEITUNG

In Kapitel 1 wurden die Besonderheiten des Baustoffs Holz in Verbindung mit Feuchtigkeit aufgezeigt. Die Möglichkeit, dass die Holzkonstruktion im Gebäude in Berührung mit Wasser kommt ist an vielen Stellen gegeben. Sei es durch Nutzwasser, Kondenswasser oder außerplanmäßige Durchfeuchtung durch etwaige Schäden an Geräten wie Waschmaschine oder Geschirrspüler, fehlerhaften Abdichtungen in Feuchträumen oder aber auch Schäden an den wasserführenden Leitungen.

Folgend wird die derzeitige Normensituation in Bezug auf Nassräume im Holzbau und der Umgang mit wasserführenden Leitungen betrachtet und analysiert. Die betrachteten Normen sind:

- ÖNORM B 2320: 2017 08 01 - Wohnhäuser aus Holz – Technische Anforderungen
- ÖNORM B 2531: 2012 09 01 – Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen: Nationale Ergänzungen zu den ÖNORMEN EN 806 – 1 bis 5
- ÖNORM B 2531: 2018 03 01 – Anforderungen an Trinkwasserinstallationen (Verbrauchsanlagen) – Planung, Bau und Betrieb
- ÖNORM B 3407: 2015 01 15 – Planung und Ausführung von Fliesen-, Platten-, und Mosaiklegearbeiten
- ÖNORM B 3692: 2014 11 15: Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen
- ÖNORM B 3802 – 1: 2015 01 15 – Holzschutz im Bauwesen Teil 2: Baulicher Holzschutz

### 3-1.2 FEUCHTESCHUTZ

Die ÖNORM B 2320:2017-08 – Wohnhäuser aus Holz - Technische Anforderungen enthält technische Anforderungen an die Errichtung und Herstellung von Wohnhäusern aus Holz. Die Norm gilt für Wohnhäuser in Holzrahmen-, Holzskelett und Holzmassivbauweise.

Abschnitt 8 – Anforderungen an den Feuchteschutz gibt Hinweise zum Umgang mit Nutzwasser, Kondenswasser und außerplanmäßiger Durchfeuchtung sowie Baufeuchtigkeit.

#### **Nutzwasser:**

Dem Abschnitt Nutzwasser ist zu entnehmen, dass wasserführende Leitungen so ausgeführt werden müssen, dass kein schädliches Oberflächenkondensat an den Leitungen entsteht. Weiters sind wasserführende Leitungen in Außenwänden nur dann erlaubt, wenn diese auf der Innenseite der Dämmebene liegen und eine luftdichte Ausführung gegeben ist. Ansonsten sind diese in raumseitigen Installationswänden zu führen.

Zum Schutz der Tragkonstruktion vor Feuchtigkeit in Feuchträumen (Badezimmer, Duschaum u. dgl.) wird eine Überwachung mittels Feuchteindikatoren oder Schnellerkennung durch Inspektionsöffnungen angeführt. Weiters kann der Schutz mittels Abdichtungsmaßnahmen gemäß ÖNORM B 3407 – Planung und Ausführung von Fliesen-, Platten- und Mosaiklegearbeiten und ÖNORM B 3692 – Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen erreicht werden [65].

### **Außerplanmäßige Durchfeuchtung:**

Kommt es zu einer Durchfeuchtung der Konstruktion (Wasserrohrbruch, Leck, etc.), so muss die Feuchtigkeit so rasch wie möglich abgeführt werden. Dies kann zur Folge haben, dass die Konstruktion geöffnet werden muss. Wird die Konstruktion wieder verschlossen, sind die gesetzten Maßnahmen und die Holzfeuchtigkeit zu dokumentieren [65].

### **Baufeuchtigkeit:**

*Der Feuchtegehalt des Holzes von Wänden, Decken und Dächern darf zur Zeit der Verarbeitung von Putz und Verkleidungen nicht mehr als 18% betragen (elektrisch gemessen gemäß ÖNORM EN 13183-2).*

*Werden nach der Montage der Holzbauteile Baustoffe verwendet, die in feuchtem Zustand verarbeitet werden müssen (Ausmauerungen, Estriche, Verfließungen, Pflasterungen u. dgl.), sind die unmittelbar anschließenden Hölzer durch eine entsprechende Feuchtigkeitsschutzbahn zu schützen. Ein möglichst rasches Austrocknen muss z.B. durch entsprechendes Lüften ermöglicht werden. Ein etwaiges Ausheizen muss langsam und bei ausreichender Lüftung erfolgen, sodass dadurch keine schädliche Kondensation entstehen kann [65].*

### **Weitere Maßnahmen**

In ÖNORM B3802-2:2015 ist zu lesen: *In Bädern und Feuchträumen von Wohnungen ist im Bereich von direkter Feuchtebeanspruchung der Oberflächen (z.B. Spritzwasserbereich in Duschen) das Eindringen von unzuträglicher Feuchtigkeit in die Holzbauteile zu verhindern. Dazu sind Oberflächen, Durchdringungen und Anschlüsse nach den geltenden technischen Bestimmungen auszubilden [66].*

Dieser Abschnitt gibt jedoch keine Auskunft über Lösungen, die den geltenden technischen Bestimmungen entsprechen. Zusätzlich zu den ÖNORM B 3407 und B 3692 bietet das Merkblatt 3 des Österreichischen Fliesenverbandes „Verbundabdichtungen mit einem Oberbelag aus Keramik oder Naturstein im Innenbereich – Schnittstellen zum Installateur“ einen guten Überblick zu diesem Thema.

Der Normenentwurf ÖNORM B 2531 Ausgabe: 2018-03-01: Anforderungen an Trinkwasserinstallationen (Verbrauchsanlagen) – Planung, Bau und Betrieb nimmt in Abschnitt 4.6 Leitungsführung und Anordnung der Armaturen Rücksicht auf den Holzbau in Bezug auf wasserführende Leitungen.

*Bei nicht holzfreien Decken und Fußbodenkonstruktionen in historischen Gebäuden oder Altbauten muss zur Verhinderung der Durchnässung durch ein Rohrgebrechen die Verlegung in dichten Schutzrohren erfolgen, deren freie Enden oberhalb der Fußbodenkonstruktion oder unterhalb der Deckenkonstruktion liegen.*

*Anmerkung: Bei historischen Gebäuden oder Altbauten besteht der Deckenaufbau zumeist aus einer Holztram- oder Balkenkonstruktion mit unterschiedlichen Beschüttungen, z.B. aus Schlacken- oder Tonmaterial [67].*

In Ausgabe 2012-09-01 derselben Norm war noch zu lesen:

*Bei nicht holzfreien Decken muss zwecks Verhinderung einer Durchnässung die Verlegung in dichten Schutzrohren erfolgen, deren freie Enden oberhalb oder unterhalb der Deckenkonstruktion liegen [68].*

Dies zeigt, dass sich die neue Fassung negativ auf den Holzschutz auswirkt, da nun nur noch Bezug auf historische Gebäude oder Altbauten genommen wird und die Holzschutz Maßnahmen für neu gebaute Decken aus Holz nicht mehr angewandt werden müssen.



**Tabelle 3.1: Feuchtigkeitsbeanspruchung (in Anlehnung an ÖNORM B3692:2014 Tabelle 8) [69]**

Beanspruchungsklasse	Anwendungsbereiche (Beispiele)	Untergründe	Entwässerung	Abdichtung
<b>W1 sehr geringe Wasserbelastung</b> Flächen mit nicht häufigem, kurzzeitigem Einwirken von Wasser	Wohnbereich: Wohnräume, Gangbereiche, WCs, Büros u. dgl.	Feuchtigkeits-empfindliche <sup>a</sup> und Feuchtigkeits-unempfindliche <sup>b</sup>	Keine Abläufe erforderlich	Keine besonderen Maßnahmen erforderlich
<b>W2 geringe Wasserbelastung</b> Flächen mit nicht häufigem, kurzzeitigem Einwirken durch Wisch-, Spritz-, und Brauchwasser	Betriebsbereiche: WC-Anlagen, Wohnbereiche: Küchen bzw. Räume mit ähnlicher Nutzung			
<b>W3 mäßige Wasserbelastung</b> Flächen mit häufigem, kurzzeitigem Einwirken durch Wisch-, Spritz-, und Brauchwasser	Wandflächen ohne Ablauf <sup>d</sup> , Bodenflächen ohne Ablauf: z.B. Badezimmer, Duschtassen. Bodenflächen in WC-Anlagen ohne Bodenablauf; Windfang	Feuchtigkeits-empfindliche <sup>a</sup> und Feuchtigkeits-unempfindliche <sup>b</sup>	Keine Abläufe erforderlich	Bei Fliesen-/keramischen Belägen: Ausführung gemäß ÖNORM B 3407 <sup>c</sup>
		Feuchtigkeits-empfindliche <sup>a</sup> tragende Teile		Abdichtung auf Rohbaueben gemäß vorliegender ÖNORM zuzüglich Verbundabdichtung bei Fliesen-/keramischen Belägen gemäß ÖNORM B3407
<b>W4 hohe Wasserbelastung</b> Flächen mit häufigem, länger anhaltendem Einwirken durch Wisch-, Spritz-, und Brauchwasser	Wandflächen mit Ablauf <sup>d</sup> , Bodenflächen mit Ablauf; z.B. Badezimmer, Duschen mit niveaugleichen Einbauteilen, Waschküchen. Bodenflächen in WC-Anlagen mit Bodenablauf	Ohne Gefälle in Rohbauebene zulässig, Gefälle in Gehbelageebene erforderlich	Bodenablauf in Gehbelageebene	
<sup>a</sup> feuchtigkeitsempfindliche Untergründe wie z.B. Gipswerkstoffe, Calciumsulfatestriche, Holzwerkstoffe <sup>b</sup> weitgehend feuchtigkeitsunempfindliche Untergründe wie z.B. Beton, zementbasierende Putze, zementgebundene mineralische Bauplatten <sup>c</sup> gilt für keramische Beläge; bei anderen Belägen sind zumindest gleichwertige Maßnahmen zu planen und auszuführen <sup>d</sup> Betrifft bodenebene Abläufe in Wandflächen, nicht betroffen sind geschlossene Abläufe wie z.B. Waschmaschinenabfluss, Waschbeckenabfluss.				

Durch die Tatsache, dass es sich bei der Holz-Massivbauweise in Brettsperholz um feuchtigkeitsempfindliche tragende Bauteile handelt, ist eine Abdichtung auf Rohbaueben vorzusehen.

### 3-1.4 FEUCHTRAUMABDICHTUNG AUF ROHBAUEBENE

#### 3-1.4.1 Arten der Feuchtraumabdichtung

Tabelle 6.2 Feuchtraumabdichtungen (in Anlehnung an ÖNROM B 3692:2014 Tabelle 9) gibt die wesentlichen Mindestqualitäten und -maßnahmen für die Abdichtung auf Rohbaueben an.

<i>Tabelle 3.2: Feuchtraumabdichtungen (in Anlehnung an ÖNORM B3692:2014 Tabelle 9) [69]</i>				
Materialien	W1	W2	W3	W4
	Mindestanzahl der Lagen und Mindestnenndicken			
Bitumenbahnen gemäß ÖNORM B 3665	-	-	1 Lage, 4mm	2 Lagen, 8mm
Kunststoff- Abdichtungsbahnen gemäß ÖNORM B 3664	-	-	1.2 mm	1.5 mm
KMB <sup>a</sup> gemäß ÖNORM EN 15814	-	-	4 mm	6 mm
Flüssigkunststoffe in Anlehnung an ETAG 005	-	-	1.8 mm	2.1 mm

Bei Verwendung von Bitumen-Kaltselbstklebebahnen darf die Nenndicke um 1mm reduziert werden. Diese ist thermisch entsprechend den Herstellervorschriften zu aktivieren.

<sup>a</sup> KMB – Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen

#### **Bitumenbahnen:**

Bitumenbahnen bestehen aus einer Trägereinlage aus Glasgewebe, Kunststoffvlies oder Kombinationen daraus. Diese ist mit Tränkmasse durchdrungen und ist mit einer Deckmasse aus Bitumen beschichtet. Die Oberflächen der Bitumenbahn sind mit feinkörnigen mineralischen Stoffen bestreut oder weisen eine Kaschierung aus leicht schmelzbaren Kunststofffolien oder Kunststoffvliesen auf. Bitumenbahnen können im Schweißverfahren als auch mittels Kaltverklebung verlegt werden [70].



**Abbildung 3.2: Abdichtungsbahn aus Polymerbitumen [71]**

## Kunststoff-Abdichtungsbahnen

Kunststoff-Abdichtungsbahnen können nach ihren Ausgangsstoffen in thermoplastische und elastomere eingeteilt werden.

Verschieden Kunststoffzusammensetzungen führen zu verschiedenen Eigenschaften der Abdichtungsbahnen. Die Verlegung erfolgt grundsätzlich immer einlagig [72].



Abbildung 3.3: Kunststoff-Abdichtungsbahn [73]

## KMB:

Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen sind leicht zu verarbeitende Abdichtungsmassen, die gerollt oder gespritzt werden können. Sie sind hochflexibel, dehnfähig und rissüberbrückend und in Ein- oder Zwei-Komponenten Ausführung erhältlich [74].

## Flüssigkunststoffe:

Flüssigkunststoffe werden vor Ort flüssig und nahtlos aufgetragen und bestehen aus einer oder mehreren Komponenten. Die Aushärtung erfolgt durch physikalische Trocknung und oder chemische Reaktion. Sie können durch Einlagen aus Glasfaser, Polyester oder ähnlichem armiert werden. Durch verschiedene Zusammensetzungen lassen sich verschiedene physikalische, chemische und technologische Eigenschaften erzielen [75].



Abbildung 3.4: Flüssigkunststoff mit Vlieseinlage [76]

In der Literatur werden für die Sekundärabdichtung im Holzbau geklebte Kunststoffbahnen oder Abdichtung mittels Bitumenbahnen vorgeschlagen [77].

## 3-1.5 UNTERGRÜNDE FÜR DEKORATIVE OBERFLÄCHEN

### Anforderungen

An den Untergrund zum Verlegen von Fliesen und ähnlichem werden laut ÖNORM B 3407 folgende Anforderungen gestellt:

- ebenflächig (Toleranzen nach ÖNORM DIN 18202),
- frei von Verunreinigungen,
- frei von Rissen,
- augenscheinlich trocken,
- mäßig rau,
- mäßig und möglichst gleichmäßig saugend und
- bauphysikalische- (Wärme, Feuchtigkeit, Schall) sowie statische Anforderungen müssen beachtet werden [78].

### Untergründe

Folgende Beispiele werden als Untergründe unter Beachtung des jeweiligen Einsatzbereiches angeführt:

- Putze gemäß ÖNORMEN B 3346 und EN 13914-1 und -2
- Gipsplatten gemäß ÖNORMEN B 3410, EN 520 und EN 15283
- zementgebundene Platten nach ÖNORM EN 12467
- Betonuntergründe (Mindestgüte C16/20) gemäß ÖNORM B 4710-1
- Estriche nach ÖNORM B 2232 und B 3732
- Ausgleichsmassen und Ausgleichsmörtel
- Trockenestriche gemäß ONR 23415
- Holzböden gemäß ÖNORM EN 13213
- Fliesenträgerplatten [78]

Obwohl Brettsperrholzplatten sehr formstabil sind, wird davon abgeraten, Fliesen oder vergleichbare Beläge direkt auf der Holzoberfläche zu verlegen. Um Zug- und Biegebeanspruchung aufgrund der Formänderung zu vermeiden, sollte die Massivholzplatte mit Fliesenträgerplatten oder Gipswerkstoffplatten beplankt werden um einen Bewegungsausgleich zwischen Nuttschicht und Brettsperrholz zu schaffen [79].

Laut Informationsdienst Holz - Merkblatt Bäder und Feuchträume im Holzbau und Trockenbau, können im Bereich der Verbundabdichtung folgende Gruppen von Flächenabdichtungsstoffen zum Einsatz kommen:

- Polymer- und Kunstharzdispersionen,
- Kunststoff-Zement-Mörtelkombination und
- Reaktionsharze.

Weiters besteht die Möglichkeit geeignete Flächenabdichtungen in Form von Bahnen und Folien auf Bitumen- oder Kunststoffbasis einzusetzen [80].

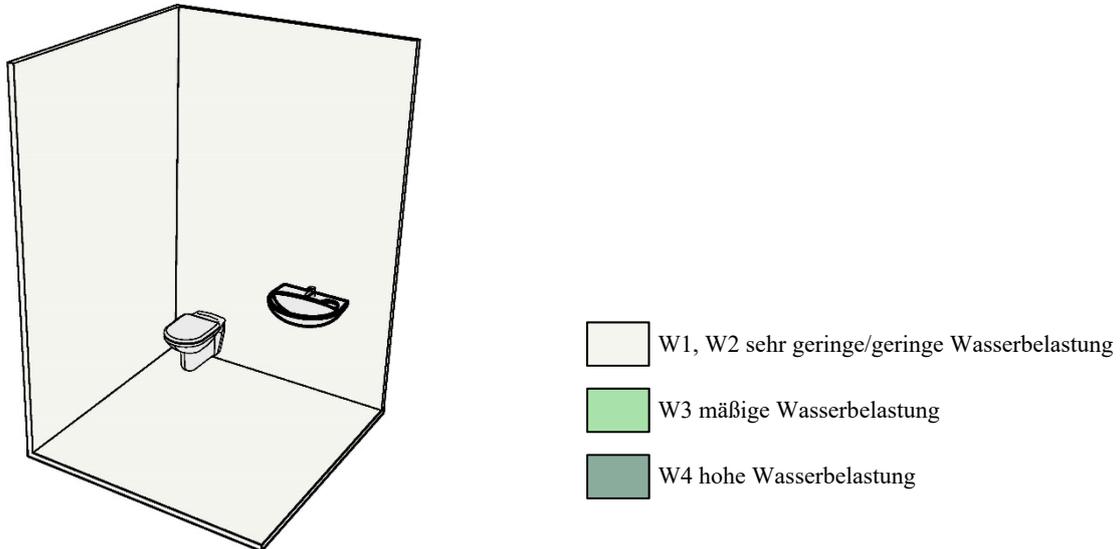
### 3-1.6 AUSFÜHRUNG

In Tabelle 3.1 wird auf die ÖNORM B3407 verwiesen. In Abschnitt 6.4 ist geregelt, wie Verbundabdichtungen in Bezug auf die Feuchtigkeitsbeanspruchung auszuführen sind.

- Bei allen Wandflächen im Spritzwasserbereich von Duschen und Badewannen ist eine Verbundabdichtung herzustellen die rundum 30 cm über diese Einbauten ragt. Können diese 30 [cm] nicht eingehalten werden, müssen vom Planer kapillARBrechende Maßnahmen in Form von Profilschienen oder ähnlichem getroffen werden.
- Über Wasserentnahmestellen ist die Verbundabdichtung 30 [cm] hinauszuführen wobei eine Mindesthöhe von 200 [cm] über der fertigen Fußbodenoberkante einzuhalten ist. Bei Wasserauslässen aus der Decke ist die Abdichtung bis zu dieser auszuführen.
- Die Verbundabdichtung ist auf der gesamten Bodenfläche auszuführen. Ein Hochzug mit Dichtband von 6 [cm] Höhe ist rundum (auch hinter Einbauteilen wie Badewanne und Duschtasse) herzustellen. Ist die Herstellung der Verbundabdichtung unter Einbauteilen aus konstruktiven Gründen nicht möglich, ist vom Planer eine Sonderkonstruktion vorzusehen.
- An allen vertikalen und horizontalen Innen- und Außenecken sowie Trennfugen im Abdichtungsbereich sind Dichtbänder zu verlegen. Stöße zwischen Dichtbändern und Dichtbandecken müssen eine Überlappung von 50 [mm] aufweisen.
- Bodenabläufe sind mit systemangepasstem Dichtflansch auszuführen. Diese müssen sich für die Einbindung in Verbundabdichtungen eignen.
- Ab Beanspruchungsklasse W4 sind feuchtigkeitsempfindliche Materialien (z.B. Gipswerkstoffe, Calciumsulfatestriche und Holzwerkstoffe) als Verlegeuntergrund für die Verbundabdichtung nicht zulässig [78].

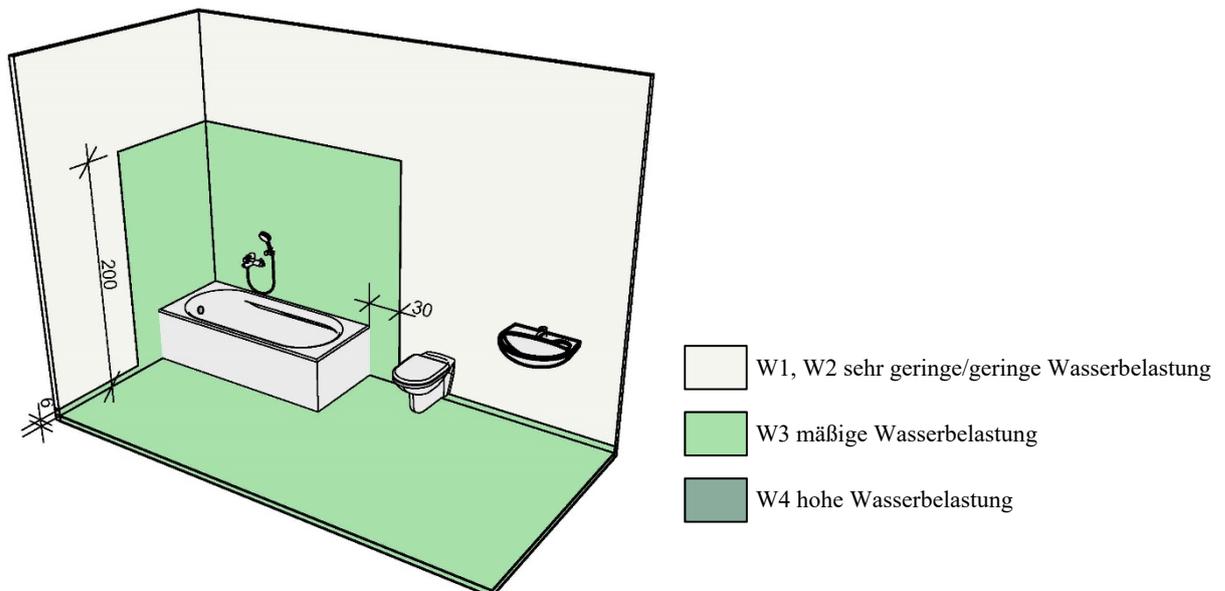
### Ausführungsbeispiele:

Die folgenden Abbildungen zeigen Ausführungsbeispiele für die Verbundabdichtung im Innenbereich unter Berücksichtigung der oben genannten Punkte und Tabelle 1.1.



**Abbildung 3.5: WC mit Waschbecken**

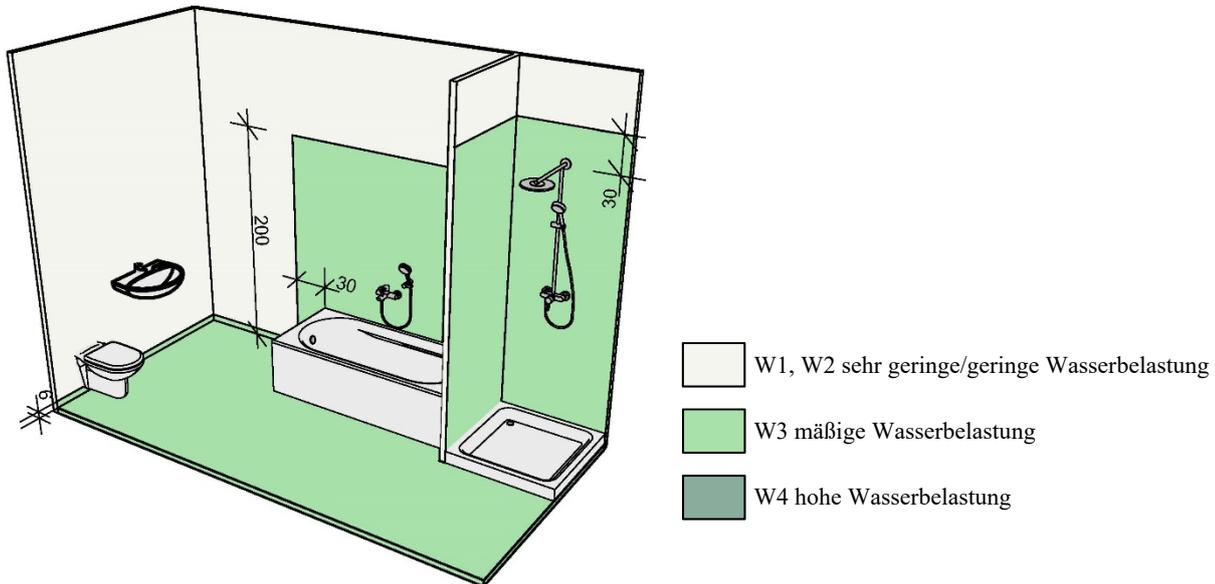
WCs fallen laut ÖNORM B3407 in die Feuchtigkeitsbeanspruchung W1. Somit sind für diesen Bereich keine besonderen Abdichtungsmaßnahmen nötig.



**Abbildung 3.6: Bad mit Badewanne**

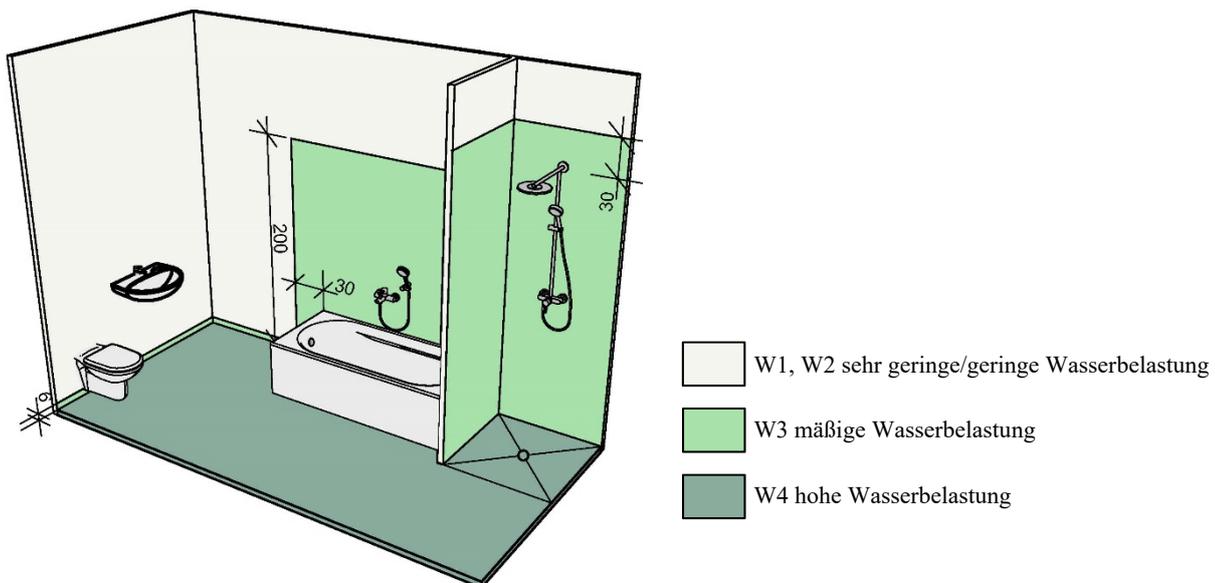
Da sich im Boden und in den Wandflächen keine bodenebenen Abläufe befinden, ist dieses Bad in die Feuchte-Beanspruchungsklasse W3 einzuordnen. Die Verbundabdichtung ist am Boden vollflächig auszuführen. Rundum muss diese 6 [cm] hochgezogen werden. An den Wandflächen im

Spritzwasserbereich der Badewanne ist die Abdichtung 30 [cm] über den Einbau hinauszuführen. Die Mindesthöhe beträgt 2 [m] über der fertigen Fußbodenoberkante.



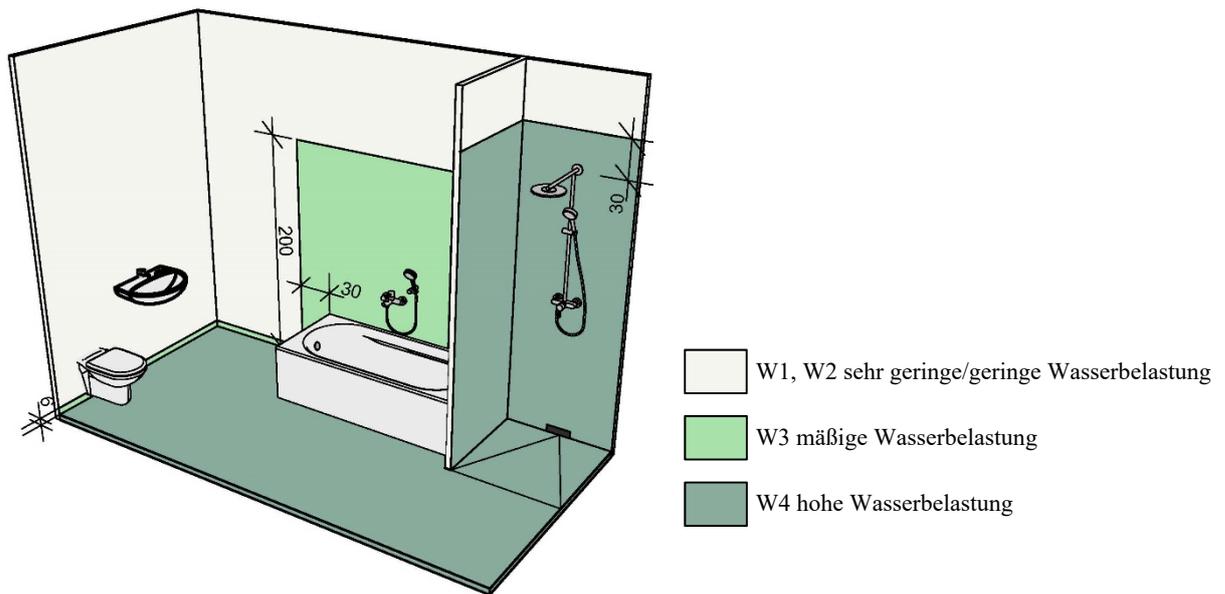
**Abbildung 3.7: Bad mit Badewanne und Dusche mit Duschtasse**

Alle Flächen des Bades sind wie in 3.6 der Beanspruchungsklasse W3 zugeordnet. Zu beachten ist, dass über der Wasserentnahmestelle der Dusche die Verbundabdichtung 30 [cm] über diese hinauszuführen ist.



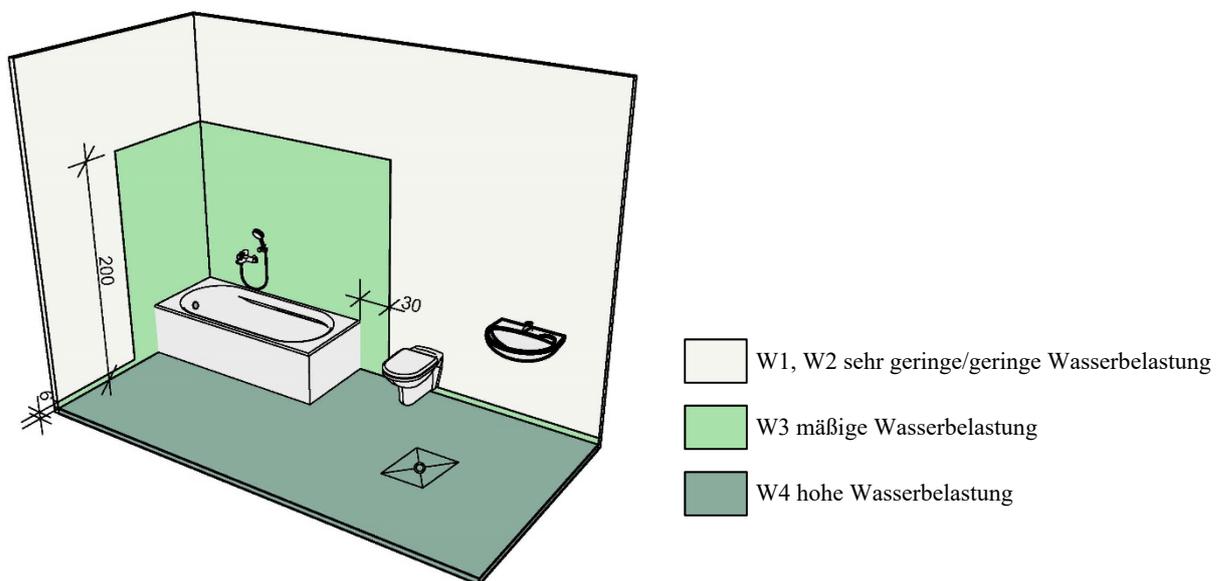
**Abbildung 3.8: Bad mit Badewanne und niveaugleicher Dusche ohne Duschtasse**

Durch die niveaugleiche Dusche ohne Duschtasse kommt es dazu, dass in die Bodenfläche ein Ablauf eingelassen wird. Dadurch ist der Boden der Kategorie W4 – hohe Wasserbelastung zuzuordnen.



**Abbildung 3.9: Bad mit Badewanne und niveaugleicher Dusche ohne Duschtasse, Ablauf in die Wand**

Da sich der niveaugleiche Ablauf in der Wandfläche befindet ist diese Ausführungsvariante, in die Beanspruchungsklasse W4 einzuordnen.



**Abbildung 3.10: Bad mit Badewanne, Bodenfläche besitzt niveaugleichen Ablauf**

Aufgrund des niveaugleichen Ablaufs ist die Bodenfläche der Beanspruchungsklasse W4 zuzuordnen.

### 3-1.7 FAZIT

Nassräume und Stellen an denen Wasser direkt in Berührung mit Holz kommen kann, stellen eine große Gefahr für die Dauerhaftigkeit der Konstruktion dar.

Tritt Wasser in größeren Mengen aus, z. B. durch einen Rohrbruch, wird dies oft schnell erkannt und es können größere Schäden an der Konstruktion verhindert werden. Sammelt sich jedoch Feuchtigkeit über einen längeren Zeitraum, z. B. durch eine undichte Fuge, in der Konstruktion, kann dies zur Zerstörung dieser führen und aufwändige Reparatur und Instandsetzungsmaßnahmen nach sich ziehen.

Die Normen zeigen, dass grundlegende Regeln für den Umgang mit auftretender Feuchtigkeit im Holzbau gegeben sind. Detaillierte Angaben zur Ausführung sind jedoch nur spärlich zu finden. Die verschiedenen Holzbauweisen wie Holz-Leichtbauweise oder Holz-Massivbauweise werden dabei nicht getrennt betrachtet. Zusammengefasst werden von den Normen folgende Maßnahmen zum Schutz der Holztragkonstruktion gefordert:

- In Badezimmern und Räumen mit ähnlicher Wasserbelastung ist eine Abdichtung auf Rohbauebene vorzusehen.
- An wasserführenden Leitungen darf kein Oberflächenkondensat entstehen.
- Wasserschäden müssen schnell, durch Feuchteindikatoren oder Inspektionsöffnungen, erkennbar sein.
- Bei einem Schadensereignis muss die Feuchtigkeit schnellst möglich abgeführt werden.

Dass der Schutz des Holzes vor Feuchtigkeit schon lange Thema ist, zeigt ein Ausschnitt aus der Wiener Bauordnung aus dem Jahr 1930. Paragraph 103 besagt:

*Die Verwendung von Holzdecken ist unzulässig unter Badezimmern, Waschküchen, Aborten sowie unter und über Räumen, in denen besondere Feuchtigkeit entwickelt wird [56].*

Durch das Wiener Wiederaufbaugesetz wurde dieser Paragraph im Jahr 1947 gelockert, wodurch die Verwendung von Holzdecken in Anschluss an Feuchträume erlaubt wurde, wenn Vorkehrungen gegen das Eindringen von Feuchtigkeit in das Holz getroffen wurden. Ab dem Jahr 1976 galten wieder die Bestimmungen aus dem Jahr 1930. Erst mit der Techniknovelle 2001 wurde das Gesetz wieder geändert und besagt, dass Holzdecken in den betreffenden Bereichen gegen Feuchtigkeit so abzudichten sind, dass keine schädlichen Einflüsse, die die Tragfähigkeit der Holzdecke gefährden, wirksam werden [81].

Bei exakter Planung unter Berücksichtigung der besonderen feuchtetechnischen Eigenschaften des Holzes ist es möglich, eine dauerhafte Funktionstüchtigkeit der Gesamtkonstruktion sicherzustellen, wenn wesentliche Detailpunkte wie Abdichtungen, Leitungsführung, Anschlüsse etc. sorgfältig ausgeführt werden und die Möglichkeit besteht, auftretende Schäden schnell erkennen und beheben zu können [13].



## 3-2 PATENTRECHERCHE

### 3-2.1 EINLEITUNG

Im Zuge der Patentrecherche wurde eine Vielzahl an Patenten, die sich mit den Themen Nasszelle, Vorfertigung und Holzbau auseinandersetzen betrachtet. Als Ergebnis werden fünf Patente aufgezeigt, angefangen vom Installationsblock, über zwei Kunststoff-Sanitärzellen als In-Raum-Lösung bis hin zu zwei komplett ausgestatteten Raumzellen aus Holzwerkstoffen.

### 3-2.2 PATENTE

#### Installationsblock

Die Offenlegungsschrift DE 19 13 516 A1 aus dem Jahr 1970 beinhaltet einen vorgefertigten Wandblock, welcher der Aufnahme von Installationsleitungen, insbesondere denen eines Wohnbaus, dienen soll. Anmelder ist die Ramm-bloc Systems GmbH.

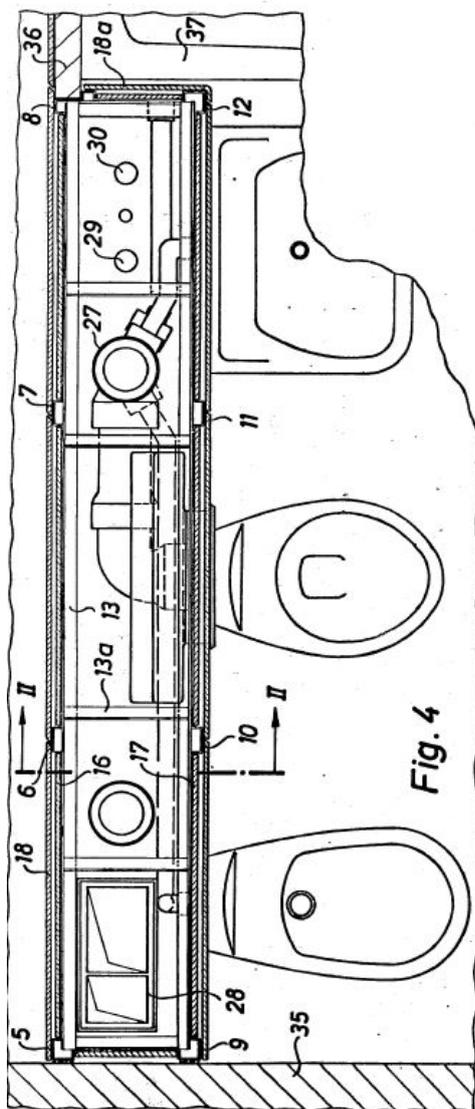


Abbildung 3.11: Draufsicht [82]

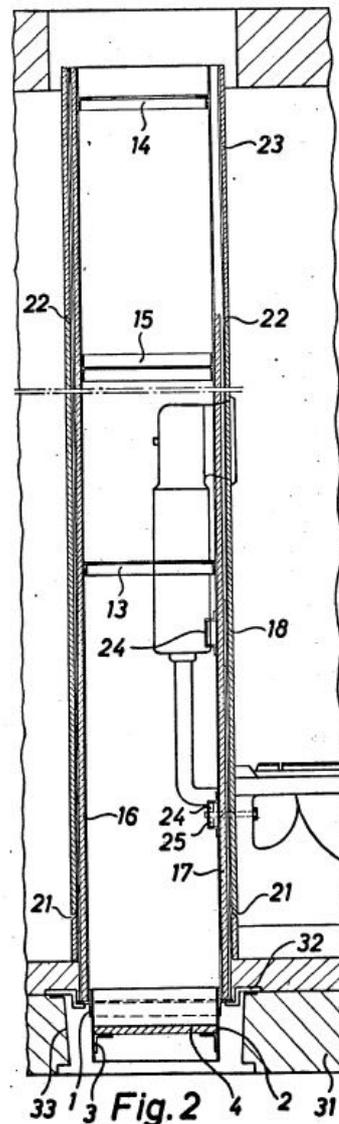


Abbildung 3.12: Schnitt [82]

Installationsblöcke sind selbsttragende Wand- oder Vorstellelemente und können halb- oder geschoßhoch ausgeführt werden. Sie enthalten sämtliche Ver- und Entsorgungsleitungen. Sanitärgegenstände können direkt an den Block angeschlossen werden. Der Einbau eines Sanitärblocks muss frühzeitig geplant werden, damit Räume und Sanitärobjekte danach ausgerichtet werden können [83].

Die vorrangigen Schutzansprüche des dargestellten Installationsblocks beziehen sich auf eine Belüftung desselben. Diese soll verhindern, dass sich im Inneren des Blocks Kondensat bilden kann, welches die Metallkonstruktion angreift. Weitere Ansprüche beziehen sich auf die allgemeine Konstruktion.

Der Installationsblock dient der Aufnahme von Installationsleitungen, wie Abflussrohr (27), Leitungen für Warm- (30) und Kaltwasser (29), Kamin (28) und weiteren. Sanitärgegenstände können direkt an vorbereiteten Anbringungsstellen mitsamt Anschlüssen montiert werden. Bis zu Rahmen „15“ ist der Block mit einem schalldämmenden Werkstoff ausgefüllt. Der Bereich oberhalb ist für Kontrollen, die Durchführung von Rohranschlüssen usw. zugänglich. Der Wandblock wird, wie in Abbildung 3.31 dargestellt, mit dem Fußteil (1) auf die am Boden befestigten Stützpratzen (32) aufgesetzt. Nummer (4) zeigt einen auf Winkelleisen (3) aufliegenden Boden. Die Öffnung im Boden ist durch eine Manschette begrenzt (33). So ist es möglich, sämtliche Wandblöcke von oben her einzusetzen. Der Installationsblock wird als Teil der Gebäudewand eingesetzt und wird durch die Wand „35“ (Abbildung 3.11 unten) und die Wand „36“ (Abbildung 3.11 oben) begrenzt. In die Nische, welche im Anschlussbereich mit Wand „36“ entsteht, ragt eine Badewanne (37). Die Verkleidung des Sanitärblocks ist mit Schrauben am Rahmen befestigt und lösbar. So sind die Installationsleitungen im Inneren durch Abnahme von Wandteilen leicht zugänglich. Da der eingefüllte, gebundene Schallschutzwerkstoff keine große Festigkeit besitzt, ist es möglich, diesen einfach zu entfernen und wieder zu ergänzen. So sind Wartungsarbeiten und Reparaturen ohne großen Aufwand möglich. Nach dem Montieren der Wandteile sind keine nachträglichen Arbeiten wie z.B. Maler-, oder Fliesenlegerarbeiten erforderlich. Wandteile können in verschiedenen Ausführungsvarianten angebracht werden [82].

Ein Forschungsbericht des Fraunhofer IRB Verlag mit dem Titel „Fertigteile in der Altbauerneuerung“ beschreibt den Einbau eines solchen Sanitärblocks der Ramm-bloc Systems GmbH. Voraussetzungen für den Einsatz des Sanitärblocks ist die im Boden eingegossene Manschette, auf die der Block aufgesetzt wird. Die Verbindung der in den Blöcken befindlichen Installationsleitungen erfolgt über Langmuffen und Langgewinde. Eine Druckprüfung sämtlicher Leitungen wird im Werk sowie auf der Baustelle durchgeführt. Für den Einbau sind zwei Mann, in etwa 1,5 Stunden beschäftigt [84].

### Zusammengesetzte Sanitärzelle

Die Ahlmann-Sanitär- und Kunststofftechnik GmbH meldete im Jahr 1977 das Patent auf einen vorgefertigten, verfliessten Nassraum an. Die betrachtete Offenlegungsschrift hat die Nummer DE 27 01 904 A1.

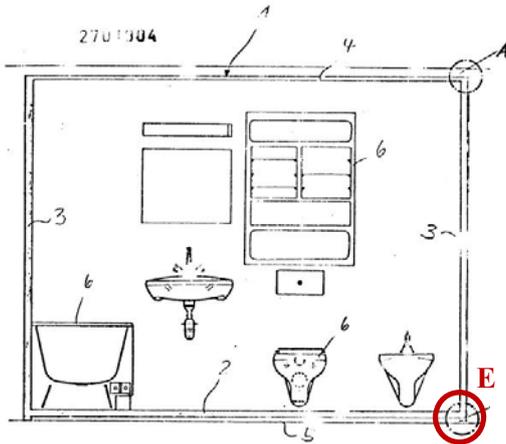


Abbildung 3.13: Vertikalschnitt [85]

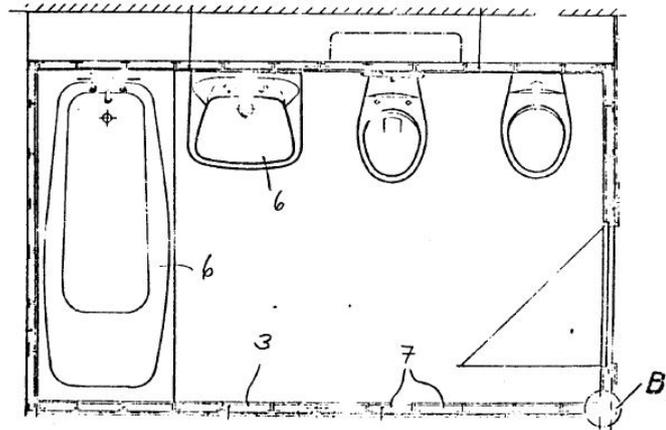


Abbildung 3.14: Horizontalschnitt [85]

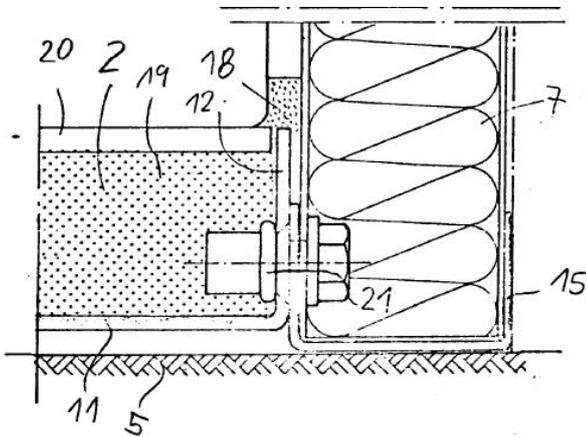


Abbildung 3.15: Detail E [85]

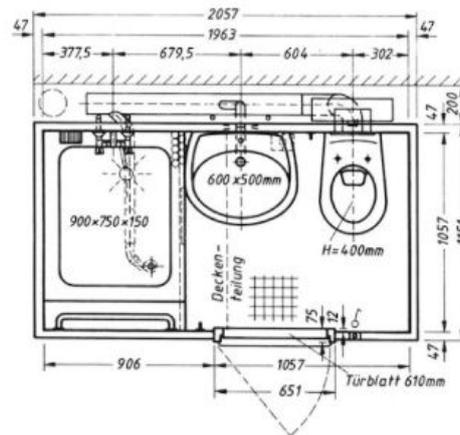


Abbildung 3.16: Sanitärzelle Badinet-S [83]

Zusammengesetzte Sanitärzellen bestehen aus mehreren, vorgefertigten Elementen. Sie werden als komfortable, platzsparende Bäder eingesetzt, wobei ihr Fokus auf der Modernisierung von Altbauten liegt [83].

Das vorliegende Patent bezieht sich auf einen vorgefertigten, verfliesen Nassraum, der dadurch gekennzeichnet ist, dass die Seitenwände (3) aus einer Vielzahl von Wandteilen (7) bestehen. Verbunden werden die einzelnen Wandteile über flanschartige Verbindungen. Die Bodenwand (2) ist wannenartig ausgebildet, die Deckenwand (4) plattenartig. Die Wandteile sind mit der Boden- und Deckenwand über Abschlussprofile (15) verbunden. Die Seitenwände werden so verfliesen, dass zwischen Decken- bzw. Boden- und Seitenwand eine Fuge (18) verbleibt. Diese wird mittels eines geeigneten, dauerelastischen Dichtungsmittels verschlossen. Am Einbauplatz stehen nur die Seitenwände auf dem Boden auf. Die Bodenwand wird seitlich an der Seitenwand befestigt. Das hat den Vorteil, dass Unebenheiten des Rohbaus ausgeglichen werden und die Höhenlage der Bodenwand je nach Anforderung in der Höhe angepasst werden kann. Die Seitenwandteile bestehen aus verzinktem Stahlblech, die Bodenwand aus rohem und die Deckenwand aus kunststoffbeschichtetem Stahlblech [85].

Die einzelnen Wandteile werden bereits im Werk vollständig verfliesen und mit sämtlichen Einrichtungen ausgestattet. Auf der Baustelle werden die einzelnen Wandteile zusammengefügt und an das Hausleitungsnetz angeschlossen [85]. Bauseitige Voraussetzungen für den Einbau einer solche Sanitärzelle sind ein ebener Fußbodenunterbau sowie ein Deckendurchbruch für die Vertikalleitungen. Durch die elementierte Bauweise können verschiedenen Nassraumgrößen angeboten werden. Diese besitzen ein Gesamtgewicht von 400 bis 1100 [kg], wobei das Gewicht eines Einzelelements nicht höher als 80 [kg] ist. Die Elemente sind austauschbar und durch das Herausnehmen einzelner Wand- oder Deckenelemente sind Revisionsarbeiten möglich [84].

Abbildung 3.16 zeigt das „Badinet-S“, welches aus zehn Elementen besteht. Sanitärgegenstände wie Waschbecken, Dusche, WC sind ebenso wie anderes Zubehör (Spiegel, Papierrollenhalter, Licht etc.) vorinstalliert. Zu-, Ablauf- und Elektroinstallationen sind ebenfalls integriert. Die Einheit benötigt eine Stellfläche von 2,8 [m<sup>2</sup>] bei einem Gewicht von etwa 200 [kg/m<sup>2</sup>]. Vorgesehen ist das „Badinet-S“ für kleine Wohnungen, Hotels, Studentenwohnanlagen oder Altenheime. Aufgrund der kompakten Ausführung können jedoch die Maß- und Ausstattungsanforderungen nach DIN 180220 nicht eingehalten werden [83].

### Monolitische Kunststoff Sanitärzelle

Die Erfindung mit der Patentnummer DT 24 29 531 A1 aus dem Jahr 1974 betrifft eine raumgroße Sanitärzelle aus Kunststoff inklusive des Verfahrens und der Vorrichtung zum Herstellen derselben. Anmelder des Patents ist Hans Günter Möller.

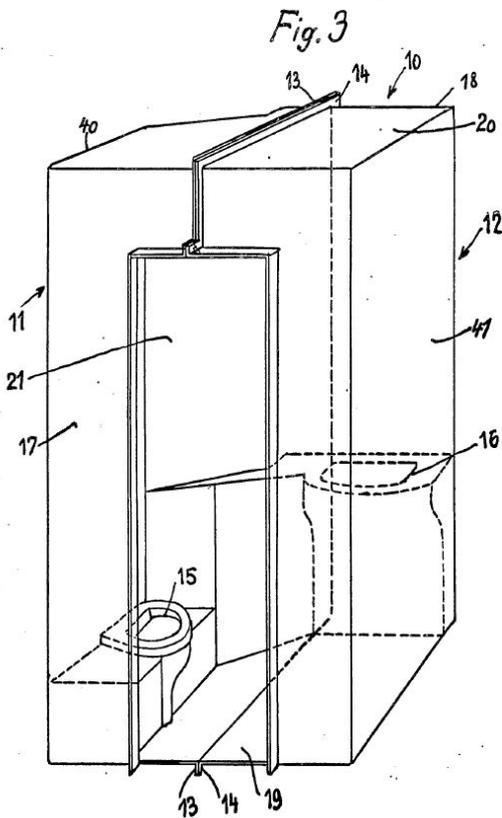


Abbildung 3.18: Perspektive Sanitärzelle [86]

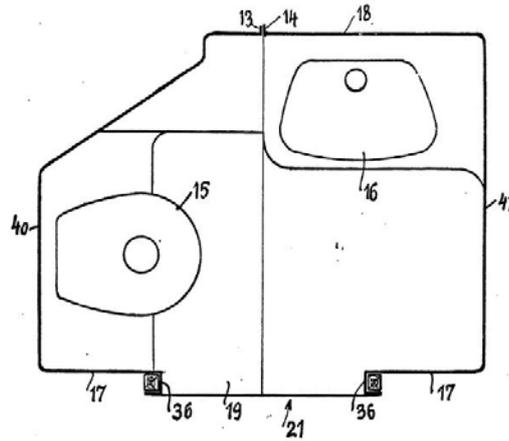


Abbildung 3.17: Horizontalschnitt [86]

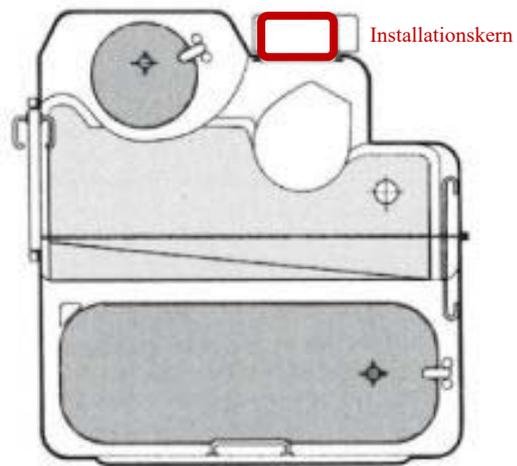


Abbildung 3.19: Möller Modell Tahiti [86]

Monolithische Sanitärzellen sind voll installierte Raumzellen, welche komplett mit allen Sanitäreinrichtungen ausgestattet sind. Kunststoffvoll- oder Halbzellen besitzen ein Gewicht von 150 bis 300 [kg]. Wahl- oder Austauschmöglichkeiten innerhalb der Einheit sind nicht möglich. Halbzellen wurden besonders für die Montage in Altbauten entwickelt [83].

Die Sanitärzellen werden zumeist aus zwei Raumhälften hergestellt. Eine thermoplastische Kunststoffplatte wird tiefgezogen, wobei alle Sanitäreinrichtungen und Einbauten wie z.B. Duschwanne, Badewanne, WC-Becken, Fächer, Vertiefungen und Vorsprünge eingeformt werden. Nach dem Formen werden die beiden Hälften z.B. durch Verklebung miteinander verbunden [86]. Das vorliegende Patent gibt keinerlei Auskunft über die Leitungsführung oder den Anschluss an die bestehende Hausinstallation.

Der Forschungsbericht des Fraunhofer IRB Verlags gibt Aufschluss auf die Montagebedingungen der monolithischen Raumzelle der Hans-Günther Möller GmbH & Co KG. Die Zellen werden als gesamte Raumzelle, bei größeren Einheiten aber auch zwei- oder vierteilig geliefert. Die Teilung hat speziell in der Altbauanierung Vorteile, da die einzelnen Teile durch bestehende Türen passen und per Hand transportfähig sein müssen. So ist das Gewicht eines Raumzellenteiles auf maximal 50 [kg] beschränkt. Das Gesamtgewicht einer fertig installierten Zelle beträgt ohne Außenbekleidung 150 bis 200 [kg]. Die Einheiten bestehen aus einer Acryl-GFK-Schale und sind ab Werk mit allen Sanitärgegenständen, Leitungen und Elektroinstallationen ausgestattet. Die Standard-Innenfarbe Weiß kann bei der Bestellung größerer Stückzahlen geändert werden. Die Außenbekleidung des Raumkörpers ist je nach Ansprüchen und Wunsch frei wählbar. Die Montagezeit mit zwei Monteuren beträgt in etwa zwei Stunden pro Einheit. Die Sanitärzelle wird an das bestehende Ver- und Versorgungsnetz angeschlossen. Der in Abbildung 3.19 rot hervorgehobene Bereich markiert den Installationskern der Zelle. Je nach Zellentyp ist auf den vorgegebenen Einbau- und Montagespielraum zu achten. Je nach gewählter Außenbekleidung und Art des Einbaus gestalten sich Erhaltungs- und Wartungsarbeiten unterschiedlich, jedoch sind Revisions- und Reparaturmöglichkeiten an Leitungen durch Kontrollklappen möglich. Abbildung 3.20 zeigt verschiedene Ausführungen der Möller Sanitärzelle.

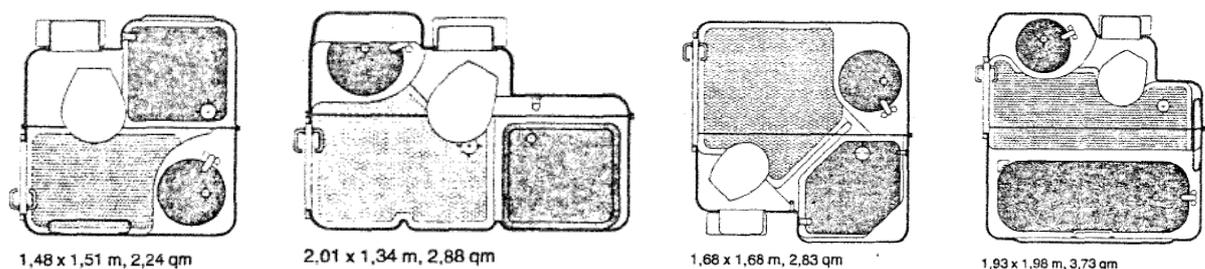


Abbildung 3.20: Modellpalette Möller; Elba, Azur, Malta, Tahiti (von links nach rechts) [84]

### Hochinstallierte Raumzelle aus Holz und Holzwerkstoffen

Das an der Technischen Universität Dresden entwickelte Patent aus dem Jahr 1998 beschreibt eine Raumzelle aus Holz und Holzwerkstoffen. Durch ihre Form ist sie speziell für hochinstallierte Gebäudebereiche wie Küche, WC oder Badezimmer geeignet.

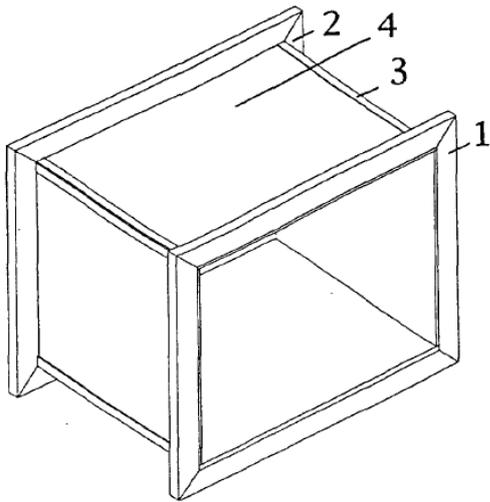


Abbildung 3.21: Perspektivische Raumzelle [87]

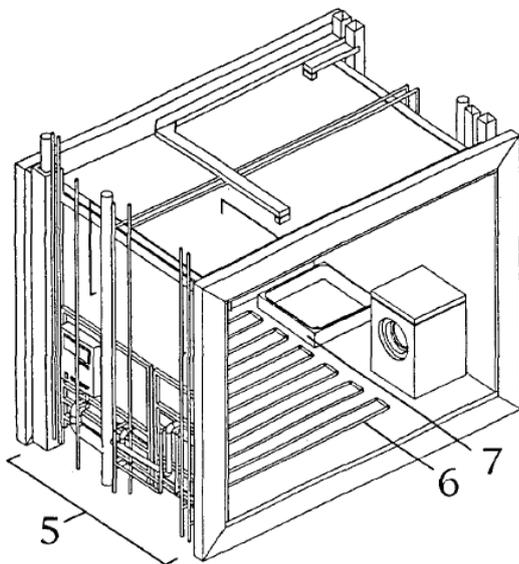


Abbildung 3.22: Perspektivische Raumzelle mit Installationen [87]

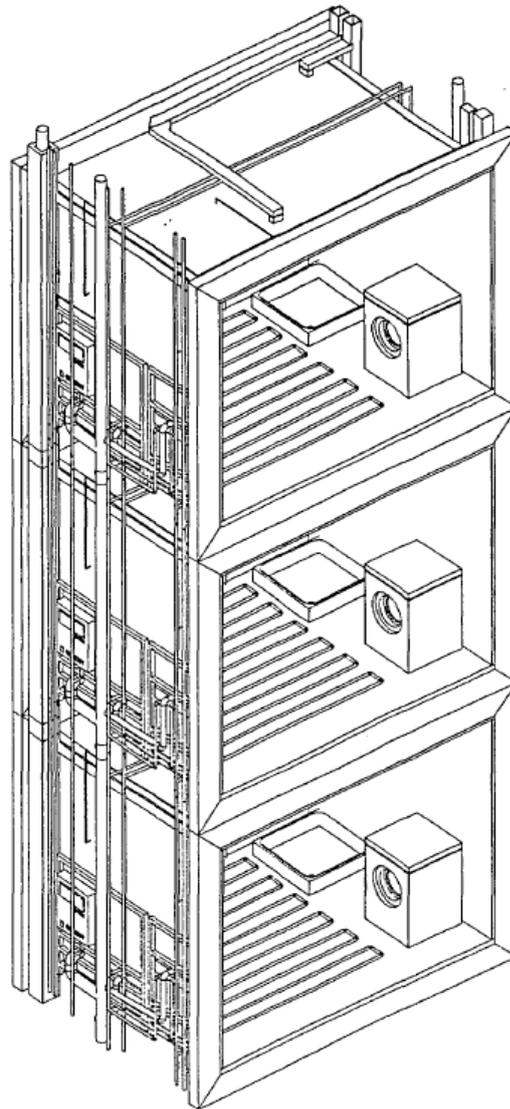


Abbildung 3.23: Beispiel Anwendung als Installationskern [87]

Die Raumzellenkonstruktion ist für den Einbau in Gebäuden mit unterschiedlichen Holzbauweisen geeignet und ist für hochinstallierte Gebäudebereiche wie Küche, WC oder Bad vorgesehen. Die Raumzelle bildet einen vorgefertigten Haustechnik-Kern, an den weniger installierte Nutzungsbereiche wie etwa Büroräume oder Wohnbereiche in konventionellen Holzbauweisen ergänzt werden können. Die primäre Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine genügend hebe- und fördersteife Raumzelle aus Holz und Holzwerkstoffen zu erhalten, damit die Raumzelle werkseitig in höchstmöglichem Grad (z.B. geflieste und endmontierte WC- und Badbereiche) vorgefertigt werden kann. Die Erfindung geht davon aus, dass mindestens zwei Rahmen (1 und 2) mit biegesteifen Eckverbindungen vorhanden sind. Diese werden mit Holzwerkstoffplatten (4) kraftschlüssig miteinander verbunden. Die Platten können je nach Bedarf mit Öffnungen versehen werden. Die Rahmenecken der Platten sind mit einem L-Profil aus Stahl (3) miteinander verbunden. Das Patent geht davon aus, dass auch die konventionell ergänzten Gebäudeteile in Holzbauweise errichtet werden und es somit zu keinen Bauteilspannungen und Höhendifferenzen im Anschlussbereich aufgrund von unterschiedlichen Verformungsverhalten aus unterschiedlichen Baustoffen kommt. So wird das Potential von Fugen- und Bauteilschäden gering gehalten. Die Form der Konstruktion erlaubt es auf kostenintensive und wohnflächenreduzierende raumseitige Installationsschächte und Installationswände zu verzichten. Alle haustechnischen Leitungs- und Rohrinstallationen können in der Tragwerksebene geführt werden, wie in Abbildung 3.22 und 3.23 ersichtlich. Wartungs- oder Reparaturarbeiten können bei überlegter Oberflächengestaltung (demontierbare Verkleidungen) einfach von außen erfolgen. Dies hat den Vorteil, dass es raumseitig zu keinen Oberflächenbeschädigungen von Fliesenbelägen etc. kommt. Die Erfindung sieht vor, dass die Stapelung der Raumzellen gleich zu Beginn der Montagearbeiten erfolgt. Darauf folgend werden die Bauteile des konventionellen Holzbaus um den Installationskern gruppiert.

### Raumzelle in Holzbauweise

Die Gebrauchsmusterschrift DE 200 18 768 U1 aus dem Jahr 2001 befasst sich mit einer Raumzelle in Holzbauweise zur Unterbringung eines Bad- und Küchenbereichs. Anmelder ist die HEW Modulbau GmbH.

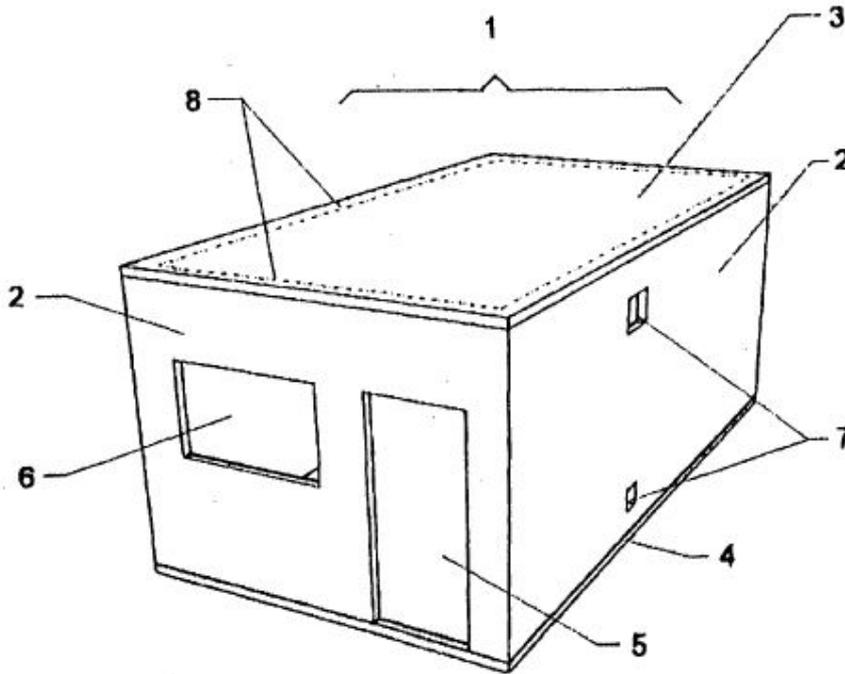


Abbildung 3.24: Perspektive Raumzelle [88]

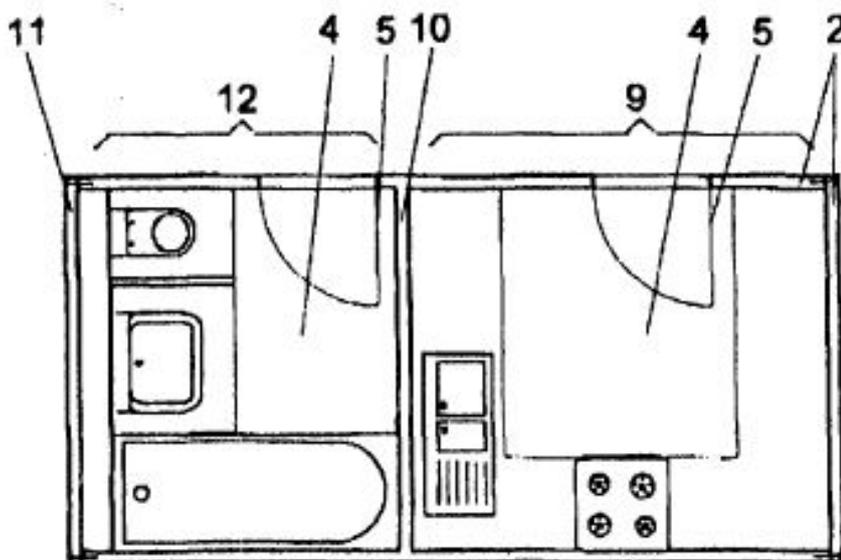
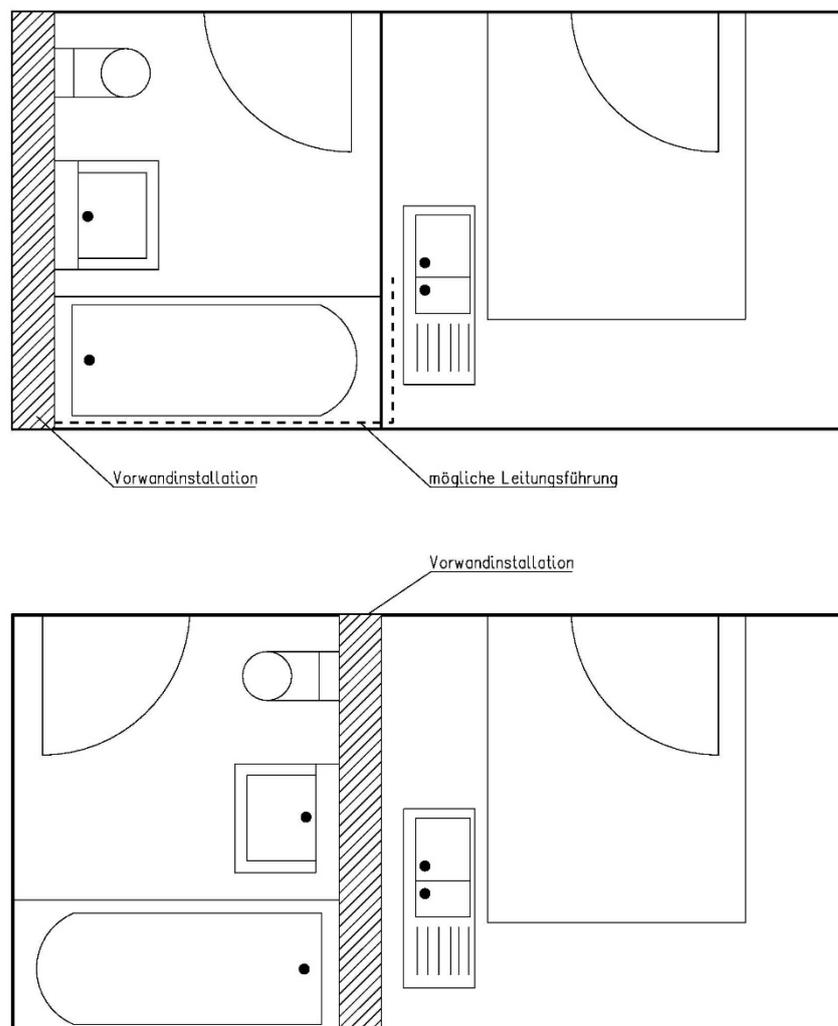


Abbildung 3.25: Horizontalschnitt Sanitärzelle [88]

Die Raumzelle ist dadurch gekennzeichnet, dass Fußboden (4), Decke (3) und Wände (2) aus je einer Brettsperrholzplatte bestehen. Die Zelle weist Öffnungen für mindestens eine Tür, ein Fenster und notwendige Installationen auf. Die verwendete Brettsperrholzplatte ist ein mindestens dreilagiges, 70 bis 400 [mm] starkes, bis 16500 [mm] langes und 3000 [mm] breites Holzbauteil. Um Winddichtheit zu erreichen ist die Platte laut Patent fünfplagig auszuführen. Wände, Decke und Boden der Raumzelle sind mit metallischen Holzverbindern verbunden. Die Raumzelle ist dafür vorgesehen, einen Bad-, WC- (12) und Küchenbereich (9) aufzunehmen. Dafür wird die Raumzelle mit einer Trennwand (10) versehen. Alle Leitungen werden in einer Vorwandinstallation (11) geführt [88].

Betrachtet man den Horizontalschnitt der Sanitärzelle in Abbildung 3.25, so zeigt sich, dass das Konzept nicht ganz ausgereift ist. Einerseits stimmen Perspektiven (Abbildung 3.24) nicht überein, andererseits ist die Anordnung der Vorwandinstallation und der sich daraus ergebenden Aufstellung der Sanitäröbekte nicht optimal gelöst. Abbildung 3.26 soll einen möglichen Verbesserungsvorschlag in der Grundrissgestaltung und Leitungsführung zeigen. Setzt man die Installationswand zwischen Bad und Küche, so erhält man eine Installation die gänzlich ohne horizontale Leitungen außerhalb der Installationswand auskommt.



**Abbildung 3.26: Verbesserungsvorschlag – Variante Gebrauchsmuster (oben) und neue Variante (unten)**

## 3-3 AUSFÜHRUNGSBEISPIEL

### 3-3.1 EINLEITUNG

Die modulare Bauweise mit Raumzellen in Holz-Massivbauweise zeichnet sich dadurch aus, dass ganze Räume bezugsfertig im Werk vorgefertigt werden können, auf die Baustelle transportiert werden und dort nur noch versetzt werden müssen. Nach geringen Modifikationen vor Ort sind die Raumzellen bezugsbereit. Daraus resultiert eine kürzere Bauzeit was gleichzeitig zu einer Verringerung der Baukosten führen kann. Durch die Fertigung im Werk ist die Produktion bei gleichbleibenden Bedingungen möglich. Dieser Umstand ermöglicht eine hohe Ausführungsqualität. Raumzellen können einen Raum für sich darstellen, aber auch so mit anderen gekoppelt werden, dass größere Räume entstehen. Dadurch wird die modulare Bauweise mit Raumzellen in Holz-Massivbauweise zu einem flexiblen und vielseitigen Bausystem.

Auf Basis der erlangten Erkenntnisse soll nun eine Raumzelle in Holz-Massivbau mit Brettsperholz mit inkludierter Nasszelle konzeptioniert werden. Ziel der folgenden Sanitärplanung ist es, das Schadenspotenzial durch wasserführende Leitungen zu minimieren und die Leitungsführung in Hinblick auf Leitungslänge und Leitungsführung zu optimieren. Ein wichtiger Punkt hierbei ist, auftretende Schäden schnellst möglich zu erkennen, damit das Tragwerk und andere Bauteile vor den negativen Auswirkungen eines Schadensereignisses verschont bleiben. Als Grundlage für die Sanitärplanung wird eine Raumzelle des Studentenwohnheims WOODIE der Firma Kaufmann Bausysteme herangezogen.

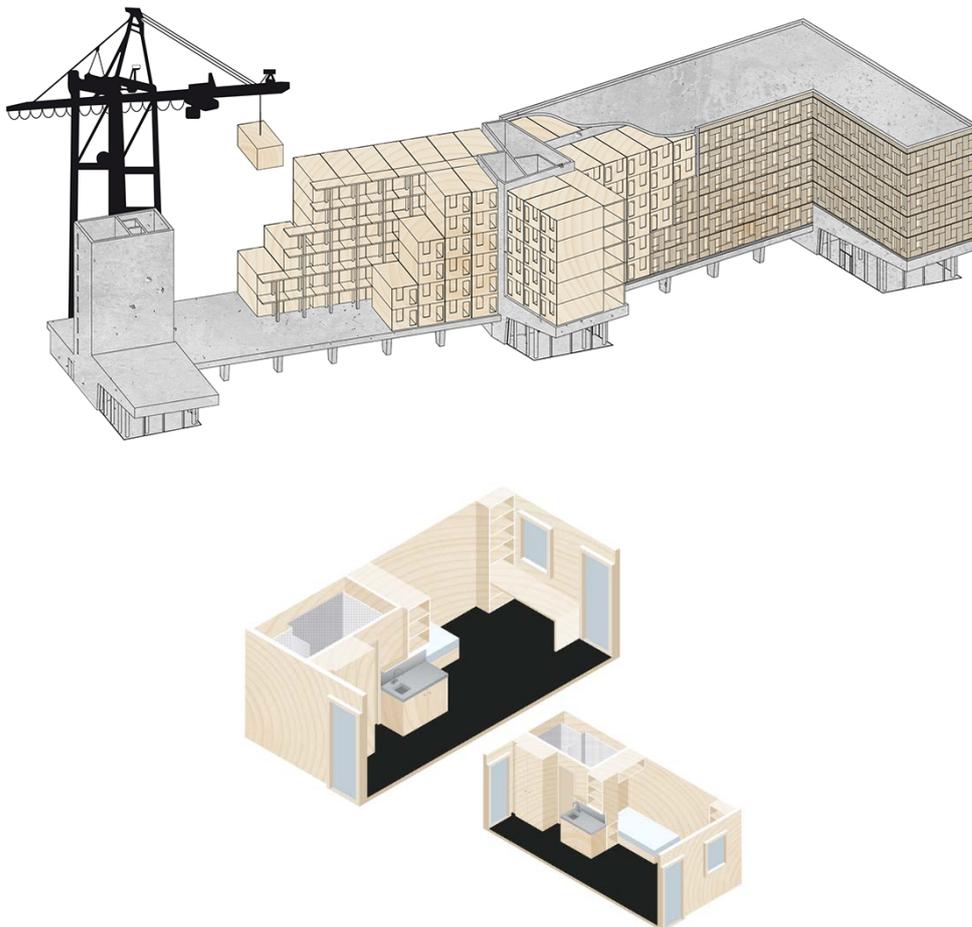


Abbildung 3.27: WOODIE Hamburg – Übersicht und Raumzelle [89]

### 3-3.1.1 Planungsgrundsätze

Um die geforderten Ziele zu erreichen sind einige Planungsgrundsätze zu beachten. Diese beinhalten nicht nur die sechs Grundprinzipien nach G. Hausladen, sondern auch die Forderung nach einem Modul und Raster. Diesem soll nicht nur die Konstruktion, sondern auch die Installationen untergeordnet werden. Außerdem ist der Grundsatz zu beachten, dass ausnahmslos keine Leitungen im Fußbodenaufbau geführt werden.

#### Keine horizontalen Leitungen im Fußbodenaufbau

Leitungen im Fußbodenaufbau haben den Nachteil, dass sie nicht zugänglich und somit nicht kontrollierbar sind. Das hat zur Folge, dass etwaige Schäden an wasserführenden Leitungen nicht rechtzeitig erkannt werden können wodurch ein hohes Gefahrenpotential für die Konstruktion entsteht. Deshalb gilt für die vorliegende Arbeit der Grundsatz, dass die Leitungsführung im Fußbodenaufbau untersagt ist.

#### Modul und Raster

Als Modul bezeichnet man das Grundmaß für ein geometrischer Ordnungssystem. Ein Anfangs definierter Grundmodul [M] stellt die Basis für den gesamten Bauverlauf von Planung bis Montage dar. Alle weiteren Abmessungen leiten sich vom Grundmodul [M] ab. Der Multimodul ist ein Vielfaches des Grundmoduls. Der Strukturmodul bezeichnet ein Vielfaches des Multimoduls und beschreibt zum Beispiel die Abmessungen der Tragstruktur, was im Fall der Raumzellenbauweise die Raumzelle an sich darstellt. Der Submodul bezeichnet eine Teilung des Grundmoduls. Gängige und international anerkannte Grundmoduln sind 100 [mm] und 4 [inch] [90]. Abbildung 3.28 zeigt den Zusammenhang zwischen Grund-, Multi-, und Strukturmodul.

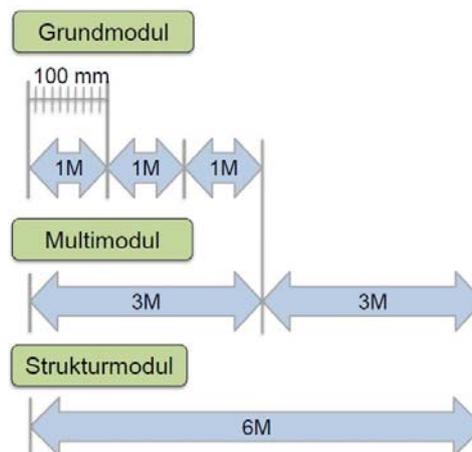


Abbildung 3.28: Zusammenhang Grund-, Multi-, und Strukturmodul [91]

Aus dem Grundmodul [M] ergeben sich nicht nur die Abmessungen von Bauteilen usw., sondern auch ein Rastermaß. Wie auch bei den Moduln kann das Rastermaß dem Grundmodul [M] entsprechen, ein Vielfaches oder eine Teilung davon sein. Durch das Raster ist es möglich, Bauteile hinsichtlich ihrer Lage und Dimension genau zuzuordnen und untereinander zu koordinieren. Durch die Einhaltung des Grundmaßes [M] ist es möglich, mehrere Raster mit verschiedenen Rastermaßen übereinanderzulegen, ohne dass diese den Bezug zueinander verlieren [90].

Durch die Einführung eines Grundmoduls [M] soll gewährleistet sein, dass Konstruktion und Gebäudetechnik optimal untereinander koordiniert werden können. Durch die Einführung eines auf den Grundmodul bezogenen Sanitärmoduls wird sichergestellt, dass auch die Leitungen in definierten Zonen verlegt werden müssen. Dadurch entsteht ein geordnetes und übersichtliches Leitungsnetz.

## Die sechs Grundprinzipien nach G. Hausladen [92]

### Grundprinzip 1: zentrale Trassenführung

Alle vertikalen Ver- und Entsorgungsleitungen werden gebündelt in einem zentralen Schacht geführt, die horizontale Leitungsführung erfolgt ebenfalls gebündelt.

Für den Raumzellenbau in Holz-Massivbauweise bietet sich eine vertikale Gebäudeerschließung an, wie in Abbildung 3.29 dargestellt. Hierbei wird die horizontale Verteilung im Kellergeschoß vorgenommen. Vor jedem „Raumzellenturm“ ist ein eigener Schacht angeordnet, der der Ver- und Entsorgung der übereinanderliegenden Zellen zugeordnet ist. Kurze horizontale Leitungen verteilen die Medien in der Raumzelle. Es ist anzustreben, dass Verbraucher unweit des Schachtes angeordnet werden. Dies schafft eine strenge Zonierung der installierten Flächen und vermindert Rohrleitungslängen.

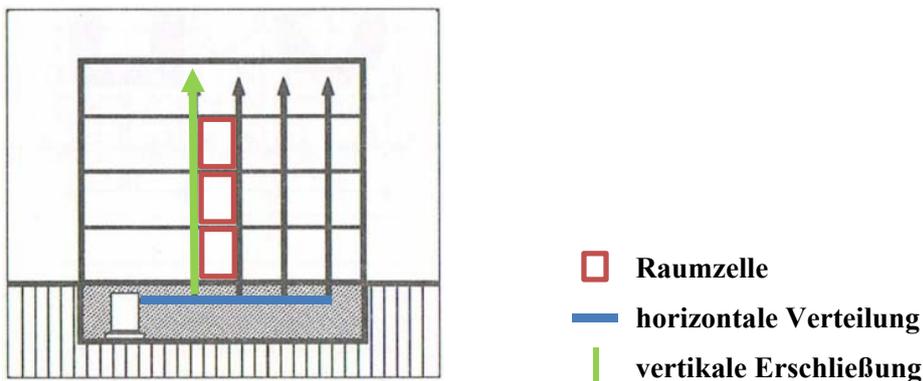


Abbildung 3.29: vertikale Gebäudeerschließung [64]

### Grundprinzip 2: Trennung und Entkoppelung der Installationen von Tragwerk und Ausbau

Die Installationen sind von Tragwerk und Ausbauelementen weitgehend zu trennen und zu entkoppeln. Die Leitungsführung in der Konstruktion oder leicht veränderbaren Ausbauelementen ist zu vermeiden. Weiters sind Rohre und Leitungen reversibel miteinander zu verbinden.

So kann zum Beispiel der Schacht als eigenständiges, von der Tragstruktur entkoppeltes Element eingesetzt werden (Abbildung 3.30). Spätere Arbeiten daran beeinflussen die Tragstruktur nicht und Leitungsteile können einfach repariert, erneuert oder ausgetauscht werden. Für die horizontale Verteilung in der Raumzelle können Leitungen in einer Vorsatzschale geführt werden. Aufgrund der geringen Wandstärken in der Massivholzbauweise mit Brettsperrholz ist es nicht ratsam, die Brettsperrholztragstruktur einzuschlitzen und die Leitungen in diesen Schlitzen zu verlegen. Zum einen widerspricht dies dem gerade betrachteten Grundprinzip, zum anderen führt das Schlitzeln zu einer Verringerung der Tragfähigkeit.

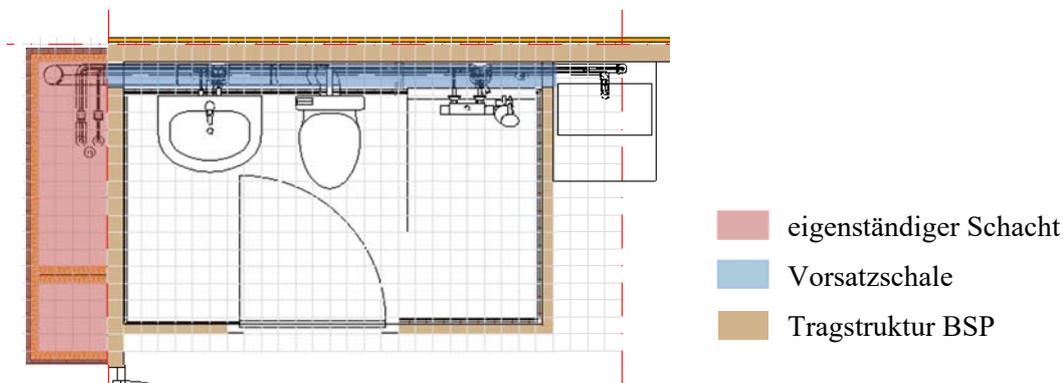
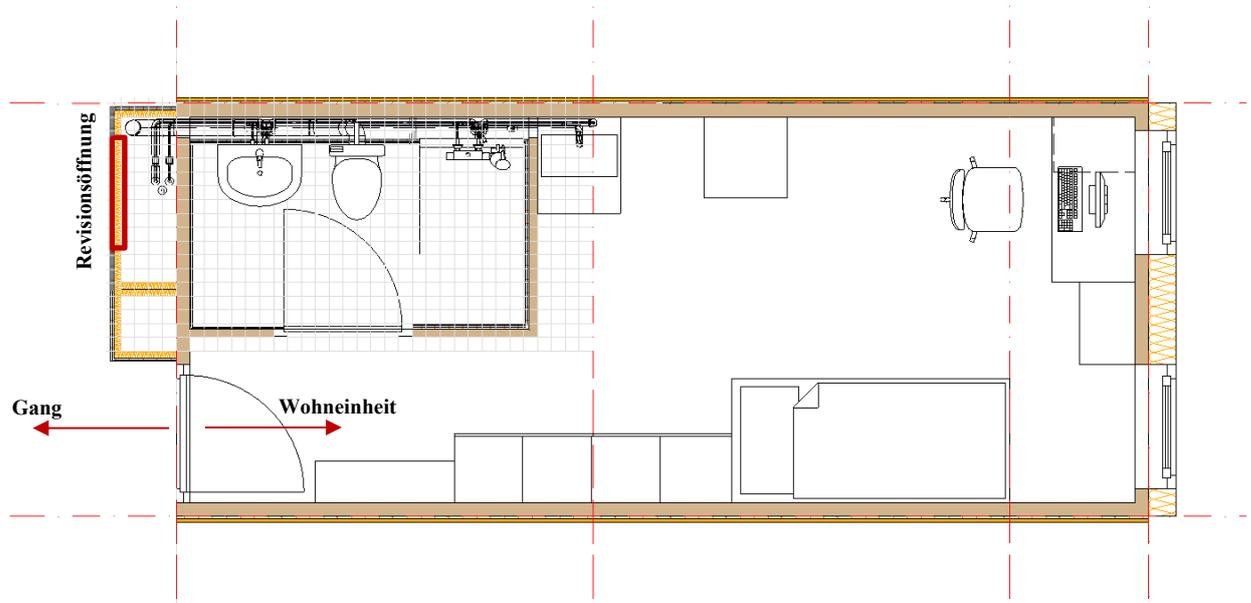


Abbildung 3.30: Trennung Installationen und Tragwerk

### Grundprinzip 3: dauerhafte Zugänglichkeit

Die dauerhafte Zugänglichkeit ermöglicht eine einfache Wartung sowie den Aus- und Einbau von Leitungen ohne Beeinträchtigung angrenzender Bauteile.

Hierzu sind ausreichend große und gut erreichbare Revisionsöffnungen vorzusehen. Eine durchdachte Platzierung von installierten Zonen kann die dauerhafte Zugänglichkeit erleichtern. Wird zum Beispiel der Schacht außerhalb der Wohneinheit angebracht, wie in Abbildung 3.31 gezeigt, kann dieser jederzeit, unabhängig vom Bewohner, geöffnet werden.

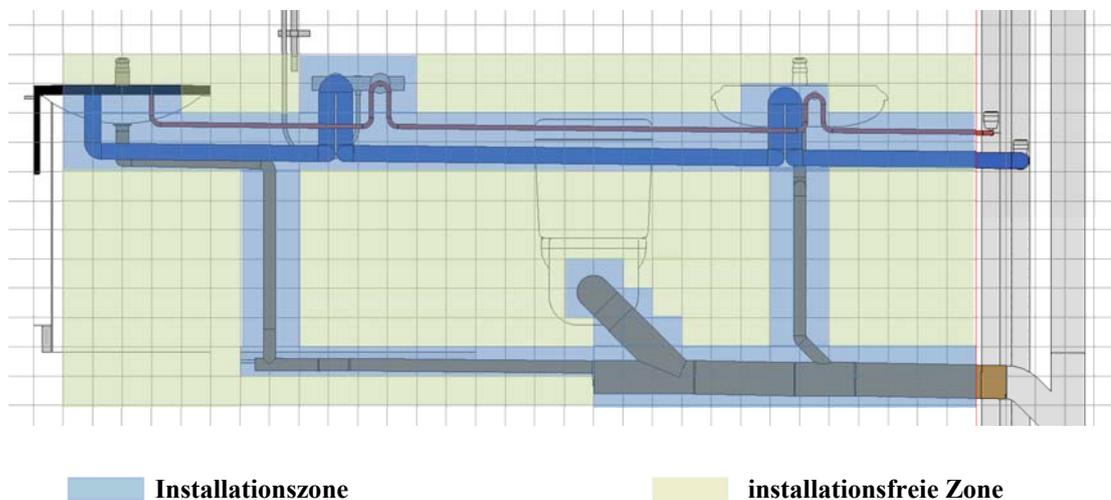


*Abbildung 3.31: dauerhafte Zugänglichkeit*

### Grundprinzip 4: zusätzliche Platzreserven

Platzreserven stellen sicher, dass Erweiterungen ohne zusätzlichen Aufwand durchgeführt werden können.

Zusätzliche Platzreserven können notwendig werden, wenn in der Planung nicht vorgesehene gebäudetechnische Anlagen installiert werden oder es durch eine Umnutzung zu einer Erweiterung der Installationen kommt. Abbildung 3.32 zeigt in grün, die Platzreserven in einer Vorsatzschale.

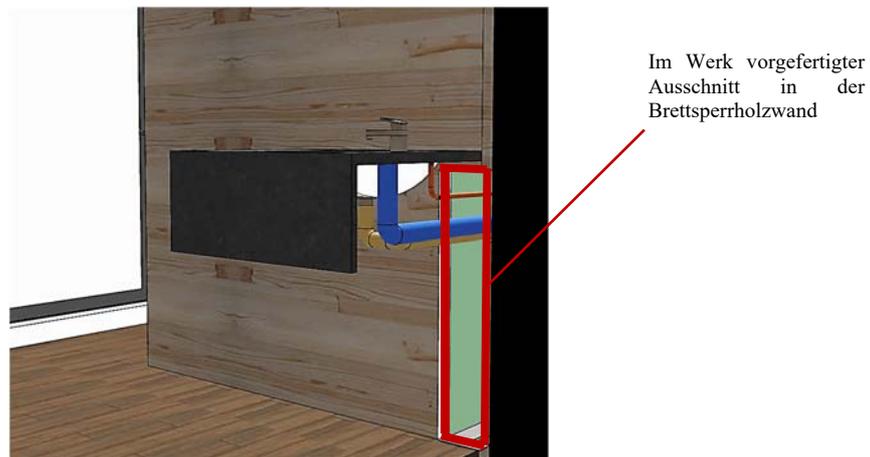


*Abbildung 3.32: Platzreserven in einer Vorsatzschale*

### Grundprinzip 5: vorkonditionierte Hohlräume

Im Werk vorbereitete Hohlräume erhöhen den Vorfertigungsgrad und die Ausführungsqualität.

Hierzu können auch Ausschnitte in der Brettsperrholzwand oder Decke gezählt werden, durch die die Leitungen geführt werden (Abbildung 3.33). Durch gemeinsame Planung von Sanitärtechniker, Architekt und Statiker können bereits genaue Informationen an den Produzenten der Brettsperrholzelemente weitergegeben werden, damit auf der Baustelle keine weiteren Ausschnitte per Hand notwendig sind.

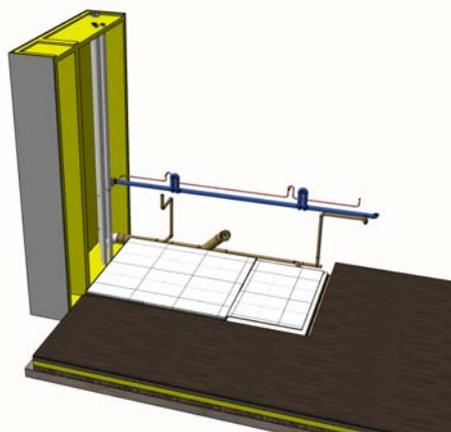


*Abbildung 3.33: vorkonditionierte Hohlräume*

### Grundprinzip 6: Verwendung vorgefertigter Technikkomponenten

Vorgefertigte Technikkomponenten vereinfachen und beschleunigen die Montage.

So kann wie bereits beschrieben ein Schacht als vorgefertigtes Element verbaut werden. In das Element „Schacht“ können wiederum vorab abgestimmte Rohrleitungen implementiert werden, welche alle nötigen Abzweiger und Anschlüsse aufweisen. Betrachtet man eine Raumzelle mit integriertem Sanitärraum, so kann diese gleich wie beim Schacht mit bereits vorab zusammengesetzten Leitungen installiert werden. Am Montageort werden das Element „Schacht“ und das Element „Raumzelle“ an den vorgesehenen Schnittstellen zusammengesetzt. Abbildung 3.34 zeigt beispielhaft das Element „Schacht“ und die sanitärtechnischen Leitungen des Sanitärraums.



*Abbildung 3.34: vorgefertigte Technikkomponenten*

### 3-3.2 ANALYSE DER BESTEHENDEN RAUMZELLE

Die betrachtete Raumzelle dient als Einzelzimmer eines Studentenwohnheims und beinhaltet neben Wohnraum eine Kochgelegenheit und eine Sanitärzelle mit Dusche, Waschbecken und WC.

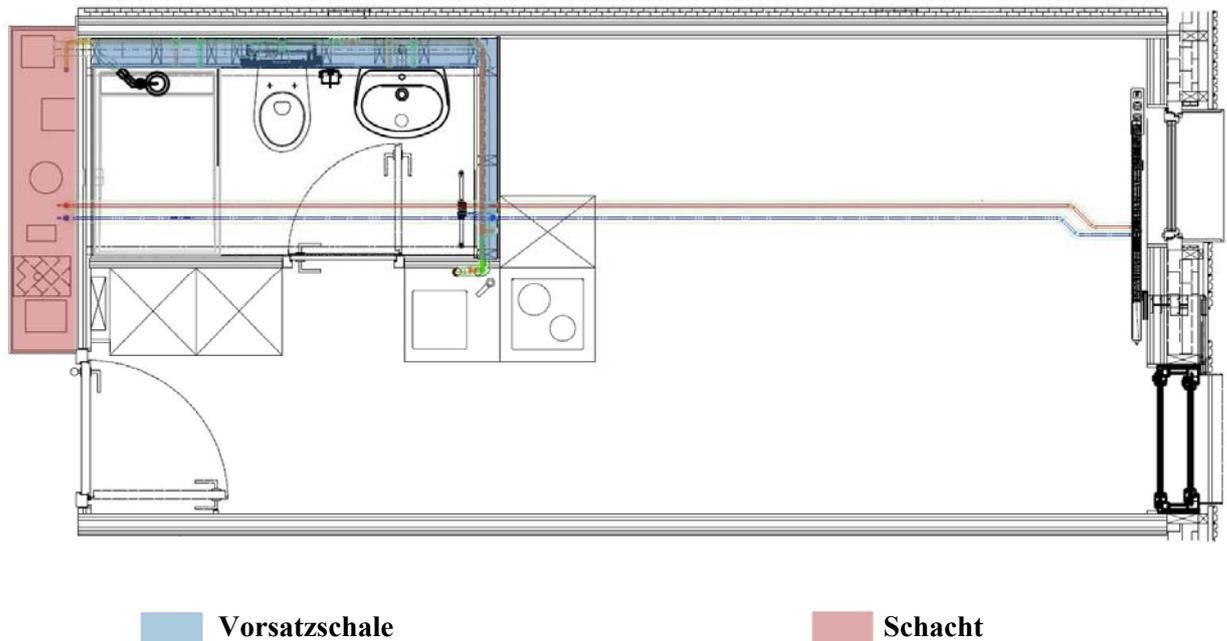


Abbildung 3.35: Raumzelle Grundriss [93]

#### Abmessungen

Die Brettsperrholzkonstruktion der Raumzelle besitzt ein Außenmaß von 6,86 [m] zu 3,27 [m]. Die Konstruktionshöhe beträgt 2,8 [m]. Bezieht man die Dämmebene mit ein ergibt sich ein Maß von 7,06 [m] auf 3,35 [m]. Es zeigt sich, dass die Konstruktion keinem Grundmodul [M] folgt.

## Installationen und Leitungsführung

Dusche, WC und Waschbecken sind in einer abgetrennten Sanitärzelle entlang einer Vorsatzschale, in welcher die Warm-, Kalt-, und Abwasserleitungen geführt werden, angeordnet. Die Küchenspüle ist über eine weitere Vorsatzschale mit dem Leitungsnetz verbunden. Vor- und Rücklauf der Heizung werden quer durch die Raumzelle im Fußbodenaufbau geführt. Die Leitungslänge der Warm- bzw. Kaltwasserleitung beträgt pro Strang rund 8,6 [m], Vor- und Rücklauf der Heizung weisen pro Strang eine Länge von 7,8 [m] auf. Abbildung 3.36 zeigt das vorhandene Leitungsnetz.

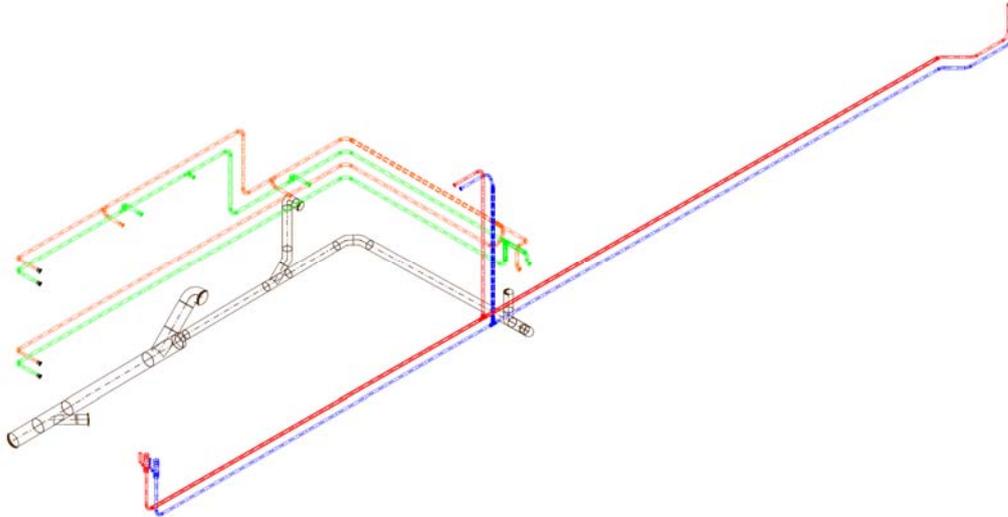


Abbildung 3.36: Schema Leitungsführung [93]

Das vorliegende Versorgungsnetz ist als Ringleitungssystem, wie in Abbildung 3.37 schematisch dargestellt, ausgeführt. Bei diesem System sind alle Entnahmestellen mit einem Doppelanschluss ausgestattet. Von der letzten Entnahmestelle weg wird die Leitung zurück zum Verteiler geführt. Bei einer Wasserentnahme fließt Wasser von beiden Seiten des Systems zu und die gesamte Leitung wird durchspült. Das Ringsystem gewährleistet gleichmäßige Wärme- und Druckverteilung und hygienisch unerwünschte Stagnation kann vermieden werden [94]. Nachteil des Systems ist die zusätzliche Leitungslänge, die durch die Rückführung der Leitung entsteht. Die Versorgung der Raumzelle funktioniert über einen vertikalen Schacht, welcher außerhalb der Raumzelle am Gang liegt und mit einer Absperrreinrichtung versehen ist. Dadurch entsteht eine vertikale Gebäudeerschließung. Zur Kontrolle und Wartung kann der Schacht zum Gang hin geöffnet werden ohne eine Wohneinheit betreten zu müssen.

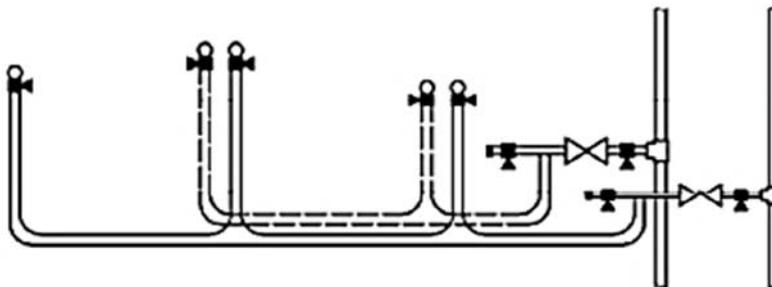


Abbildung 3.37: Ringleitungssystem [95]

### 3-3.3 OPTIMIERUNG DER RAUMZELLE

#### Die Idee hinter dem Grundmodul [M] am Beispiel LEGO®

Um das Thema Modul und Raster zu veranschaulichen, wird versucht, eine WOODIE Raumzelle mit dem System Lego nachzubilden.

LEGO® ist eines der bekanntesten Spielzeuge der Welt. Schon im Jahr 1958 wurde der LEGO® Stein von Ole Kirk Christiansen patentiert. Die weite Verbreitung des Baukastensystems hat dazu geführt, dass im Schnitt jeder Mensch auf der Welt 80 LEGO® Steine besitzt (Stand 2013). Die Grundlage dieses Erfolgs liegt klar auf der Hand: Es ist die Einfachheit und die Möglichkeit, jeden einzelnen Stein miteinander zu verbinden, um so aus den kleinen Einzelteilen jede erdenkliche Form, wie Autos, Häuser, Flugzeuge etc. selbst zu erschaffen. Der Fantasie sind keine Grenzen gesetzt. Bereits aus sechs Steinen mit zwei mal vier Noppen ergeben sich unglaubliche 915 Millionen Kombinationsmöglichkeiten. Dies alles ist nur möglich, weil alle Teile eines gemeinsam haben: Das LEGO® Grundmodul  $[M_{LEGO}]$ . Dieser Grundmodul und die extreme Maßhaltigkeit in der Produktion (die verwendeten Spritzgussformen besitzen Abweichungen von nur einem tausendstel Millimeter) sind die Basis des Systems LEGO® [96]. Bei LEGO® wird das Grundmodul von einem Stein gebildet, welcher eine Grundfläche von  $8 \times 8$  [mm] aufweist und eine Noppe besitzt. Somit ergibt sich  $[M_{LEGO}]$  zu 8 [mm]. Betrachtet man diesen Stein in der Höhe, so zeigt sich, dass diese  $1,2 [M_{LEGO}]$  misst. Daraus ergibt sich ein Breite zu Höhe-Verhältnis von 1  $[M_{LEGO}]$  zu  $1,2 [M_{LEGO}]$ . Dies hat zur Folge, dass fünf stehend zusammengesteckte  $1 \times 1$  Steine die gleiche Länge ergeben wie ein liegender  $6 \times 1$  Stein. Abbildung 3.38 zeigt diese Zusammenhänge.

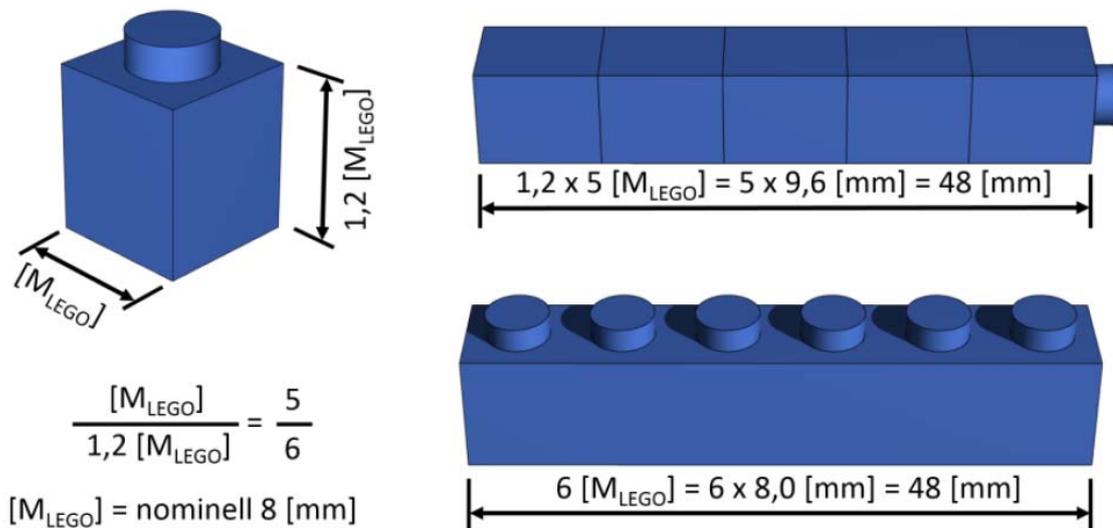


Abbildung 3.38: Das Grundmodul  $[M_{LEGO}]$  [97]

Der Grundstein kann nicht nur wie in Abbildung 3.38 zu einem Multimodul zusammengesetzt werden, sondern lässt sich auch in der Höhe teilen. Bei LEGO® führt dies dazu, dass ein Grundstein mit der Höhe  $1,2 [M_{LEGO}]$  aus drei Submodulen mit der Höhe  $0,4 [M_{LEGO}]$  zusammengesetzt werden kann. Teile mit der Höhenabmessung  $0,4 [M_{LEGO}]$  werden als Platte bezeichnet [97]. Die Abbildungen 3.39 und 3.40 zeigen Multimodule und Submodule von  $[M_{LEGO}]$ .

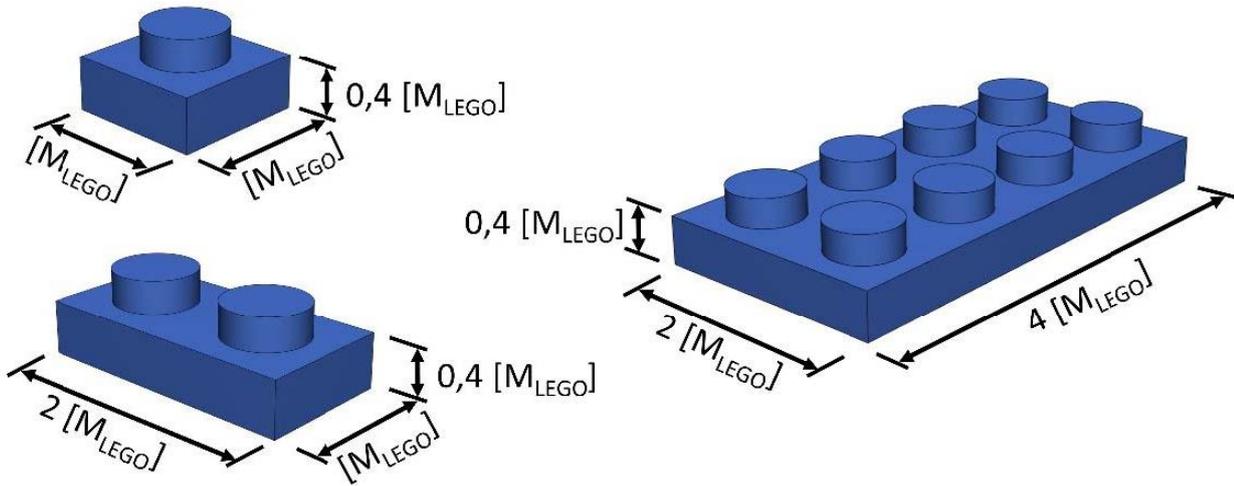


Abbildung 3.39: Submodule (Platten) von  $[M_{LEGO}]$  [97]

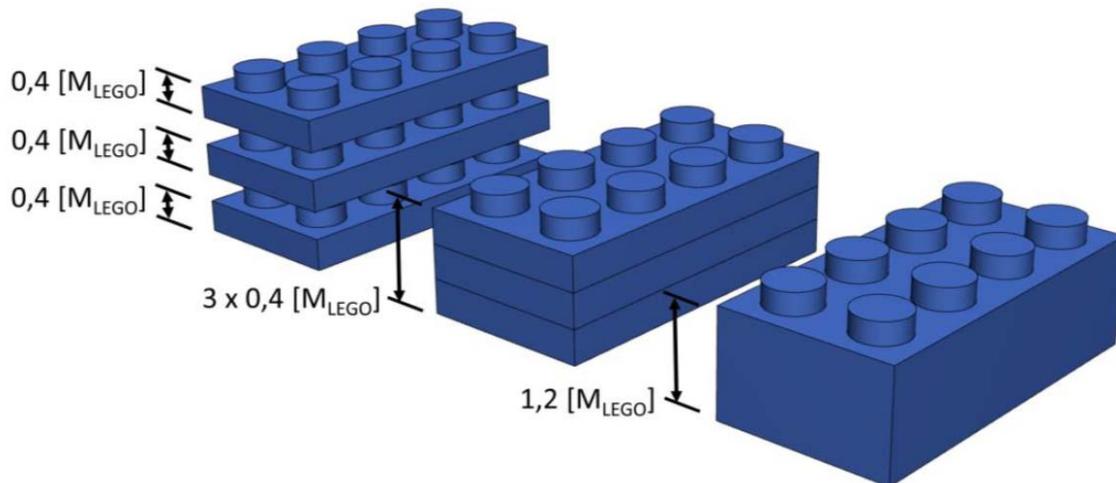
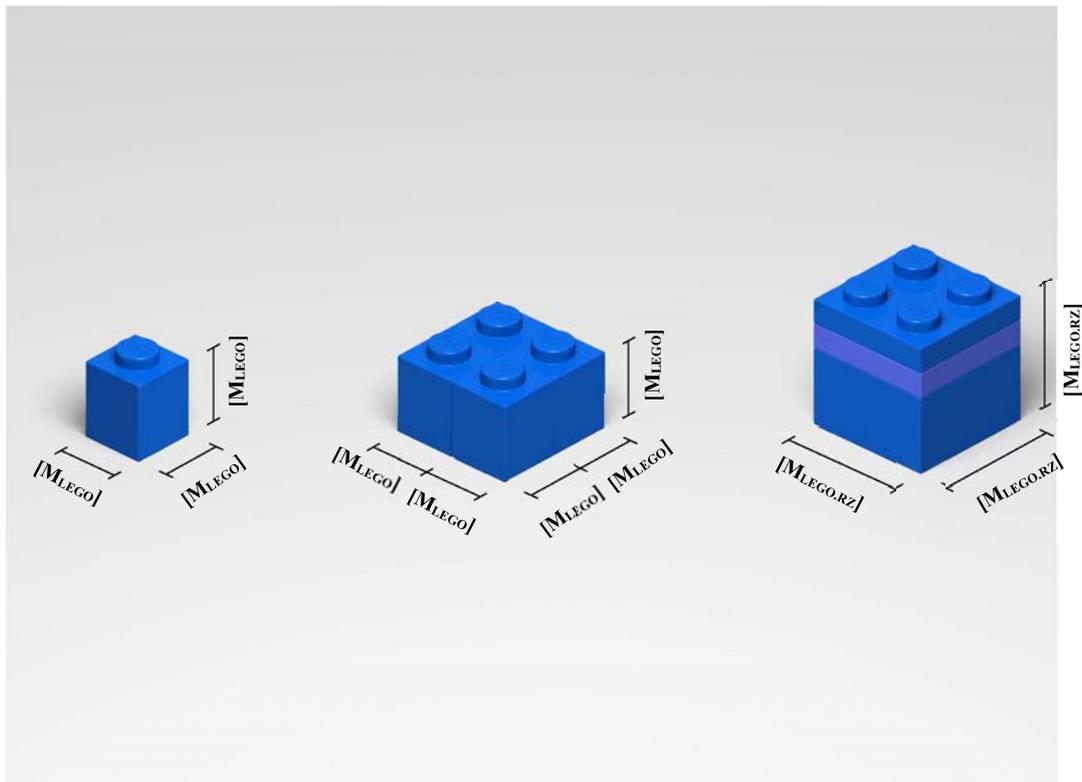


Abbildung 3.40: Dreiteilung eines Multimoduls [97]

Um die Anwendbarkeit des Systems LEGO® zu erproben, wurde eine Raumzelle in Anlehnung an jene von WOODIE konstruiert. Im ersten Schritt wurde ein neues Grundmodul geschaffen. Das aus  $[M_{LEGO}]$  konstruierte Multimodul entspricht in der Grundfläche und Höhe  $2 \times [M_{LEGO}]$ . Dieses Ergebnis erhält man, wenn man einen  $2 \times 2$  Stein heranzieht und darauf zwei  $2 \times 2$  Platten setzt. Abbildung 3.41 zeigt diesen Schritt. In weiterer Folge wird das neue Grundmodul für die Konstruktion der Raumzelle  $[M_{LEGO.RZ}]$  genannt. Um in realen Maßen denken zu können, soll das Grundmodul  $[M_{LEGO.RZ}]$  10 [cm] entsprechen.



**Abbildung 3.41: Konstruktion von  $[M_{LEGO.RZ}]$**

Die Maße der Raumzelle wurden in Höhe und Breite mit drei Meter und in der Länge mit sieben Meter gewählt. Dies entspricht  $30 \times 30 \times 70 [M_{LEGO.RZ}]$ . Alle Wandstärken sowie Bodenaufbauten entsprechen dem Grundmodul  $[M_{LEGO.RZ}]$ . Abbildung 3.42 zeigt die Frontansicht der konstruierten Raumzelle. Die benötigte Brettsperrholzplatte für die Frontwand würde in diesem Fall die Maße  $29 \times 28 \times 1 [M_{LEGO.RZ}]$  betragen. Die beiden Ausschnitte für die Wasserver- und Wasserentsorgung ergeben sich zu  $3 \times 1$  bzw.  $2 \times 1 [M_{LEGO.RZ}]$ . Die Türöffnung nimmt die Maße  $21 \times 8 [M_{LEGO.RZ}]$  ein. Abbildung 3.43 zeigt die Frontansicht der Raumzelle ohne Frontwand. Hier wird sichtbar, dass die Rohre in der vertikalen nicht mehr exakt in den Raster passen. Dies könnte durch das Einfügen von Platten ausgeglichen werden. Der Fußbodenaufbau wurde als zwei  $[M_{LEGO.RZ}]$  starke Einzelschicht ohne konkreten Aufbau eingefügt. Abbildung 3.44 zeigt eine Perspektive der Raumzelle ohne eine Seitenwand und ohne Decke.

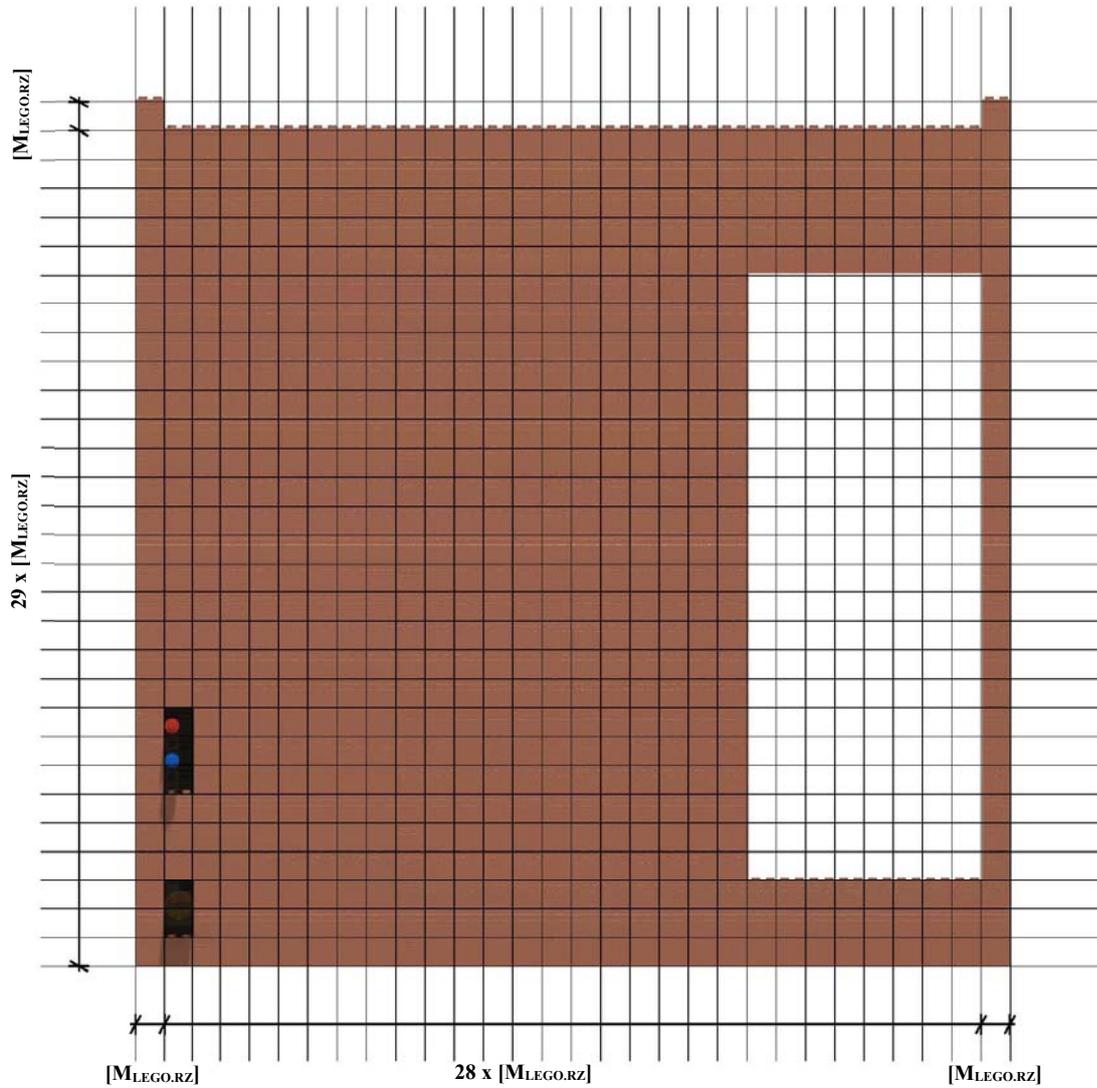
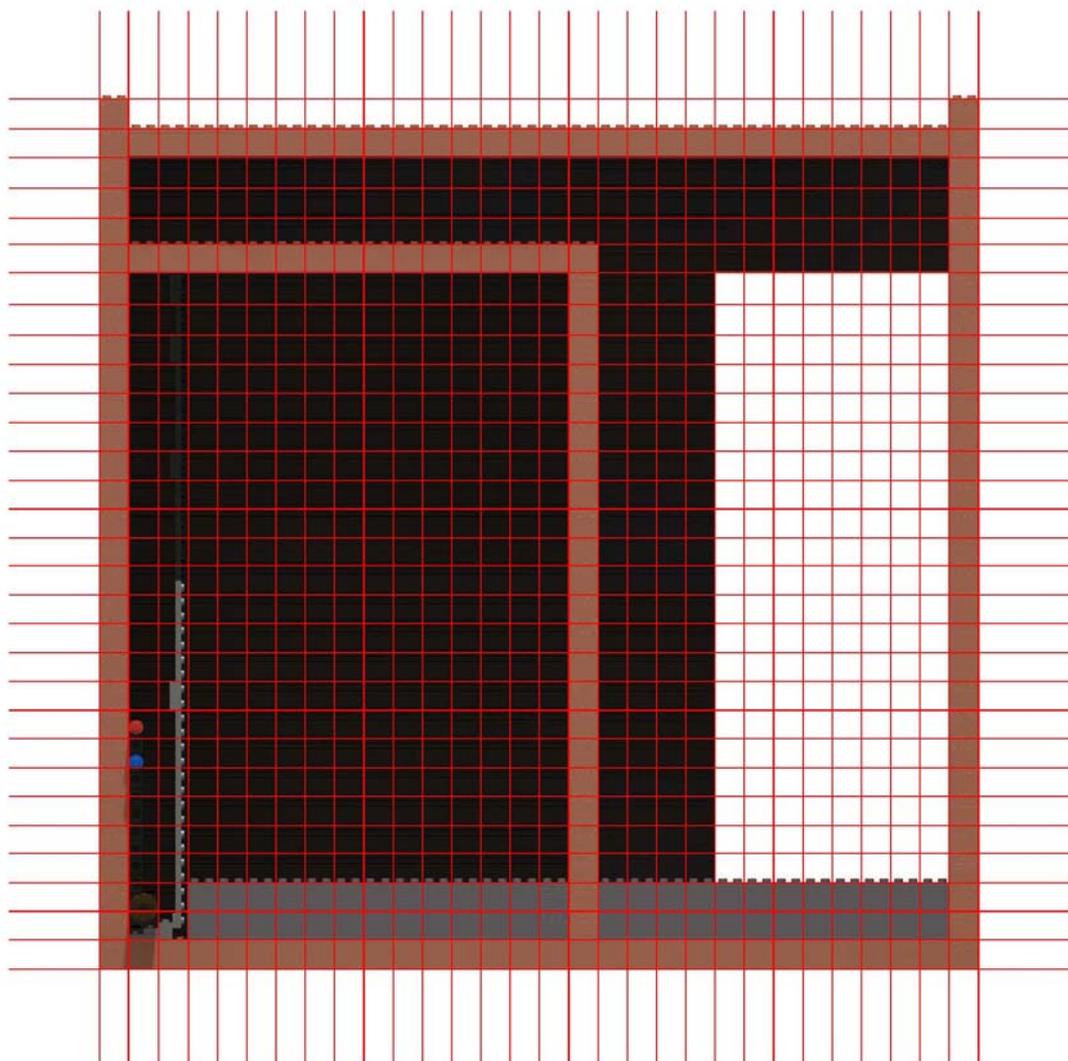
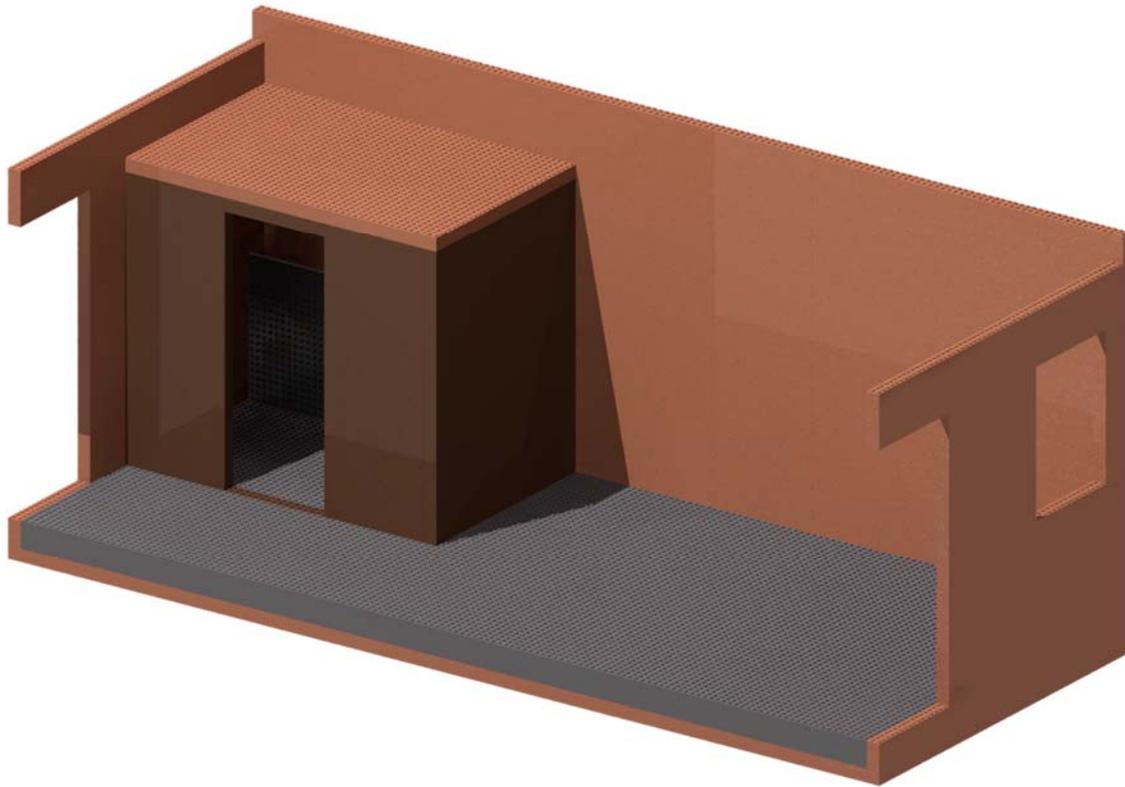


Abbildung 3.42: Frontansicht Raumzelle inklusive Raster



*Abbildung 3.43: Raumzelle mit offener Front inklusive Raster*



*Abbildung 3.44: Perspektive der LEGO® Raumzelle*

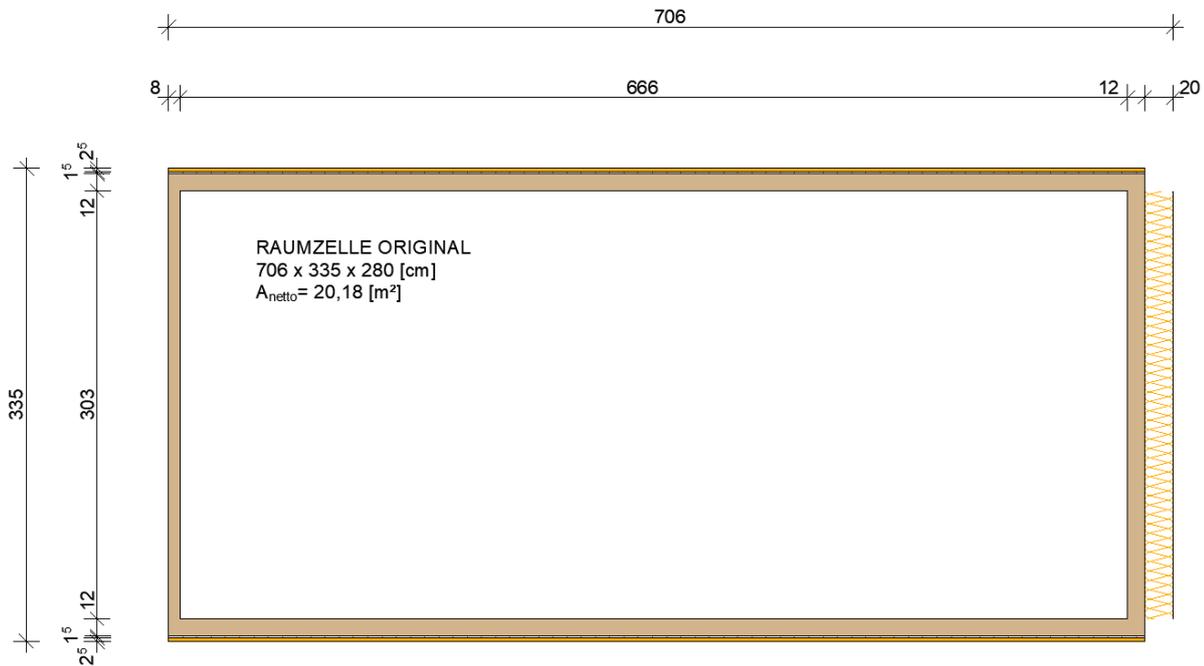
Durch die Vielzahl an vorhandenen LEGO® Komponenten ist es einfach, eine Raumzelle mit nahezu realitätsnahen Abmessungen zu konstruieren. Das Grundmodul [M<sub>LEGO.RZ</sub>] hilft dabei, dass einzelne Bauteile einfach miteinander kombiniert werden können. Die daraus entstandene Raumzelle, welche ein Multimodul von [M<sub>LEGO.RZ</sub>] ist, kann wiederum mit weiteren Raumzellen zu Bauwerken kombiniert werden. Am Beispiel der Frontwand zeigt sich, dass durch das Grundmodul und den dadurch entstandenen Raster jede Abmessung mitsamt der Ausschnitte für die Tür und der Rohrdurchführungen für die Wasserver- und Wasserentsorgung genau angegeben werden kann. So führt die Einfachheit der verwendeten Maße zu Erleichterungen in der Produktion. Um die LEGO® Raumzelle zu konstruieren, wurde das Programm Studio von BRICKLINK Corp. herangezogen. Zu den oben genannten Vorteilen des Bausystems ist im Programm ein weiteres in die Realität übernehmbares Tool integriert. Studio gleicht alle verwendeten Bauteile mit einer Datenbank ab und gibt darüber Auskunft, ob der Bauteil in der gewählten Farbe verfügbar ist. Ist dieser verfügbar, wird sofort der Preis angezeigt. Am Ende erhält man eine exakte Bauteilliste inklusive des Materialpreises. In Kombination mit der Vorfertigung im Werk führt dies zu einer extremen Preisgenauigkeit in der Kalkulation.

Legt man das System LEGO® gedanklich in die Realität um, stößt man sofort auf offene Fragen, die in der virtuellen Welt von Studio noch nicht von Bedeutung sind. Einige dieser laden zum Denken und Finden von Lösungsansätzen ein:

- Wie geht man mit Zwischenschichten, wie zum Beispiel Absperrbahnen, um, welche nur einen Bruchteil des Grundmoduls  $[M_{LEGO.RZ}]$  ausmachen?
- Wie geht man mit statisch erforderlichen Bauteilhöhen um, die nicht mit dem Grundmodul  $[M_{LEGO.RZ}]$  übereinstimmen? Inwieweit ist zusätzlicher Materialverbrauch vertretbar, damit die Forderung nach dem Modulmaß erfüllt wird?
- Wie geht man mit der Gebäudetechnik um? Als Beispiel: Der Rohrdurchmesser einer Wasserleitung nimmt Einfluss auf die Fließgeschwindigkeit und den Druck.

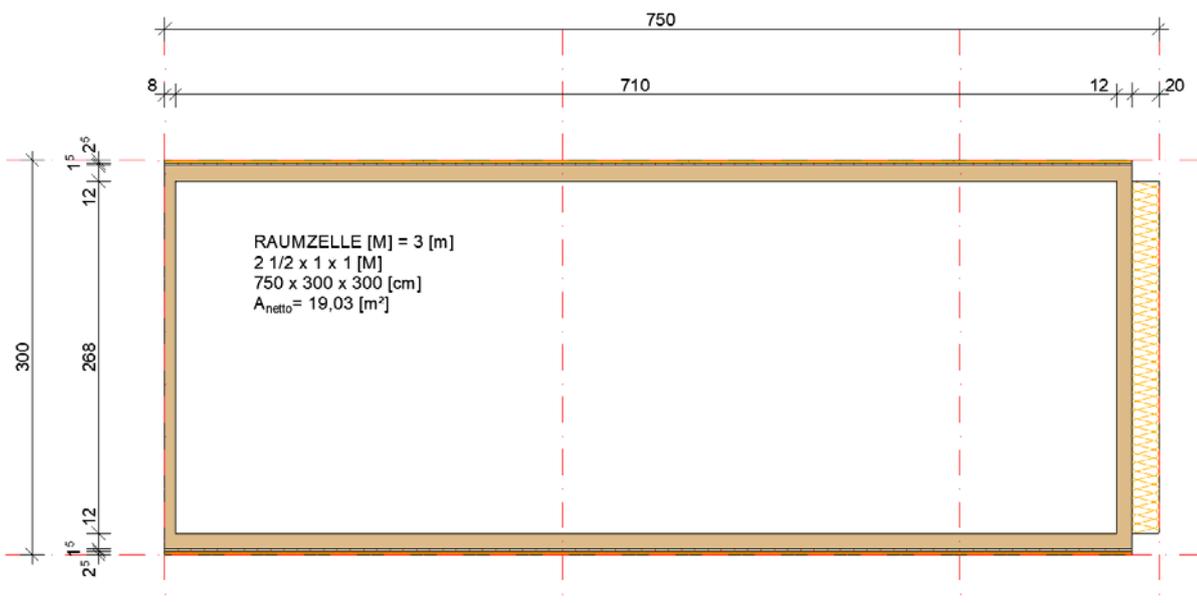
## Anpassung der WOODIE Raumzelle an ein Grundmodul [M]

Um der Forderung nach einem Grundmodul [M] nachzukommen, muss die Konstruktion der bestehenden Raumzelle überarbeitet werden.



*Abbildung 3.45: Originalmaße der Raumzelle*

Ein Grundmodul von  $[M] = 3 \text{ [m]}$  scheint sich aufgrund der gegebenen Abmessungen für die Raumzelle anzubieten. So entstand im ersten Versuch eine Raumzelle mit den Abmessungen  $2 \frac{1}{2} [M] \times 1 [M] \times 1 [M]$  was zu einem Maß von  $7,5 \text{ [m]} \times 3 \text{ [m]} \times 3 \text{ [m]}$  inklusive Dämmebene führt (Abbildung 3.46).



*Abbildung 3.46: Maße durch Einführung des Grundmoduls  $[M] = 3 \text{ [m]}$*

Um die Maße der Nasszelle festlegen zu können wurde eine Bedarfsermittlung durchgeführt. Die Wohneinheit muss eine Dusche, ein WC sowie ein Waschbecken beinhalten. Die Richtlinie VDI-6000 Blatt 1 „Ausstattung von und mit Sanitärräumen – Wohnungen“ [98] gibt Aufschluss über die Mindeststellflächen von Sanitärgegenständen und deren Bewegungsräumen.

**Tabelle 3.3: Platzbedarf Sanitärobjekte (nach VDI 6000 Blatt 1) [98]**

<b>Maße von Sanitärobjekten in Wohnungen</b>							
<b>Sanitärobjekte</b>	Waschtisch	Doppelwaschtisch	Handwaschbecken	WC, Spülung Wandeinbau	WC, Spülung vor der Wand	Duschwanne	Badewanne
	WT	DWT	HWB	WCu	WCa	DU	BW
	<b>Mindestmaße Sanitärobjekte [cm]</b>						
<b>Breite</b>	60	120	45	40	40	80	170
<b>Tiefe</b>	55	55	35	60	75	80	75
	<b>Mindestmaße Bewegungsfläche [cm]</b>						
<b>Breite</b>	90	150	70	80	80	80	90
<b>Tiefe</b>	55	55	45	60	60	75	75
	Werden die Sanitärobjekte gegenüberliegend angeordnet (inkl. Wand), ist ein Abstand von 75 [cm] vorzusehen.						
	Das Mindestmaß zwischen Sanitärobjekten, Wänden und Stellflächen beträgt 20 [cm]. Ausnahmen:						
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WC mit Wänden auf beiden Seiten: 25 [cm]</li> <li>• WM zu BW und DW: 3 [cm]</li> </ul>						

Waschtisch, WC und Duschwanne werden wie gehabt nebeneinander entlang der Vorsatzschale angeordnet. So erhält man eine Mindestbreite der Sanitärzelle von 2,4 [m]. Durch die Wahl eines WCs mit Spülung vor der Wand inklusive dem davor geforderten Bewegungsraum ergibt sich eine Tiefe der Sanitärzelle von 1,5 [m]. Mit einer 20 [cm] tiefen Vorsatzschale kommt man so auf ein Gesamtmaß des Sanitärbereichs von 2,4 [m] x 1,7 [m]. Für den Sanitärmodul wurde wegen der Breite der Sanitärgegenstände ein Modulmaß [M<sub>S</sub>] von 20 [cm] gewählt. Dies entspricht [M]/15. Abbildung 3.47 zeigt jedoch, dass dies zu einem unbefriedigenden Ergebnis führt. Durch die verschiedenen Stärken der Wandaufbauten kommt es dazu, dass man im inneren der Raumzelle bereits mit dem Rest eines Moduls beginnen müsste. Bedingt durch die Forderung, dass der Konstruktionsraster und Sanitäraster einen gemeinsamen Ursprung haben müssen, wurden der Ursprung des Konstruktionsrasters, die Tragstruktur der Raumzelle und das sanitäre Modulmaß [M<sub>S</sub>] an die Anforderungen angepasst.

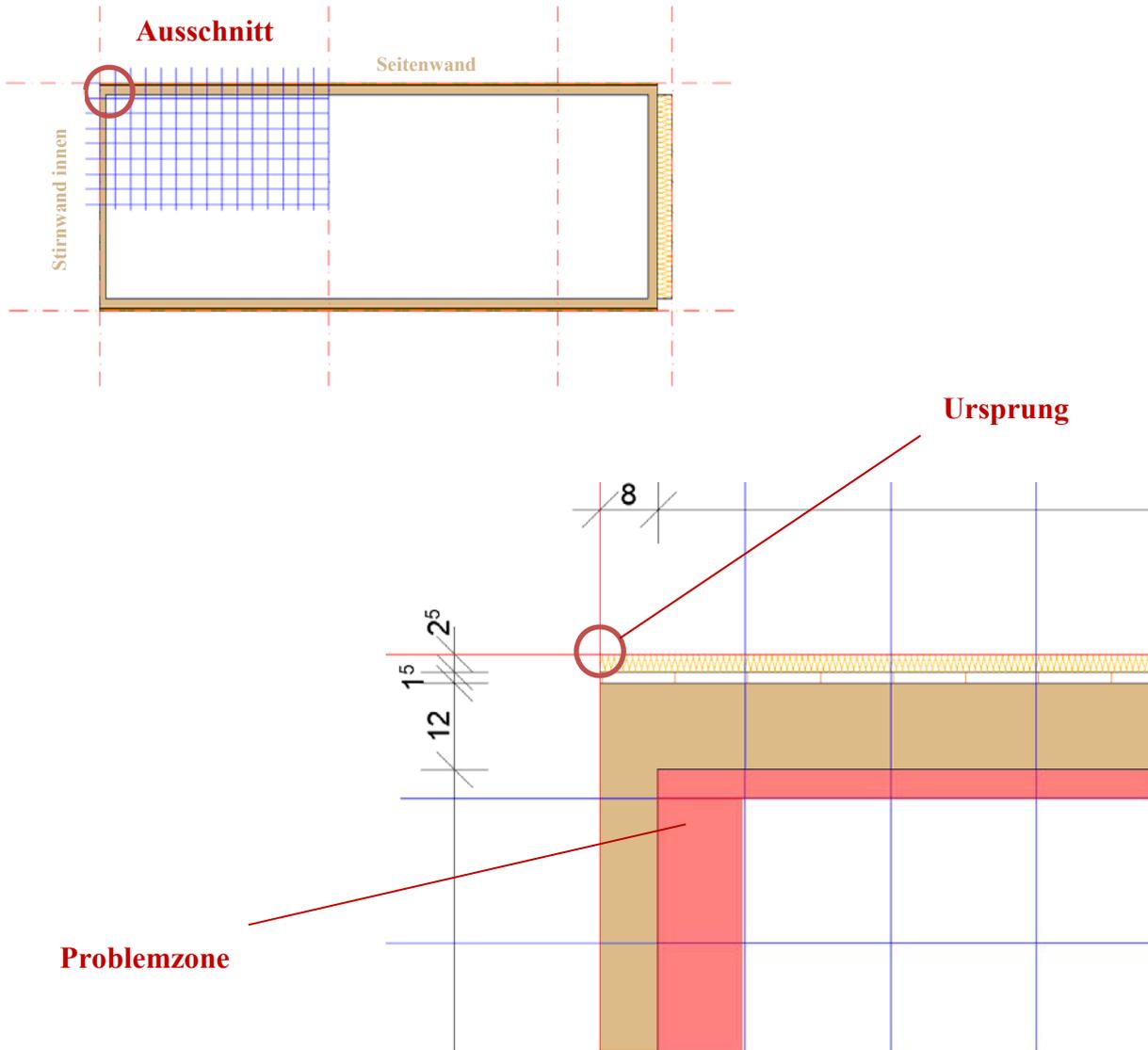


Abbildung 3.47: Problemzone bei  $[M_S] = 20$  [cm] im Grundriss

Um einen gemeinsamen Ursprung des Konstruktions- und Sanitärasters einhalten zu können, wurde dieser auf die Außenkante der Brettsperrholzkonstruktion verlegt. Weiters wurde das Maß der Stirnwand von 8 [cm] auf 10 [cm] erhöht. Das Maß der Seitenwand wurde von 12 [cm] auf 10 [cm] verringert. Statisch führt dies zu keinen Problemen, da die innerste Schicht nur als Auflage für die Decke dient, wie in Abbildung 3.48, welche einen Schnitt durch die Original WOODIE Raunzelle zeigt, ersichtlich ist. Das Auflager kann nach der Verringerung der Wandstärke durch eine Leiste wiederhergestellt werden. Die Dämmebene, welche nun außerhalb des Konstruktionsrasters der Raumzelle liegt, wird als undefinierte Zone betrachtet. Abbildung 3.49 zeigt den gemeinsamen Ursprung von den aus [M] und  $[M_S]$  entstandenen Rastern, sowie die durch die Anpassungen entstandene undefinierte Zone. Bei der gezeigten Ecke handelt es sich um eine Innenecke der Raumzelle.

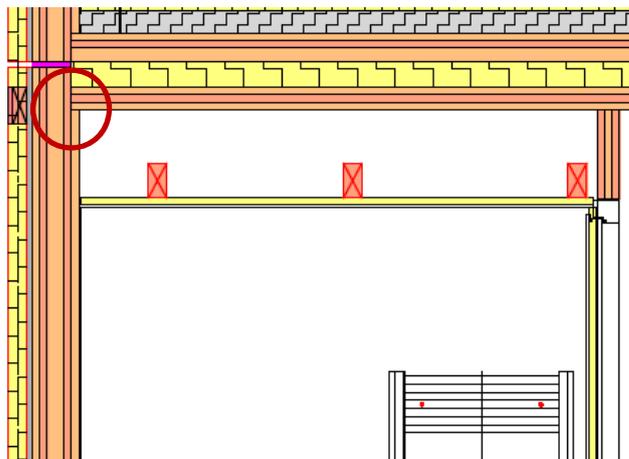


Abbildung 3.48: Vertikalschnitt durch die WOODIE Raumzelle – Auflagersituation Decke [93]

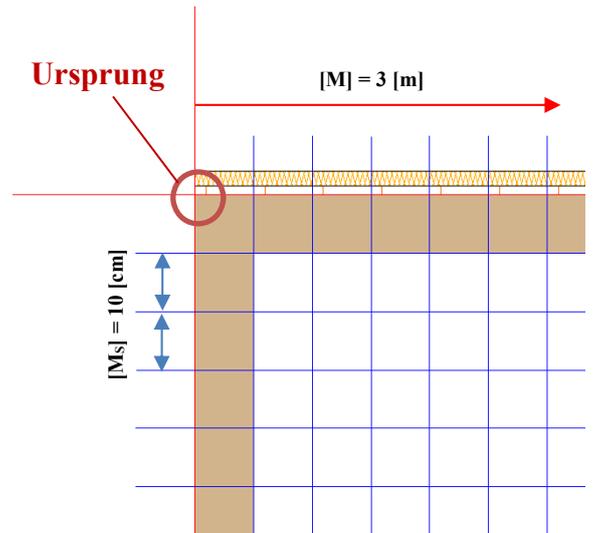


Abbildung 3.49: Modulmaße [M] (rot) und [Ms] (blau) im Grundriss

Damit am bereits betrachteten Rand des Sanitärbereichs ein ganzer Sanitärmodul [M<sub>S</sub>] zur Verfügung steht, muss dieser, wie in Abbildung 3.49 ersichtlich, an die Wandstärke der Konstruktion angepasst werden. Somit ergibt sich der Sanitärmodul [M<sub>S</sub>] zu 10 [cm]. Dies entspricht 1/30 des Grundmoduls [M]. Abbildung 3.50 zeigt die Maße der angepassten Raumzelle inklusive des Sanitärasters, welcher die Mindestfläche für den Sanitärbereich definiert.

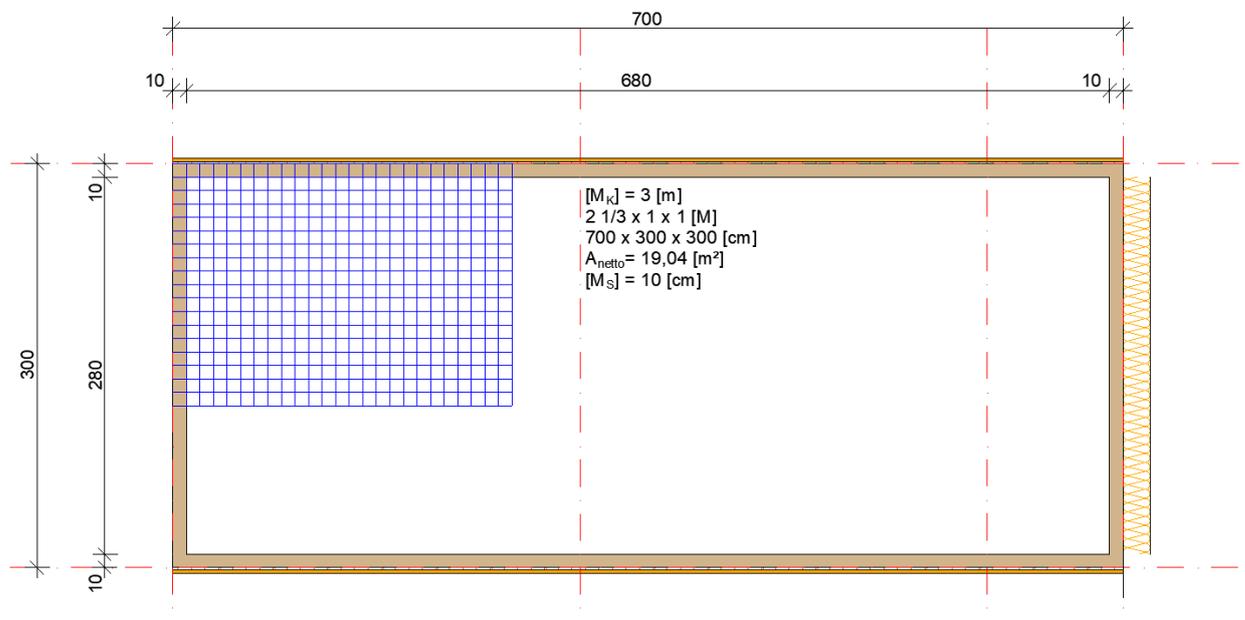
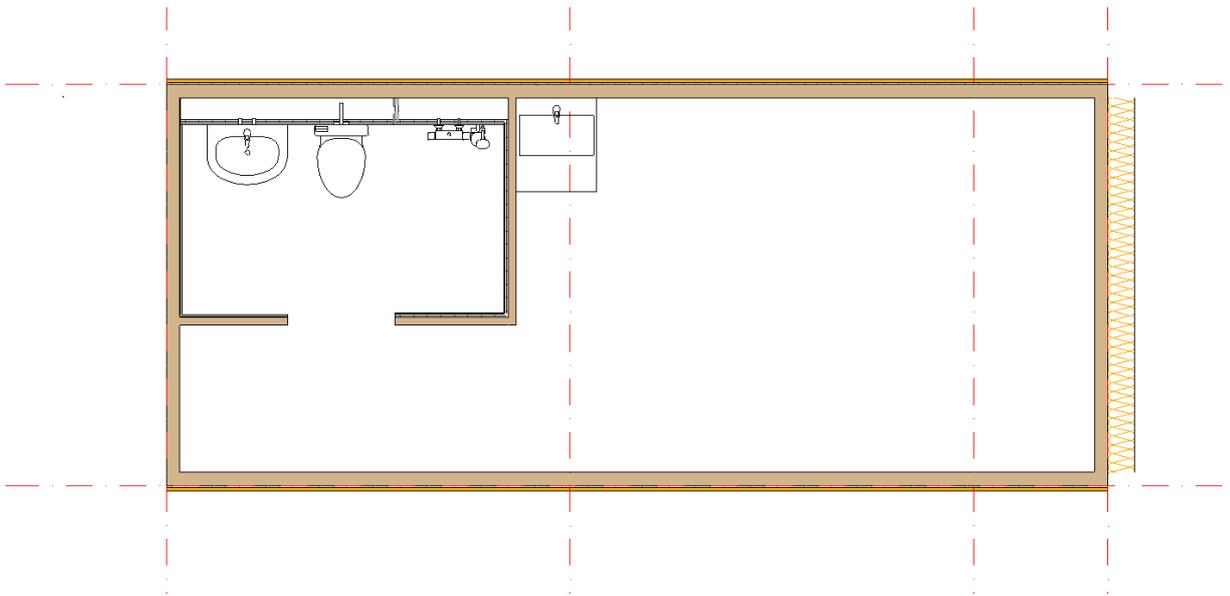


Abbildung 3.50: Raumzelle neu

## Anpassung des Grundrisses

Wie in Abbildung 3.35 ersichtlich wird für die Erschließung der Küchenzeile eine eigene Vorsatzschale benötigt. Dadurch verlängert sich das Rohrleitungsnetz pro Strang um etwa 2,4 [m]. Um die Leitungsführung zu minimieren und eine strenge Zonierung der installierten Flächen zu erreichen, wird die Kochzeile an die Stirnwand der Sanitärzelle verlegt. Dies führt dazu, dass die Küchenspüle direkt über die für die Sanitärgegenstände notwendige Vorsatzschale versorgt werden kann. Die Leitungslänge pro Strang kann so um etwa 2 [m] verkürzt werden. Die Küchenarmatur wird gewollt in der gezeigten Position (Abbildung 3.51) eingebaut, da sie so direkt an die geradlinig verlaufenden Versorgungsleitungen angeschlossen werden kann.



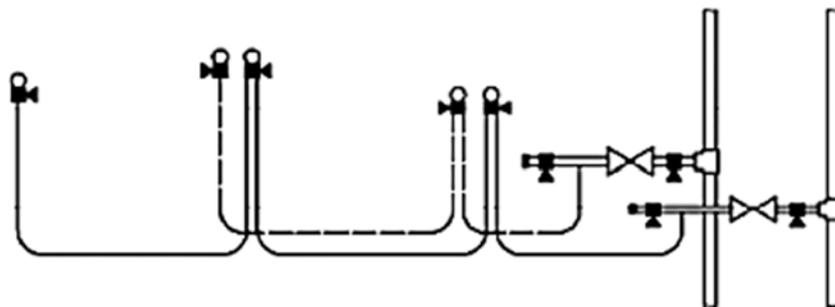
*Abbildung 3.51: Neuordnung der Küchenzeile*

## Anpassung des Heizungssystems

Um die Reduzierung der wasserführenden Leitungen und deren Bündelung konsequent fortzuführen ist es notwendig, das Heizungssystem auf ein System umzustellen, welches ohne das Medium Wasser auskommt. So lassen sich die quer durch den Raum führenden Leitungen des Heizungskreislaufs vermeiden. Alternative Wärmequellen für die Raumzelle wären eine Warmluftheizung oder eine mit Strom betriebene Infrarotheizung.

## Änderung der Anschlusssituation

Damit die Leitungslänge in der Wohneinheit weiter reduziert werden kann, wird das vorhandene Ringsystem auf ein Reihensystem (Abbildung 3.52) umgestellt, wobei wieder alle Armaturen mit einem Doppelanschluss ausgeführt werden. Die Leitung wird von einer Armatur zur nächsten geführt. Sie endet beim letzten Verbraucher. Damit es zu einer regelmäßigen Durchspülung der Leitung kommt sollte der letzte Verbraucher der am häufigst benutzte sein. Vorteile des Reihensystems sind der geringe Rohrverbrauch und die einfache Leitungsführung. Das Fehlen eines Hauptverbrauchers am Ende der Leitung kann sich negativ auf die Trinkwasserhygiene auswirken, wenn eine ausreichende Spülung nicht gewährleistet werden kann. In diesem Fall ist ein Ringleitungssystem vorzuziehen [94].



*Abbildung 3.52: Reihensystem [95]*

Durch das Einführen der Stichleitung kann die Leitungslänge nahezu halbiert werden. So beträgt die Länge der Kalt- und Warmwasserleitung jeweils 4,5 [m]. ÖNORM B 2531 gibt an, dass eine nichtzirkulierende Warmwasserleitung die Länge von 6 [m] nicht überschreiten darf. Weiters wird die nichtzirkulierende Warmwasserleitung aus hygienischen Gründen (Legionellenwachstum) ab dem Schacht ungedämmt in die Raumzelle geführt. Dadurch kann das Warmwasser in der Leitung schneller abkühlen. Der Temperaturbereich zwischen 30 [°C] und 50 [°C], in dem das Legionellenwachstum begünstigt wird, soll so vermieden werden [99]. Es muss jedoch gewährleistet sein, dass die maximale Ausstoßzeit von 30 [s] bei einer Mindestauslauftemperatur von 55 [°C] nicht überschritten wird [100].

## Leitungsführung

Die Ver- und Entsorgungsleitungen werden ab dem Schacht geradlinig in einer Vorsatzschale geführt. Jede Raumzelle ist wie in ÖNORM EN 806-2 gefordert mit einem Absperrorgan versehen. So kann die Wasserzufuhr jeder Raumzelle für sich unterbrochen werden, ohne die Versorgung anderer Wohneinheiten zu beeinträchtigen [101]. Wegen möglicher Schwitzwasserbildung ist die Kaltwasserleitung unter der Warmwasserleitung anzuordnen. Alle Verbrauchsleitungen sind mit Steigung zu den Zapfstellen, möglichst übersichtlich und geradlinig zu verlegen [102].

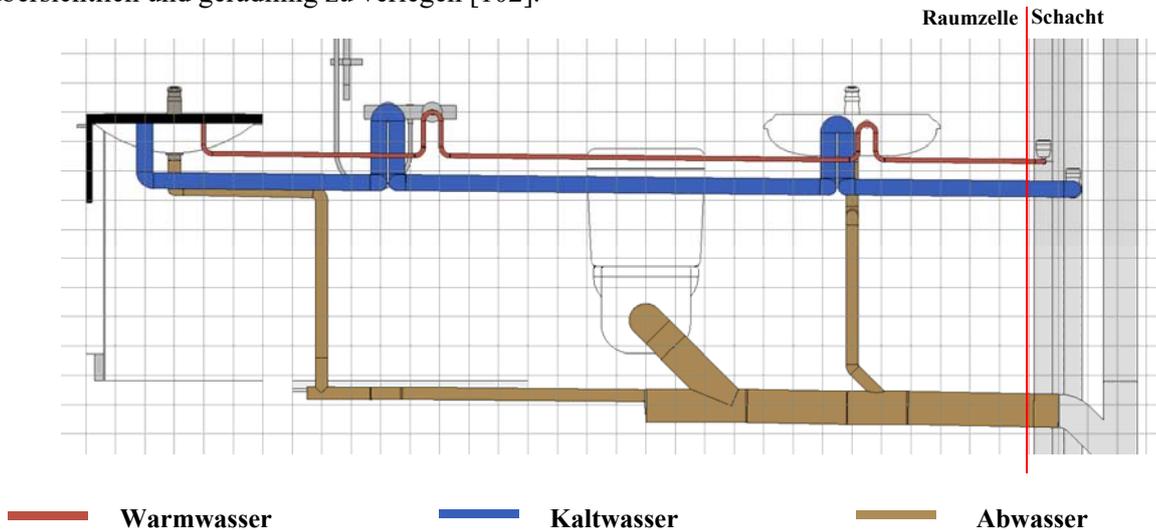


Abbildung 3.53: wasserführende Leitungen einer Raumzelle inklusive Sanitärgegenstände

Abbildung 3.53 zeigt die gesamten Sanitärinstallationen einer Raumzelle. Dadurch, dass die Leitungen eine Steigung hin zu den Zapfstellen aufweisen soll, können diese nicht parallel bzw. auf einer Rasterlinie des Sanitärmoduls [M<sub>S</sub>] geführt werden. Aus diesem Grund wurde versucht, die horizontalen Leitungen auf gewisse Rasterzonen zu beschränken, damit man genau zwischen Installationszone und installationsfreier Zone unterscheiden kann. Die vertikalen Leitungen richten sich nach den vorgegebenen Anschlüssen der Sanitärgegenstände. Je nach Sanitärarmatur kann die genaue Lage variieren. So ist die Anschlussposition nur als schematisch anzusehen. Abbildung 3.54 verdeutlicht die Aufteilung in installierte und freie Zone.

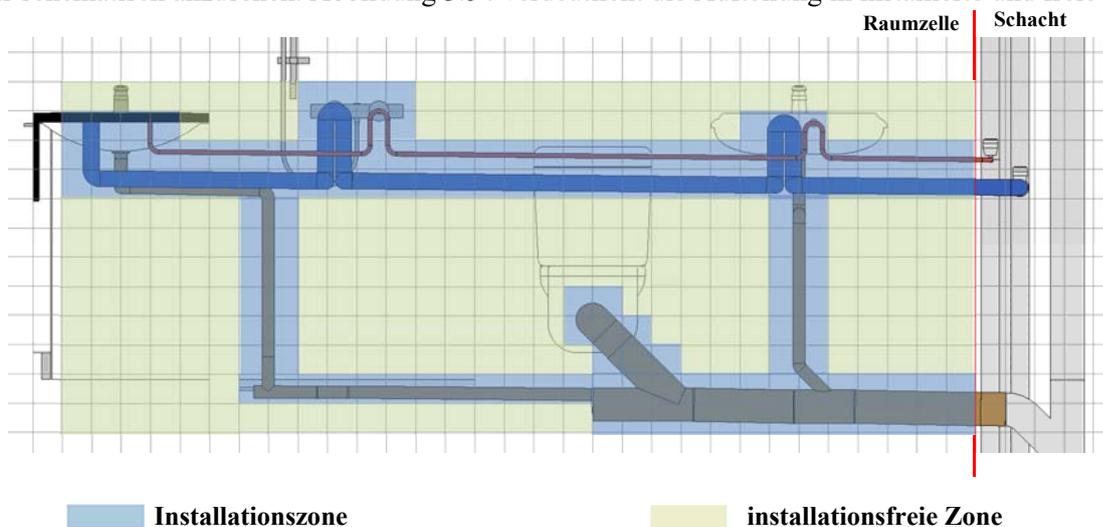
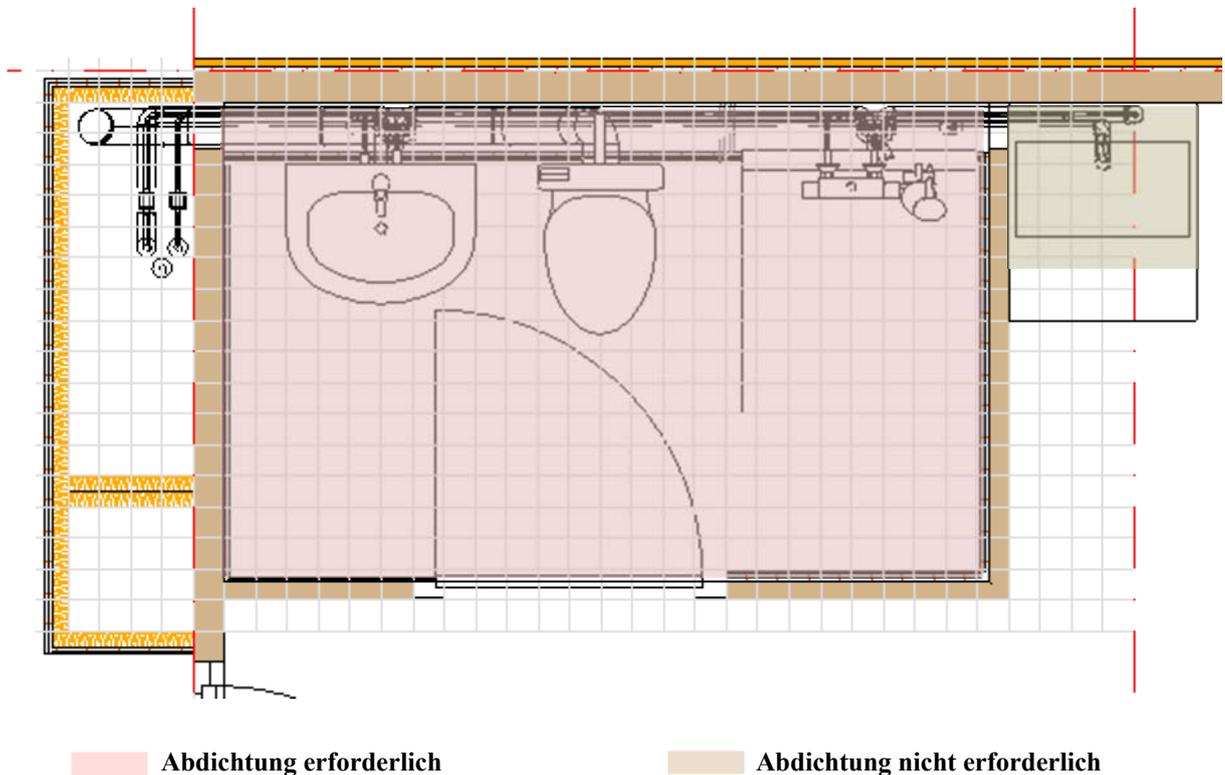


Abbildung 3.54: installierte und freie Zonen der Raumzelle

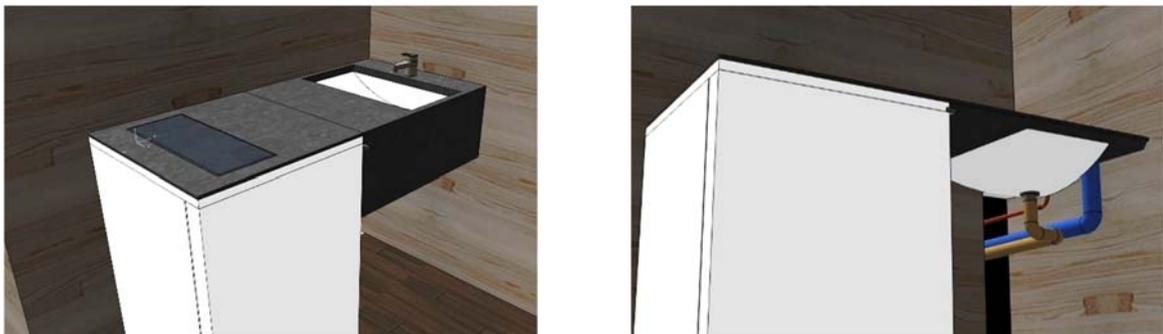
### Feuchtraumabdichtung auf Rohbauebene

Im Sanitärbereich der Raumzelle ist wie in den Punkten 3-1.3 bis 3-1.6 beschrieben eine zusätzliche Abdichtung auf Rohbauebene notwendig, da dieser laut Tabelle 3.1 in die Feuchtigkeitsbeanspruchungsklasse W3 – mäßige Wasserbelastung mit feuchtigkeitsempfindlichen tragenden Bauteilen fällt. Die Küchenzeile, welche außerhalb des Sanitärbereichs liegt ist von der Abdichtung auf Rohbauebene ausgeschlossen, da dieser Bereich in die Beanspruchungsklasse W2 – geringe Wasserbelastung fällt, welcher keine besonderen Abdichtungsmaßnahmen erfordert. Abbildung 3.55 zeigt die angesprochenen Bereiche.



*Abbildung 3.55: Abdichtung auf Rohbauebene*

Um im Falle eines Schadensereignisses im Küchenbereich schnellst möglich reagieren zu können, und das Fehlen der Abdichtung auf Rohbauebene auszugleichen, werden die Ver- und Entsorgungsleitungen unter der Spüle frei vor der Wand verlegt (siehe Abbildung 3.56). Die Schürze an der Waschbeckenfront dient dem Schutz der Leitungen vor mechanischen Beschädigungen sowie als Blende.



*Abbildung 3.56: Schutzmaßnahmen in der Küchenzeile*

## Technische Sicherheitsmaßnahmen

Zusätzlich zu den konstruktiven Maßnahmen soll das Leitungssystem elektronisch überwacht werden. Die Versorgungsleitungen werden im Schacht, nach der Abzweigung von der Steigleitung durch eine Überwachungs- und Steuerungseinheit geführt. Diese Einheit ist in der Lage, den Wasserdruck, die Temperatur und den Durchfluss zu messen und Anomalien im Verbrauch zu erkennen. Je nach Einstellung kann das Erkennen von Anomalien zur Meldung an ein zentrales Überwachungsorgan (z.B. Hausverwaltung) oder zur direkten Abschaltung der Leitungen führen. Ein zusätzlicher, mit der Überwachungseinheit verbundener Sensor, welcher am Boden der Vorsatzschale platziert wird, meldet falls sich Wasser am Boden (eventuell aus der Abwasserleitung) der Vorsatzschale ansammeln sollte. Derartige Systeme werden von diversen Anbietern geführt. Abbildung 3.57 zeigt das Schema eines derartigen Überwachungssystems.

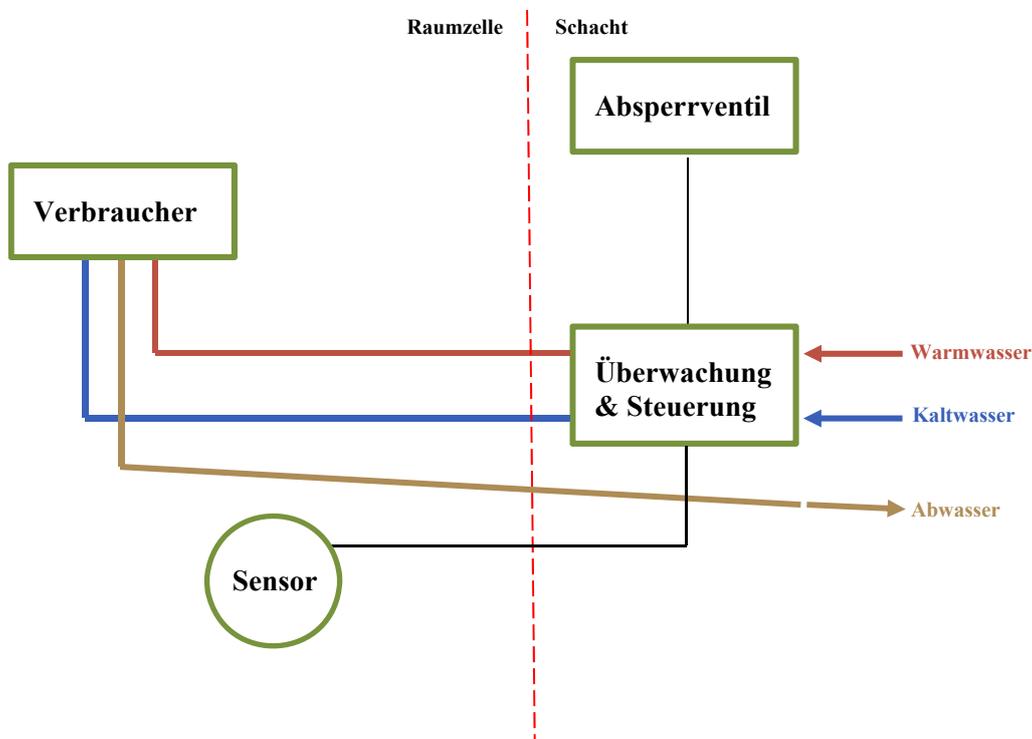
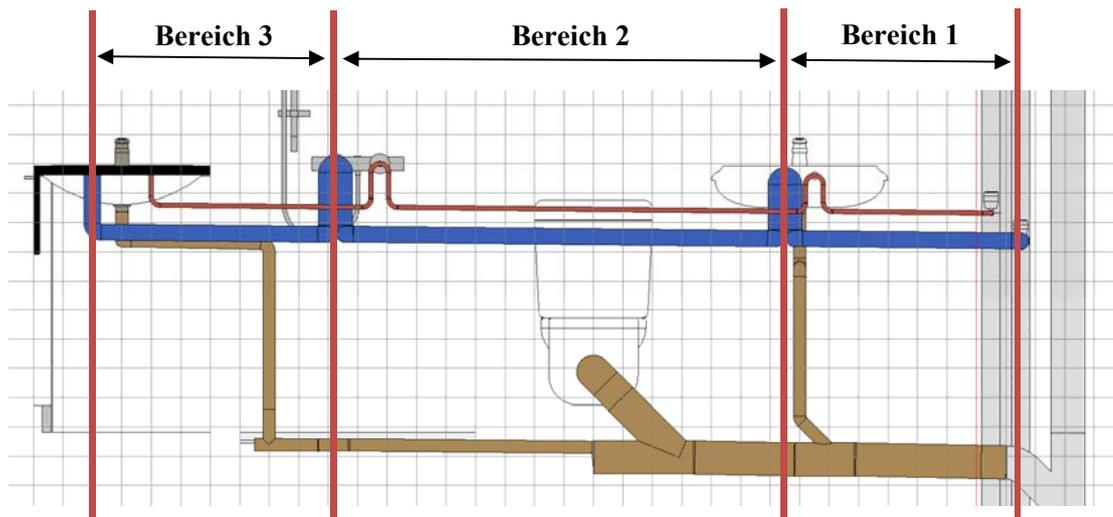


Abbildung 3.57: schematische Darstellung Überwachungssystem

Durch das Schließen der Versorgungsleitung im Notfall minimiert sich das Schadenspotenzial bei einem Schadensereignis enorm. Ist die Leitung geschlossen, kann nur mehr das in der Stockwerksleitung verbliebene Wasser austreten, was in etwa einem Liter pro Strang entspricht. Zusätzlich wird die Wassermenge durch die Art der Leitungsverlegung reduziert. Durch die Hochzüge zu den Verbrauchern ist das System in drei Teile, wie in Abbildung 3.58 anhand der Kaltwasserleitung dargestellt.

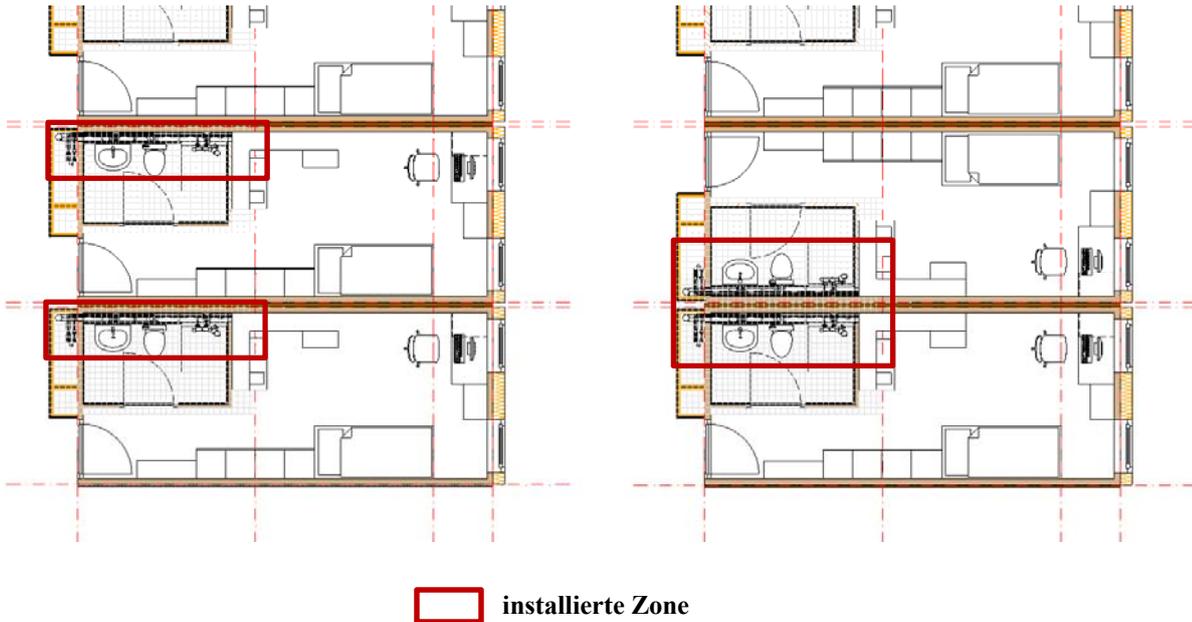


*Abbildung 3.58: Teilung des Leitungssystems*

Ein weiterer Vorteil eines solchen elektronischen Systems ist, dass jede Raumzelle für sich bei längerer Abwesenheit des Bewohners vom Netz genommen werden kann. ÖNORM EN 806-5 empfiehlt die Zuleitung zur Wohneinheit bei dauerhafter Abwesenheit abzusperren, um mögliche Schäden durch austretendes Wasser zu vermeiden [103]. DIN 1988-8 empfiehlt dagegen Trinkwasseranlagen ab drei Tagen Abwesenheit abzusperren [102]. Für ein Studentenwohnheim wäre es denkbar, den Bewohner in Verantwortung zu ziehen, und das Wasser bei Abwesenheit in den Ferien oder schon über das Wochenende über einen Schalter abzdrehen. Geschieht dies nicht, besteht die Möglichkeit, die Leitung durch die Überwachungs- und Steuerungseinheit nach einem gewissen Zeitraum ohne Wasserdurchfluss automatisch zu schließen. Bei Wiederinbetriebnahme der Leitung reicht es, das Wasser am Ende der Stockwerksleitung, im Fall der Raumzelle die Küchenspüle, kurze Zeit lang laufen zu lassen um das abgestandene Trinkwasser zu erneuern. Wenn die Leitung über längeren Zeitraum nicht genutzt wird, ist in ÖNORM EN 806-5 vorgeschrieben, dass das Wasser in regelmäßigen Abständen erneuert werden muss. Empfohlen wird hier eine Spülung pro Woche [103]. Diese Hygienespülungen können automatisch über die Überwachungs- und Steuerungseinheit durchgeführt werden, wenn eine dazu geeignete Armatur am Ende der Leitung in der Küchenspüle eingesetzt wird.

### Neuanordnung der Raumzelle

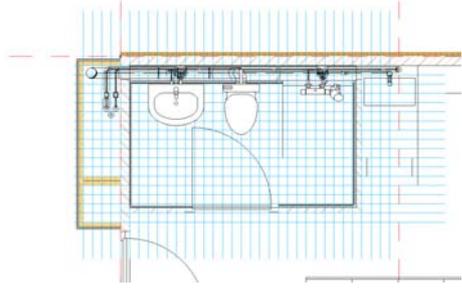
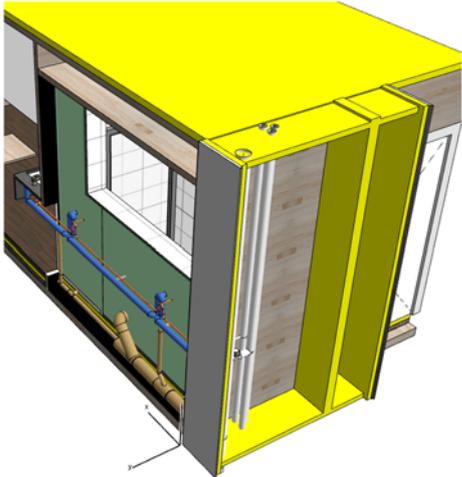
Um die strenge Zonierung der installierten Bereiche von Raumzellenebene auf Gebäudeebene weiterzuführen wird es notwendig, die Raumzellen neu anzuordnen. Jede Sanitärzelle grenzt an den Wohnbereich der nächsten Raumzelle (Abbildung 3.59 links). Durch eine Spiegelung der Raumzelle (Abbildung 3.59 rechts) kann erreicht werden, dass Sanitärzelle an Sanitärzelle liegt. Dies schafft nicht nur eine kompakte Zonierung der installierten Zonen, sondern wirkt sich auch positiv auf den Schallschutz zwischen den einzelnen Raumzellen aus. Die Installationsgeräusche werden so nicht direkt aus dem benachbarten Sanitärraum in den eigenen Wohnraum übertragen.

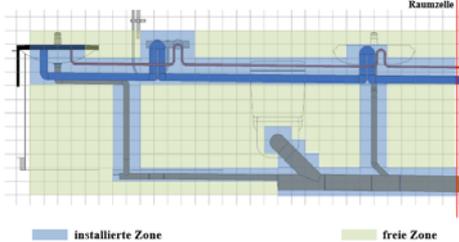
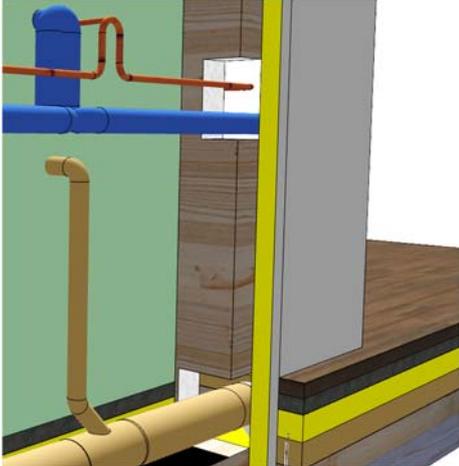


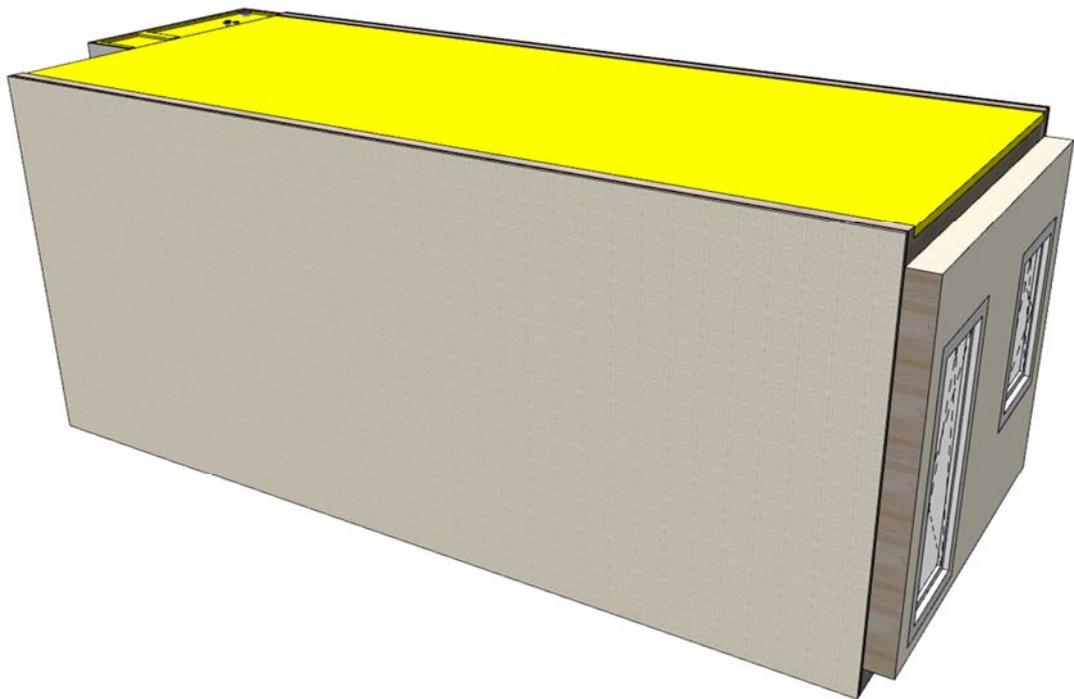
*Abbildung 3.59: Aneinanderreihung der Raumzellen gegeben (links) und optimiert (rechts)*

## Checkliste

Zusammenfassend werden in Tabelle 3.4 die geforderten Grundsätze den gesetzten Maßnahmen gegenübergestellt und mit einer Abbildung verdeutlicht.

<i>Tabelle 3.4: Zusammenfassung der gesetzten Maßnahmen</i>		
Grundsatz	gesetzte Maßnahme	<div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #c8e6c9; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Grundsatz erfüllt <div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #ffcdd2; border: 1px solid black; margin-right: 5px; margin-top: 5px;"></div> Grundsatz nicht erfüllt
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>keine Leitungen im Fußbodenaufbau</b></li> </ul>	<p>Alle horizontalen Leitungen werden in einer Vorsatzschale geführt, an welche alle Verbraucher direkt angeschlossen sind.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Modul und Raster</b></li> </ul>	<p>Einführung der Module  <math>[M] = 3 \text{ [m]}</math>  <math>[M_s] = 10 \text{ [cm]} = 1/30 \text{ [M]}</math>            Die daraus resultierenden Raster besitzen einen gemeinsamen Ursprung.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>zentrale Trassenführung</b></li> </ul>	<p>Vor jeder Raumzelle bündelt ein über die Geschoße verlaufender Schacht die Steig- und Falleleitungen.</p> <p>In der Raumzelle werden die Leitungen in einer Vorsatzschale geführt, welche über Revisionsöffnungen zugänglich ist.</p>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Trennung und Entkoppelung der Installationen von Tragwerk und Ausbau</b></li> </ul>	<p>Jede Installation ist reversibel mit der Tragstruktur verbunden und kann somit problemlos entfernt werden.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>dauerhafte Zugänglichkeit</b></li> </ul>	<p>Mehrere Revisionsöffnungen sorgen dafür, dass die Leitungen sowohl im Schacht als auch hinter der Vorsatzschale zugänglich sind. Die frei verlegten Leitungen im Küchenbereich sind jederzeit sichtbar.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>zusätzliche Platzreserven</b></li> </ul>	<p>Sowohl im Schacht, als auch in der Vorsatzschale sind Platzreserven für nachträgliche Einbauten vorhanden.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>vorkonditionierte Hohlräume</b></li> </ul>	<p>Die Aussparungen, durch die die wasserführenden Leitungen durch die Wand der Raumzelle geführt werden, werden bereits bei der Produktion der Brettsperrholzwand berücksichtigt.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Verwendung vorgefertigter Teilkomponenten</b></li> </ul>	<p>Bei der Installation der Raumzelle kann auf bereits im Vorfeld zusammengebaute Rohrleitungsbündel zurückgegriffen werden.</p>	



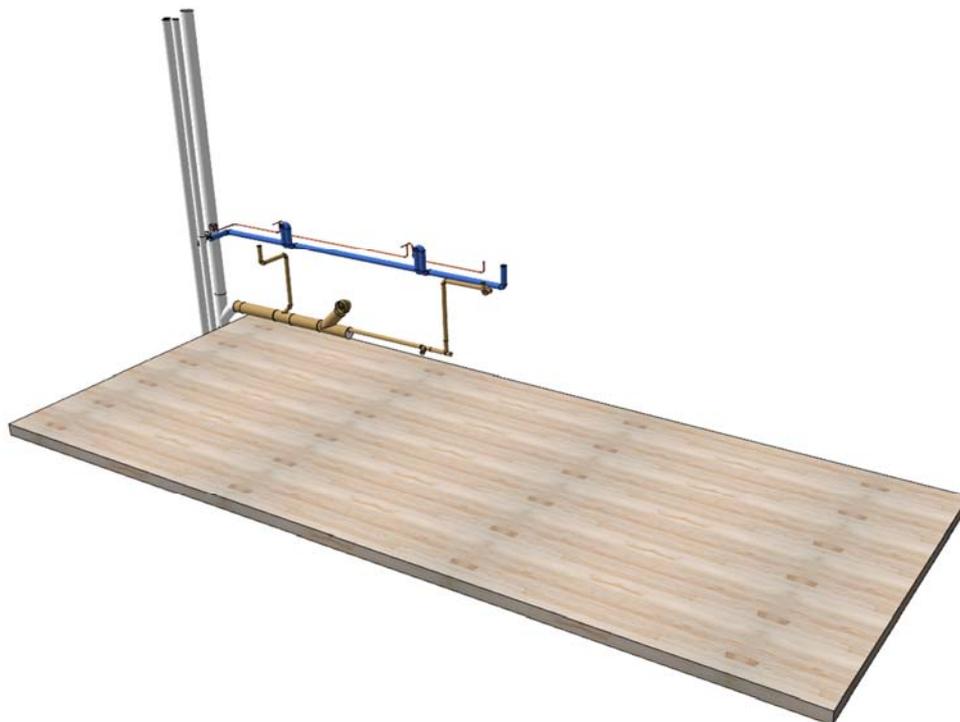
*Abbildung 3.60: Liefereinheit Raumzelle inklusive Versorgungsschacht*



*Abbildung 3.61: Raumzelle geöffnet*



*Abbildung 3.62: Sanitärzelle inklusive Sanitärgegenstände*



*Abbildung 3.63: wasserführende Ver- und Entsorgungsleitungen der Raumzelle und des Schachts*

# KAPITEL 4: ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

## 4-1 ZUSAMMENFASSUNG

---

Beim Einsatz vom Baustoff Holz kommt dem Feuchteschutz besondere Bedeutung zu. Zu hohe Feuchtigkeit in der Holzkonstruktion führt zu einer Abnahme der Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften des Baustoffs. Feuchtes Holz ist zudem ein guter Nährboden für holzerstörende Pilze. Hohes Risikopotenzial besteht in Feuchträumen wie dem Badezimmer bzw. entlang der wasserführenden Leitungen im Gebäude. Ausführungsfehler oder nicht sofort erkannte Schäden können dazu führen, dass die Holzkonstruktion über längeren Zeitraum mit Feuchtigkeit beaufschlagt wird. So entstandene Schäden an der Tragstruktur sind oft nur mühsam und kostenintensiv zu sanieren. Deshalb muss in der Planung und Ausführung auf die betroffenen Bereiche besonders Rücksicht genommen werden, um durch geeignete Maßnahmen Schäden zu vermeiden, damit die dauerhafte Funktionstüchtigkeit der Tragstruktur gewährleistet werden kann.

Betrachtet man die Entwicklung der Sanitärtechnik, so zeigt sich, dass bereits im römischen Reich sehr fortschrittliche, sanitäre Zustände herrschten. Mit dem Zerfall des Reiches geriet jedoch auch das Wissen über die Wasserver-, und entsorgung in Vergessenheit. Klöster und Adelsitze waren lange Zeit die einzigen, die über sanitäre Einrichtungen verfügten. Es sollte bis Mitte des 19. Jahrhunderts dauern, bis die Wasserversorgung wieder ähnliches Niveau wie in der Antike erreichte. Epidemien wie Pest, Cholera oder Syphilis zeigten, dass das hygienische Zusammenleben in den oft überfüllten, europäischen Städten ohne funktionierender, gesundheitsunbedenklicher Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung nicht möglich war. Ausgehend von London wurde das Wasserversorgungsnetz in europäischen Städten nach und nach ausgebaut, wobei folgende Punkte als Grundvoraussetzung für einen funktionierenden Hausanschluss gelten:

- gesundheitlich einwandfreies Trinkwasser in ausreichender Menge,
- genügend Druck, damit das Wasser auch die oberen Etagen eines Gebäudes erreichen kann,
- ein gut ausgebautes Leitungsnetz, damit die Stadt flächendeckend versorgt werden kann und
- ein reibungslos funktionierendes Kanalisationssystem.

Den Weg des Wassers in das Haus kann man auch am Wandel des Installateurberufs nachvollziehen. In der 3. Auflage von M. Lebruns Handbuch aus dem Jahr 1843 stand noch die Herstellung von verschiedensten Gegenständen aus Blech im Vordergrund, die 5. Auflage aus dem Jahr 1865 beinhaltet bereits die Arbeiten der Gas- und Wasserleitungsanlagen.

Im Buch „Der praktische Gas- und Wasserinstallateur“ von Schink und Schneider (in der 2. Auflage im Jahr 1930 erschienen) sind vier Grundvoraussetzungen angegeben, welche für die Einrichtung eines zeitgemäßen Bades in der einzelnen Wohnung gegeben sein müssen. Diese sind:

- der Behälter für das Badewasser,
- die Wärmequelle,
- die Leitungen,
- der Raum [42].

Am Beispiel von Wien zeigt sich, dass es etwa bis in die 1970er Jahre dauern sollte, dass ein Badezimmer in den eigenen vier Wänden zur Normalität wurde. Der Kernfrage, wann die Leitungen in den

Fußbodenaufbau gekommen sind, konnte kein konkreter Zeitpunkt zugeordnet werden. Abbildungen belegen, dass diese Verlegeart bereits von Beginn an herangezogen wurde, jedoch mit Aufkommen des Geschoßwohnbaus in Betonbauweise ab den 1950er Jahren einen Aufschwung erfuhr.

Die Normenrecherche hat gezeigt, dass grundlegende Regeln für den Umgang mit auftretender Feuchtigkeit im Holzbau gegeben sind. Detaillierter Angaben zur Ausführung sind jedoch nur spärlich zu finden. Es wird gefordert, dass die Holzkonstruktion vor Feuchtigkeit zu schützen ist. Dies kann durch entsprechende Abdichtungsmaßnahmen oder durch Schnellerkennung auftretender Schäden erreicht werden. Weiters ist Kondenswasser an den wasserführenden Leitungen zu unterbinden und es ist auf die Baufeuchte zu achten. Dass der Schutz des Holzes vor Feuchtigkeit schon lange Thema ist, zeigt ein Ausschnitt aus der Wiener Bauordnung aus dem Jahr 1930. Paragraph 103 besagt:

*Die Verwendung von Holzdecken ist unzulässig unter Badezimmern, Waschküchen, Aborten sowie unter und über Räumen, in denen besondere Feuchtigkeit entwickelt wird [56].*

Im konstruktiven Teil dieser Arbeit wurde eine Raumzelle in Brettsperrholz Massivbauweise sanitärtechnisch neu installiert um in Hinblick auf den Holzschutz optimale Ergebnisse zu erzielen. Um dies zu erreichen wurde zusätzlich zu den relevanten Normen die Devise verfolgt, dass keine Leitung im Fußbodenaufbau geführt werden darf. Weiters war die Einführung eines Konstruktions- und Sanitärmoduls gefordert. Als weitere Planungsgrundlage wurden die sechs Grundsätze nach Hausladen herangezogen. Diese lauten:

- zentrale Trassenführung
- Trennung und Entkoppelung der Installationen von Tragwerk und Ausbau
- dauerhafte Zugänglichkeit
- zusätzliche Platzreserven
- vorkonditionierte Holzräume
- Verwendung vorgefertigter Technikkomponenten [92]

Abschließend ist zu sagen, dass es möglich ist, bei exakter Planung unter Berücksichtigung der besonderen feuchtetechnischen Eigenschaften des Holzes, eine dauerhafte Funktionstüchtigkeit der Gesamtkonstruktion sicherzustellen, wenn wesentliche Detailpunkte wie Abdichtungen, Leitungsführung, Anschlüsse etc. sorgfältig ausgeführt werden und die Möglichkeit besteht, auftretende Schäden schnell erkennen und beheben zu können [13].

---

## 4-2 AUSBLICK

---

Um einen feuchteschutztechnisch optimal ausgebauten Holzbau zu erreichen, muss die Gebäudetechnik eigens an die besonderen Eigenschaften des Holzbaus angepasst werden. Derzeit angewandte gebäudetechnische Lösungen sind oft direkt aus dem Massivbau übernommen, welche keine Rücksicht auf die Feuchteempfindlichkeit des Baustoffs Holz nehmen. Hierzu zählt beispielsweise der Umstand, dass auch im Holzbau Leitungen im Fußbodenaufbau geführt werden.

Gute Ansätze für eine holzbauadäquate Gebäudeausrüstung bieten bereits die sechs Grundsätze nach G. Hausladen. In den Normen und Richtlinien sind jedoch nur spärlich Angaben vorhanden, die sich mit dem holzbauspezifischen Einbau von wasserführenden Leitungen und dem Umgang mit Feuchträumen beschäftigen. Hier fehlt es an gesammelten Informationen, um Planern die Wichtigkeit von speziell auf den Holzbau zugeschnittene Lösungen vor Augen zu führen.

Durch den hohen Vorfertigungsgrad des Holzbaus ist es notwendig, eine integrale Planung anzustreben. Architekt, Holzbaufachplaner und Gebäudetechniker müssen von Beginn an eng zusammenarbeiten um im Endeffekt exakt aufeinander abgestimmte Lösungen zu finden, damit die vorgefertigten Holzbauelemente am Montageort nur noch aufgestellt werden müssen und die technische Gebäudeausrüstung wie geplant, ohne weitere Anpassungen installiert werden kann. Im Hinblick auf den Feuchteschutz ist dies ein sehr wichtiger Punkt, da nur so garantiert werden kann, dass die wasserführenden Leitungen in ihrer vorgesehenen Lage verlegt werden können und es zu keinen „vor Ort“ Lösungen kommt, die eventuell in Konflikt mit anderen Holzschutzmaßnahmen wie etwa der Sekundärabdichtung stehen.

Dass der Holzbauweise, insbesondere der Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz, eine große Zukunft bevorsteht steht außer Frage. Jedoch besteht speziell beim Thema Feuchteschutz und holzbauspezifischer Gebäudeausrüstung noch Handlungs- und Informationsbedarf um den Holzbau in seinem gesamten Leistungsumfang uneingeschränkt nutzen zu können.



# ANHANG A VERZEICHNISSE

## A-1 Literaturverzeichnis

- [1] pro:Holz, „Wohnbau in Holz - Argumente und gebaute Beispiele,“ *edition:Holz*, Bd. 13, 2018.
- [2] G. Schickhofer und G. Schmid, „Gebäudetechnik für Geschößbauten in Holz-Massivbauweise,“ Institut für Holzbau und Holztechnologie, TU Graz, 2014.
- [3] G. Schickhofer, Holzbau - Der Roh- und Werstoff Holz, Institut für Holzbau & Holztechnologie - Technische Universität Graz, 2006.
- [4] A. Teischinger, „Wechselwirksam Holz und Feuchtigkeit,“ *Zuschnitt 22 - Wasserkontakt*, pp. 22-24, 09 2006.
- [5] F. Colling, Holzbau - Grundlagen, Bemessungshilfen 2. Auflage, Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2008.
- [6] P. Niemz, Holzphysik: Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe, Carl Hanser Verlag: Leipzig, 1993.
- [7] D. Noack, Holz als Baustoff - Holzbautaschenbuch, Berlin: Springer, 1986.
- [8] G. Werner und K. Zimmer, Hozbau 1 - Grundlagen DIN 1052 (neu 2008) und Eurocode 5, Berlin Heidelberg: Springer, 2009.
- [9] H. Austria, *PDF - Bekaempfung und Sanierung - Gastvortrag LV Bestandsanalyse und Instandhaltung von Holzkonstruktionen TU Graz*, 2015.
- [10] G. Schickhofer, Holzbau - Konstruktionen aus Holz, Technische Universität Graz: Institut für Holzbau & Holztechnologie, 2006.
- [11] „www.bauhandwerk.de,“ Bauverlag BV GmbH, [Online]. Available: <http://www.bauhandwerk.de/>. [Zugriff am 2018 08 2018].
- [12] G. Binker, „Dr. Gerhard Binker . Sachverständiger und Gutachter für Schimmelpilz- und Bakterienbelastung,“ Binker Materialschutz GmbH, 2015. [Online]. Available: <http://www.stockflecken-schimmelpilz.de/>. [Zugriff am 29 08 2018].
- [13] H. Schulze, Holzbau Wände - Decken - Bauprodukte - Dächer - Konstruktionen - Bauphysik - Holzschutz 3. Auflage, Wiesbaden: Teubner, 2005.
- [14] „Holzfragen.de,“ Bürogemeinschaft Sachverständigenbüro für Holzschutz Hans-Joachim Rüpke & Dr. Ernst Kürsten, [Online]. Available: [www.holzfragen.de](http://www.holzfragen.de). [Zugriff am 29 08 2018].
- [15] H. M. Sauter, A. Hartmann und T. Katz, Einführung in das Entwerfen - Band 1: Entwurfspragmatik, Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2011.

- [16] L. Wright, Clean and decent - the fascinating history of the bathroom & the water closet, London: Routledge & Kegan Paul Limited, 1930.
- [17] K. Kramer, Installateur - ein Handwerk mit Geschichte: ein Bilderbogen der sanitären Kultur von den Ursprüngen bis in die Neuzeit, Klaus Kramer Verlag, 1998.
- [18] „Rome guide,“ rome-guide.it, [Online]. Available: [http://www.rome-guide.it/english/monuments/monuments\\_caracalla.html](http://www.rome-guide.it/english/monuments/monuments_caracalla.html). [Zugriff am 09 11 2018].
- [19] M. K. Philipp Lyding, „Energieheld - einfach energetisch sanieren,“ Energieheld GmbH, [Online]. Available: <https://www.energieheld.de/heizung/holzheizung/holzvergaser#brennstoff>. [Zugriff am 09 11 2018].
- [20] F. Allgemeine, „Frankfurter Allgemeine,“ 09 01 2004. [Online]. Available: <http://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/umwelt/rom-cloaca-maxima-seit-2-500-jahren-in-betrieb-1145917.html>. [Zugriff am 09 11 2018].
- [21] G. Huber-Rebenick, C. Rohr und M. Strolz, Wasser in der mittelalterlichen Kultur: Gebrauch - Wahrnehmung - Symbolik, Berlin: de Gruyter, 2017.
- [22] K. Heinz, Expedition in die Kulturgeschichte des Abwassers, Wien: Magistrat der Stadt Wien, 2004.
- [23] S. Westermann, „Baunetz\_Wissen,“ Baunetzwissen Media GmbH, [Online]. Available: <https://www.baunetzwissen.de/bad-und-sanitaer/fachwissen/geschichte-des-bads/die-badekultur-im-mittelalter-172678>. [Zugriff am 20 11 2018].
- [24] E. B. O. (HG.), Intime Zeugen: Vom Waschtisch zum Badezimmer, Wien: Böhlau Verlag, 2012.
- [25] P. D. A. Landwehr, „Lehrstuhl für Geschichte der Frühen Neuzeit,“ Universität Düsseldorf, [Online]. Available: <http://www.geschichte.hhu.de/lehrstuehle/geschichte-der-fruehen-neuzeit/geschichte-der-fruehen-neuzeit.html>. [Zugriff am 21 11 2018].
- [26] K. Kramer, Das private Hausbad 1850-1950, Schiltach: Hansgrohe Öffentlichkeitsarbeit, 1997.
- [27] B. Möllring, *Toiletten und Urinale für Frauen und Männer*, Berlin, 2003.
- [28] S. F. a. Main, „Stadtentwässerung Frankfurt am Main,“ [Online]. Available: <https://www.stadtentwaesserung-frankfurt.de/anlagen/historisches/173-geschichte-der-altensklaerbeckenanlage-vor-1900.html>. [Zugriff am 2018 12 06].
- [29] F. Thadeusz, „Mit der Toilette kam das Chaos,“ *Der Spiegel*, Nr. 23, 2015.
- [30] L. M., Vollständiges Handbuch für Klempner und Lampenfabrikanten, Weimar, 1843.
- [31] C. Stegmann, Die Wasserleitung für das Haus, Weimar : B.F. Voigt, 1861.
- [32] M. Lebrun, Vollständiges Handbuch für Klempner und Metallwaarenfabrikanten, Weimar: B.F. Voigt, 1873.
- [33] B. f. p. Bildung, „Die durchschnittlichen Jahresverdienste von Arbeitnehmern in Industrie, Handel und Verkehr,“ 2012.

- [34] „Wikipedia,“ [Online]. Available: [https://de.wikipedia.org/wiki/Mark\\_\(1871\)#Umrechnungen](https://de.wikipedia.org/wiki/Mark_(1871)#Umrechnungen). [Zugriff am 04 12 2018].
- [35] C. Tyszka, „Löhne und Lebenskosten in Westeuropa im 19. Jahrhundert,“ *Gewerkschaftliche Rundschau für die Schweiz: Monatsschrift des Schweizerischen Gewerkschaftsbundes*, 1914.
- [36] S. Hellyer, *The Plumber and Sanitary Houses*, London: B.T. Batsford, 1893.
- [37] J. J. Lawler, *Modern Plumbing, Steam an hot water heating*, New York: The Popular Publishing Company, 1899.
- [38] J. J. Lawler, *American Sanitary Plumbing*, London: Staioners Hall, 1896.
- [39] B. f. V. u. d. Infrastruktur, „Reformkommission Bau von Großprojekten - Endbericht,“ Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin, 2015.
- [40] M. d. S. W. -. M. 23, „Statistisches Jahrbuch der Stadt Wien,“ Magistrat der Stadt Wien - MA 23, Wien , 2018.
- [41] K. Honey, *Die Wohnungspolitik der Stadt Wien*, Wien: Deutsch-Österr. Städtebund, 1926.
- [42] H. S. G. Schink, *Der praktische Gas- und Wasserinstallateur*, Stuttgart: Ernst Heinrich Moritz, 1930.
- [43] S. -. B. d. U. Harald Wunderlich, *Die Volksbadewanne der Krauswerke*, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Krauss\\_SZB\\_Badewanne.jpg#/media/File:Krauss\\_SZB\\_Badewanne.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Krauss_SZB_Badewanne.jpg#/media/File:Krauss_SZB_Badewanne.jpg).
- [44] *Rede von Robert Ley in Berlin, 7.12.1940, BA (Potsdam), 46.06/149, Bl.34, zit nach Harlander, Heimstätte*, 1995.
- [45] I. Weinberg, *NS-Siedlungen in Wien*, Wien: Lit Verlag, 2015.
- [46] P. Noever, *Margarethe Schütte-Lihotzky - Soziale Architektur Zeitzeugin eines Jahrhunderts*, Wien: Böhlau Verlag, 1996.
- [47] K. Volger, *Haustechnik - Grundlagen, Planung, Ausführung*, Stuttgart: B.G. Teubner, 1958.
- [48] L. Knobloch, *Handbuch der Gesundheitstechnik*, Berlin: VEB Verlag für Bauwesen, 1974.
- [49] K. Volger, *Haustechnik - Grundlagen, Planung, Ausführung*, Stuttgart: B.G. Teubner, 1975.
- [50] K. Schulz, *Sanitäre Haustechnik*, Düsseldorf: Werner, 1981.
- [51] *Einrichtungs-Berater, Küche, Bad, Haustechnik - Leitfaden für richtige Planung und Ausstattung*, Fellbach: Fachschriftenverlag, 1982.
- [52] E. Laasch und K. Volger, *Haustechnik: Grundlagen, Planung, Ausführung*, Stuttgart: Vieweg+Teubner, 1989.

- [53] *Reichs-Gesetz-Blatt für das Kaiserthum Österreich - Bauordnung für die k.k. Reichshaupt- und Residenzstadt Wien*, Wien, 1859.
- [54] *Landes-Gesetz- und Verordnungsblatt für das Erzherzogthum Österreich unter der Enns - Bauordnung für die k.k. Reichshaupt- und Residenzstadt Wien*, Wien, 1868.
- [55] *Landes-Gesetz- und Verordnungsblatt für das Erzherzogthum Österreich unter der Enns - Bauordnung für die k.k. Reichshaupt- und Residenzstadt Wien*, Wien, 1883.
- [56] *Landesgesetzblatt für Wien - Bauordnung für Wien*, 1930.
- [57] *Bundesgesetzblatt für den Bundesstaat Österreich - Kleinwohnungsbauförderungsverordnung*, Wien, 1937.
- [58] *Landesgesetzblatt für Wien - Sonderbestimmungen für den Wiederaufbau Wiens*.
- [59] *Landesgesetzblatt für Wien - Wiener Wiederaufbaugesetz*, 1951.
- [60] *Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich - Wohnungsverbesserungsgesetz*, Wien, 1969.
- [61] *Landesgesetzblatt für Wien - Bauordnungsnovelle 1976*, Wien, 1976.
- [62] „Wien Geschichte Wiki,“ Wiener Stadt- und Landesarchiv, Wienbibliothek im Rathaus, [Online]. Available: [https://www.geschichtewiki.wien.gv.at/Erste\\_Hochquellenleitung](https://www.geschichtewiki.wien.gv.at/Erste_Hochquellenleitung). [Zugriff am 30 01 2019].
- [63] M. d. S. Wien, *Statistisches Jahrbuch der Stadt Wien 1990*, Wien : Magistrat der Stadt Wien, 1991.
- [64] W. Pistohl, *Handbuch der Gebäudetechnik*, Band 1, Werner, 2009.
- [65] *ÖNORM B 2320:2017 08 01: Wohnhäuser aus Holz - Technische Anforderungen*.
- [66] *ÖNORM B 3802-1:2015 01 15 - Holzschutz im Bauwesen Teil 2: Baulicher Holzschutz*.
- [67] *ÖNORM B 2531:2018 03 01 - Anforderungen an Trinkwasserinstallationen (Verbrauchsanlagen) - Planung, Bau und Betrieb*.
- [68] *ÖNORM B 2531:2012 09 01 - Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen: Nationale Ergänzungen zu den ÖNORMEN EN806-1 bis -5*.
- [69] *ÖNORM B 3692:2014 11 15 - Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen*.
- [70] *ÖNORM B 3365:2015 04 15 - Abdichtungsbahnen - Bitumenbahnen für die Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte und Wasser - Nationale Umsetzung der ÖNORM EN 13696*.
- [71] „Knauf,“ Knauf, 2018. [Online]. Available: [www.knauf.at](http://www.knauf.at). [Zugriff am 03 10 2018].
- [72] W. Stephan, „Baunetz\_Wissen,“ Infopro Digital company, [Online]. Available: [www.baunetz.de](http://www.baunetz.de). [Zugriff am 13 09 2018].

- [73] „WolfIn,“ WolfIn Bautechnik, 2018. [Online]. Available: [www.wolfin.de](http://www.wolfin.de). [Zugriff am 09 10 2018].
- [74] A. Groh, „BauWissenOnline,“ wion media services GmbH & Co.KG, [Online]. Available: [www.bauwion.de](http://www.bauwion.de). [Zugriff am 13 09 2019].
- [75] D. B. e.V., Abdichtung mit Flüssigkunststoffen nach ETAG 025 - Dächer, Balkone und Terrassen - Sachstandsbericht, Frankfurt am Main: Frotscher, 2005.
- [76] F. Heimberg, „Flexobau,“ 2018. [Online]. Available: [www.flexobau.ch](http://www.flexobau.ch). [Zugriff am 09 10 2018].
- [77] R. Pernull, „Abhaltung von Feuchteschäden im Holzbau infolge Feuchträume und Installationen,“ Technische Universität Graz, Graz, 2000.
- [78] *ÖNORM B 3407:2015 01 15 - Planung und Ausführung von Fliesen-, Platten-, und Mosaiklegearbeiten.*
- [79] K. M. GmbH, „Bauphysik,“ KLH, Teufenbach-Katsch, 2012.
- [80] I. Holz, „Bäder und Feuchträume im Holzbau und Trockenbau,“ Absatzförderungsfonds der deutschen Forst- und Holzwirtschaft, 2007.
- [81] *Landesgesetzblatt für Wien - Bauordnung für Wien (Techniknovelle),* Wien, 2001.
- [82] R.-b. S. GmbH, „Vorgefertigter Wandblock mit einem Rahmen zur Aufnahme von Installationsleitungen eines Bauwerkes, insbesondere eines Wohnhauses“. DE Patent Offenlegungsschrift 1913516, 24 09 1970.
- [83] T. Laasch und E. Laasch, *Haustechnik - Grundlagen, Planung, Ausführung,* Teubner , 2005.
- [84] S. Wagner, „Fertigteile in der Altbauerneuerung,“ Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 1982.
- [85] W. Vollenbruch und G. Boeck, „Vorgefertigter verfließter Naßraum“. DE Patent DE 27 01 904 A1, 19 1 77.
- [86] H. G. Möller, „Raumgroßes Sanitärzelle aus Kunststoff sowie Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen derselben“. DE Patent DT 24 29 531 A1, 2 1 1976.
- [87] F. Sender und T. U. Dresden, „Raumzelle aus Holz und Holzwerkstoffen“. DE Patent DE 198 36 942 A1, 17 08 1998.
- [88] H. M. GmbH, „Raumzelle in Holzbauweise“. DE Patent DE20018768U1, 18 01 2001.
- [89] F. Design, „[www.woodie.hamburg.de](http://www.woodie.hamburg.de),“ UPARTMENTS Real Estate GmbH, [Online]. Available: <https://www.woodie.hamburg/de/>. [Zugriff am 25 03 2019].
- [90] G. Schickhofer und K. Ganster, *[M]odul und Raster - Das n[M] der Standardisierung und Vorfertigung,* TU Graz, 2018.
- [91] P. Schreibmayer, *architektur aus der Fabrik,* Graz: Institut für Hochbau für Architektur, 2002.

- [92] G. Hausladen, Holzbau der Zukunft - Teilprojekt 12. Modulare, vorgefertigte Installationen in mehrgeschossigen Holzbauwerken, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2008.
- [93] awa Installationen GmbH & CoKG, *UDQ Hamburg Standard Modul*, Rehmen, 2016.
- [94] B. Bosy, „Bosy-online.de,“ [Online]. Available: <http://www.bosy-online.de>. [Zugriff am 21 05 2019].
- [95] *ÖNORM EN 806-4: 2010 07 15: Technische Regeln für Trinkwasser Installationen - Teil 4: Installationen.*
- [96] L. GmbH, „LEGO.com,“ 18 01 2013. [Online]. Available: <https://www.lego.com/de-de/aboutus/news-room/2013/january/55-jahre-lego-stein>. [Zugriff am 01 06 2019].
- [97] G. Schickhofer und K. Ganster, „[M]odul und Raster - Das n\*[M] der Standardisierung von Vorfertigung“.
- [98] *Sanitärräume Wohnungen, Richtlinie VDI 6000 Blatt 1*, 2008-02.
- [99] D. Bohne, Technischer Ausbau von Gebäuden - Und nachhaltige Gebäudetechnik, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014.
- [100] *ÖNORM B2531:2019-04: Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen - Nationale Ergänzungen zu ÖNORMEN EN 806.*
- [101] *ÖNORM EN 806-4: 20010301 - Technische Regeln für Trinwasserinstallationen - Teil 4: Installationen.*
- [102] T. Laasch und E. Laasch, Haustechnik: Grundlagen - Planung - Ausführung 13. Auflage, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2013.
- [103] *ÖNORM EN 806-5:20010301 – Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen – Teil 5: Betrieb und Wartung.*
- [104] *Landesgesetzblatt für Wien - Bauordnung für Wien - §103. Decken und Fußböden*, Wien, 1930.
- [105] Ö. - Ö. V. f. d. G.-. u. Wasserfach, „Wasserwerk.at,“ echonet communication GmbH, [Online]. Available: [www.wasserwerk.at](http://www.wasserwerk.at). [Zugriff am 08 11 2018].

## A-2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Holzfeuchte in Abhängigkeit von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit [5] .....	4
Abbildung 1.2: Verzerrung von Holz durch unterschiedliche Schwindung [6] .....	5
Abbildung 1.3: Bläuepilz [11] .....	6
Abbildung 1.4: Schimmelpilz [12] .....	6
Abbildung 1.5: Erscheinungsbild der Braunfäule [14] .....	7
Abbildung 1.6: typischer Fruchtkörper des echten Hausschwamms [14] .....	7

Abbildung 1.7: Erscheinungsbild der Weißfäule [14].....	7
Abbildung 1.8: Weißfäule am Deckenbalken [14].....	7
Abbildung 2.1: Neobabylonisches Bad [16] .....	9
Abbildung 2.2: Terra Cotta Leitung [16] .....	10
Abbildung 2.3: öffentliches Fußbad [16] .....	10
Abbildung 2.4: Badewanne [16] .....	10
Abbildung 2.5: Aqua Claudia, eingeweiht 52 n.Chr. [15].....	11
Abbildung 2.6: Bleirohre [15].....	11
Abbildung 2.7: Wasser Ver- und Entsorgung [15].....	11
Abbildung 2.8: römische Bronzearmaturen [15].....	11
Abbildung 2.9: Schema einer Hypokaustenanlage [15] .....	12
Abbildung 2.10: Wasserversorgungsplan der Christ Church Canterbury [21].....	13
Abbildung 2.11: Entwurf eines Badezimmers um 1740 [24].....	16
Abbildung 2.12: Badewanne um 1782 [15] .....	17
Abbildung 2.13: Trinkwasserversorgung von Stadthäusern [15].....	18
Abbildung 2.14: Schnitt durch eine Hamburger Straße 1848 [26].....	19
Abbildung 2.15: Ausschnitt 1 [26].....	20
Abbildung 2.16: tragbare Badewanne aus Zinkblech [31].....	23
Abbildung 2.17: Wanne mit Ofen zum Heizen des Wassers [31].....	24
Abbildung 2.18: verschiedene Anwendungen der Schaukelbadewanne [26] .....	25
Abbildung 2.19: Wanne mit Gasbadeofen [26].....	26
Abbildung 2.20: Brauchwasserentsorgung Anfang des 20. Jhdts. [26].....	26
Abbildung 2.21: das Bad in der Küche nach S. Hellyer [36].....	27
Abbildung 2.22: das gehobene Bad nach S. Hellyer [36] .....	28
Abbildung 2.23: Auswirkungen von Änderungen auf Kosten in Abhängigkeit zur Projektphase [39]	29
Abbildung 2.24: Bevölkerung der Stadt Wien von 1869 bis 1991 [40].....	30
Abbildung 2.25: Aufteilung der Wohnungstypen 1917 [41].....	31
Abbildung 2.26: Wohnungsgrundriss [41].....	31
Abbildung 2.27: Wohnungsgrundriss [41].....	32
Abbildung 2.28: Wohnungstypen Gemeindebau [41].....	32
Abbildung 2.29: Volksbadewanne 1926 nach Emil Kraus [43].....	33
Abbildung 2.30: Volksbad der 30er Jahre – Museumsinszenierung [26] .....	33
Abbildung 2.31: Kohlebadeofen mit Mischbatterie und Brause, Joh. Vaillant 1925 [42] .....	34
Abbildung 2.32: Gasbadeofen für Kleinwohnungen und Siedlungshäuser, Junkers & Co [42] .....	34
Abbildung 2.33: Warmwasser Versorgungsanlage für ein Landhaus [42] .....	35
Abbildung 2.34: Installation eines Wohnhauses [42].....	37
Abbildung 2.35: Luxus Badezimmer vor 1930 [42] .....	38
Abbildung 2.36: Reichsbauform Grundriss – Installationszelle 10 + 11 [26].....	40

Abbildung 2.37: Wohnküche (links), Arbeitsküche (Mitte), Essküche (rechts) [46].....	41
Abbildung 2.38: Frankfurter Küche, Nachbau des MAK [46].....	42
Abbildung 2.39: Grundriss und Ansichten der Frankfurter Normenküche [46] .....	43
Abbildung 2.40: Grundriss - Bad und Küche an Sanitärwand [47].....	44
Abbildung 2.41: Rohrleitungswand in der Küche und im Bad [47].....	45
Abbildung 2.42: Arten von vorgefertigten Elementen in einem Wohnhaus – Rohrbündelelement, Anschlussleitungselement, Installationstrennwand, Sanitärzelle [48] .....	46
Abbildung 2.43: a) Außenbadkern, b) Innenbadkern [48] .....	47
Abbildung 2.44: Grundrissvarianten für Sanitärzellen [48] .....	48
Abbildung 2.45: Abflussrohre im Fußboden [49] .....	49
Abbildung 2.46: Heizungsrohre auf Rohdecke [49].....	49
Abbildung 2.47: Rohrleitungswand mit vorgefertigter Installationswand [49].....	50
Abbildung 2.48: Grundriss Bad groß [51].....	52
Abbildung 2.49: Grundriss Bad klein [51] .....	52
Abbildung 2.50: Leitungsführung offen [52] .....	53
Abbildung 2.51: Installationswand [52].....	54
Abbildung 2.52: Installationskern innenliegend [52].....	54
Abbildung 2.53: Wiener Wohnungen nach Ausstattungstyp [63].....	61
Abbildung 2.54: Wanne aus dem Jahr 1861 [31].....	62
Abbildung 2.55: Badezimmerinstallationen nach S. Hellyer 1893 [36].....	62
Abbildung 2.56: Warmwasser Versorgungsanlage für ein Landhaus [42] .....	63
Abbildung 2.57: Fußbodenheizung [47].....	63
Abbildung 2.58: Heizungsrohre auf Rohdecke [47].....	63
Abbildung 2.59: vertikale Gebäudeerschließung [64].....	64
Abbildung 2.60: horizontale Gebäudeerschließung [64].....	64
Abbildung 3.1: Zuordnung der abzudichtenden Bauteile laut ÖNORM B 3692:2014 [69] .....	67
Abbildung 3.2: Abdichtungsbahn aus Polymerbitumen [71] .....	69
Abbildung 3.3: Kunststoff-Abdichtungsbahn [73].....	70
Abbildung 3.4: Flüssigkunststoff mit Vlieseinlage [76] .....	70
Abbildung 3.5: WC mit Waschbecken .....	73
Abbildung 3.6: Bad mit Badewanne .....	73
Abbildung 3.7: Bad mit Badewanne und Dusche mit Duschtasse .....	74
Abbildung 3.8: Bad mit Badewanne und niveaugleicher Dusche ohne Duschtasse .....	74
Abbildung 3.9: Bad mit Badewanne und niveaugleicher Dusche ohne Duschtasse, Ablauf in die Wand .....	75
Abbildung 3.10: Bad mit Badewanne, Bodenfläche besitzt niveaugleichen Ablauf.....	75
Abbildung 3.11: Draufsicht [82] .....	78
Abbildung 3.12: Schnitt [82].....	78
Abbildung 3.13: Vertikalschnitt [85] .....	80

Abbildung 3.14: Horizontalschnitt [85] .....	80
Abbildung 3.15: Detail E [85].....	80
Abbildung 3.16: Sanitärzelle Badinet-S [83] .....	80
Abbildung 3.17: Horizontalschnitt [86] .....	82
Abbildung 3.18: Perspektive Sanitärzelle [86].....	82
Abbildung 3.19: Möller Modell Tahiti [86] .....	82
Abbildung 3.20: Modellpalette Möller; Elba, Azur, Malta, Tahiti (von links nach rechts) [84].....	83
Abbildung 3.21: Perspektive Raumzelle [87] .....	84
Abbildung 3.22: Perspektive Raumzelle mit Installationen [87] .....	84
Abbildung 3.23: Beispiel Anwendung als Installationskern [87].....	84
Abbildung 3.24: Perspektive Raumzelle [88] .....	86
Abbildung 3.25: Horizontalschnitt Sanitärzelle [88].....	86
Abbildung 3.26: Verbesserungsvorschlag – Variante Gebrauchsmuster (oben) und neue Variante (unten) .....	87
Abbildung 3.27: WOODIE Hamburg – Übersicht und Raumzelle [89] .....	88
Abbildung 3.28: Zusammenhang Grund-, Multi-, und Strukturmodul [91].....	89
Abbildung 3.29: vertikale Gebäudeerschließung [64].....	90
Abbildung 3.30: Trennung Installationen und Tragwerk .....	90
Abbildung 3.31: dauerhafte Zugänglichkeit.....	91
Abbildung 3.32: Platzreserven in einer Vorsatzschale.....	91
Abbildung 3.33: vorkonditionierte Hohlräume .....	92
Abbildung 3.34: vorgefertigte Technikkomponenten .....	92
Abbildung 3.35: Raumzelle Grundriss [93] .....	93
Abbildung 3.36: Schema Leitungsführung [93].....	94
Abbildung 3.37: Ringleitungssystem [95].....	94
Abbildung 3.38: Das Grundmodul [M <sub>LEGO</sub> ] [97].....	95
Abbildung 3.39: Submodule (Platten) von [M <sub>LEGO</sub> ] [97] .....	96
Abbildung 3.40: Dreiteilung eines Multimoduls [97] .....	96
Abbildung 3.41: Konstruktion von [M <sub>LEGO,RZ</sub> ] .....	97
Abbildung 3.42: Frontansicht Raumzelle inklusive Raster .....	98
Abbildung 3.43: Raumzelle mit offener Front inklusive Raster .....	99
Abbildung 3.44: Perspektive der LEGO® Raumzelle.....	100
Abbildung 3.45: Originalmaße der Raumzelle.....	102
Abbildung 3.46: Maße durch Einführung des Grundmoduls [M] = 3 [m] .....	102
Abbildung 3.47: Problemzone bei [M <sub>S</sub> ] = 20 [cm] im Grundriss.....	104
Abbildung 3.48: Vertikalschnitt durch die WOODIE Raumzelle – Auflagersituation Decke [93] ....	105
Abbildung 3.49: Modulmaße [M] (rot) und [M <sub>S</sub> ] (blau) im Grundriss .....	105
Abbildung 3.50: Raumzelle neu.....	105

Abbildung 3.51: Neuordnung der Küchenzeile .....	106
Abbildung 3.52: Reihensystem [95].....	107
Abbildung 3.53: wasserführende Leitungen einer Raumzelle inklusive Sanitärgegenstände .....	108
Abbildung 3.54: installierte und freie Zonen der Raumzelle .....	108
Abbildung 3.55: Abdichtung auf Rohbauebene .....	109
Abbildung 3.56: Schutzmaßnahmen in der Küchenzeile .....	109
Abbildung 3.57: schematische Darstellung Überwachungssystem.....	110
Abbildung 3.58: Teilung des Leitungssystems .....	111
Abbildung 3.59: Aneinanderreihung der Raumzellen gegeben (links) und optimiert (rechts) .....	112
Abbildung 3.60: Liefereinheit Raumzelle inklusive Versorgungsschacht .....	115
Abbildung 3.61: Raumzelle geöffnet .....	115
Abbildung 3.62: Sanitärzelle inklusive Sanitärgegenstände .....	116
Abbildung 3.63: wasserführende Ver- und Entsorgungsleitungen der Raumzelle und des Schachts .	116

### A-3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1: Orientierungswerte der Ausgleichsholzfeuchte [3] .....	4
Tabelle 1.2: maximales Quellmaß, Quellungskoeffizient und differentielle Quellung verschiedener Holzarten [7] .....	5
Tabelle 2.1: Wohnungstypen der Stadt Wien 1917 [41] .....	30
Tabelle 2.2: Richtwerte für die Sanitärausstattung in Wohnhäusern [50].....	51
Tabelle 2.3: Entwicklung der Wiener Bauordnung in Bezug auf die Sanitärtechnik.....	56
Tabelle 3.1: Feuchtigkeitsbeanspruchung (in Anlehnung an ÖNORM B3692:2014 Tabelle 8) [69]...	68
Tabelle 3.2: Feuchtraumabdichtungen (in Anlehnung an ÖNORM B3692:2014 Tabelle 9) [69].....	69
Tabelle 3.3: Platzbedarf Sanitärobjekte (nach VDI 6000 Blatt 1) [98] .....	103
Tabelle 3.4: Zusammenfassung der gesetzten Maßnahmen .....	113

## ANHANG B DIVERSE ANHÄNGE

### B-1 E-Mail Schriftverkehr

#### E-Mail-Verkehr mit Kurt Pant, Kurator des Wiener Sanitärmuseums:

Christoph Seibert am 25.04.2018

Sehr geehrter Herr Pant,

mein Name ist Christoph Seibert und ich schreibe gerade meine Diplomarbeit an der TU Graz am Institut für Holzbau.

Diese befasst sich mit der Holz Raumzellenbauweise bzw mit Naßzellen in dieser. Ein Teil meiner Arbeit beinhaltet einen historischen Abriss der Gebäudetechnik, im speziellen der wasserführenden Leitungen, da diese eine Gefahr für den Holzbau darstellen können (Leckagen, Rohrbrüche, etc. => irreparable Schädigungen der Tragstruktur durch das Wasser).

Könnten Sie mir Auskunft geben ab wann wasserführende Leitungen direkt die einzelnen Wohnungen erreicht haben (vom Gang in die Wohnung), bzw wann es dazu gekommen ist das Leitungen, wie heute üblich, in den Fußbodenaufbau integriert wurden?

Ich würde mich über eine Antwort sehr freuen, da meine bisherige Recherche ein ziemlich ungenaues Bild der Sachlage zeigt.

Dankeschön und Beste Grüße,

Christoph Seibert

Kurt Pant, am 26.04.2018

Sg.Hr. Seibert!

In der Hofburg wurde erst unter Kaiser Franz Josef, auf drängen der Kaiserin Sissi, Wasser eingeleitet. Um die Jahrhundertwende gab es in den Wiener Miethäusern die legendäre Gangbassena. Die reichen Bürger hatten ein Badezimmer mit Bassena, Wanne und Kohlebadeofen. Der Gemeindewohnbau sorgte in den 20er und 1930 Jahren für Fliesswasser in den Wohnungen. Die Wasserleitungen waren in Druckbleiausführung.

Die Gesundheitsproblematik war damit aktuell bis heute. Der grosse Sanierungsschub kam mit dem Wohnungsverbesserungsgesetz in der 1970er Jahren. Bleiabläufe waren noch immer Standard, obwohl die Kunststoffrohre (Polocal) bereits am Markt waren. Die Rohrverlegung erfolgte vor allem durch das Wohnungsverbesserungsgesetz (1970) begünstigt in den Holzdecken bei alten Miethäusern (1850 bis 1910 gebaut). Erst ab den 1960er Jahren änderte sich grundlegend die Sanitärplanung. (Fertigteilbauweise). Es ist noch anzumerken, dass punkto Isolierung nach 1945 bis etwa 1960 keinerlei Wert gelegt wurde.

(Schwitzwasser). Es gab Fälle, wo die Decke aufgrund der Durchnässung auf die unteren Wohnräume fielen. Auch der Schimmel war damals kein Thema.

Die Bautechnologie hat sich sehr positiv entwickelt.

Was der Holzbau in nächster Zeit für Vorteile uns bringt, wird dir Zukunft weisen.

MfG

Kurt Pant