

Beitrag bei der 7. Internationalen Fachtagung Bauphysik und Gebäudetechnik BGT 2024 in Friedrichshafen

Installationskonzepte für die TGA- Modularisierung im mehrgeschossigen Holzbau

Petra Fortmüller

Institut für Bauphysik, Gebäudetechnik und Hochbau
Arbeitsbereich Gebäudetechnik
TU Graz

Prof. Michael Monsberger

Institut für Bauphysik, Gebäudetechnik und Hochbau
Arbeitsbereich Gebäudetechnik
TU Graz

1. Einleitung und Problemfelder

Holzbau und vor allem auch der Holzmassivbau sind stark im Zunehmen begriffen. Allerdings stellen Feuchteschäden für Holzbauten ein großes Problem sowohl in baulicher Hinsicht als auch aus Imagegründen dar. Im Forschungsprojekt «CLT_Plumbing_Design - Computergestützter Planungsprozess zur automatisierten Gestaltung von Nassräumen für den Holz-Massivbau» hat man sich der Feuchteschadensproblematik in Badezimmern angenommen und Lösungen geschaffen, die nicht nur die Sicherheit der Holzkonstruktion deutlich erhöhen, sondern auch die Komplexität im Planungs- und Bauprozess stark reduzieren sowie die TGA- Modularisierung in Badezimmern forcieren.

Die folgenden Unterkapitel geben einen kurzen Einblick in drei - in diesem Kontext relevante - Problemfelder. Anschließend werden im Projekt erarbeitete Installationskonzepte für die TGA- Modularisierung in Badezimmern anhand von BIM Modellen gezeigt und erläutert. Abschließend gibt es noch einen kurzen Ausblick auf einen neuen automatisierten Planungsprozess für holzbauadäquate Badezimmer der im Zuge des Projektes «CLT_Plumbing_Design» ebenfalls entwickelt wurde.

1.1. Problemfeld 1: Feuchteschäden im Holzbau

Feuchteschäden, die über einen längeren Zeitraum unbemerkt bleiben, haben das Potenzial die Holzkonstruktion massiv zu schädigen und stellen daher ein großes Problem für die Holzkonstruktion dar [1]. Solche Schäden sind schwer zu sanieren und verursachen hohe Kosten. Schäden resultieren einerseits aus Brauchwasser, das über undichte bzw. nicht vorhandene Abdichtungen oder durch Wasserverschleppung bis zur Holzkonstruktion vordringt. Andererseits gibt es aber auch viele Schäden durch undichte Rohre oder undichte Installationskomponenten [2]. Alleine in Deutschland gibt es jährlich über eine Million Leitungswasserschäden, die den Versicherungen gemeldet werden [3]. Laut Schadenstatistik des IFS für Leitungswasserschäden sind ca. 40% der untersuchten Leitungswasserschäden auf Installations- oder Montagefehler zurückzuführen [4].

Leider gibt es kaum Bewusstsein dafür, dass Holzbauten andere Installationsweisen erfordern als mineralische Massivbauten. Holzbauadäquate Installationen sollen kompakt geführt und zugänglich sein, über möglichst wenig Rohrverbindungsstellen und kurze Leitungslängen verfügen sowie weitgehend vorgefertigt sein [2]. Dies trägt maßgeblich dazu bei, dass Leitungswasserschäden inkl. deren Folgeschäden reduziert werden können. Falls dennoch Schäden auftreten, gilt es diese rasch zu detektieren bzw. sollte so geplant und gebaut werden, dass eine Schadensausbreitung möglichst reduziert wird [3]. In diesem Zusammenhang spielt auch die Abdichtung auf der Rohdecke wie sie in Österreich in Badezimmern in Holzbauten gemäß ÖNORM B3692-2014 [5] Stand der Technik ist eine wichtige Rolle.

Aktuell wird im Holzbau meist so installiert wie im Massivbau [6]. Vor allem eine oft ungeplante und unkoordinierte Leitungsführung in der Fußbodenkonstruktion steht gerade im Wohnbau an der Tagesordnung. Leitungen werden einfach auf Basis von «Vor-Ort-Entscheidungen» im Fußbodenaufbau «versenkt» [1]. Dies schafft unter anderem Probleme in der Gefälleausbildung von Abwasserleitungen und in der schalltechnisch korrekten Einbettung von Leitungen in der Schüttung. Im Falle einer Abdichtung auf der Rohdecke, die gerade im Holzbau essenziell für den Feuchtschutz der Holzkonstruktion ist, gesellen sich noch mannigfaltige Problemstellen im Kontext gebäudetechnischer Installationen in der Fußbodenkonstruktion hinzu. Nicht dicht ausgeführte Rohrdurchdringungen oder Beschädigungen durch die TGA-Montgearbeiten auf der Abdichtung («Baustellenverkehr» bzw. Durchschrauben der Abdichtung zur Rohrleitungsbefestigung) stellen hier die Problemstellenklassiker dar [7]. Zudem sind Leitungen in der Fußbodenkonstruktion nicht sichtbar und nicht zugänglich, was im Schadensfall eine rasche Erkennung, sowie genaue Lokalisierung von schleichenden Leckagen kaum möglich macht [1].

Eine Leitungsführung in der Fußbodenkonstruktion ist zudem schlecht für die Modularisierung von TGA- Installationen. Sowohl aus Gründen der Zugänglichkeit als auch der deutlich verbesserten Möglichkeiten zur Vorfertigung und damit auch zur Qualitätssteigerung (z.B. Rohrverbindungen...) ist es sinnvoll TGA- Installationen komplett in Vorsatzschalen, Installationswänden oder Schächten zu verlegen. Diese Bereiche können über Revisionstüren leicht zugänglich gemacht werden und die Vorfertigung von Installationsregistern wird einfach möglich.

1.2. Problemfeld 2: Komplexität in Planung und Ausführung

Gerade die Leitungsführung in der Fußbodenkonstruktion zeigt, dass kaum ganzheitliches (Planungs- und Bauphasen übergreifendes) Verständnis bei vielen Baubeteiligten vorhanden ist. Planern und Ausführenden fehlt oft Gewerke übergreifendes Wissen [8]. Unkenntnis über die Arbeit des anderen (und daraus resultierende Folgeprobleme) führt dazu, dass Schnittstellen beispielsweise zwar am Plan wahrgenommen werden (z.B. Leitungsführung in der Fußbodenkonstruktion mit Rohrdurchführungen durch den Abdichtungshochzug in den Schacht; Leitungsführung in der Trockenbauwand), aber kein Bewusstsein für die Auswirkungen von solchen nicht vollumfänglich gelösten Detailpunkten vorhanden ist (z.B. zu wenig Platz zwischen den Rohren um sie entsprechend in die Abdichtung einzubinden; Trockenbausteher zu wenig breit um ein 50er Abwasserrohr mit Muffe herstellerkonform durchzuführen...) [9]. Da solche Notwendigkeiten anderer Gewerke nicht erkannt werden, findet auch oft eine schlechte Abstimmung über konstruktive Schnittstellen (wie z.B. Rohrdurchführungen; Leitungsführungen in Wänden oder Fußböden) statt [8]. Resultat sind permanente Änderungen in der Planung oder oft auch erst in der Ausführungsphase, Schuldzuweisungen, Bauverzögerungen und Mehrkosten. Gebäudetechnische Anlagen sind komplex und ihre Implementierung im Gebäude herausfordernd. Durch die starken Abhängigkeiten zum Bauwerk (Platzbedarf, baulich konstruktive Einbettung...), das notwendige enge Zusammenspiel von unterschiedlichen Planern und ausführenden Gewerken, sowie den stetig steigenden Vorgaben (Normen, Herstellervorgaben...) stellt dies oft eine Herausforderung und nicht selten eine schwer zu lösende Aufgabe dar. [9]

«Der klassische Bauablauf ist geprägt von Schnittstellenproblemen, Bearbeitung in der falschen Reihenfolge, Änderungen, fehlender (Detail-)Planung, terminlicher Unzuverlässigkeit der Beteiligten, Störungen von Externen, Lieferproblemen etc. Diese Probleme führen zu deutlichen Beeinträchtigungen des Bauablaufs. Viele dieser Faktoren stehen in Wechselwirkung zueinander, sodass sich die Probleme gegenseitig hochschaukeln. Die Komplexität der Baustelle nimmt stetig zu». [10]

Die bisher gängige Art und Weise Projekte zu planen und zu bauen muss sich angesichts dieser grundlegenden Probleme radikal verändern um die hohen Systemkomplexitäten die gerade in Bezug auf die TGA und ihre Schnittstellen zum BAU handhabbar zu machen. Viele dieser konstruktiven Schnittstellen zwischen BAU und TGA, kehren in gleicher oder sehr ähnlicher Weise in vielen Projekten wieder. Auch wenn wir weiterhin Großteils Gebäude bauen, die an sich Prototypen darstellen, ist es nur eine Frage des Zooms um immer wiederkehrende gleiche Bausteine, konstruktive Schnittstellen und Prozesse sichtbar zu machen. [9] Dafür ist es aber notwendig das geschichtlich verankerte Unikatdenken aufzubrechen [11].

Gerade im Fall von Badezimmern bietet es sich an, systematisch klassische, immer wiederkehrende konstruktive BAU/TGA Detailpunkte zu identifizieren und diese vollumfänglich zu lösen. Ebenso gilt es, standardisierte Lösungen für die Installationsführung zu definieren und der Branche niederschwellig und in frühen Planungsphasen einfach nutzbar zugänglich zu machen. Nur so kann hohe Planungssicherheit, ohne dauernde Änderungsschleifen und damit verbundenen Zusatzaufwände aufgrund von nicht bedachten Problemstellen erreicht werden. Dies führt zu einer deutlichen Komplexitätsreduktion für Planer, aber auch in weiterer Folge zu einer erheblich verbesserten Ausführungsqualität, was gerade im Kontext von Holzbauten in Räumen mit vielen wasserführenden Installationen von hoher Relevanz ist.

1.3. Problemfeld 3: Modularisierung der TGA

Im Holzbau gibt es einen sehr hohen Vorfertigungsgrad was die Holzkonstruktion an sich betrifft. Die Bandbreite reicht von einzelnen Trägern, über Wände oder Decken bis hin zu fix fertig ausgestatteten Raumzellen. Vor allem hinsichtlich Bauzeit ist der Holzbau daher dem mineralischen Massivbau meist weit überlegen. TGA- Installationen dagegen sind noch relativ selten im größeren Stil modularisiert bzw. gar standardisiert. Aktuelle Beispiele für die Modularisierung von größeren TGA- Bauteilen stellen Installationsregister in Wohnbauten [12] oder Installationsmodule für TGA- Trassen im Gangbereich von Bürogebäuden [13] dar.

Der Großteil der gesamten TGA- Installation wird allerdings nach wie vor auf der Baustelle errichtet und teilweise auch erst dort mit anderen Gewerken koordiniert. Dafür gilt es Materialien zeitlich passend zu liefern oder wenn notwendig zwischenzulagern, Verfügbarkeiten von Facharbeitern zu berücksichtigen und natürlich die Verkettungen zwischen TGA und BAU Gewerken zu bedenken. Montagetagearbeiten müssen so oft unter Zeitdruck und mit beschränktem Arbeitsraum stattfinden was natürlich wesentliche Auswirkungen auf Qualität, Kosten und Termine hat. [13] Zudem braucht es aktuell auf der Baustelle Facharbeiter, welche die komplette Installation ihres Gewerkes fachgerecht durchführen können und bei nicht vollständiger oder mangelhafter Planung in der Lage sind, dies erstens zu erkennen und zweitens dennoch eine «richtige» Installation durchführen und mit den

anderen Gewerken koordinieren. Angesichts des bereits vorherrschenden und noch steigenden Fachkräftemangels wird dies zunehmend erfolgskritisch. Analog zum Automobilbau ist es jedenfalls zielführend industrielle Vorfertigung zu forcieren. Wenige, immer wiederkehrende Produktionsschritte können einfach von kurzfristig angelerntem Personal übernommen werden.

Zwar hat es sich im Bereich von Sanitärinstallationen quasi zum Standard entwickelt einzelne kleine Module wie Sanitärgestelle (WC- Gestell, Gestell für Waschbecken...) Boxsysteme oder Ausschubmodulsysteme zu verwenden. Allerdings stellen diese immer nur einen kleinen Teil einer kompletten Badezimmerinstallation dar. Sie bringen zwar Vorteile im Bau, allerdings keine nennenswerten Vorteile in der Planung, da sie keine standardisierte Gesamtlösung für eine Badezimmerinstallation darstellen.

Im Gegensatz dazu stehen Installationsregister – also komplette Installationswände oder Schächte. Der Einsatz solcher Installationsregister nimmt zu, allerdings handelt es sich dabei nicht um standardisierte Module die sich mit gewissen fixen Abmessungen im Produktsortiment von Herstellern befinden, sondern um individuell für einzelne Bauaufgaben geplante und gefertigte Module. Damit lässt sich die Bauzeit deutlich verkürzen und die Qualität wird gesteigert, was vor allem hinsichtlich Wasserschäden von großer Bedeutung ist.

Allerdings bleibt die eigentliche Planungsleistung für das Badezimmer weiter beim Architekten (Bauwerk) bzw. beim TGA- Planer (Installation). Solche Installationsregister leisten aktuell also noch keinen Beitrag im Sinne der Komplexitätsreduktion in der Planung vor allem hinsichtlich von baulichen Schnittstellen (die Rohrdurchführung durch z.B. den Abdichtungshochzug gibt es nach wie vor). Noch stehen Installationsregister automatisch für eine holzbauadäquate Installationsführung. Meist werden dennoch viele Rohre im Fußbodenbereich verlegt obwohl Vorsatzschalen (die als Installationsregister ausgeführt werden könnten) in Badezimmern gängig sind. Allerdings dienen diese oft nur dazu, notwendige Sanitärgestelle und einige Leitungen unterzubringen. Die komplette Leitungsführung wird nicht konsequent in Schächten, Vorsatzschalen oder Installationswänden untergebracht. Viele Leitungen verlaufen erst wieder im Fußboden und führen zu den zuvor erläuterten Problemen.

1.4. Was braucht es daher?

Aufgrund der dargelegten Probleme müssen allgemein anwendbare Standardlösungen für Badezimmerinstallationen entwickelt werden, die sowohl die Problematik von Feuchteschäden im Holzbau, als auch die Komplexitätsproblematik in Planung und Ausführung berücksichtigen. Gut durchdachte Modulbaulösungen für die TGA- Installationen sind jedenfalls anzustreben. Nur so kann die Qualität - und vor allem auch der Feuchteschutz des Holzbaues - bei gleichzeitiger Komplexitätsreduktion für Planer und Ausführende gesteigert werden. Zudem sind solche Modulbaulösungen eine wirksame Maßnahme um dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken und um eine deutlich höhere Kosten- und Termsicherheit zu erzielen. Und zu guter Letzt: Eine Bestandsdokumentation bekommt man automatisch mitgeliefert.

Lange Zeit hat es an Forschung hinsichtlich TGA- Modularisierung für Badezimmer gemangelt. Möglicherweise wegen der langläufigen Meinung, jedes Bad sei individuell und daher eine Standardisierung und Modularisierung von größeren TGA- Bauteilen nicht möglich. Im Forschungsprojekt «CLT_Plumbing_Design» hat man sich unter anderem der Fragestellung der TGA- Modularisierung im Badezimmer angenommen und Installationskonzepte entwickelt, die sowohl holzbauadäquat als auch modular anwendbar sind. Diese Installationskonzepte werden im folgenden Kapitel vorgestellt und näher erläutert.

2. Installationskonzepte für die TGA- Modularisierung in Badezimmern

Im Forschungsprojekt «CLT_Plumbing_Design» wurden als Basis für möglichst generisch anwendbare Badezimmerentwürfe und Installationskonzepte, sowie den später darauf aufbauenden automatisierten Entwurfsprozess über 1100 Badezimmergrundrisse analysiert und kategorisiert. Ziel war es unter anderem, besonders häufige Badezimmertypen zu identifizieren um in weiterer Folge standardisierte Installationskonzepte sowie immer wiederkehrende Module für die TGA abzuleiten zu können. Als Kategorisierungskriterien dienten die Art der Sanitärausstattung (Dusche, Badewanne, WC...) sowie die Anordnung dieser Sanitärausstattung. Beide Kriterien spielen eine wesentliche Rolle für die Installationsausbildung. [7]

Die folgende Abbildung zeigt besonders häufige identifizierte Badezimmertypen. Die gezeigten Abmessungen stellen die jeweiligen Mindestabmessungen für Sanitärgegenstände und deren notwendigen Bewegungsflächen lt. ÖNORM H 5411 [14] sowie den Raum an sich dar. Eine holzbauadäquate Leitungsführung wurde unter anderem mittels Schächten und Vorsatzschalen bzw. Installationswänden realisiert (ebenfalls jeweils mit Mindestabmessungen für eine zentrale Warmwasserversorgung dargestellt).

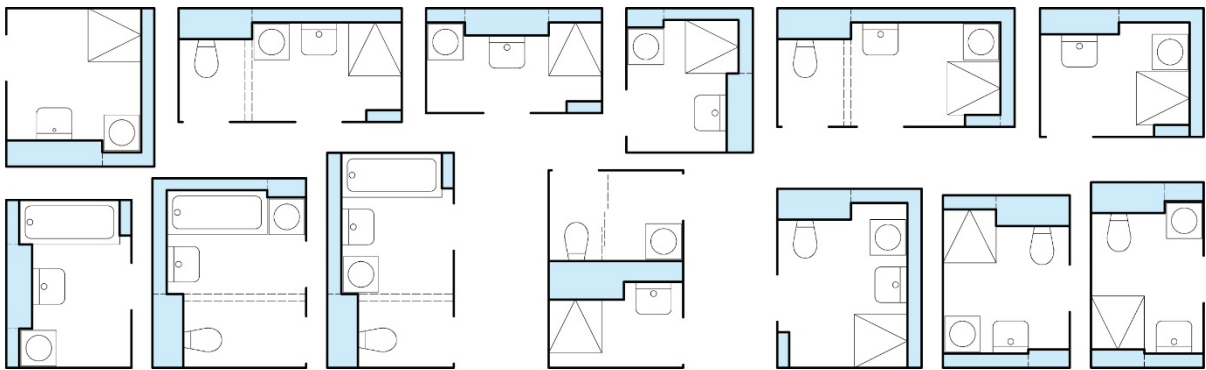


Abbildung 1: Häufige Badezimmertypen mit Installationsbereichen für eine holzbauadäquate Leitungsführung

Für die dargestellten (sowie einige weitere) Typen wurde eine detaillierte und ganzheitliche Planung des Badezimmers, insbesondere der Schacht- und Vorsatzschalen- bzw. Installationswandbereiche inkl. der Installationen, durchgeführt. Besonderes Augenmerk dabei wurde auch auf eine Abdichtung in den Installationsbereichen und damit einhergehende Platzbedarfe (andichten Steigleitungen/Abwasserfallrohr) gelegt.

Folgende Rahmenbedingungen liegen den Planungen zugrunde: 4 geschossiger Holzwohnbau in Österreich, idente Badezimmer direkt übereinanderliegend (durchgehende Schächte), holzbauadäquate Leitungsführung, Abdichtung auf der Rohdecke auch in den Installationsbereichen.

Diese durchgeplanten Badezimmertypen in Mindestgröße können von Planern direkt bereits in frühen Planungsphasen (z.B. Vorentwurf) verwendet werden, bzw. bilden den Grundstein für einen automatisierten Entwurfsprozess basierend auf einem online Konfigurator auf den zum Abschluss des Beitrages noch ein kurzer Ausblick gegeben wird.

Diese Badezimmertypen beinhalten viele grundlegende Regeln (Platzbedarfe für Sanitärgegenstände und deren Bewegungsflächen, Platzbedarfe für holzbauadäquate Leitungsführung und Abdichtung) und stellen damit sicher, dass permanente Änderungsschleifen entfallen und eine holzbauadäquate Installation von Beginn an mit richtiger Lage und ausreichendem Platzbedarf eingeplant ist. Die Möglichkeit zur Ausführung sämtlicher Installationsbereiche als vorgefertigte Installationsregister wird damit ebenfalls von Anfang an sichergestellt.

Da es sich bei den Badezimmertypen um besonders häufig vorkommende Badezimmer mit Mindestabmessungen handelt, könnten diese für eine Grundkollektion an standardisierten Installationsregistern, die fix im Produktportfolio von Herstellern verfügbar sind herangezogen werden.

Sollen in Planungen größere Badezimmerabmessungen realisiert werden, können grundsätzlich dieselben Installationskonzepte verwendet werden. Die Schachtmodule können unverändert mit ihrem Mindestmaß übernommen werden. Vorsatzschalen sind in der Länge anzupassen (Tiefe unverändert).

Im nächsten Unterkapitel wird näher auf unterschiedliche Schachtausprägungen eingegangen und im Anschluss deren Implementierung in verschiedene Installationskonzepte basierend auf den Badezimmertypen aus Abbildung 1 anhand von BIM Modellen gezeigt.

2.1. Schachtausprägungen

Ausgehend von der Kategorisierung und detaillierten Durchplanung der identifizierten häufigen Badezimmer-typen konnten verschiedene Schachtausprägungen abgeleitet werden, die in sehr vielen Badezimmergrundrissen Anwendung finden können und daher einen wichtigen Beitrag zur TGA- Modularisierung und Standardisierung von Installationskomponenten darstellen.

Der Hauptschacht befindet sich grundsätzlich hinter dem WC bzw. hinter dem Waschbecken, wenn kein WC vorhanden ist. Diese Schachtpositionen erlauben einerseits die Zugänglichkeit der Installationsbereiche über Revisionstüren (z.B. neben/über dem WC, bzw. unter dem Waschbecken/hinter dem Spiegel) da es sich um keine spritzwasserbelasteten Bereiche handelt. Andererseits kann das WC so über eine sehr kurze Leitung direkt an den Fallstrang angebunden werden. Diesem Grundsatz der kurzen Leitungslängen folgend, sind die Heizungssteigleitungen grundsätzlich nicht im Hauptschacht angeordnet, sondern in einem separaten Heizungsschacht an der Gangwand. Dadurch befinden sie sich an einem zentralen Ort in der Wohnung, was die Leitungslängen positiv beeinflusst. Zudem kann der Heizungsverteiler direkt am Heizungsschacht in der Gangwand positioniert werden. Eine Miteinbindung des Heizungsverteilers in die Abdichtung auf der Rohdecke des Badezimmers wird damit ebenfalls einfach möglich, was eine weitere wichtige Maßnahme zum Feuchteschutz der Holzkonstruktion darstellt. Die Schachtausstattung der Hauptschächte hängt von der Art der Warmwasserbereitung ab. Bei zentraler Warmwasserversorgung sind die Hauptschächte wie folgt belegt: Abluft Bad (bzw. auch WC), Trinkwasser kalt, Trinkwasser warm, Trinkwasser warm Zirkulation, Abwasser, Notentwässerung. Wird das Warmwasser dezentral erzeugt (z.B. Boiler im Bad) können die Schächte entsprechend kleiner ausfallen, da die beiden Warmwassersteigleitungen nicht notwendig sind. [7]

Den Rohrleitungsdimensionierungen liegt ein 4-geschossiges Gebäude (4 gleiche Bäder/WCs übereinander) sowie die entsprechenden österreichischen Normen zugrunde. Die Schächte sind aus Brandschutzgründen [15], aber auch aus Gründen der besseren Abdichtbarkeit, geschoßweise geschottet. Zur Erhöhung des Feuchteschutzes der Holzkonstruktion in diesen hochinstallierten Bereichen wird die Abdichtung auf der Rohdecke in den Schachtbereich (wie auch in den Vorsatzschalen- bzw. Installationswandbereich) gezogen. Entscheidend für die Dichtigkeit der Abdichtung sind das richtige Andichten bzw. der entsprechende Platzbedarf dafür rund die Steigleitungen bzw. rund um das Abwasserfallrohr. Detailliert wird dies in [7] erläutert. Durch das Abdichten der Schachtbereiche kann eine Schadensausbreitung, wie sie sonst oft über mehrere Geschosse vorkommt, wirksam verhindert werden. Zudem ist zur raschen Ableitung im Falle eines Wasserschadens eine Notentwässerung im Schachtbereich in den Installationskonzepten integriert. Die Notentwässerung lässt auch eine Schadensdetektion zu (nicht direkt an den Abwasserfallstrang angeschlossen) und kann zusätzlich durch Sensorik unterstützt werden. Bei den gezeigten Installationskonzepten wird ein Abstand zwischen den Steigleitungen von 10 cm zum fachgerechten Abdichten aber auch zum Aufbringen der Rohrdämmung [16] eingehalten. Die dichte Einbindung des Abwasserfallstrangs stellt üblicherweise ein Problem dar, da Abzweiger über die Abwässer von Duschen oder Badewannen in den Fallstrang geleitet werden, oft sehr tief im Bereich der Rohdeckenoberkante und damit in der Abdichtungsebene liegen. Dichtmanschetten müssen allerdings an ebenen Rohren anliegen und nicht im Bereich von Abzweigern oder Muffen. Alternativ einsetzbare Flüssigkunststoffe haften oft nicht oder nicht gut auf Rohrleitungsmaterialien aus diversen Kunststoffen. Daher wurde für solche Situationen im Projekt «CLT_Plumbing_Design» eine Lösung mit Deckensprung im Schachtbereich entwickelt (siehe 3D Modelle der Installationskonzepte). Die Abdichtungsebene wird im Schachtbereich dadurch abgesenkt und ein andichten unterhalb des Dusch-/Badewannenabzweigers am ebenen Rohr auch mittels Dichtmanschette möglich. Maßgebend für die Positionierung der Rohre im Schacht ist das WC bzw. das Abwasserfallrohr und die verfügbaren Rohrbögen und Abzweiger dazwischen. Um tatsächlich in der Praxis baubare Lösungen zu generieren, wurden die BIM- Modelle mit BIM- Objekten basierend auf realen Produkten eines großen Herstellers von Installationsprodukten modelliert. [7]

Die folgenden Installationskonzepte zeigen ausgewählte, unterschiedliche Anwendungen der erläuterten Schachtausprägungen. Sämtliche Installationslösungen basieren auf österreichischen Gesetzen bzw. Normen sowohl was die Installation an sich betrifft, aber auch hinsichtlich der Abmessungen und Platzbedarfe der Sanitärgegenstände, der Abdichtung sowie der Brandschutzmaßnahmen und des Schallschutzes. Da in Österreich mittlerweile ein Großteil der Wohnungen barrierefrei adaptierbar errichtet werden muss, ist dies bei den gezeigten Konzepten ebenfalls berücksichtigt (Bewegungsflächen der Sanitärgegenstände, Wendekreise, Anfahrtsbereiche für Türen). Diese Badezimmer-typen sind jeweils in der Mindestabmessung für eine barrierefrei adaptierbare Ausführung dargestellt. Es werden bewusst unterschiedliche Schachtbelegungen (zentrale bzw. dezentrale Wasserversorgung) gezeigt. Sämtliche Badezimmer-typen und deren Installationskonzepte wurden für beide Warmwasserversorgungsarten als BIM- Modell durchgeplant und sind via Online Konfigurator «CLT_Plumbing_Designer» auf den am Ende des Beitrages kurz eingegangen wird verfügbar.

2.2. Installationskonzept 1 – Reihe

Die folgende Abbildung zeigt zwei Badezimmertypen die in Reihe installiert sind – d.h. alle Sanitärgegenstände sind an einer Wand angeschlossen und werden über diese ver- und entsorgt. Beim linken Badezimmertyp befindet sich der Hauptschacht hinter dem Waschbecken, beim rechten Typ liegt ein WC direkt an das Badezimmer angrenzend und der Schacht befindet sich daher hinter dem WC. Diese Schachtausprägungen eignen sich besonders gut zur Standardisierung von TGA- Modulen, da sie besonders häufig vorkommen. Selbiges gilt für die Heizungsschächte, die jeweils wie zuvor erläutert, an der Gangwand situiert sind und auch sehr oft in dieser Art und Weise als Schachtmodul realisiert werden können.

Da die Badewanne nicht allzu weit vom Abwasserfallrohr entfernt liegt (Andichten unter dem Abzweiger auf der Rohdecke möglich), ist kein Deckensprung im Schachtbereich erforderlich. Beim rechten Typ mit der Dusche ist der Deckensprung im Schachtbereich notwendig. Vom Badezimmer aus ist dieser aufgrund der durchgehenden Beplankung nicht erkennbar.

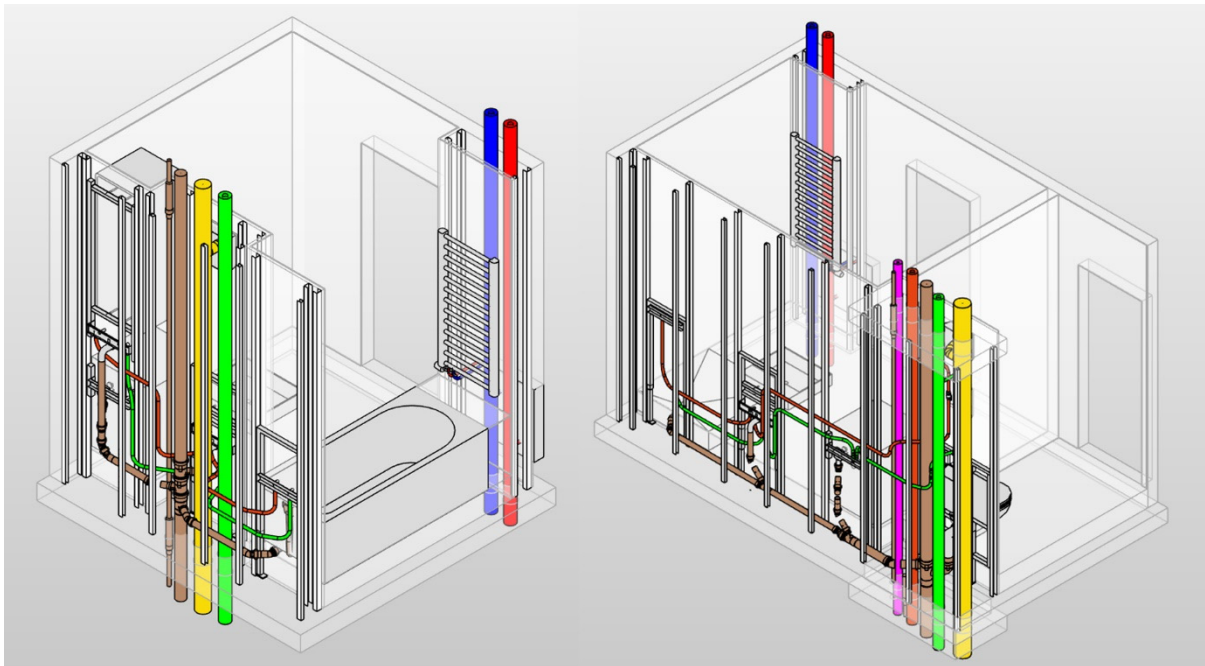


Abbildung 2: In Reihe installierte Badezimmertypen (links: Schachtmodul Waschbecken - dezentrale WW Versorgung und Schachtmodul Heizung; rechts: Schachtmodul WC - zentrale WW Versorgung und Schachtmodul Heizung)

Um Verbindungsstellen bei den Trinkwasserleitungen aufgrund ihrer Fehleranfälligkeit möglichst weitgehend zu reduzieren, werden Doppelanschlusswinkel eingesetzt und das Wasser über diese, an den Sanitärstellen hinter den Sanitärobjekten durchgeschliffen. Zusätzliche T-Abzweiger können so Großteils vermieden werden. Dieses Installationsprinzip wird bei allen gezeigten Installationskonzepten angewandt.

2.3. Installationskonzept 2 – über Eck

Sind Sanitärgegenstände an zwei nicht gegenüberliegenden Wänden positioniert, kann die Installation über Eck mit zwei Vorsatzschalen/Installationsregistern erfolgen. Grundsätzlich ist der Einsatz der Schachtmodule hinter dem WC bzw. dem Waschbecken wie bei Installationskonzept 1 gezeigt möglich. Bei der Anordnung der Sanitärgegenstände über Eck kann es aber auch vorkommen, dass der Hauptschacht an der Gangwand liegt und sämtliche Steigleitungen, also auch Heizungssteigleitungen, in einem Schacht positioniert werden können (siehe Abbildung 3, Typ rechts). Zudem bietet es sich an, den Heizungsschacht hinter der Waschmaschine bzw. dem Boiler zu situieren, wenn diese an der Gangwand positioniert sind (siehe Abbildung 3, Typ links).

Sowohl der Heizungsschacht hinter der Waschmaschine, als auch der Schacht hinter dem Waschbecken mit allen Steigleitungen sind häufig in Badezimmergrundrissen einsetzbar und stellen damit weitere potenzielle Schachtmodule dar.

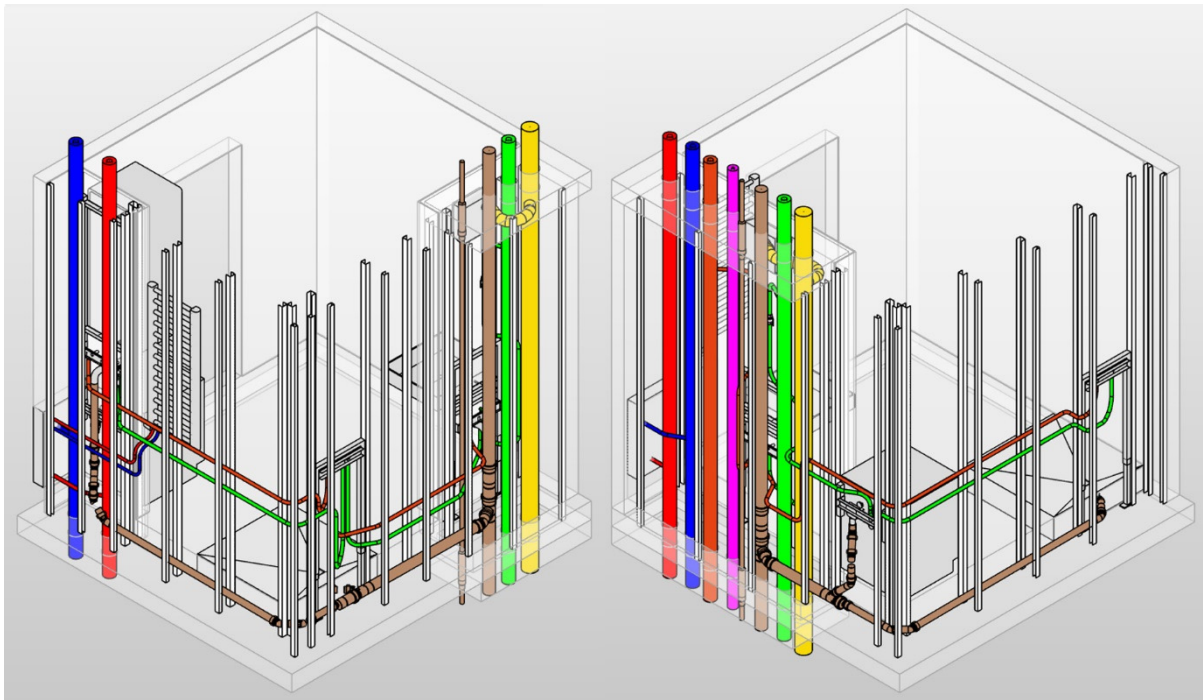


Abbildung 3: Badezimmertypen mit übers Eck führenden Installationszonen (links: Schachtmodul Waschbecken - dezentrale WW Versorgung und Schachtmodul Heizung hinter Waschmaschine; rechts: Schachtmodul Waschbecken All in - zentrale WW Versorgung)

2.4. Installationskonzept 3 – gegenüber

Sind Sanitärgegenstände an gegenüberliegenden Wänden angebracht, kann auch ohne dritte Vorsatzschale/Installationsregister holzbauadäquat installiert werden. Eine Leitungsführung im Fußboden ist nicht notwendig und kann, wie die folgende Abbildung 4 zeigt, mit einem zweiten Abwasserfallrohr (im Heizungs- oder Duschschaft) und Trinkwasserleitungen in der abgehängten Decke umgangen werden.

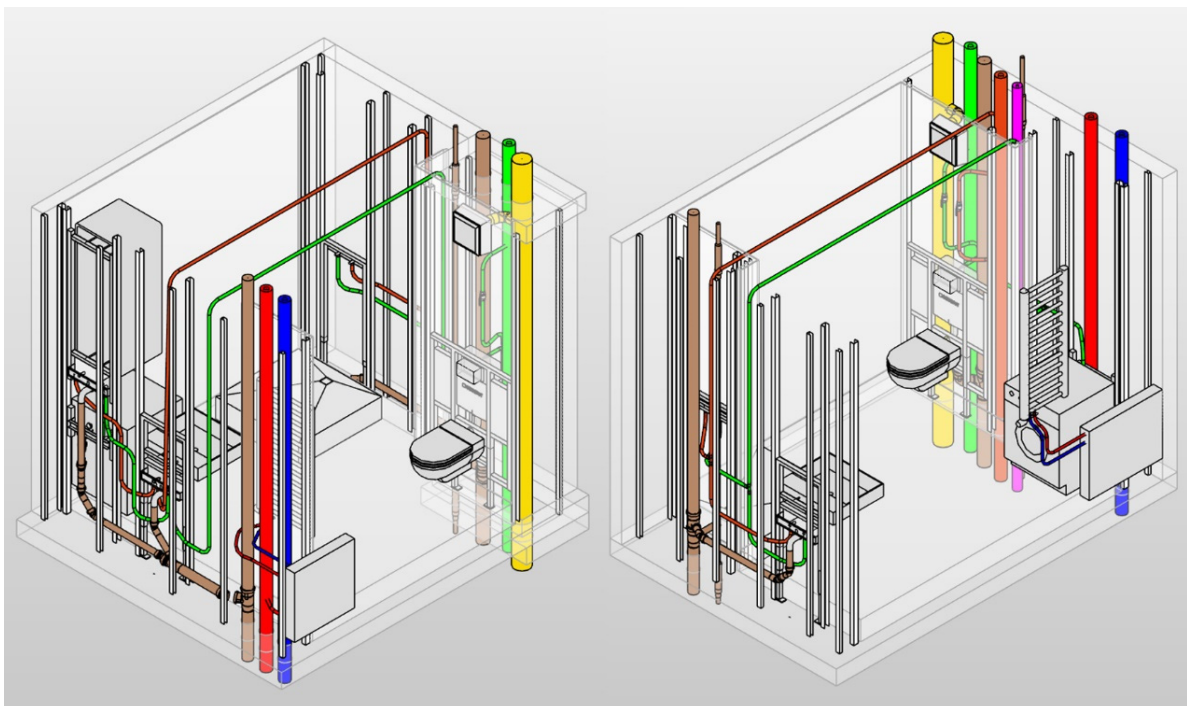


Abbildung 4: Badezimmertypen mit gegenüberliegenden Installationszonen (links: Schachtmodul WC - dezentrale WW Versorgung und Schachtmodul Heizung/Abwasser; rechts: Schachtmodul WC - zentrale WW Versorgung und Schachtmodul Dusche)

Die einzelnen Installationsregister können mit den Standardschachtgrößen (z.B. Schachtmodul WC) wiederum problemlos vorgefertigt werden. Das Schachtmodul Heizungssteigleitungen inkl. Abwasserfallrohr eignet sich aufgrund seiner vielen Einsatzmöglichkeiten ebenfalls sehr gut für die modulare Vorfertigung. Liegt die Dusche nicht an der Wand mit dem Hauptschacht, bzw. dem Heizungsschacht, kann ein eigener Schacht mit dem zusätzlichen Abwasserfallrohr direkt hinter der Dusche vorgesehen werden. Eine Integration der Notentwässerung ist hier ebenfalls möglich (höheres Feuchteschadenspotenzial im Duschbereich). Die Zugänglichkeit zu diesem Schacht sollte über Revisionstüren sichergestellt werden, die neben dem Duschbereich liegen (kein Spritzwasser).

Die Montage und der Anschluss der Trinkwasserleitungen in der abgehängten Decke erfolgt auf der Baustelle. Die Verlegung in der abgehängten Decke hat im Vergleich zur Fußbodenkonstruktion den Vorteil, dass allfällige Wasserschäden viel früher erkannt werden können und eine Zugänglichkeit weitaus einfacher ist, als bei Leitungen unter dem Estrich in der Fußbodenkonstruktion.

Die Installationskonzepte für gegenüberliegende Installationen lassen sich sehr vielfältig einsetzen und liefern gleichzeitig platzsparende und effiziente holzbauadäquate Lösungen. Durch die Installationsbereiche in zwei gegenüberliegenden Wänden (davon keine Gangwand) erhöht sich die Chance, dass auch die Küche direkt an einen dieser Installationsbereiche angrenzt und die notwendigen Kücheninstallationen ebenfalls direkt integriert werden können.

2.5. Installationskonzept 4 – zentral

Einen besonderen Stellenwert, unter den in diesem Beitrag gezeigten Installationslösungen, nimmt die zentrale Installationsführung in einer einzigen Installationswand ein. Mit dieser Lösung wird es möglich, die komplette wasserführende Sanitärinstallation einer Wohnung in einer Wand unterzubringen. Die Heizungssteigleitungen sowie der Heizungsverteiler finden ebenso Platz in der Installationswand die zwischen dem Bad und dem WC/ Abstellraum (je nach Zugänglichkeitsmöglichkeit als ein oder zwei Räume ausführbar) situiert ist. Stirnseitig kann, wenn es der Grundriss zulässt, zudem noch die Küchenspüle bzw. der Geschirrspüler positioniert und angeschlossen werden.

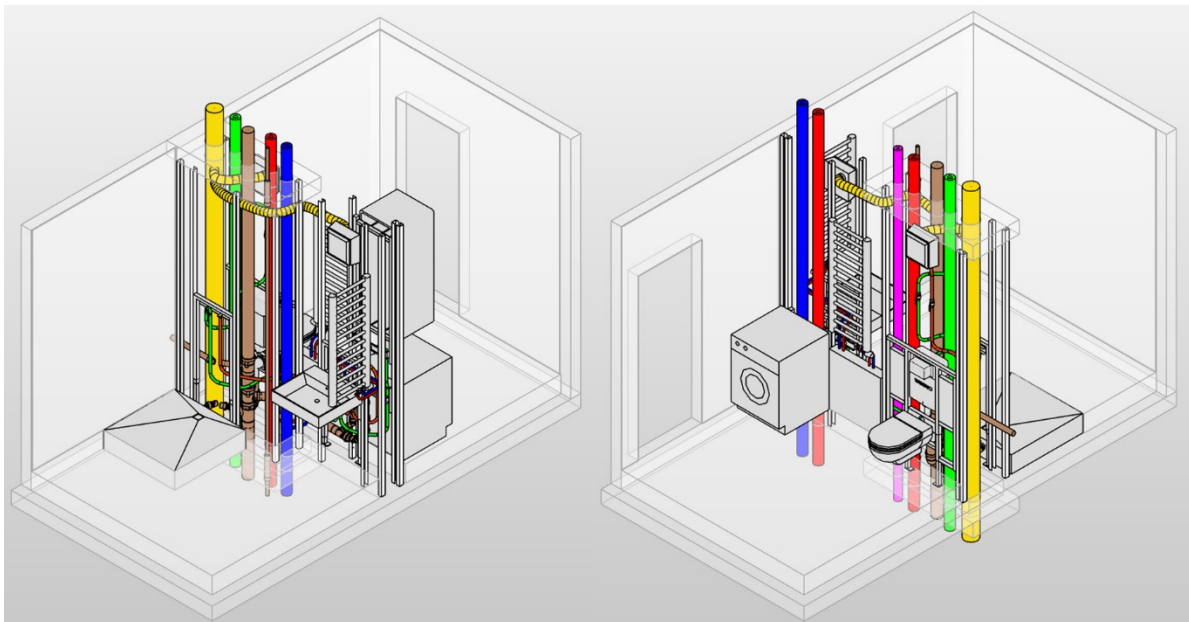


Abbildung 5: Badezimmertyp mit zentraler Installationswand (links: dezentrale WW Versorgung; rechts: zentrale WW Versorgung)

Die auf Abbildung 5 gezeigten Installationskonzepte sind sehr platzsparend (obwohl barrierefrei!) und können mit kleinen Änderungen der Abmessungen auch mit einer Badewanne statt einer Dusche ausgeführt werden. Diese Lösung ist aufgrund ihrer Kompaktheit ideal für die Vorfertigung und aufgrund der zwei- oder eventuell sogar dreiseitigen Nutzung des Installationsregisters, der damit einhergehenden hohen Installationsdichte und der geringen Leitungslängen sehr kostengünstig im Vergleich zu weniger kompakten Badezimmerinstallationen. Mit einer zusätzlichen Abdichtung auf der Rohdecke inkl. sauberer Einbindung der Steigleitungen bzw. des Ab-

wasserfallrohres und einer Notentwässerung lässt sich einfach und kostengünstig eine sehr sichere und holzbaudäquade Badezimmer Installationslösung realisieren, die zudem prädestiniert ist für die Modularisierung und Vorfertigung.

Aufgrund der vielen Vorteile wurde daher im Zuge des Projektes «CLT_Plumbing_Design» untersucht, ob sich diese Lösung gut in sehr viele Wohnungsgrundrisse implementieren lässt. Dafür wurden nochmals die über 1100 Wohnungsgrundrisse analysiert und es zeigte sich, dass in fast 50% eine Implementierung ohne wesentliche Änderungen der Aufenthaltsräume möglich ist. Aufgrund des hohen Potenzials dieser Lösung wurde im Rahmen des Forschungsprojektes auch ein Mock-up dieser Lösung vom Projektpartner mhs Installationssysteme gebaut (siehe Abbildung 6 links bzw. Mitte). Um eine besonders einfache und zugleich sichere Abdichtung innerhalb der Installationswand zu realisieren, wird das Installationsregister auf ein gekantetes Blech geschweißt, das einerseits die Unterkonstruktion des Installationsregisters darstellt, und andererseits im Bereich der Installationswand zugleich die Abdichtungsfunktion übernimmt. Das Blech verfügt zudem über einen Überstand vor die Installationswand was einen dichten Anschluss der Abdichtung auf der Rohdecke im Badezimmer/WC einfach zulässt.

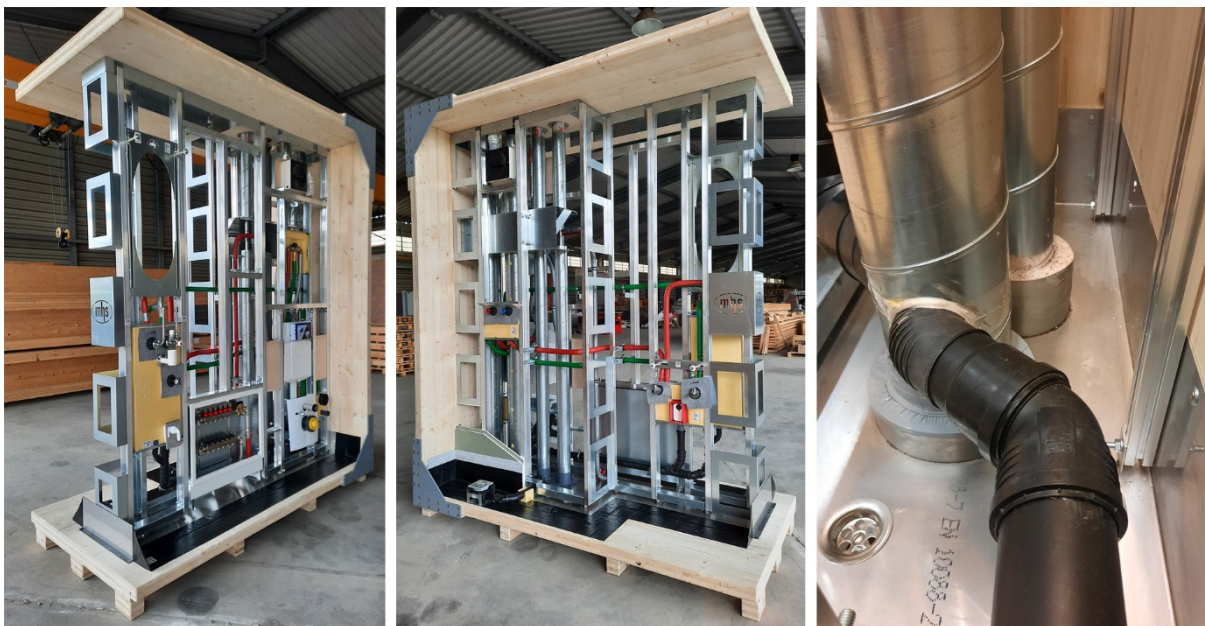


Abbildung 6: Mock-up Zentralvariante (links, Mitte). Mock-up Schachtmodul WC mit aufgeschweißten Hüllrohren zur dichten Rohreinbindung sowie neuartiger Notentwässerung

In einem weiteren Mock-up (Schachtmodul WC, Abbildung 6 rechts) wurde die Abdichtung der Steigleitungen bzw. des Abwasserfallrohres mit direkt auf das Blech aufgeschweißten Hüllrohren sowie die Notentwässerung (Ableitung in darunterliegenden WC Spülkasten) weiterentwickelt. In den gezeigten Mock-ups wurde immer das mhs Strangsystem verbaut, übliche Rohrsysteme sind aber ebenso möglich.

3. Zusammenfassung

Unerkannte Feuchteschäden können massive Schäden an Holzkonstruktionen verursachen. Die vorgestellten Installationskonzepte helfen, den Schutz der Holzkonstruktion in Bädern von mehrgeschossigen Wohnbauten deutlich zu verbessern und liefern gleichzeitig einen wichtigen und dringend notwendigen Beitrag zur Standardisierung und Modularisierung von TGA Installationen in Badezimmern. Die gezeigten Lösungen sind sehr breit anwendbar und können auch im mineralischen Massivbau eingesetzt werden. Zudem führen die gezeigten Installationslösungen zu einer deutlichen Komplexitätsreduktion in Planung und Ausführung, reduzieren die Planungs- und Bauzeiten, führen zu einer Qualitätssteigerung und wirken dem Fachkräftemangel entgegen. [7] Die ganzheitliche Betrachtung und baupraktische Umsetzbarkeit der Konzepte wurde mit dem Bau von zwei Mock-ups demonstriert.

4. Ausblick

Die gezeigten Installationskonzepte bilden eine wichtige Basis für die Entwicklung eines dringend notwendigen neuen automatisierten Planungsprozesses für holzbauadäquate Badezimmer. Im Rahmen des Forschungsprojektes «CLT_Plumbing_Design» wurde dafür der Konfigurator «CLT_Plumbing_Designer» entwickelt, der ab Sommer 2024 frei zugänglich sein wird. Mit diesem Online-Tool können Bäder und WCs in frühen Planungsphasen auf Basis der vorgestellten Konzepte einfach und niederschwellig holzbauadäquat konfiguriert werden (nicht barrierefrei bzw. barrierefrei adaptierbar). Die erforderlichen Schachtgrößen, Vorsatzschalen- bzw. Installationswandtiefen und Platzbedarfe der Sanitärerobjekte sind als Regelsätze implementiert. Neben 2D- Grundrissen der konfigurierten Bäder werden via «CLT_Plumbing_Designer» auch Leitdetails, BIM- Modelle der häufigsten Badezimmertypen (jeweils in Mindestgröße barrierefrei adaptierbar) sowie ein Script für die automatisierte Badezimmerplanung zum Download bereitgestellt. Mit wenigen Klicks kann sich der Planende damit ein BIM- Architekturmodell (Wände, Schächte, Vorsatzschalen, Türen und Sanitärgegenstände) des konfigurierten Bades in einer BIM- Modellierungssoftware erstellen lassen. [7] Zudem wird aktuell an der automatisierten BIM-TGA Modell Erstellung gearbeitet. Die Scripts sollen ebenfalls via «CLT_Plumbing_Designer» der Branche zugänglich gemacht werden und analog zum automatisierten BIM- Architekturmodell eine automatisierte Installationsplanung basierend auf umfassenden Regelsätzen innerhalb weniger Minuten ermöglichen.

Danksagung

Diese Arbeit ist Teil des Basisprogramm/Collective Research Forschungsprojektes «CLT_Plumbing_Design - Computergestützter Planungsprozess zur automatisierten Gestaltung von Nassräumen für den Holz-Massivbau» (Nr. 885708) gefördert durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG). Unser Dank gilt auch den «CLT_Plumbing_Design» Projektpartnern Cree GmbH, Haas Fertigung Holzbauteile GmbH & Co.KG, KLH Massivholz GmbH, Mayr-Melnhof Weiterverarbeitungs Holding GmbH, MHS Montagesysteme für Heizung und Sanitär GmbH, Stora Enso Wood Products GmbH und W. u. J. Derix GmbH & Co.KG sowie insbesondere auch unserem wissenschaftlichen Projektpartner der holz.bau forschung gmbh unter der Leitung von Prof. G. Schickhofer und seinem Team G. Silly, A. Thiel und D. Matzler.

5. Literaturverzeichnis

- [1] Schickhofer, G. und Schmid, G.: Gebäudetechnik für Geschößbauten in Holz-Massivbauweise. In Versorgen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik. 1. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung. Graz: Verlag der Technischen Universität Graz 2014.
- [2] Monsberger, M. und Partl R.: Gebäudetechnik – Eine Schlüsseldisziplin im modernen Holzbau. In Versorgen und Umhüllen im Holzbau. Schnittstellen des Holzbaus zur Gebäude- und Fassadentechnik. 2. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung. Graz: Verlag der Technischen Universität Graz 2016.
- [3] Mohrmann, M.: Wasserdichter Holzbau. Halten Abdichtungen ihr Versprechen? In Holzbau - die neue quadriga 2/2021. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag 2005.
- [4] Knap, M., Nahrwold, F. und Pfullmann T.: Die Chart Show der Leitungswasserschäden. Schadensprisma.de 1/2018. www.schadenprisma.de/wp-content/uploads/pdf/1/sp_1_2018_art1.pdf, abgerufen am 22.10.2023.
- [5] ÖNORM B 3692 Planung und Ausführung von Bauwerksabdichtungen. Wien: Austrian Standards Institute 2014.
- [6] Koppelhuber, D.: Zeit- und Kostenfallen vermeiden. Wirtschaftliche Betrachtungen zur TGA Planung im Holzbau. In Bauphysik-Forum 2019. Wien: Holzforschung Austria 2019
- [7] Fortmüller, P., Silly, G., Matzler, D., Thiel, A., Schickhofer, G., Monsberger, M.: Concepts for timber-specific MEP installations and sealings in bathrooms of multi-story residential buildings. In Proceedings of International Structural Engineering and Construction 11(2) 2024 Developing Materials and Structures for Sustainable Engineering. Fargo: ISEC Press 2024.
- [8] Mersch, F. und Rullán Lemke C.: Kooperation der Baugewerke: nur eine Frage der Kommunikation?. In Wertschätzung – Kommunikation – Kooperation: Perspektiven von Professionalität in Lehrkräftebildung, Berufsbildung und Erwerbsarbeit. Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Johannes Meyer. Berlin: Universitätsverlag der TU Berlin 2016.
- [9] Fortmüller, P., Monsberger, M.: Prozessorientierte und integrierte Schnittstellenplanung als Basis für eine konfliktreduzierte Gebäudetechnik-Integration im Baukörper. In Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht: 50 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz. Wiesbaden: Springer Vieweg 2019.
- [10] Binninger, M., Wolfbeiß, O.: Taktplanung und Taktsteuerung bei weisenburger. In Lean Construction – Das Managementhandbuch - Agile Methoden und Lean Management im Bauwesen. Berlin: Springer Gabler 2018.
- [11] Kitzman, Q., Brenks, W.: Entwicklung von Lean Management hin zu Lean Construction. In Lean Construction – Das Managementhandbuch - Agile Methoden und Lean Management im Bauwesen. Berlin: Springer Gabler 2018.

[12] Geberit: Modulares Bauen schafft Vorteile im Bauprozess. In IKZ 2023/Ausgabe 16. www.ikz.de/medien/ikz-haustech-nik/heftarchiv/jahrgang-2023/ausgabe-16/news/detail/modulares-bauen-schafft-vorteile-im-bauprozess/, abgerufen am 10.3.2024.

[13] Wolisz H.: Bauen nach dem Lego Prinzip. In Deutsche BauZeitschrift 12/2023. www.dbz.de/artikel/bauen-nach-dem-lego-prinzip-4043814.html, abgerufen am 10.3.2024.

[14] ÖNORM H 5411 Sanitäre Einrichtungsgegenstände. Planung und Ausführung. Wien: Austrian Standards Institute 2021.

[15] TRVB 110 B Brandschutztechnische Anforderungen bei Leitungen und deren Durchführungen. Österreichischer Bundesfeuerwehrverband 2015.

[16] ÖNORM H 5155 Wärmedämmung von Rohrleitungen und Komponenten in haustechnischen Anlagen. Wien: Austrian Standards Institute 2013.