



Fachhochschule Rosenheim  
University of Applied Sciences



# Teilprojekt 12

**Modulare, vorgefertigte Installationen  
in mehrgeschossigen Holzbauwerken**



Dipl.-Ing. Christian Huber  
Dipl.-Ing. (FH) Michael Hilger  
Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerhard Hausladen  
Technische Universität München



# Inhaltsverzeichnis

	<b>Zusammenfassung / Summary</b>	<b>4</b>
<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>8</b>
<b>2.</b>	<b>Begrifflicher Kontext und Grundlagen</b>	<b>14</b>
	Vorfertigung	16
	Holzbau	22
	haustechnische Installationen	24
	Brandschutz und Bauphysik	34
<b>3.</b>	<b>Gestaltungsrichtlinien für vorgefertigte Installationen in mehrgeschossigen Holzbauwerken</b>	<b>44</b>
	Zentrale Trassenführung	50
	Trennung und Entkopplung der Installationen von Tragwerk und Ausbau	64
	Dauerhafte Zugänglichkeit	68
	Platzreserven	72
	Vorkonditionierte Hohlräume	78
	Vorgefertigte Komponenten	92
<b>4.</b>	<b>Prototyp flexible, modular vorgefertigte Installationen</b>	<b>102</b>
	Anforderungskatalog	105
	Entwicklung	108
	Umsetzung	136
	Ausblick	146
<b>5.</b>	<b>Literatur- und Abbildungsverzeichnis</b>	<b>150</b>
<b>6.</b>	<b>Technische Regeln für haustechnische Installationen</b>	<b>158</b>
	<b>Impressum</b>	<b>180</b>

## Zusammenfassung

Im Bausektor findet sich ein immer höherer Anteil an vorgefertigten Produkten. Gerade der Holzbau erzielt mit der weitgehend industriellen Vorfertigung von Wänden, Böden, Decken und Dächern einen großen Wettbewerbsvorteil. Diese werden im Werk mit allen Elementen wie Türen und Fenster bis hin zum Oberflächenfinish gefertigt und auf der Baustelle nur noch zusammengesetzt und miteinander verbunden. Damit können die Bauzeiten auf der Baustelle verringert werden, um Maschinen und Personal effizient einzusetzen. Die Produktion erfolgt weitgehend witterungsunabhängig und durch den Einsatz von CAD-CAM gestützter Fertigung mit einer großen Maßgenauigkeit und hoher Materialeffizienz. Ein hoher Vorfertigungsgrad steigert die Wertschöpfung im eigenen Werk und kann die Produktionskosten verringern. Damit diese Vorteile ausgeschöpft werden können, sind möglichst alle Gewerke in die Vorfertigung zu integrieren. Für die konstruktiven Ausbauelemente und Fill-ins ist dies heute weitgehend möglich. Ziel der Forschungsarbeit ist es, einen hohen Vorfertigungsgrad bei gleichzeitig großer Flexibilität auch für die haustechnischen Installationen zu ermöglichen.

Auch im Bereich der haustechnischen Installationen gibt es eine Vielzahl an vorgefertigten und flexibel einsetzbaren Komponenten. Angefangen bei Hausanschlusseinheiten, Wärmeerzeugern, Lüftungsanlagen, über Verteil- und Heizregister, bis hin zu Sanitärobjekten und Steckdoseneinheiten. Die Leitungen zwischen den einzelnen Komponenten werden jedoch erst vor Ort auf der Baustelle erstellt. Dies verlängert die Bauzeit und führt durch gewerkeübergreifende Arbeiten zu erhöhtem Koordinationsaufwand und oftmals zu Komplikationen und Verzögerungen im Bauablauf. Ein großer Teil der Baumängel im Bereich der haustechnischen Installationen tritt in der Leitungsführung auf. Fast zwei Drittel der Baumängel gehen auf Planungs- und Ausführungsfehler zurück. Eine weitgehende Integration der Leitungsführung in die Bauteile im Werk ist jedoch nur schwer zu verwirklichen. Die meist mittelständisch organisierten Holz-Fertigbauunternehmen verfügen kaum über entsprechendes Fachpersonal für die Montage der haustechnischen Installationen. Eine Zusammenarbeit mit Firmen am Sitz des Unternehmens als Subunternehmen erscheint fraglich, da diese nur selten die Serviceleistungen im Betrieb des Gebäudes vor Ort erfüllen können. Neben dem Einbau spielt gerade bei haustechnischen Installationen die notwendige Flexibilität eine große Rolle. Sie ist notwendig, um unterschiedliche Bewohnerwünsche zu erfüllen, um offen und erweiterbar für neue Haustechnikprodukte zu sein, deren Entwicklungszyklen immer kürzer werden und um die Installationen, mit ihrer im Gebäudebereich vergleichsweise kurzen Lebensdauer, einfach auszubauen und zu erneuern. Gerade bei Sanierungen ist der Aufwand für haustechnische Installationen sehr hoch. Ein System, das flexibel ist, kann den baulichen Aufwand wie auch die Instandhaltungs- und Sanierungskosten optimieren sowie die Beeinträchtigungen der Bewohner bei Wartung und Reparatur reduzieren.

Für diese Anforderung wird im Rahmen dieses Forschungsprojektes ein integratives Gesamtkonzept zur Installationsführung entwickelt. Es ermöglicht im Vergleich zu konventioneller Installationsweise eine Vereinfachung der Planung, eine gesicherte Brand-, Wärme und Schallschutzlösung für die Gebäudetechnik, eine Zeitersparnis durch hohen Vorfertigungsgrad, einen weitgehend zerstörungsfreien Komponentenaustausch, eine Erhöhung des Qualitätsstandards durch Vorfertigung sowie eine leichte Rückbaubarkeit und ein Recycling der nicht mehr benötigten Installationen. Das Konzept schließt dabei alle Medien in einem Wohngebäude ein. Die Verteilung von Heizungs-, Lüftungs-, Warm-, Kalt- und Betriebswasser- sowie Entwässerungsrohren. Elektrokabel für Wechsel- und Drehstrom, sowie Niederspannungssysteme werden ebenso wie Datenleitungen für Kommunikation, Audio, Video und Steuerung berücksichtigt. Hinzu kommen Brennstoffleitungen wie zum Beispiel Gasleitungen und die meist nur vertikal im Haus angeordneten Solar- und Photovoltaikleitungen. Das im Rahmen dieser Forschungsarbeit entwickelte Installationssystem geht dabei auf die spezifischen Anforderungen des Holzbaues und dessen Akteure ein. Da im Wohnungsbau eine Vielzahl von Medien auf geringstem Raum untergebracht werden müssen, wird der Fokus auf den mehrgeschossigen Wohnungsbau in Holzbauweise gerichtet.

Da besonders in der frühen Planungsphase Probleme vermieden und entscheidende Weichen für ein flexibles, vorgefertigtes Installationssystem gestellt werden können, sind die Forschungsergebnisse in einem Planungsleitfaden zusammengefasst. In diesem Leitfaden werden einfürend grundsätzliche Begriffe und Grundlagen der Vorfertigung, der Flexibilität und der haustechnischen Installationen mit ihren Anforderungen an den Brand-, Schall- und Wärmeschutz beschrieben. Planungs- und Gestaltungsrichtlinien stellen die möglichen Positionen im Gebäude und in der Wohneinheit, den für die Installationsführung notwendigen Platzbedarf sowie die möglichen Materialien und Details für eine brand-, schall- und wärmetechnisch sichere Ausführung dar. Dabei erläutern sechs Grundprinzipien das Konzept für flexible, vorgefertigte haustechnische Installationen:

- Eine **zentrale Trassenführung** beinhaltet Ver- und Entsorgungsdienstleistungen in einem vertikalen Schacht. Dieser setzt sich in einer wohnungszentralen horizontalen Leitungsführung in den einzelnen Einheiten fort.
- Bei der Einbindung in das Gebäude sind die Installationen weitgehend von Tragwerk und Ausbauelementen **getrennt und entkoppelt**. Eine Trassenführung in konstruktiven oder leicht veränderbaren Ausbauelementen wird vermieden. Leitungen und Rohre sind reversibel miteinander verbunden.
- Alle Leitungstrassen sind **dauerhaft zugänglich**. Durch eine entsprechende Position im Gebäude und einfache Öffnungsmöglichkeiten der Verkleidung, ist die Wartung sowie der zukünftige Aus- und Einbau ohne Beeinträchtigung der angrenzenden Bauteile möglich.
- Zusätzliche **Platzreserven** ermöglichen eine leichte Montage und zukünftige Erweiterungen im Rahmen der bestehenden Leitungsführung.
- **Vorkonditionierte Hohlräume**, die im Werk mit entsprechenden Materialien für den Brand-, Schall- und Wärmeschutz ausgekleidet sind und Montagehilfen sowie notwendige Gefälle integrieren, erfordern auf der Baustelle nur noch das Einlegen der Rohre und Leitungen. Damit lässt sich der Vorfertigungsgrad und die Ausführungsqualität erhöhen.
- Der Einsatz von **vorgefertigten Technikkomponenten** vereinfacht und beschleunigt die Montage. Diese sind leicht ein- und auszubauen sowie flexibel an die Trassen anzuschließen. Diese Technikkomponenten ermöglichen eine größtmögliche Anpassung an die Wünsche der Benutzer in Form und Funktion.

Diese Grundprinzipien werden anhand von prototypisch entwickelten Installationsmodulen für ein mehrgeschossiges Mustergebäude veranschaulicht. Dabei werden Lösungen für einen vertikalen Installationsschacht, eine horizontale Trassenführung im Boden sowie eine Verteilung in der Wand und in der Decke dargestellt.

Architekten, Fachplaner und bauausführende Firmen erhalten ein Planungsinstrument, mit dem sie flexible, vorgefertigte Installationen individuell für ihr Gebäude erstellen und auf dessen spezifische Anforderungen anpassen können. Mit dem Konzept lassen sich, je nach Anforderung durch das Gebäude und seiner Bewohner sowie der Kapazität beziehungsweise der fachlichen Kompetenz des jeweiligen Baumeisters, Trockenbauers oder Zimmerers individuelle Installationsführungen entwickeln. Diese können von bereitgestelltem Platz für die Installationsführung in den Bauteilen ohne Leitungen, Rohre oder Technikkomponenten bis hin zu vorgefertigten Technikmodulen reichen, die bereits alle Leitungen und Technikkomponenten werkseitig enthalten und auf der Baustelle mit Plug and Play nur noch angeschlossen werden. Mit Hilfe des Leitfadens wird schon in frühen Planungsphasen die Integration der Installationsführung in den Gebäudeentwurf ermöglicht. Dies soll dazu beitragen, die Planungs- und Ausführungsqualität zu steigern, den Vorfertigungsgrad zu erhöhen und die Installationen zukunftsfähig zu gestalten.

Auch wenn der Leitfaden primär auf die Anforderungen des mehrgeschossigen Wohnungsneubaus eingeht, lassen sich die Grundprinzipien für andere Bereiche adaptieren. So sind nachhaltige Installationskonzepte für Sanierungen oder Umnutzungen wie auch für Einfamilienhäuser oder Büro- und Verwaltungsgebäude realisierbar.

## Summary

In the building an increasing interest is found in precast products. Along the timber-frame construction represents a large competitive advantage thanks to the wide-ly industrial prefabrication of walls, grounds, covers and roofs. These are manufactured in the plant with all elements like doors and windows up to the surface finish and only are composed on the building site and are connected with each other. Thus, the time for their construction on the construction site can be reduced in order to use machines and staff in the most efficient manner. The production occurs widely independent of weather and with the application of manufacturing supported by CAD-CAM with large dimensional accuracy and high material efficiency. A high prefabrication degree increases the value added in the own work and can reduce the production costs. In order to tap the full potential of these advantages, all assembly sections should be integrated into the prefabrication as far as possible. Nowadays, this is widely possible for constructive removal elements and Fill ins. The purpose of the research project is to allow a high prefabrication degree at the same time as large flexibility also for the house-engineering installations.

Also in the area of the house-engineering installations there is a huge number in precast and adaptably useable components, beginning with private connection unities, heat producers, aeration installations, distribution and heating registers, over to sanitary objects and outlet unities. Nevertheless, the conduction of the single components only occurs on the construction site. This increases the construction time and rising coordination expenditure and often to conflicts due to the necessity of producing in different plants. A big part of the construction defects in the area of the house-engineering installations appears in the management guidance. Nearly two thirds of the construction defects go back to planning and execution mistakes. Nevertheless, an extensive integration of the conduction into the components of the building is hard to realize. The mostly middle-class organized wood-prefabricated building companies barely dispose of suitable technical personnel for the mounting of the house-engineering installations. A collaboration with companies in the seat of the enterprise as subcontractors seems doubtful, since these can only rarely meet the service requirements of the building on site. Beside the installation the necessary flexibility plays an important role especially for house-engineering installations. Flexibility is necessary to fulfill the inhabitants' different wishes openly, to be open and receptive towards new house technology products whose developing cycles become shorter and shorter and to renew and redevelop installations, whose life spans are relatively short in the building area. The costs for the actualization of the house-engineering installations are very high – let alone for renovations. An adaptable system could optimize the architectural costs as well as the costs for maintenance and renovation. It could also reduce the disturbances for the inhabitants due by maintenance and reparation.

This research project in installation management develops an integrative total concept in order to meet these requirements. In comparison with conventional methods of installation, this concept offers a large amount of advantages such as simplification of the planning process, secure fire, warmth and sound protection solutions for building technology, time savings due to a high degree of prefabrication, widely non destructive component exchange, a rise of the high-class standard by prefabrication as well as easy biodegradability and recycling. Besides, the draft includes all media in a residential building. The distribution of heat, air, hot, cold and operating water - as well as drain pipes. Electric cables for alternating and three-phase currents as well as low volt systems are taken into consideration as well as data lines for communication, audio, video and control. Additionally, fuel pipes are installed, such as gas lines, solar and photovoltaic routes, for example, which only come in vertical positions within the house. Besides, the installation system developed within the scope of this research project meets the specific requirements of the timber-frame construction and his actors. Since the construction of houses requires the inclusion of a huge number of media in a minimum amount of space, we will focus on multistory house building in timber-frame construction.

Because especially in the early planning phase problems can be avoided and determining conditions for an adaptable, precast installation system can be created, the research results are summarized into a planning guide. In this guide basic concepts and bases of the prefabrication, the flexibility and the house-engineering installations with its requirements concerning fire protection, sound protection and warmth protection are described in the introduction. Planning and arrangement guidelines present the possible positions in the building and in the residential unity, the necessary place for the installation guidance as well as the possible materials and details for engineering which is safe with regards to fire, sound and warmth. Furthermore, six basic principles explain the draft for adaptable, precast house-engineering installations:

- **a central route guidance** contains all and disposal services in a vertical shaft. This continues in an apartment-central horizontal management guidance in the single unities.
- During their integration into the building the **installations are separated decoupled to a great extent** from the supporting frame and extension elements. A pipeline route in constructive or slightly alterable extension elements is avoided. Circuits and pipes are reversibly connected.
- all routes are **permanently accessible**. Thanks to a suitable position in the building and easy possibilities of opening the sheeting, the servicing as well as the future removal and installation is possible without interference of the adjoining components.
- **additional place reserves** allow an easy mounting and future extensions within the scope of the existing circuit routes.
- **preconditioned hollow cavities** which are lined in the plant with suitable materials for the fire protection, sound protection and heat protection and which integrate mounting support as well as necessary gradients then require only an insertion of the pipes and conduction on the construction site. Thanks to this, the prefabrication degree and the execution quality can be increased.
- the application of **precast technology components** simplifies and accelerates the mounting. These are easily added and removed and able to be flexibly connected to the routes. These technology components allow the greatest possible adaptation to the wishes of the users concerning form and function.

These basic principles are illustrated on the basis of prototypically to developed installation modules for a multistory pattern building. Besides, solutions are shown for a vertical installation shaft, a horizontal route guidance in the ground as well as a distribution in the wall and in the cover. Architects, professional level and construction executive companies receive a planning instrument with which they can provide adaptable, precast installations individually for their building and adapt it according to their specific requirements. Thanks to the draft, dry bricklayers' or carpenters' installation guidances according to the requirements of the building and its inhabitants as well as the capacity or the technical competence of the respective master builder. These can reach from provided space for the installation guidance in the components without conduction, over pipe or technology components up to precast technology modules which already contain all factory-made management and technology components and which can simply be connected to the building site with Plug and Play.

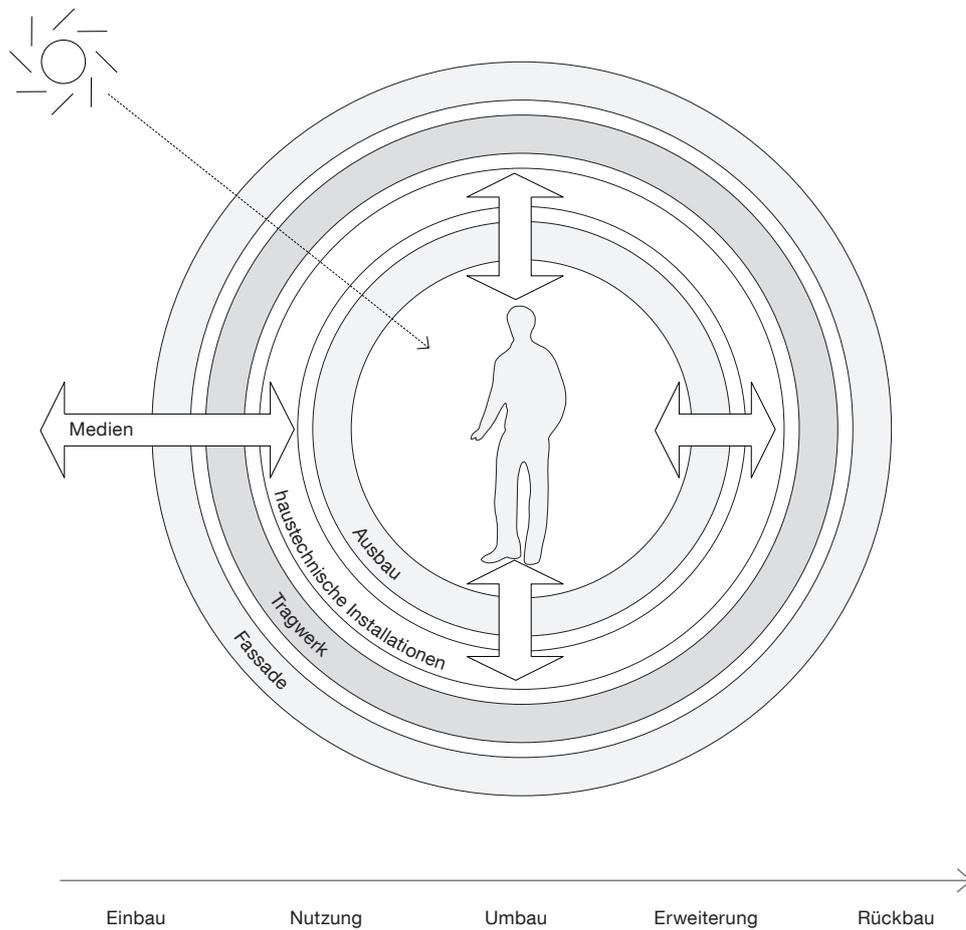
With the help of the guide the integration of the installation guidance is already allowed in early planning phases in the building draft. This should serve to increase the planning quality and execution quality, to raise the prefabrication degree and to form sustainable installations.

Even if the guidelines focuses primarily on the requirements of new multistory apartment buildings, the basic principles can be adapted to other areas. Thus, sustainable installation concepts are realizable for the renovation or conversion of detached houses, office and administration buildings.

# 1

## Einleitung





**Abb. 1.1** Zusammenspiel von Gebäude und haustechnischen Installationen unter Berücksichtigung des gesamten Lebenszykluses

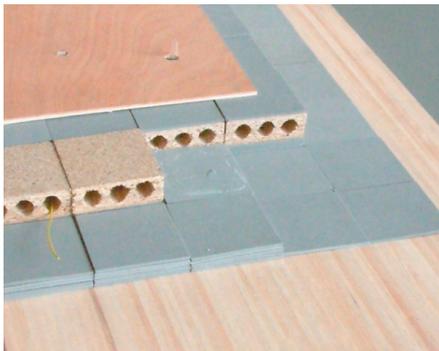
Haustechnische Installationssysteme sind die Lebensadern unserer Gebäude. Sie transportieren die von den Bewohnern und Nutzern gewünschten Medien an den Ort, wo wir sie benötigen: Wärme, Kälte, Wasser, Luft, Strom und Daten. Das bedeutet für uns einen großen Komfort, hohe Behaglichkeit. Ähnlich wie Adern im Körper durchziehen die Leitungen und Rohre das gesamte Gebäude. Sie sind ein wesentlicher Bestandteil unserer Gebäude und müssen schon im frühen Planungsstadium berücksichtigt werden. Die Leitungsführung im Gebäude benötigt Platz und muss unterschiedlichen Wärme-, Schall- und Brandschutzanforderungen entsprechen. Hinzu kommen Anforderungen für Einbau, Wartung und Austausch.

**Forschungsziel** Das Teilprojekt „modulare, vorgefertigte Installationen in mehrgeschossigen Holzbauwerken“ ist eines von 20 Forschungsprojekten des Verbundprojektes „Holzbau der Zukunft“, das vom Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst gefördert wird. Das Ziel, des am Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik, Professor Dr.-Ing. Gerhard Hausladen, Technische Universität München, bearbeiteten Forschungsprojektes ist die Entwicklung eines flexiblen, vorgefertigten Installationssystems für mehrgeschossige Wohngebäude. Dabei wird ein Modulsystem entworfen und seine Praxistauglichkeit an Prototypen untersucht. Diese entwickelten Einheiten integrieren möglichst alle haustechnischen Funktionen (Heizung, Lüftung, Wasser, Abwasser, Stark- und Schwachstrom) unter Einbeziehung der verfügbaren Medien (Strom, Gas, ...) bis hin zur Möglichkeit des Einsatzes von Solartechnik. Je nach Ausstattungswunsch können diese Module beliebig miteinander kombiniert werden. Bei der Entwicklung des Modulsystems werden insbesondere die Anforderungen des Brand- und Schallschutzes an die Gebäudetechnik im mehrgeschossigen Holzbau berücksichtigt. Der Einsatz dieses Systems schließt somit viele brand- und schallschutztechnischen Planungs- und Ausführungsfehler aus. Das System soll auf Dauer flexibel und auch weitgehend ohne Zerstörung baukonstruktiver Teile, wie Wände und Decken, veränderbar sein. Damit wird einerseits geänderten oder erweiterten Nutzeranforderungen Rechnung getragen, andererseits bleibt das System an Neuentwicklungen der Gebäude- und Energietechnik anpassbar. Bei einer umfassenden Umnutzung oder einem Abbruch des Gebäudes können die Technikmodule ausgebaut, in der Fabrik zerlegt und recycelt werden. Durch die Vorfertigung der Technischeinheiten soll ein höherer Qualitätsstandard in der Ausführung erreicht werden. Die Entflechtung der Installationsarbeiten aus dem Baustellenbetrieb hin zur industriellen Fertigung in der Fabrik, bietet zum einen dem Montagepersonal bessere und ungestörte Arbeitsbedingungen, zum anderen können überhaupt so erst Qualitätskontrollen durchgeführt werden. Auf der Baustelle werden nur noch die bereits geprüften Einheiten montiert und eventuell miteinander verbunden. Da die einzelnen Module technisch aufeinander abgestimmt sind, können Schnittstellenprobleme bei der Montage und im Betrieb ausgeschlossen werden.

**Fokus Wohnungsbau** Die Forschungsarbeit betrachtet verstärkt den mehrgeschossigen Wohnungsbau. Im Vergleich zu Büro- und Verwaltungsgebäuden müssen viele unterschiedliche Ver- und Entsorgungsdienstleistungen auf begrenztem Raum bei gleichzeitig niedrigen Kosten verteilt werden. Diese Festlegung ermöglicht eine genauere Definition der weiteren Projektanforderungen.

**Tabelle 1.1** Planungs- und Gestaltungsziele für haustechnische Installationssysteme:

- Hohe dauerhafte Flexibilität
- Planungsvereinfachung, Zeitersparnis und großer Qualitätsstandard durch hohen Vorfertigungsgrad
- Gesicherte Brand-, Schall- und Wärmeschutzlösungen für die Gebäudetechnik, einfache Montage
- Weitgehend zerstörungsfreier Komponentenaustausch, leichte Rückbaubarkeit und Recycling



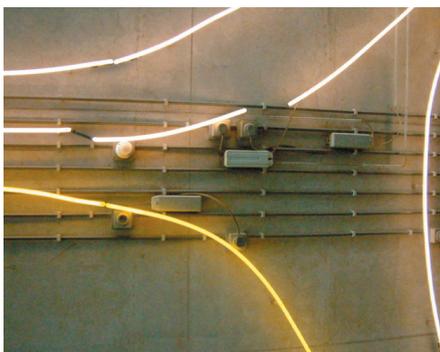
**Forschungsablauf** Im Rahmen einer Literaturrecherche wurden zu Beginn des Projektes alle marktgängigen, in frei zugänglichen Forschungen entwickelten sowie in Patenten dokumentierten Installationssysteme und -konzepte gesammelt und katalogisiert. Die Recherche erstreckte sich dabei nicht nur auf holzbauspezifische Systeme, sondern auf alle am Markt befindlichen Systeme, um Synergieeffekte und Technologietransfers im Rahmen des Projektes zu ermöglichen. Die Analyse der vorhandenen Installationssysteme, die Ergebnisse der Gespräche mit Planern, Bauausführenden, Investoren und Bauherren sowie eigene Planungs- und Bauverfahren waren Grundlage eines Anforderungskataloges für das zu entwickelnde Installationssystem. Mit Hilfe von Zeichnungen, virtuellen und gebauten Modellen entstanden die Grundlagen für allgemeine Planungs- und Gestaltungsrichtlinien sowie spezifische Prototypen. Dabei beeinflussten sich die Modulentwicklung sowie die Planungs- und Gestaltungsrichtlinien gegenseitig, so dass eine Verifizierung und Weiterentwicklung der Richtlinien durch die Planungspraxis stattfinden konnte. Die Ergebnisse wurden immer wieder interessierten Firmen und Planern vorgestellt, um deren Praxisrelevanz und Marktakzeptanz zu prüfen. In diesem Rahmen wurde auch der Bau eines 1:1 Prototypen vereinbart, um die Installationsführung praxisgerecht zu testen. Aufgrund der Dämmstoffknappheit zum Zeitpunkt des Forschungsprojektes konnte dies jedoch nicht mit dem gewünschten Originalmaterial erfolgen. Der Prototypenbau beschränkte sich aus diesem Grund auf Modelle im kleineren Maßstab, virtual 3D-modelling und ein 1:1 Modell (Mockup) aus einem im Technischen Zentrum der Technischen Universität einfach zu bearbeitenden Ersatzmaterials. Im Rahmen der Entwicklung wurden Fragen des Brand-, Schall- und Wärmeschutzes sowie der Tragkonstruktion anhand von Schemazeichnungen und Details erörtert und integrativ berücksichtigt. Das Ergebnis des Forschungsprojektes liegt als allgemeingültiger Planungs- und Gestaltungsleitfaden für die Entwicklung, die Fertigung und die Montage von flexiblen, vorgefertigten Installationen vor. Beispielhaft erläutern die prototypisch entwickelten Installationsmodule die Grundlagen des Leitfadens und geben einen Ausblick auf weitere Produktentwicklungen.

**Abb 1.2** Modelle als Grundlage für die Entwicklung des flexiblen, vorgefertigten Installationssystems

**Praxisbezug und Erfahrungsaustausch** Für das Projekt war von Anfang an die Einbindung der Planungs- und Baupraxis sehr wichtig. So wurde schon zu Beginn der Projektlaufzeit mit Planern, Bauausführenden sowie Investoren und Bauherren eine Expertenrunde zum Thema „Zukunft der haustechnischen Installationssysteme“ veranstaltet. Zudem wurden in der ersten Projektphase Expertengespräche und Workshops mit ausführenden Holzbau- und Installationsfirmen geführt, um den Forschungsschwerpunkt zu konkretisieren und die Forschungsarbeit an die Gegebenheiten im Werk und auf der Baustelle zu binden. Bei einer Exkursion in die Niederlande wurden innovative Projekte mit hoher Vorfertigung und Technikintegration besichtigt. In einem gemeinsamen, internationalen Workshop mit Mitarbeitern des Lehrstuhls Design of Construction, Prof. Dr.-Ing. Ulrich Knaack, Technische Universität Delft, wurden am Rande des Symposiums „New Strategies for Systems“ Konzepte für flexible, vorgefertigte Gebäude erarbeitet. Die Teilnahme am manubuild-Kongress „The Transformation of the Industry – Open Building Manufacturing“ 2007 in Rotterdam ermöglichte den Austausch mit internationalen Experten zum Stand der Technik und Forschung im Bereich von adaptiven, vorgefertigten Gebäuden und der Integration der Gebäudetechnik. Die Ergebnisse gingen in die vorliegende Forschungsarbeit ein. Die Bearbeitung des Teilprojektes „Entwicklung von grundsätzlichen Strategien zur Energie- und Raumklimaaoptimierung von Holzbauten für Büro- und Verwaltungsbau“ (TP3) am gleichen Lehrstuhl und die in diesem Projekt veranstalteten Exkursionen zu Holzbauprojekten brachten weitere Aspekte der in der Praxis eingesetzten innovativen Holzkonstruktionen und der darin geführten Installationen. Mit anderen Teilprojekten im Bereich „Brand-schutz“ sowie „neue Baustoffe und Bauteile“ fand, im Rahmen der regelmäßigen Projektleitertreffen und der räumlichen Nähe weiterer Projekte an der Technischen Universität München, ein fachlicher Austausch statt. Erste Ergebnisse des Forschungsprojektes konnten im Rahmen eines Gutachterkolloquiums der interessierten Fachöffentlichkeit präsentiert werden. Auf der internationalen Baumesse Anfang 2007 in der Messe München wurde das Projekt vorgestellt. Die dabei geführten Gespräche mit dem Fachpublikum zeigten die Notwendigkeit eines Planungs- und Gestaltungsleitfadens, um die Ergebnisse der Forschung in den Planungsalltag zu integrieren. Zahlreiche Präsentationen bei Veranstaltungen und Vorstellung der Ergebnisse vor interessierten Lehrstuhlbesuchern aus aller Welt formten das Profil des hier vorliegenden Leitfadens, der ein Hilfsmittel für den konkreten Planungsalltag von Architekten und Fachplanern ist.



**Abb 1.3** Expertengespräche, Workshops und Messe- bzw. Veranstaltungspräsentationen im Rahmen des Forschungsprojektes



**Abb 1.4** Haustechnische Installationen als Kunst-Installation im Cafe der vom Office for Metropolitan Architecture (OMA) entworfenen „Kunsthal“ in Rotterdam NL

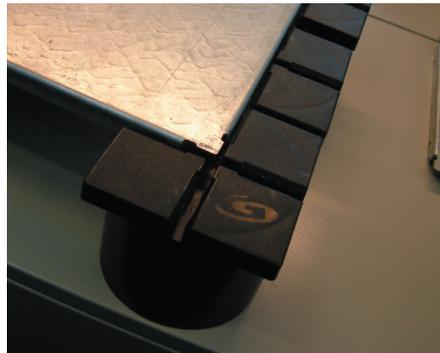
**Abb 1.5** Impressionen der Forschungsreise in die Niederlande: „Technik in flexiblen Gebäuden“



Flexible Gebäude: Nachrüstung von Lüftungsleitungen mit außenliegenden Installationen; Multi-nutzungsgebäude SILODAM von Winy Maas, Jacob van Rijs und Nathalie de Vries (MVRDV) in Amsterdam



Semizentrale Technischeinheit für jede Wohneinheit : zugänglich über den Laubengang oder den Flurbereich



Installationsbodenelemente: Bodenauslass mit Strom- und Datenanschluss; Detail eines einfachen Installationsbodens



Flexible Installationen: Leitungsführung zwischen Trägerelementen und durch vorgefertigte Öffnungen des Trägers

# 2

## Begrifflicher Kontext und Grundlagen



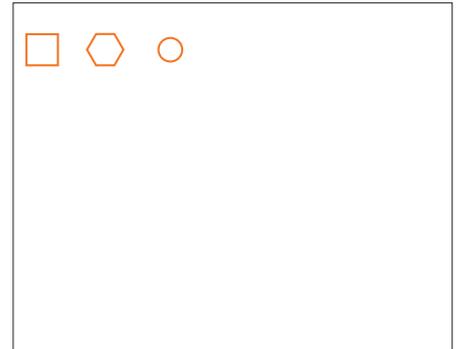
Grundkenntnisse über die Vorfertigung und Produktion sowie die Hintergründe und Möglichkeiten flexibler Grundrisse stehen am Beginn der planerischen Entwicklung. Hinzu kommt das Wissen über die Art von haustechnischen Installationen sowie die Anforderungen aus dem Brand-, Schall- und Wärmeschutz. Eine Analyse der heute marktgängigen Installationskomponenten im Bereich der Trassenführung ermöglicht die Entscheidungsfindung und den Anstoß zur Neuentwicklung für spezifische Leitungsführungen.

## Vorfertigung

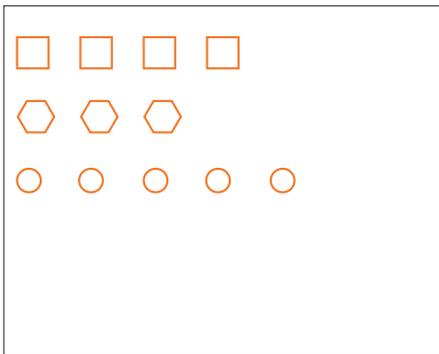
**Gründe für die Vorfertigung** Das Bauen ist heute geprägt von hohen Baukosten und vergleichsweise geringer Wertschöpfung der am Bau beteiligten Unternehmen. Die am Bau beteiligten Firmen versuchen aus diesem Grund, die Bauzeit auf der Baustelle zu verringern, um Maschinen und Personal effizienter einsetzen zu können, die Kosten zu senken und dennoch die Qualität zu steigern sowie unabhängig von der Witterung zu arbeiten. Eine Möglichkeit dies zu erreichen ist die Produktion von der Baustelle ins Werk zu verlagern. In erster Linie geht es dabei um eine höhere Wertschöpfung im eigenen Werk. Kann ein Bauunternehmer anstatt einzelner Teile ganze Baukörper anbieten, steigt sein Anteil am Gebäude und somit sinkt die Anzahl der zusätzlich zu koordinierenden Gewerke. Darüber hinaus können im Werk gefertigte Bauteile leichter oder sogar überhaupt erst geprüft werden, was die Qualität steigern und Baufehler verringern kann. Maßtoleranzen von vorgefertigten Bauteilen können deutlich geringer sein als Bauteile, die auf der Baustelle errichtet werden. Besonders die festen Klimabedingungen im Werk und der Einsatz von Maschinen und Robotern steigern die Maßgenauigkeit. Computer Integrated Manufacturing (CIM) mit seinen besonders im Baugewerbe zu findenden Bestandteilen Computer Aided Drafting (CAD), Computer Aided Design (CAD) und Computer Aided Manufacturing (CAM) fördert dies und verkürzt die Zeiten zwischen Planung und Ausführung. Eine gewerkintegrierte Vorfertigung ermöglicht einen optimalen Einbau von Leitungen und Technikkomponenten in Bauteile. Beschädigungen von bereits fertiggestellten Gewerken, wie es auf der Baustelle häufig vorkommt, kann somit verringert und die Bauqualität gesteigert werden. Die Materialeffizienz kann bei einer Vorfertigung im Werk gesteigert werden. Baumaterial kann durch optimierte Prozesse eingespart und nicht verwendetes Material durch die wettergeschützte geringe Verschmutzung wiederverwendet oder gut recycelt werden. Dies ist auf einer Baustelle nur sehr schwer möglich. Im Werk kann leichter in mehreren Schichten gearbeitet werden. Eine Fertigung im Werk kann zu einer Aufteilung in spezialisierte Produktionsstationen und die damit verbundene Arbeitsteilung führen. Dadurch ist der Durchsatz für das Unternehmen entsprechend höher als bei der Erstellung auf der Baustelle. Die Vorfertigung kann bis hin zur Fertigstellung der gewünschten Oberflächen im Werk gehen und steigert damit die Wertschöpfung des Baumeisters, Trockenbauers oder Zimmerers. Die witterungsunabhängige Produktion ermöglicht allen Produktionsbeteiligten im Werk ein entsprechend behagliches Arbeitsklima. Vor Temperaturschwankungen geschützt, ist die Arbeitseffektivität besser und die Unfallgefahr geringer. Schutzmaßnahmen können im Werk besser verwirklicht werden als auf der Baustelle. So kann zum Beispiel bei Lackierarbeiten die belastete Abluft besser abgeführt werden. Im Werk können entsprechende Lüftungstechnische Maßnahmen eingesetzt werden. Auf der Baustelle ist die Abfuhr von Schadstoffen abhängig von der je nach Witterung wechselnden, natürlichen Belüftung. Die kurze Einbauphase ist die entscheidende Voraussetzung für die Unabhängigkeit von Witterung und ermöglicht eine nahezu unterbrechungsfreie Bauphase - auch in der kälteren Jahreszeit. Nicht zu unterschätzen ist auch der eher psychische Effekt für den Auftraggeber. Für den Bauherrn erscheint der Hausbau mit vorgefertigten Elementen kürzer als ein konventionell auf der Baustelle gebautes Haus.

### Definition: Fertigungsarten

Bei den Fertigungsarten wird nach der Häufigkeit gleicher Leistungen in einem Produktionsprozess differenziert. Die Unterscheidung erfolgt aufgrund der Anzahl der gefertigten Produkte. Die Fertigungsart hat großen Einfluss auf die Gestaltung der Produktion, ihren Grad an Flexibilität und Automatisierung.



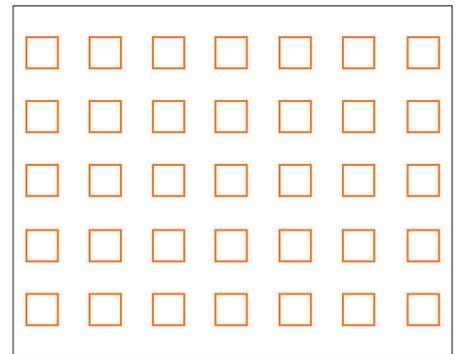
Bei einer **Einzelfertigung** wird immer nur eine Einheit eines Produktes gleichzeitig hergestellt. Dabei sind die produzierten Erzeugnisse völlig unterschiedliche Unikate. Dies ermöglicht individuelle Kundenwünsche und ein Unternehmen kann schnell auf eine veränderte Marktsituation reagieren und sich anpassen. Bei dieser Fertigungsart entstehen jedoch vergleichsweise hohe Kosten und eventuell längere Lieferzeiten für die Erzeugnisse.



In der **Serienfertigung** werden gleichzeitig oder unmittelbar aufeinander folgend mehrere gleichartige Produkte erzeugt. Im Unterschied zur Massenfertigung ist die Gesamtzahl der gleichen Produkte jedoch begrenzt. Nach dem Ende einer Serie werden die Anlagen entsprechend erneuert, umgerüstet oder abgebaut und eine neue Serie kann produziert werden. Da der Produktionsablauf immer der gleiche ist, kann dieser entsprechend perfektioniert und optimiert werden. Da auch die Maschinen besser ausgelastet sind und die zur Produktion benötigten Materialien in großer Stückzahl eingekauft werden können, sinkt der Preis für das Erzeugnis. Dem gegenüber stehen hohe Anschaffungskosten für den Produktionsbeginn. Auf eventuelle Marktänderungen oder individuelle Kundenwünsche kann die Serienfertigung nur bedingt und mit hohen Umstellkosten reagieren.



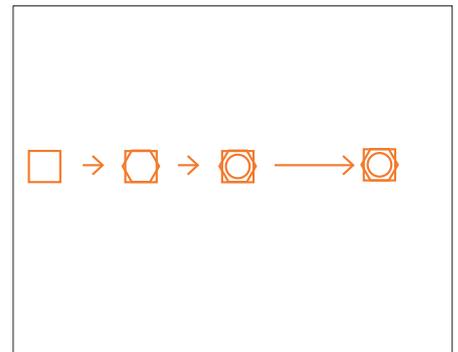
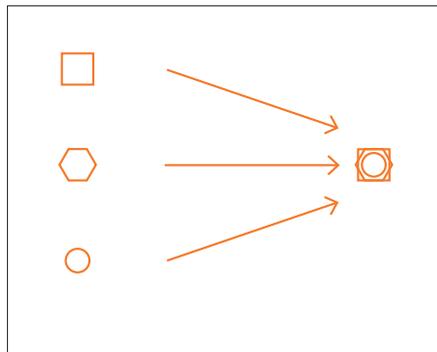
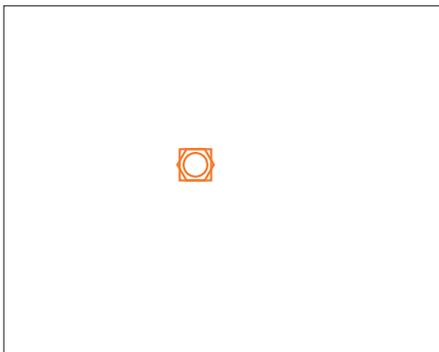
Im Gegensatz zur Serienfertigung werden bei der **Sortenfertigung** verschiedene Endprodukte nacheinander auf der gleichen Produktionsanlage gefertigt. Merkmal der hier gefertigten Produkte ist meist ein gleichbleibender Grundstoff und Herstellungsprozess mit unterschiedlicher Funktionalität, Abmessung oder Gestalt. Im Gegensatz zur Massenfertigung ist die Anzahl an produzierten Einheiten gleicher Ausprägung begrenzt. Die Vorteile dieser Fertigungsmethode liegen in der Möglichkeit, den Produktionsvorgang zu rationalisieren und die eingesetzten Betriebsmittel optimal zu verwenden. Durch die Möglichkeit, mit einer Produktionsanlage ohne große Umrüstung verschiedene Erzeugnisse herzustellen, können im Vergleich zur Serienfertigung die Kosten gesenkt werden. Dennoch ist auch hier eine gewisse Anpassung an das veränderte Erzeugnis notwendig. Nachteilig kann die mangelnde Produktionsvielfalt und die schwierige Anpassung an veränderte Märkte oder individuelle Wünsche angesehen werden.



Bei der **Massenproduktion** werden große Mengen eines gleichen Produktes hergestellt. Die Zeitspanne ist dabei nicht wie bei der Serien- und Sortenfertigung festgelegt. Der Vorteil dieser Fertigungsmethode liegt in dem hohen Rationalisierungspotential des Produktionsprozesses. Dem gegenüber steht die Unflexibilität den Produktionsprozess zu verändern.

### Definition: Fertigungsprinzipien

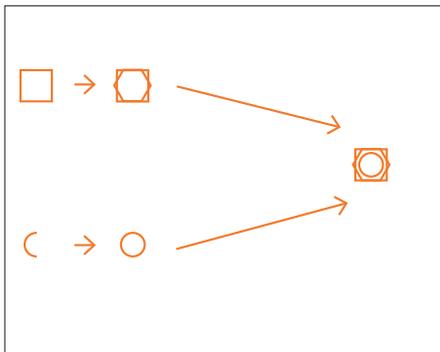
Die Fertigungsprinzipien beschreiben die räumliche Anordnung sowie die Transport-, Material- und Personalbeziehungen der einzelnen Fertigungsstationen. Die einzelnen Fertigungsprinzipien haben Auswirkungen auf die Gestaltung und Dimensionierung der Lagerbereiche, auf das Transportwesen und die Ver- und Entsorgungstechnik.



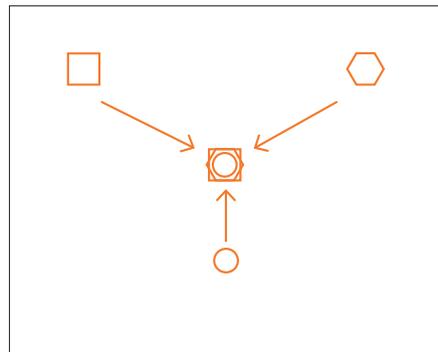
Die **Werkbankfertigung** wird bestimmt von einem handwerklichen Arbeitsprozess, der weitgehend ohne Unterstützung von Fertigungsmaschinen ausgeführt wird. Dabei wird das Erzeugnis in allen Arbeitsschritten von einer Arbeitsperson bzw. einer Arbeitsgruppe an einer Bearbeitungsstation ausgeführt. Dieses Fertigungsprinzip wird für Einzelstücke oder kleine Serien angewendet.

Im Gegensatz zur Werkbankfertigung werden die einzelnen Fertigungsschritte bei der **Werkstattfertigung** nach den durchzuführenden Tätigkeiten verteilt. Diese Tätigkeiten werden in spezialisierten Werkstätten unabhängig von der Reihenfolge des Produktionsprozesses durchgeführt. Insgesamt kann mit diesem Fertigungsprinzip eine hohe Flexibilität für Marktanpassung oder individuelle Kundenwünsche erreicht werden. Es besteht die Möglichkeit, ein vielfältiges Produktangebot bei geringeren Produktionskosten als bei der Werkbankfertigung anzubieten. Nachteilig sind die kostenintensiven und zeitraubenden Transporte zwischen den Arbeitsplätzen. Es können Wartezeiten und Produktionsstaus durch ungleichmäßige Kapazitätsauslastungen der einzelnen Bearbeitungsplätze entstehen, welche die Fertigungsplanung und Fertigungssteuerung entsprechend erschweren.

Bei der **Fließfertigung** werden die Bearbeitungsplätze räumlich entsprechend der technologischen Abfolge und damit der zu verrichtenden Arbeitsgänge des Produktionsprozesses angeordnet. Dies verkürzt die Transportwege und verringert die Zwischenlager sowie die Gesamtfertigungszeit. Dieses Fertigungsprinzip ermöglicht eine Arbeitsteilung und Spezialisierung. Entsprechende Automaten und Qualitätsprüfungen können in den Arbeitsgang integriert werden. Dies reduziert jedoch die Anpassungsfähigkeit des Betriebes und beeinflusst bei entsprechenden Störungen eines Bearbeitungsplatzes den ganzen Produktionsprozess. Um die Störanfälligkeit des gesamten Produktionsprozesses zu verringern, kann anstelle der Fließbandfertigung mit genau vorgegebenen Arbeitstakten eine Straßenfertigung mit Unterteilungen und Zwischenpuffern gebaut werden. Diese Linienfertigung ermöglicht eine flexiblere Verbindung der Produktionsprozesse und eine geringere Anfälligkeit für einen Produktionsstillstand der ganzen Produktfertigung.



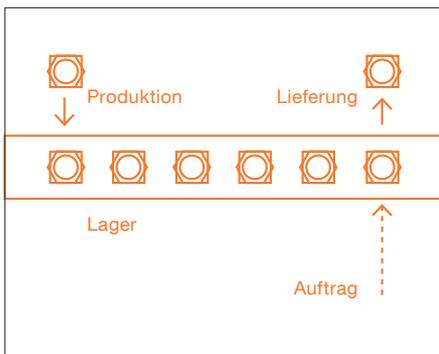
Die **Gruppenfertigung** kombiniert die Werkstattfertigung mit der Fließfertigung innerhalb der Gruppe. Alle Arbeitsplätze und Maschinen, die zur Fertigung ähnlicher Erzeugnisse benötigt werden, werden räumlich zusammengefasst. Die einzelnen Elemente der Fertigungsgruppen werden später zusammengeführt und ergeben das fertige Erzeugnis. Dieses Fertigungsprinzip ermöglicht reduzierte Transportwege und Zwischenlager. Insgesamt ist dieses Fertigungsprinzip anpassungsfähiger an Veränderungen als die Fließfertigung und besser organisier- und rationalisierbar als die reine Werkstattfertigung. Die zusätzliche organisatorische Zusammenfassung in einer Fertigungsinsel überträgt den Mitarbeitern die weitgehend eigenverantwortliche Feinplanung, Steuerung und Kontrolle des Fertigungsbereiches.



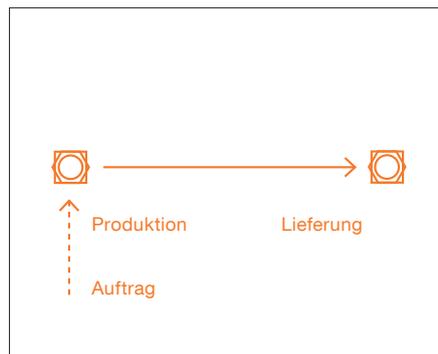
Bei der **Baustellenfertigung** werden die Arbeitskräfte und die jeweiligen Fertigungsmaschinen zum Platz des Arbeitsgegenstandes gebracht. Dadurch werden beim Unternehmen nur geringe Flächen benötigt, da die Fertigung beim Auftraggeber erfolgt. Im Vergleich zu den anderen Fertigungsprinzipien ist die detaillierte Planung der Baustelleneinrichtung, die notwendige Festlegung der technologischen Reihenfolge und die zeitliche sowie räumliche Disposition der Fertigungsmaschinen und Facharbeiter aufwändig. Fehler in der Planung der Prozesskette auf der Baustelle haben große Auswirkungen auf das Erzeugnis.

### Definition: Fertigungsablauf

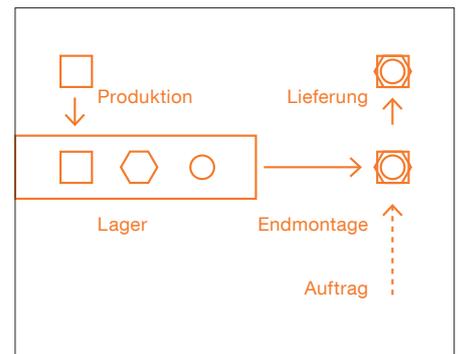
Der Fertigungsablauf beschreibt unterschiedliche logistische Prinzipien der Auftragsabwicklung eines Erzeugnisses. Dieser Ablauf hat, wie die Fertigungsprinzipien, Auswirkungen auf Größe, Umfang und Gestaltung der Sekundärbereiche, wie Lager, Transport sowie Ver- und Entsorgung, einer Fertigung.



Bei der **Lagerfertigung** werden die Aufträge aus dem Lager bedient. Sie bewirkt eine gleichmäßige Auslastung der Produktionskapazitäten. Dieser Produktionsablauf hat hohe Lagerungskosten zur Folge und kann kaum auf individuelle Kundenwünsche reagieren.



Das Gegenteil zur Lagerfertigung stellt die **Auftragsfertigung** dar. Hier werden Produkte erst bei Eingang eines konkreten Auftrages gefertigt. Dies ermöglicht eine hohe Flexibilität und eine individuelle Anpassung des Produktes. Obwohl die Lagerkosten sehr niedrig sind, bewirkt eine entsprechend schwankende Kapazitätsauslastung und produktbezogen höhere Fixkosten. Zudem muss mit entsprechend langen Lieferzeiten aufgrund der Produktionszeit gerechnet werden.

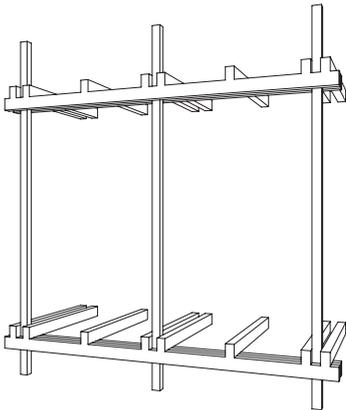


Eine Mischform der beiden Extreme von Lager- und Auftragsfertigung stellt die **Programmfertigung** dar. Kundenneutrale Standardteile werden vorgefertigt und bis zum Auftrag gelagert. Die Endmontage (Customizing) erfolgt individuell erst nach Auftragseingang. Dadurch kann flexibel auf Kundenwünsche oder eine veränderte Marktlage reagiert werden.

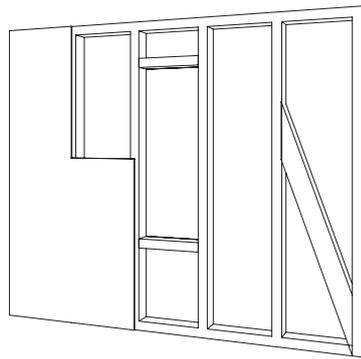
**Geschichte der Vorfertigung** Die Ursprünge der Vorfertigung liegen zum einen in dem originären Wunsch des Menschen, Dinge zu rationalisieren. Immer wiederkehrende Arbeitsabläufe werden vereinfacht und optimiert. Zum anderen sollen auch Baumaterialien, die entfernt von der Lagerstätte der Rohstoffe liegen, zum Einsatz kommen können. Ziegelsteine sind vorgefertigte Elemente, die den einfachen Transport, leichten Einbau, höhere Bauqualität und geringe Baukosten von Lehm erst möglich machen. Vorgefertigte Steinquader erleichtern die Baustellenkoordination. Die Trennung von Herstellung und Einbau verringert den Platzbedarf und den Organisationsaufwand auf der Baustelle. Auch bei Bauholz ist ein schon in Form und Länge gebrachter Balken einfacher zu transportieren als ein roher Stamm. Hier kommen auch noch die Abfälle am Bauplatz hinzu. Bei einer Vorfertigung von Holzbalken können Rinden und Restholz zentral verwertet und in vielen Fällen sogar weitergenutzt werden. Die Geschichte der Vorfertigung von ganzen Häusern geht auf das 12. Jahrhundert nach Christus zurück. In Japan entsteht eine zerlegbare kleine Holzhütte, die auf zwei Handkarren transportiert werden kann. Vorgefertigte Häuser dienten im Mittelalter der flexiblen Unterkunft bei der Jagd oder einem schnellen Aufbau bei Auslandsaufenthalten, wie zum Beispiel bei Goldgräbern. Im 18. und 19. Jahrhundert ist der vorgefertigte Serienbau zum einen mit der militärischen Nutzung für Lazarettbaracken, zum anderen mit der Kolonialisierung und den in den Kolonien fehlenden Baufachkräften verbunden. [PROCHINER 2006 S.9ff] Bis Ende des 20. Jahrhunderts war die Vorfertigung weitgehend von Serienfertigung und gleichen Modulen geprägt. Heute werden Gebäude mit Hilfe einer CAD-CAM-gestützten Fertigung individuell vorgefertigt.

Die Vorfertigung von haustechnischen Installationen für den allgemeinen Wohnungsbau erfolgte erst ab Mitte des 20. Jahrhunderts. Vor allem vorgefertigte Sanitärräume erlebten hier eine Blütezeit. Heute ist die Vorfertigung von Sanitärelementen nicht mehr aus dem Baubereich wegzudenken. Spülkästen mit Tragkonstruktion und Befestigungsmöglichkeiten für Toilettenschüsseln gehören heute zum Massenprodukt. Sie verbessern die Bauqualität durch geprüften Schallschutz und verkürzen die Montagezeit. Rohre mit vorgefertigter Isolierung vereinfachen den Einbau und Duschtassen, die mit vorgefertigten Anschüssen geliefert werden, ermöglichen geringe Bautiefen. Bis heute sind jedoch die haustechnischen Installationen schwierig im Werk vorzufertigen. Dafür sind verschiedenste Gründe verantwortlich. Gebäude und Technik müssen in einem engen Miteinander geplant, dimensioniert, produziert und montiert werden. Dafür fehlt den eher mittelständisch organisierten Firmen das für die unterschiedlichen Gewerke ausgebildete Fachpersonal. Da die Bauteile auf der Baustelle miteinander verbunden werden, müssen auch die Installationen in Einheiten zerlegt und auf der Baustelle zusammengefügt werden. Für jedes Gewerk wäre so ein entsprechender Mitarbeiter auch bei der Montage notwendig. Das Verbinden der Leitungsstränge benötigt Zeit, die die Montage auf der Baustelle verlängert. Dies führt zu verhältnismäßig hohen Kosten der integrierten und vorgefertigten Gebäudetechnik, so dass die Installation auf der Baustelle bevorzugt wird.

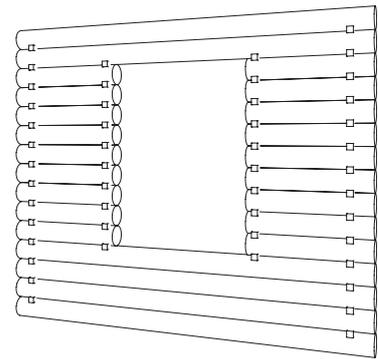
## Holzbau



Der heutige **Skelettbau** wurde erst durch die Entwicklung des Brettschichtholzes (BSH) und neuer Verbindungsmittel in den 60er Jahren möglich. Dadurch gelang es, die Ständer über mehrere Geschosse hinausgehen zu lassen und den Abstand zwischen den einzelnen Ständern zu vergrößern. Typisch für diese Bauart ist, dass das Tragskelett und die raumabschließenden Wände voneinander unabhängig sind. Die meisten tragenden Teile sind aus Brettschichtholz, welches aus Holzarten wie Fichte, Tanne, Lärche oder Yellow Cedar hergestellt wird. Die Maßeinteilung erfolgt nach Raster und Modul. Stützen stehen so immer in einem bestimmten Maß zueinander. Die Produktion eines Holzskelettbaus erfolgt im Werk, kann aber auch auf der Baustelle erfolgen. Die einzelnen Träger und Stützen werden im Betrieb abgebunden, das heißt, es werden alle Träger und Streben zugeschnitten, gefräst und den Vorgaben entsprechend gebohrt. Durch die vielen Verbindungsmittel wird der Querschnitt der Stütze geschwächt, was bei der Statik ausreichend berücksichtigt werden muss. Zuerst wird das Grundskelett aufgerichtet, im Anschluss daran der Dachstuhl. Danach werden die Wände beplankt und der Innenausbau begonnen. Die Aussteifung beim Skelettbau wird über diagonale Streben oder Stahlseile bewirkt.

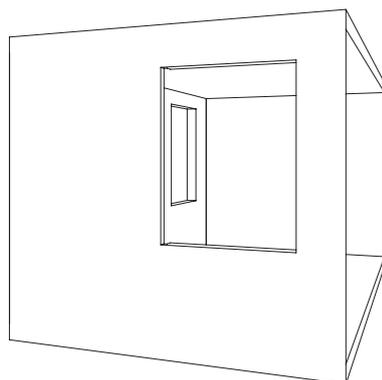
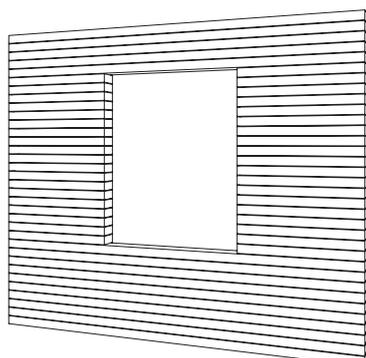


Der **Holzrahmenbau** ist eine Bauart, die aus den USA stammt und leitet sich vom Fachwerkbau ab. Durch die Entwicklung und Verbreitung der Holzwerkstoffplatte, welche zugleich als Scheibe beansprucht werden kann, wurden die Streben des Fachwerkbaus ersetzt. Es werden gleiche Querschnitte verwendet und die vertikalen Kanthölzer gehen über die ganze Geschosshöhe. Die Horizontalen kommen nur noch am unteren Wandende als Schwelle und am oberen als sogenanntes Rähm zum Einsatz. Dadurch entsteht ein Rahmen, welcher die Lasten abträgt. Für die Rahmen wird Massivholz verwendet, vorzugsweise Konstruktionsholz. Die Gefachzwischenräume werden mit Dämmmaterialien ausgefüllt. Dadurch ist es möglich, die statische und bauphysikalische Funktion in einer Ebene zu erreichen. Die Gestaltung des Grundrisses und Positionierung der Fenster und Türen ist durch die Rahmenbauweise sehr flexibel. Die Fertigung im Betrieb erfolgt auf sogenannten Montagebühnen. Hier werden die Hölzer im Raster von 62,5 cm oder 81,5 cm wandweise angeordnet. Anschließend wird die Innenseite der Wand meist mit einer OSB-Platte beplankt, die zugleich die Aufgaben der Luftdichtigkeitsschicht und Aussteifung übernimmt. So kann das Bauelement auf der Baustelle montiert und dort fertiggestellt werden. Der **Holztafelbau** geht noch weiter. Der Wandzwischenraum wird im Werk mit Dämmmaterial gefüllt und die zweite Seite beplankt. Fenster, Türen, Leitungen und Technikkomponenten werden im Produktionsprozess eingebaut. Diese Art der Fertigung wird bei den Wänden, der Decke und teilweise auch beim Dach durchgeführt.



Der **Block- und Bohlenbau** ist ein typischer Vertreter des **Massivbaus**. Der Block- und Bohlenbau geht auf eine bedeutende Bautradition zurück. Das Grundprinzip ist das horizontale Übereinanderschichten einzelner Blockbohlen oder Rundhölzer. In seltenen Fällen werden die Hölzer auch vertikal angeordnet. Die Kanthölzer haben meist einen rechteckigen oder runden Querschnitt. Durch die Schichtung der einzelnen Hölzer erhält man eine Wand, die zugleich tragend und ausfüllend ist. Die Eckverbindungen werden durch Überblattungen oder Verkämmungen ausgeführt. Am häufigsten werden die Holzarten Fichte, Kiefer und Lärche verwendet, in seltenen Fällen sogar importierte Holzarten wie Western Red Cedar. Bei der Produktion eines Blockhauses kann nur ein geringer Teil des Hauses in der Werkstatt vorgefertigt werden. Die Bohlen werden im Betrieb zugeschnitten, die Eckverbindungen und die Innenwandanschlüsse gefräst. Die Innenwandanschlüsse werden meist als Schwalbenschwanzverbindungen und die Eckverbindungen als Überblattungen oder Verkämmungen ausgeführt. Löcher für die Stahlseile, elektrische Leitungen und Wasserleitungen werden gebohrt. Anschließend wird das Holz für die Decke und den Dachstuhl abgebunden. Auf die Bodenplatte werden die untersten Hölzer ausgerichtet und anschließend verankert, dann werden alle weiteren Bohlen aufeinander gelegt. Das Aufsichten der Wände erfolgt gleichmäßig, das heißt bei allen Wänden gleichzeitig. Heutzutage werden vorwiegend Häuser mit Doppelblockwand gebaut, da diese Bauweise eine innenliegende Wärmedämmung hat und damit eine höhere Energieeffizienz aufweist.

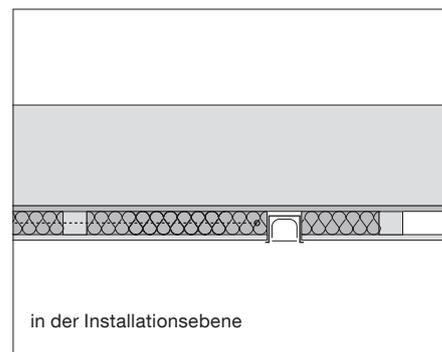
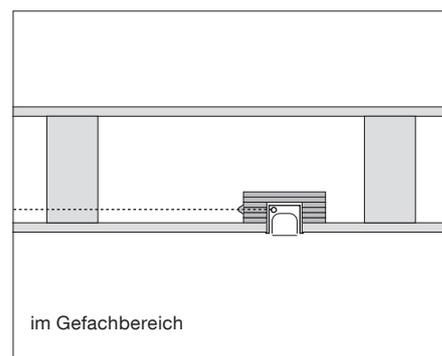
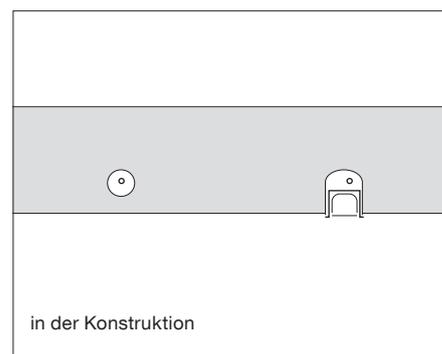
**Konstruktion und deren Vorfertigung** Installationssysteme sind auf Gebäudeebene betrachtet Elemente, die zwischen Konstruktion und Ausbau stehen. Die Konstruktion und ihre Art der Vorfertigung entscheidet über die Integrationsmöglichkeiten des Installationssystems.



Der **Brettstapelbau** ist eine Weiterentwicklung des Blockbaus. Er kommt den klassischen Massivbauweisen (Mauerwerk, Stahlbeton) sehr nahe. Beim Massivbau handelt es sich um eine flächige Bauweise mit vollen Querschnitten. Die Grundelemente der Massivbauteile bestehen aus Sägeprodukten wie Brettern, Bohlen oder Kanthölzern. Es werden in den meisten Fällen Seitenbretter aus Nadelholz verwendet. Die gebräuchlichsten Holzarten sind Fichte und Kiefer, in seltenen Fällen wird auch Douglasie und Lärche verwendet. Die einzelnen Bretter werden entweder durch kontinuierliche Nagelung, mit Hilfe von getrockneten Hartholzdübeln, oder durch Leimung miteinander verbunden. Dadurch stehen große Elemente zur Verfügung, die Ausmaße bis zu 20 Meter Länge und 4,8 Meter Breite aufweisen können. Dabei kann auch Rest- und Schwachholz verarbeitet werden, so dass sich eine hervorragende Rohstoffeffizienz ergibt. Bei dieser Bauweise ist man sehr flexibel in der Gestaltung des Grundrisses und der Fassade. Bei der **Brettsperrholzbauweise** werden einzelne Brettlagen kreuzweise miteinander verleimt. Diese großen Elemente werden dann auf einer CNC Anlage zu einem Wand- bzw. Deckenelement zugeschnitten oder gefräst. Die Fenster und Türöffnungen werden im gleichen Arbeitsgang herausgesägt, ebenso wie die Installationskanäle. Durch die großen Abmaße ist es möglich Gebäude mit durchlaufenden Außenwänden bis zu vier Geschossen zu errichten.

Ausgangspunkt für die Entwicklung **raumbildender Systeme** waren Wohnwagen, amerikanische „mobile homes“ sowie Baustellen- und Notunterkünfte. Diese Systeme wurden ständig weiterentwickelt und verbessert. So kam es nach und nach zum Bau von Schulpavillons, Kindergärten, Bürobauten, Wohnhäusern und Studentenwohnheimen. Die einzelnen Räume werden im Werk vorgefertigt und auf der Baustelle nur noch entsprechend angeordnet. Dadurch verkürzt sich die Zeit auf der Baustelle um ein Vielfaches. Raumbildende Systeme erreichen einen Vorfertigungsgrad von bis zu 90 Prozent. Die einzelnen Module können beliebig angeordnet, wieder abgebaut und an einem anderen Ort wieder aufgestellt werden. Als Bausysteme kommen alle im Holzbau üblichen Arten infrage. Am häufigsten werden die Elemente als Holzrahmenbau oder Tafelbau ausgeführt. In den meisten Fällen werden bereits im Werk alle Ver- und Entsorgungsleitungen verlegt. Vorgefertigte Sanitäräume sind mit diesem System möglich. Die Planung eines Gebäudes mit Raumelementen unterliegt den von der Industrie festgelegten Abmessungen, die sich aus den konstruktiven Möglichkeiten und den Transportbestimmungen ergeben. Dadurch ist ein relativ einfacher und kostengünstiger Transport möglich. Die Module können auf der Baustelle horizontal und vertikal angeordnet werden. Sie können wieder abgebaut und an einem anderen Ort aufgebaut werden. Raumbildende Module können in Skelettbauten eingebracht werden.

**Abb. 2.1** Typische Installationsbereiche bei Holzkonstruktionen: Vorgefertigte oder auf der Baustelle gefräste Hohlräume in der Konstruktion (statische Berücksichtigung der Schwächung in der Konstruktion), Installationen im Gefachbereich mit entsprechender brandschutztechnischer Kapselung der Hohlwanddosens (statische Berücksichtigung bei großen Leitungsdurchmessern) oder Verteilung in einer eigenen Installationsebene mit Dämmung (Schmelztemperatur > 1.000 °C) als Brandschutz.



## Haustechnische Installationen

**Installationen** Haustechnische Installationen sind ein Bereich der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA). Im allgemeinen Sprachgebrauch werden darunter zum einen der Einbau von technischen Anlagen und Einrichtungen für den Betrieb eines Gebäudes verstanden, zum anderen umfasst der Begriff die Anlagen selbst. Im Rahmen der Forschungsarbeit werden diese Bereiche differenziert. Unter „Installationen“ werden Rohre, Leitungen und Kabel verstanden. Haustechnische Geräte, Messinstrumente und Armaturen werden für eine Differenzierung unter dem Begriff „technische Komponenten“ zusammengefasst.

**Installationssystem** In seinem ursprünglichen Sinn bezeichnet System (griechisch „systema“: Gebilde, Zusammengestellte, Verbundene) eine aufgaben-, sinn- oder zweckgebundene Einheit einzelner Subsysteme und Komponenten. Diese Einzelelemente stehen zueinander in wechselseitiger Beziehung. Im System wird aus diesen Beziehungen ein Zusammenhang. Ein System kann für sich isoliert betrachtet werden. Es lässt sich durch die Definition von Systemgrenzen von anderen Systemen isolieren. Das System als Ganzes befindet sich auf der Makroebene. Die einzelnen Elemente auf der Mikroebene beeinflussen die Makroebene. Das System ist wiederum ein Teil eines Ensembles aus mehreren Systemen und beeinflusst dessen Eigenschaften. Das im Rahmen des Forschungsprojektes untersuchte haustechnische Installationssystem befindet sich zwischen Technikzentrale, Haustechnikraum oder Hausanschlussraum und den Verbrauchern in den Geschossen. Diese Definition umfasst auch die Leitungen, die von gebäudeintegrierten Energieerzeugern, wie zum Beispiel einer Solar- oder einer Photovoltaikanlage auf dem Dach oder in der Fassade, zu den weiterverarbeitenden Technikkomponenten, wie zum Beispiel einem Solarspeicher oder einem Wechselstromrichter im Technikraum, geführt werden. Anders als viele der heute marktüblichen Produktbezeichnungen umfasst der Begriff „Installationssystem“ im Leitfaden die vertikale wie auch die horizontale Installation, das heißt die Stockwerksverteilung, die Wohnungsverteilung und deren Schnittstellen in einer Einheit, in einem Installationssystem.

**Medien** Die Installationen beinhalten alle Arten von ver- und entsorgenden Medien. Dazu zählen Wärme, Kälte, Trinkwarm- und Trinkkaltwasser, Abwasser, Graubehungsweise Betriebswasser, mechanisch geführte Luft-, Strom-, Daten- einschließlich Audio-, Video- und Steuerungsleitungen, wie zum Beispiel Binary Unit Systems (BUS) in der Home-Automation. Hinzu kommt die Versorgung mit Brennstoffen, heute besonders als Gasversorgung, aber auch die Leitungsnetze für die solare Wärme und solaren Strom.

### Definition: Bauteile und Systeme

	Halbzeuge
	Komponenten
	Element
	System und Systemgrenze
	Bauteil
	Modul

Als **Halbzeug** (engl. semi-finished material) wird ein industriell gefertigtes Produkt bezeichnet, das als geometrisch bestimmtes Rohmaterial für den weiteren Fertigungsprozess eingesetzt werden kann. Halbzeuge sind weder fertige Produkte noch unverarbeiteten Rohstoffe. Sie sind halbferfertigte Produkte und müssen erst noch auf die entsprechend benötigte Länge zugeschnitten und je nach Bedarf geformt werden. Für haustechnische Installationen werden vor allem Halbzeuge wie Bleche, Stangen oder Rohre verwendet.

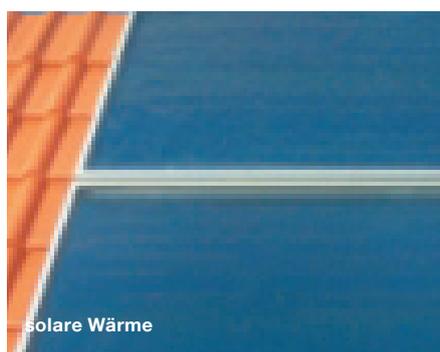
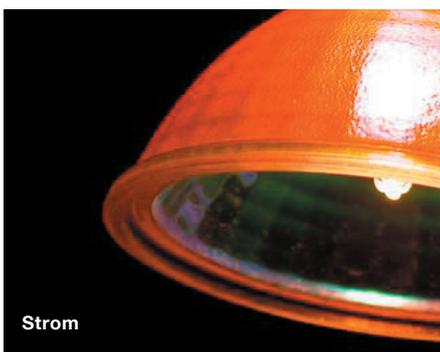
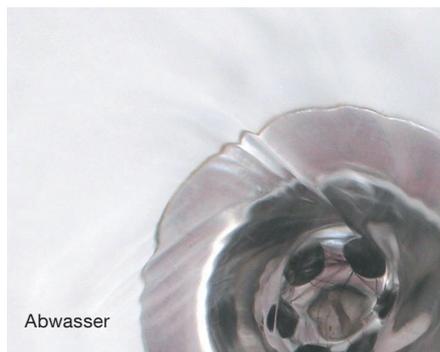
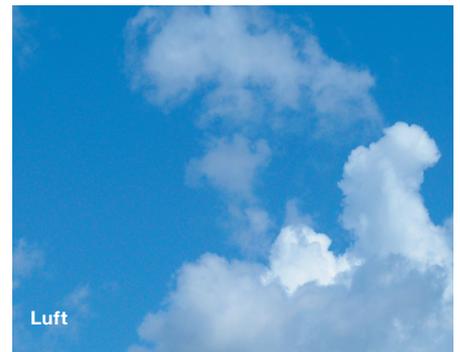
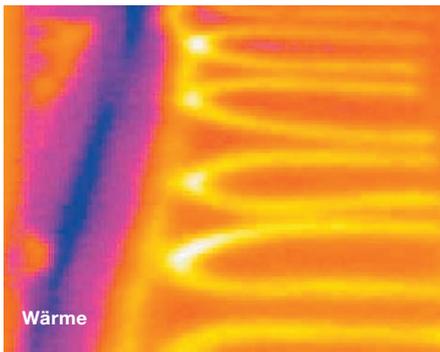
Einzelne **Komponenten** werden entsprechend ihrer Funktion und ihres Einbauortes in Form gebracht und in der für das Endprodukt notwendigen Länge gefertigt. Sie lassen sich funktional nicht mehr in weitere Einzelteile zerlegen. In haustechnischen Installationen sind Komponenten zum Beispiel Rohrbögen.

Ein **Element** besteht aus mehreren Komponenten. Es sind in sich fertige Produkte, die eine Funktion erfüllen.

Mehrere Bauelemente zusammen bilden ein **Bauteil**. Einzelne Bauteile können im Gegensatz zu Elementen verschiedene Funktionen erfüllen. Im Hochbau werden zum Beispiel Wände und Decken als Bauteile bezeichnet, die mehrere Elemente und Komponenten enthalten.

Ein **Modul** ist ein Bauteil, das durch Kombination zu einem größeren Gesamtsystem zusammengesetzt werden kann. Durch die Möglichkeit, Einzelelemente auszutauschen, können sehr komplexe Variationen entstehen. Für die beliebige Kombination der Module ist ein einheitliches Grundmaß notwendig. Klare Definitionen der Beziehungen und Schnittstellen regeln das Zusammenspiel der Einzelmodule.

Abb. 2.7 Typische Medien in einem mehrgeschossigen Wohngebäude



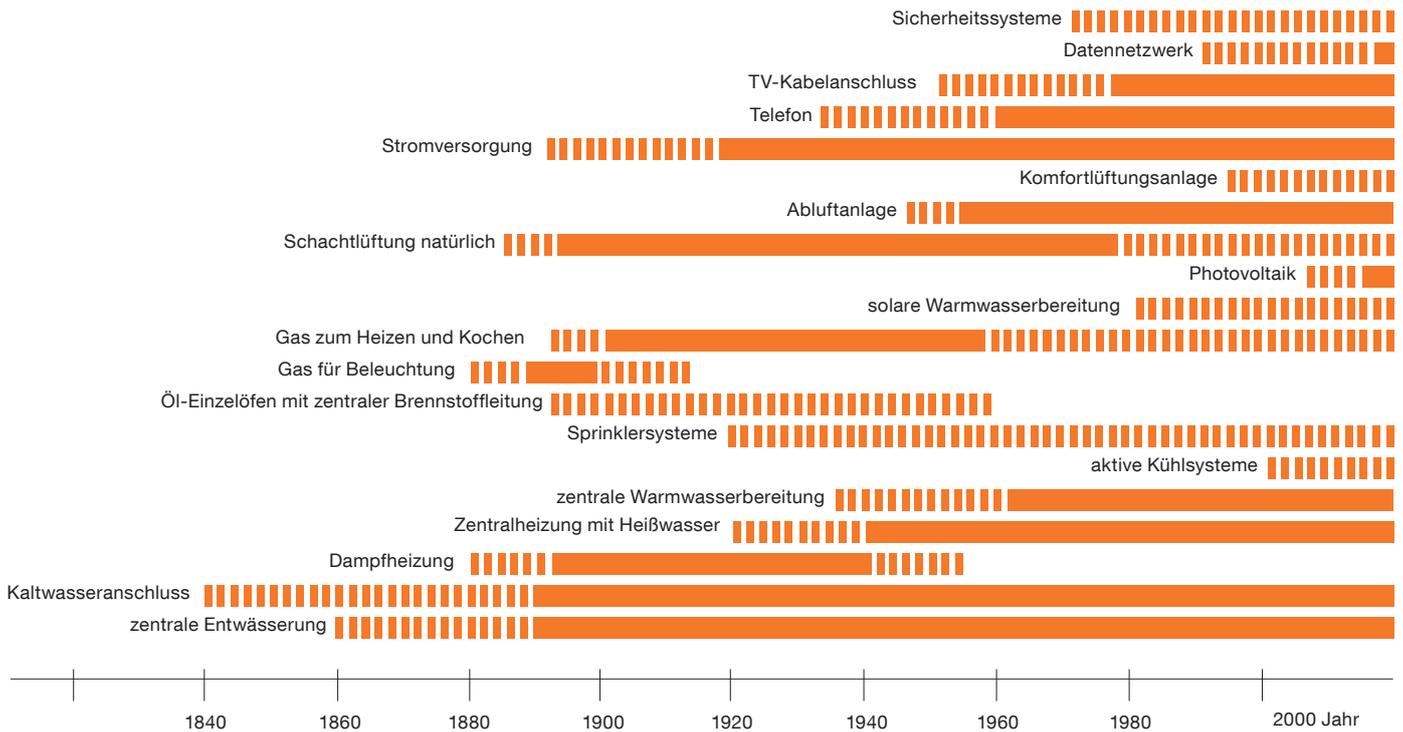


Abb. 2.8 Historische Entwicklung der haustechnischen Installationen im mehrgeschossigen Wohnungsbau

**Wachsende Technikanforderungen** Im allgemeinen mehrgeschossigen Wohnungsbau sind haustechnische Installationen ein vergleichsweise junges Gewerbe. Rohre und Leitungen sind schon vor der Antike für die Leitung von Wasser und Abwasser bekannt. Ihr Einsatz war jedoch auf öffentliche Gebäude und Villen der Herrscher oder sehr reicher Leute beschränkt. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts erfolgte der Technikeinsatz auch im allgemeinen Wohnungsbau. Die Gebäudetechnik und damit die Leitungen und Rohre wurden einem starken Wandel unterzogen. Unsere Komfortwünsche wachsen und die Technik entwickelte sich weiter. War in den 1950er Jahren eine Zentralheizung in Wohngebäuden noch eine Besonderheit, so ist sie für uns heute eine Selbstverständlichkeit. Mit den Wünschen wächst auch die Notwendigkeit, die dafür benötigten Medien an die entsprechenden Stellen im Gebäude zu bringen. Und die Entwicklung geht weiter. Ein Gebäude muss flexibel darauf reagieren können und schon heute Platzreserven für zukünftige Technikkomponenten haben. Die Kosten für die Gebäudetechnik liegen heute im mehrgeschossigen Wohnungsbau bei etwa 20 Prozent der Baukosten. Und die Tendenz ist steigend.

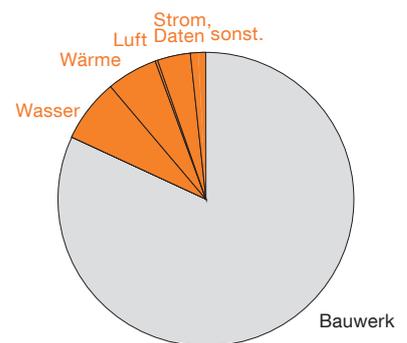


Abb. 2.9 Aufteilung der Kosten im mehrgeschossigen Wohnungsbau nach Kostengruppe (KG) 300 und 400 [BKI G1 2006]

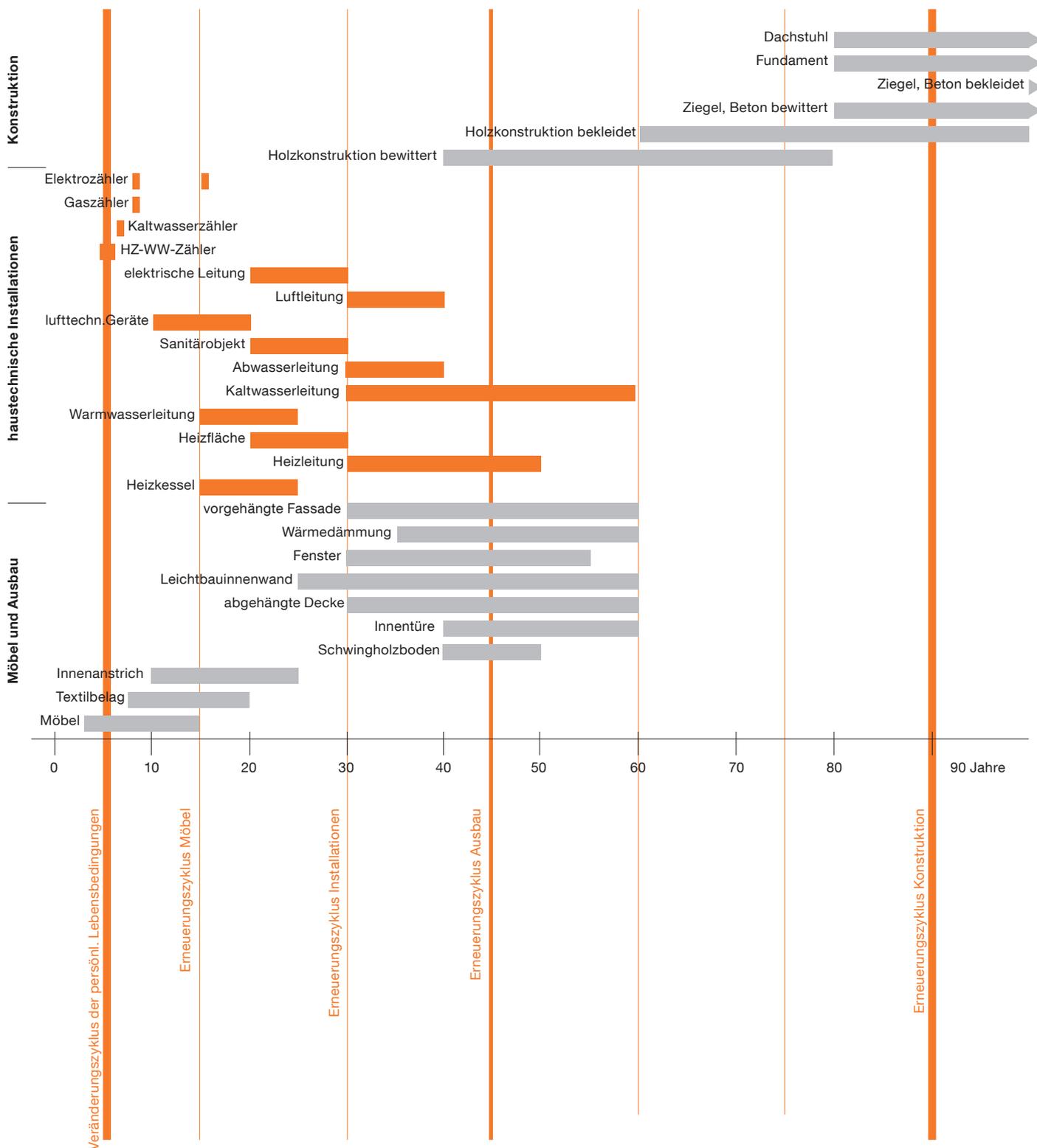


Abb. 2.10 Lebenserwartung von Bauteilen nach Einbau und Erneuerung [BMVBW 2001, S. 6.11ff] und typische Sanierungszyklen

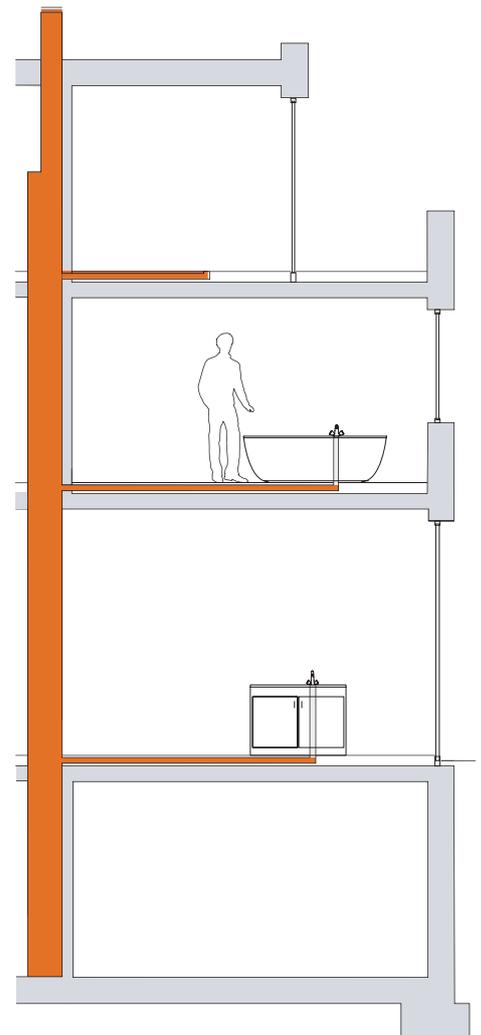
**Kurze Lebensdauer** Technikkomponenten müssen aufgrund ihrer Lebensdauer ausgetauscht und erneuert werden. Im Vergleich zu anderen Gebäudekomponenten liegt ihr Erneuerungszyklus zwischen Konstruktions- und Ausbauelementen. Je nach Technisierungsgrad, Benutzungshäufigkeit und Betriebstemperatur liegt die Spanne zwischen 10 und 60 Jahren. Damit die Erneuerung nicht die angrenzenden konstruktiven Elemente und Ausbauteile beeinträchtigt, müssen Lösungen für einen weitgehend zerstörungsfreien Austausch geplant und eingebaut werden.



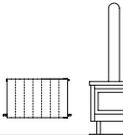
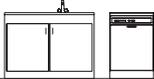
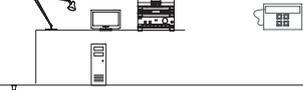
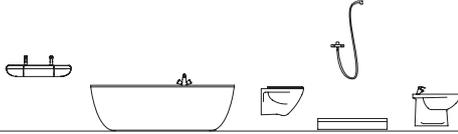
**Abb. 2.11** Unterschiedliche Vorstellungen und Wünsche zum Thema „Bad“: Zweckraum, Wellness-Oase, Entertainment

**Unterschiedliche Bewohnerwünsche** Hinzu kommt, dass wir uns ein großes Maß an Individualität und Selbstbestimmung wünschen. Jeder will seinen eigenen Traum vom Wohnen und Leben verwirklichen. Dies spiegelt sich auch in der Ausstattung und der Gestaltung unserer Wohnungen wieder. Der eine genießt Entspannung in seiner Wellness-Oase, der andere möchte Bad und Entertainment verbinden. Für den Dritten ist der Nassraum nur ein Zweckraum ohne große gestalterische und räumliche Ansprüche. All diese Wünsche sollten in einem Gebäude erfüllt werden können. Doch diese Wünsche ändern sich wie auch die Bewohner. Die logische Konsequenz ist, dass sich auch die Einrichtung ändern kann und mit ihr die Technikkomponenten und ihre Leitungsführung.

**Installationen in der Wohneinheit** Jeder Bereich einer Wohneinheit hat andere Anforderungen an die haustechnischen Installationen. Hochinstallierte Zonen wie Bad und Küche erfordern auch viele Rohre, Leitungen und Kabel, wie Wasser-, Abwasser-, Heizungs- und Lüftungsrohre sowie Strom- und Steuerungskabel, müssen verlegt werden. Besonders im Badbereich erschweren geringe Raumgrößen die Leitungsführung. In den Individual- und Wohnbereichen werden vor allem flexible Strom- und Datenverteilungen gewünscht. Eine individuelle Möblierung lässt sich nicht auf festgelegte Bereiche und deren starre Installation beschränken. Dies gilt besonders auch bei Deckenauslässen für eine entsprechende Beleuchtung.

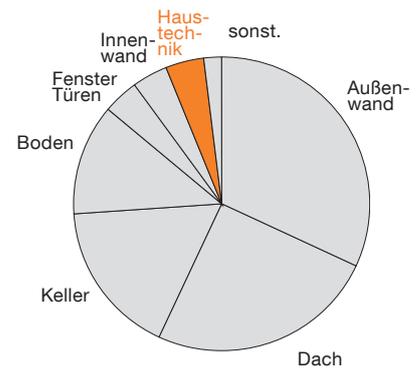


**Abb. 2.12** Die Forschungsarbeit beschränkt sich auf die Betrachtung des haustechnischen Installationssystems: die Leitungsführung im Gebäude und in den Wohneinheiten.

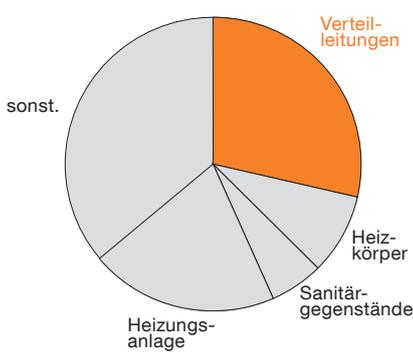
	Heizung	Wasser / Abwasser	Lüftung	Elektro / Daten
Flur / Eingangsbereich				
Wohnen				
Essen				
Kochen				
Individualbereich				
Bad				
WC				
Abstellbereich				

**Tabelle 2.3** Typische Verbraucher in einer Wohneinheit, aufgeteilt nach Räumen bzw. Bereichen

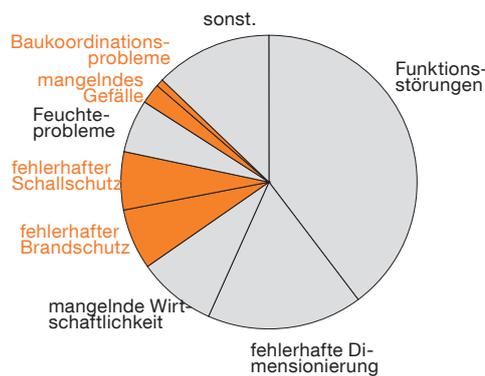
**Typische Schäden und Probleme bei der Installation** Bei der haustechnischen Installation treten in der Baupraxis immer wieder Fehler und Probleme auf. Diese sind sehr oft Planungs- und Ausführungsfehler. Die einzelnen Problembereiche reichen von einer fehlerhaften Dimensionierung der Leitungen bis hin zu Problemen bei der Trassenführung, fehlerhaften Anschlüssen und der falschen Verwendung von Rohrleitungsmaterial. Bei haustechnischen Installationen kann ein großer Teil der Baumängel und Bauschäden auf den Bereich der Verteilungen zurückgeführt werden. Die häufigsten Probleme in den untersuchten Rechtsstreitigkeiten sind Funktionsstörungen oder Schäden, die auf eine fehlerhafte Leitungsdimensionierung zurückzuführen sind. Hinzu kommen Leitungsverlegungen, bei denen die Längenausdehnung des Rohrmaterials nicht berücksichtigt wurde, Schallbrücken durch fehlerhafte Planung, ein nicht fachgerechter Einbau, oder lange nicht entdeckte Wasserschäden bei Leitungen in nicht zugänglichen Bereichen, wie zum Beispiel unter dem Estrich. Die Probleme in den Bereichen Brand- und Schallschutz sowie Baukoordination und Leitungsverlegung liegen aus der Erfahrung der Planungs- und Baupraxis weitaus höher als in der Literatur angegeben. Dies wird auf den Umstand zurückgeführt, dass diese Mißstände dem Laien nicht auffallen, oder nur zu geringen Beeinträchtigungen im Betrieb führen. Besonders beim Thema Schallschutz gibt es nur wenige Daten aus der Literatur. Vielleicht hängt dies mit einer bisher vergleichsweise geringen Sensibilisierung der Bewohner zusammen. Steigende Schallschutzanforderungen und der Wunsch nach erhöhtem Schallschutz zeichnet sich aber für die Zukunft ab. Ein Installationssystem, das die Bauqualität steigern soll, muss Lösungen für diese Probleme bieten.



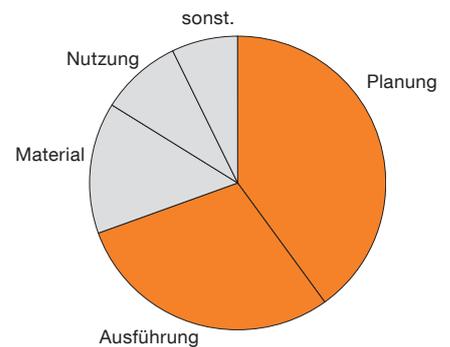
**Abb. 2.13** Baumängel und Bauschäden: Bauteile im Gesamtgebäude [BAUSCHADENSBERICHT 1988]



**Abb. 2.14** Baumängel und Bauschäden: Art der Bauteile [USEMANN 1992, S. 105]



**Abb. 2.15** Baumängel und Bauschäden: Art der Probleme [USEMANN 1992, S. 107]



**Abb. 2.16** Baumängel und Bauschäden: Verteilung der Verantwortlichkeit [USEMANN 1992 und ÖSTERREICHISCHER BAUSCHADENSBERICHT 2005]

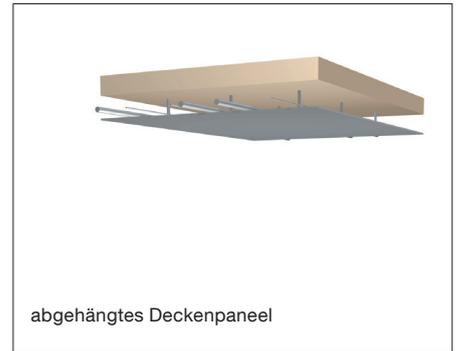
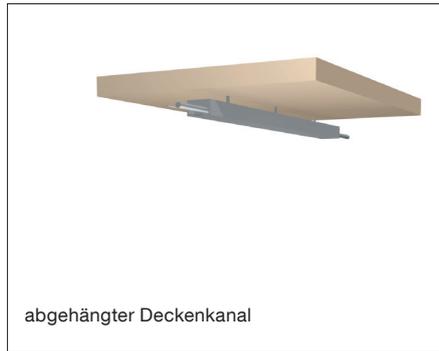
**Anmerkung:** Die Ergebnisse der Literatur basieren auf Erhebungen, die nur bedingt zahlenmäßig belastbar sind. Sie geben jedoch einen guten Anhaltswert über die ungefähre Größenordnung der einzelnen Kategorien. Aus diesem Grund wird bei den Diagrammen auf dieser Seite auf eine Angabe der Prozentpunkte verzichtet.

	Heizung	Lüftung	Abwasser	TWW	TW	Elektro	Daten	Brennstoff
<b>außerhalb der Wohneinheit</b>	Heizwasserbereitung		Entlüftung	Warmwasserbereitung	Rohrbe- und -entlüftung			
	Wärmetauscher		Sammelleitung	Wärmetauscher				
	Zirkulationspumpe		Reinigungsrohr	Warmwasserspeicher				
<b>bei bzw. in der Wohneinheit</b>	Heizungszähler	Lüftungsanlage		Warmwasserzähler	Wasserzähler	Wohnungszähler	Splitter Router	Zähler
	Absperrventil	Heizregister		Absperrventil	Absperrventil	Sicherungskasten	Server	Absperrventil
	Heizkörperventil	Schalldämpfer		Durchlauf-erhitz		Schalter Dosen		
	Heizkörper	Lüftungs- klappe  Zu- bzw. Abluftventil						

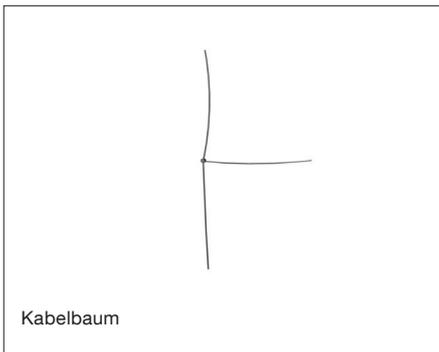
**Tabelle 2.4** Platzierung der Technikkomponenten in Verbindung mit der Leitungstrasse

**Analyse der recherchierten Installationskomponenten** Anhand der näher definierten Projektziele werden die recherchierten Installationskomponenten analysiert und bewertet. Keines der bisher entwickelten Produkte erfüllt alle Forderungen nach Einbindung vieler Dienstleistungen, großer Flexibilität und hohem Vorfertigungsgrad, die in diesem Projekt aufgestellt wurden. Die auf dem Markt befindlichen vertikalen Installationskomponenten bieten ein breites Angebot an Ver- und Entsorgungsdienstleistungen, einen hohen Vorfertigungsgrad sowie eine gute Wirtschaftlichkeit auch bei einer geringen Stückzahl gleicher Elemente. Sie bieten geprüfte Qualität für Brand- und Schallschutz, jedoch ist ihre Flexibilität durch die Verknüpfung von Nassbereich und Installationen stark eingeschränkt. Ihr Gewicht erfordert maschinelle Hilfe beim Einbau und der Einbau überschneidet sich stark mit anderen Gewerken sowie die Möglichkeiten der Vorfertigung ohne Zukauf von Produkten anderer Hersteller ist für eine Holzbaufirma kaum möglich. Die marktgängigen horizontalen Installationskomponenten bieten eine hohe Flexibilität. Durch das geringe Gewicht der einzelnen Elemente können sie meist sogar von einer Person eingebaut werden. Ihr Dienstleistungsangebot ist jedoch sehr eingeschränkt, ihr Vorfertigungsgrad gering, ihr Einsatzbereich fast ausschließlich auf Neubauten beschränkt und ihre Wirtschaftlichkeit im Wohnungsbau kaum gegeben. Sanitärzellen bieten das höchste Dienstleistungsangebot und den größten Vorfertigungsgrad der untersuchten Installationssysteme. Sie sind in ihrer Flexibilität stark eingeschränkt, durch ihr hohes Gewicht nur maschinell zu transportieren und erst ab einer großen Stückzahl gleicher Elemente wirtschaftlich. Die eher im Ausbau angesiedelten Installationselemente bieten nur ein geringes Dienstleistungsangebot. Bei der Bewertung der Einbaulage von horizontalen Installationssystemen anhand der Projektziele hat eine Installationsführung im Bereich des Bodens große Potentiale. Die Trassenführung in der Decke schneidet, aufgrund der nur mit Vakuumsanitärtechnik zu erreichenden Abwasserführung, schlechter ab. Mit einer horizontalen Installationsverteilung über Wände kann die im Projekt geforderte Flexibilität nur mit Einschränkungen erfüllt werden.

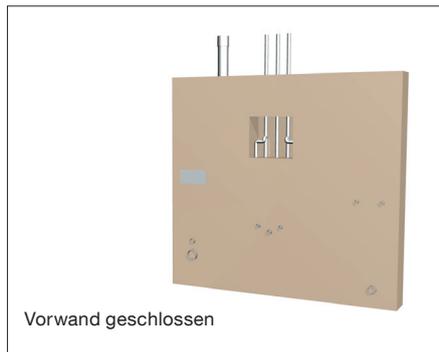
Decke



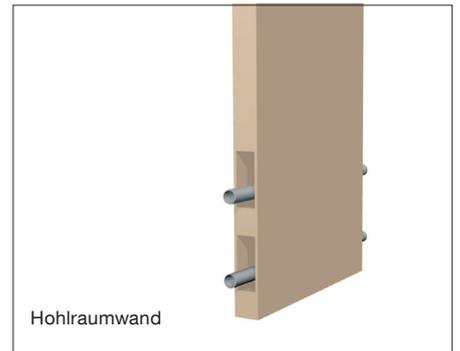
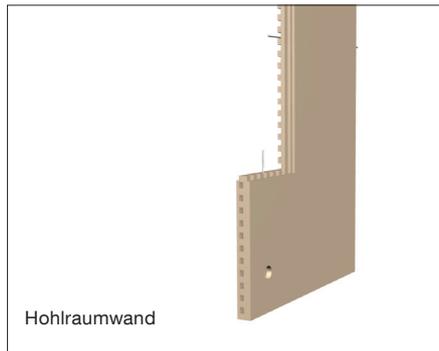
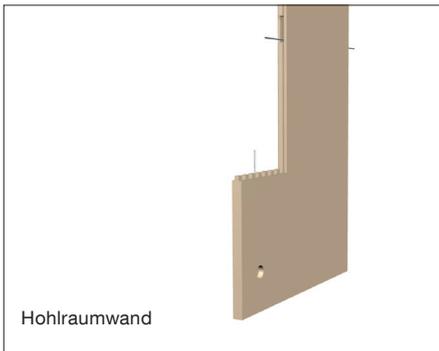
Leitungen und Elemente



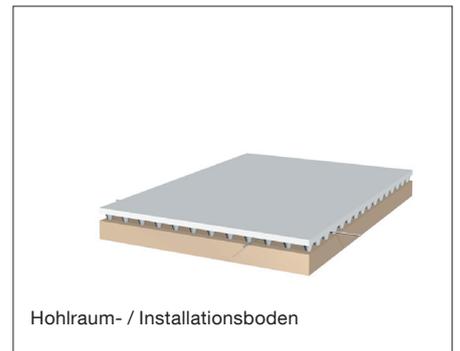
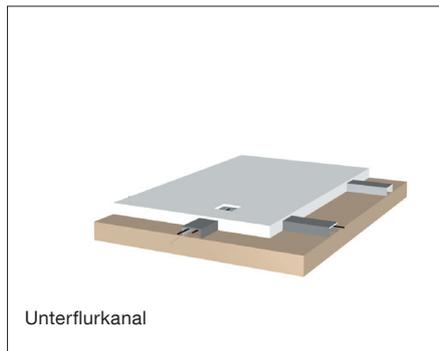
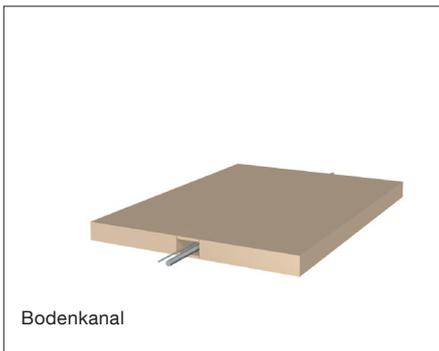
Wand



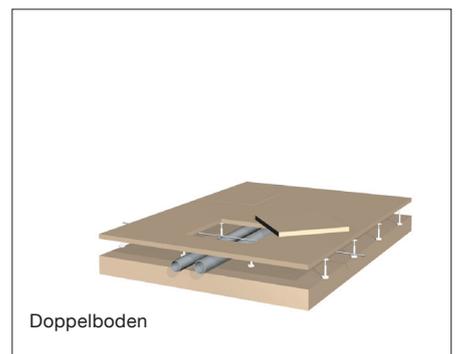
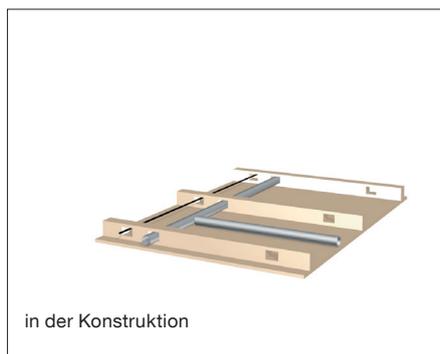
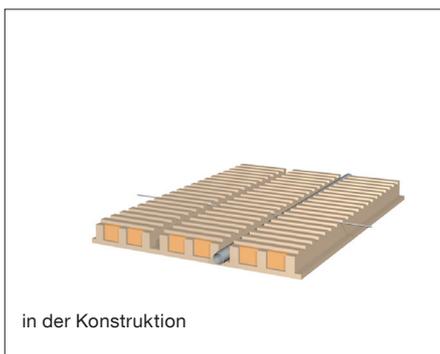
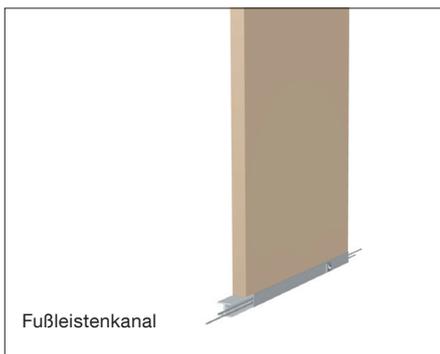
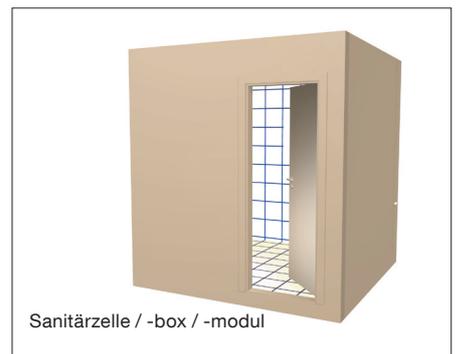
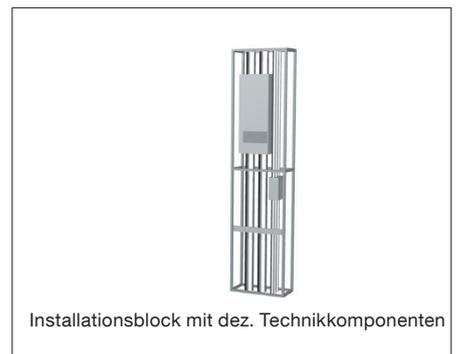
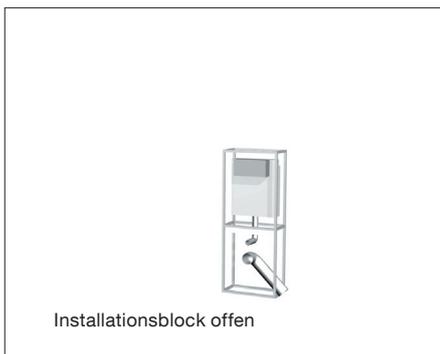
Wand



Boden



**Abb. 2.17** Katalogisierung marktgängiger und in Forschungsprojekten sowie Patenten entwickelter vorgefertigter haustechnischer Installationskomponenten





Flexibilität					geprüfte Sicherheit		Einsatzbereich		Gewicht							Höhe		Produktion und Montage			Wirtschaftlichkeit			
Grundrissflexibilität	zusätzliche Anschlüsse	zusätzliche Leitungen	Austausch ganz	zerstörungsfrei zugänglich	Brandschutz	Schallschutz	Neubau	Sanierung	bis 25 kg	bis 50 kg	bis 100 kg	bis 250 kg	bis 500 kg	bis 1.000 kg	bis 5.000 kg	bis 10.000 kg	über 10.000 kg	mehrere Geschosse	beim Installateur	beim Baumeister/Trockenbauer/...	Einbau von einer Person	ab 1 Einheit	ab 10 gleichen Einheiten	ab 20 gleichen Einheiten
							+	o	+	+	+							+	+		o	o	+	
							+	o	+	+	+							+	+		o	o	+	+
			+		o		+	+	+	+	+								+	+	+	+	+	+
			+		+		+	+		+	+	+								+	o	o	+	+
			+		o		+	+		+	+	+								+	o	o	+	o
			o		o		+	+		+	+									o	o	+	+	+
			o		+		+	o				+	+							o	o		+	+
					o	o	+					+	+					+		o	o		o	+
					+	+	+						+	+				+		o	o		+	+
			+				+	+		+								+		o	o	+	+	+
							+	+		+								+		o	o	+	+	+
			o		o		+													o	o		+	+
			o		+	+	+	+												o	o		+	+
			+		+	+	+	o												o	o	o	o	+
			+		o	o	+	o										+		o	o	o	o	+
			+		+	+	+	o												+	+		o	+
			+		+	+	+	o												+	+		o	+

## Brandschutz und Bauphysik

**Brandschutz** Der vorbeugende bauliche Brandschutz hilft bei der Verhütung von Bränden, verhindert die Ausbreitung eines Brandes auf angrenzende Bereiche und sichert im Brandfall die Flucht- und Rettungswege. Durch den Brandschutz sollen außerdem die durch einen Brand entstehenden Schäden gering gehalten werden. In einem möglichst frühen Planungsstadium muss der vorbeugende bauliche Brandschutz in den Gebäudeentwurf integriert werden. Der Brandschutz umfasst dabei auch die Installationsführung. Leitungsanlagen sind „Anlagen aus Leitungen, insbesondere elektrischen Leitungen, oder Rohrleitungen, sowie aus den zugehörigen Armaturen, Hausanschlussrichtungen, Messeinrichtungen, Steuer-, Regel- und Sicherheitseinrichtungen, Netzgeräten, Verteilern und Dämmstoffen für Leitungen. Zu den Leitungen gehören deren Befestigungen und Beschichtungen. Lichtwellenleiter-Kabel und elektrische Kabel gelten als elektrische Leitungen.“ [MLAR §2 Abs. 1] Der vorbeugende Brandschutz verhindert die Brandweiterleitung durch Rohre und Kanäle und sichert bei brennbaren oder stark wärmeleitenden Rohrmaterialien die Brandausbreitung über die Installation. Hier ist auch die an die Leitungstrasse angrenzende Konstruktion entsprechend zu schützen. Der vorbeugende bauliche Brandschutz verhindert darüber hinaus die Rauchweiterleitung über die Trassenführung. Für wichtige Versorgungsleitungen, wie zum Beispiel Notstrom oder lebenserhaltende Anlagen, muss der vorbeugende Brandschutz den Funktionserhalt im Brandfall sicherstellen.

	Bauteile brennbar	Bauteile brennbar, Brand- schutz- bekleidung, Dämmung n. brennbar	Bauteile n. brennbar
<b>fh</b>	+	+	+
<b>hfh</b>		+	+
<b>fb</b>			+

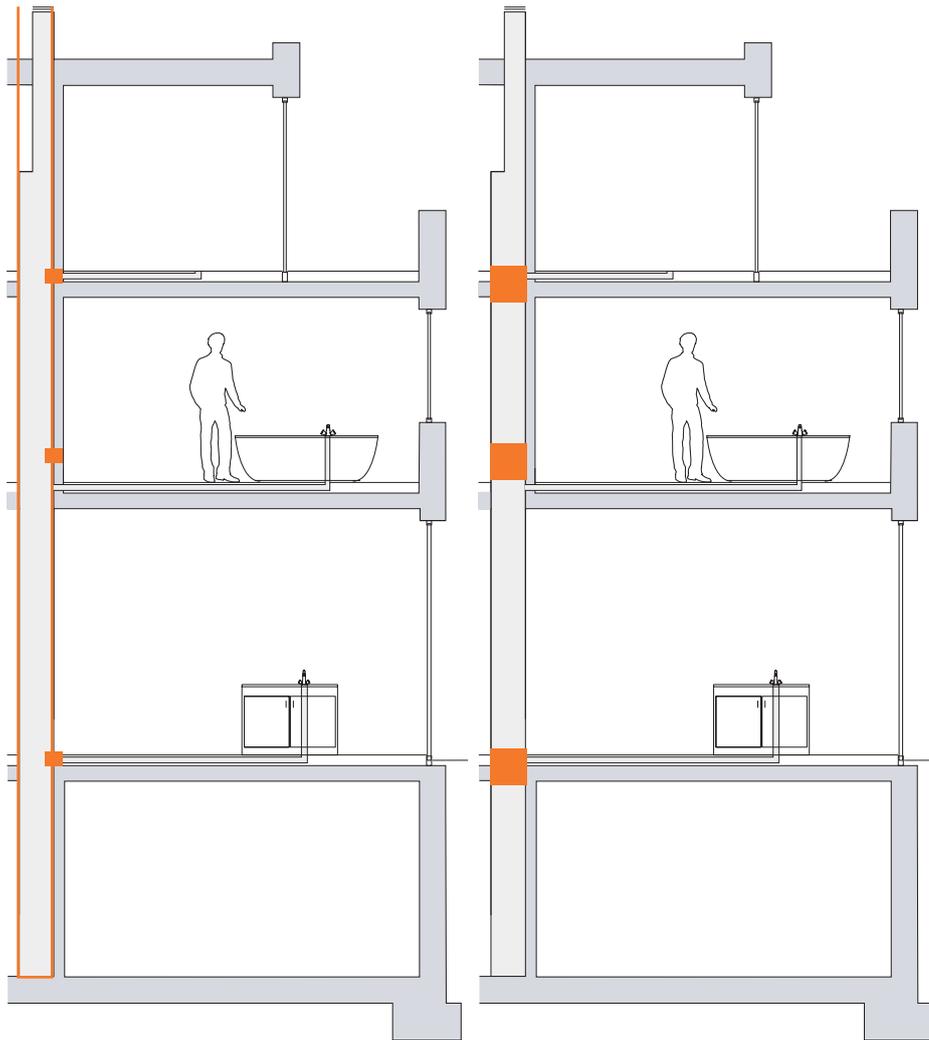
**Tabelle 2.6** Anforderungen an Bauteile und Baustoffe nach Musterbauordnung [MBO 2002]

fh: feuerhemmend  
 hfh: hochfeuerhemmend  
 fb: feuerbeständig  
 n. : nicht (!)

	Höhe	max. m <sup>2</sup>	max. NEh	m <sup>2</sup> je NEh	tragende Wände im NormalG	Außenwände nichttragend	Trennwände im NormalG	Trennwände im DG	Decken im NormalG	Decken im KG	Wände im Treppen- haus	Wände in Fluren im NormalG
<b>Gebäudeklasse 1</b> frei stehend	7 m	400 m <sup>2</sup>	2			fh	fh			fh		
<b>Gebäudeklasse 2</b>	7 m	400 m <sup>2</sup>	2		fh	fh	fh	fh	fh	fh		
<b>Gebäudeklasse 3</b>	7 m			400 m <sup>2</sup>	fh	fb	fh	fh	fh	fb	fh	fh A
<b>Gebäudeklasse 4</b>	13 m				hfh	fh A	fb	fh	hfh	fb	hfh	fh A
<b>Gebäudeklasse 5</b>	22 m				fb	fh A	fb	fh	fb	fb	fb	fh A
<b>Hochhaus</b>	> 22 m										fb	

**Tabelle 2.7** Definition und Anforderungen an die Gebäudeklassen nach Musterbauordnung [MBO 2002]

Höhe: Geländeoberkante bis Fußbodenoberkante des letzten Geschosses mit Aufenthaltsraum, NEh: Nutzungseinheit, fh: feuerhemmend, hfh: hochfeuerhemmend, fb: feuerbeständig, A: Baustoffklasse A nach DIN 4102-1



**Abb. 2.18** Beim Schachtsystem wird die Schachtwand brandschutztechnisch getrennt. Dies erfordert die Ausführung des gesamten Schachtes in I90-Qualität. Jede Öffnung für Ein- und Auslässe muss brandschutztechnisch gesondert behandelt werden.

**Abb. 2.19** Die Schottlösung unterteilt den Schacht und trennt ihn brandschutztechnisch im Bereich der Boden-Decken-Elemente. Die Schachtwände und Öffnungen sind in der gleichen Feuerwiderstandsklasse zu errichten, wie die höchsten Anforderungen im Treppenhaus (mind. EI 30( $v_e h_o$  i<>o)-S = I30)

Um den Brandschutz sicherzustellen sind entsprechende Brandabschnitte auszubilden. Dabei können die Installationen in einem eigenen Schacht (Schachtsystem) untergebracht werden, der über eine entsprechende Ausführung als eigener Brandabschnitt angesehen werden kann. Auf der anderen Seite können einzelne Räume oder Raumgruppen als ein Brandabschnitt angesehen werden. Die haustechnischen Installationen können darin frei geführt werden. Werden die Installationen in einen weiteren Brandabschnitt geleitet, so müssen Anschlüsse verwendet werden, die die Feuerwiderstandsdauer und brandschutztechnischen Eigenschaften des umschließenden Bauteils haben. Die Leitungen müssen entsprechend geschottet werden (Schottlösung).

	feuerhemmend	feuerbeständig	Feuerwiderstandsdauer 120 Minuten	R	<b>résistance:</b> Tragfähigkeit
<b>Kabelabschottungen</b>	EI 30 [S 30] EI 60 [S 60]	EI 90 [S 90]	EL 120 [S 120]	E	<b>étanchéité:</b> Raumabschluss
<b>Rohrabschottungen</b>	EI 30 [R 30] EI 60 [R 60]	EI 90 [R 90]	EL 90 [R 90]	I	<b>isolation:</b> Wärmedämmwirkung unter Brandeinwirkung
<b>Lüftungsleitungen</b>	EI 30 ( $v_o h_o i <-> o$ )-S [L 30] EI 60 ( $v_o h_o i <-> o$ )-S [L 60]	EI 90 ( $v_o h_o i <-> o$ )-S [L 90]		W	<b>radiation / Watt:</b> Begrenzung des Strahlungsdurchtritts
<b>Klappen in Lüftungsleitungen</b>	EI 30 ( $v_o h_o i <-> o$ )-S [K 30] EI 60 ( $v_o h_o i <-> o$ )-S [K 60]	EI 90 ( $v_o h_o i <-> o$ )-S [K 90]		M	<b>mechanical:</b> Mechanische Einwirkung auf Wände
<b>Installationsschächte und -kanäle</b>	EI 30 ( $v_o h_o i <-> o$ )-S [I 30] EI 60 ( $v_o h_o i <-> o$ )-S [I 60]	EI 90 ( $v_o h_o i <-> o$ )-S [I 90]		S	<b>smoke:</b> Begrenzung der Rauchdurchlässigkeit (Dichtheit, Leckage)
<b>elektrische Leitungsanlagen mit Funktionserhalt</b>	P 30 [E 30] P 60 [E 60]	P 90 [E 90]		C	<b>closing:</b> Selbstschließende Eigenschaft einschließlich Dauerfunktion
<b>Feuerschutzabschlüsse ohne Rauchschutz</b>	EI <sub>2</sub> 30-C [T 30] EI <sub>2</sub> 60-C [T 60]	EI <sub>2</sub> 90-C [T 90]		P	<b>power:</b> Aufrechterhaltung der Energieversorgung und/oder Signalübermittlung
<b>Feuerschutzabschlüsse mit Rauchschutz</b>	EI <sub>2</sub> 30-CS <sub>200</sub> [T 30-RS] EI <sub>2</sub> 60-CS <sub>200</sub> [T 60-RS]	EI <sub>2</sub> 90-CS <sub>200</sub> [T 90-RS]		I <sub>1</sub> , I <sub>2</sub>	unterschiedliche Wärmedämmungskriterien
				200, 300 °C	Angabe der Temperaturbeanspruchung
				i <-> o	<b>in - out:</b> Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer
				a <-> b	<b>above - below:</b> Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer
				f	<b>full:</b> Beanspruchung durch volle Einheitstemperaturkurve (Vollbrand)
				v <sub>o</sub>	<b>vertical:</b> für vertikalen Einbau klassifiziert
				h <sub>o</sub>	<b>horizontal:</b> für horizontalen Einbau klassifiziert

**Tabelle 2.8** Feuerwiderstandsklassen von haustechnischen Bauteilen nach DIN EN 13501-2 und DIN EN 13501-3

**Tabelle 2.9** Erläuterungen zu den Klassifizierungen des Feuerwiderstands nach DIN 13501-2 und DIN 13501-3

Die spezifischen brandschutztechnischen Anforderungen für die Gebäudeinstallation sind in der Musterbauordnung [MBO], den Landesbauordnungen, der DIN 4102 und DIN EN 13501, der Muster-Leitungs-Richtlinie [MLAR] oder in technischen Regeln beschrieben.

Seit 2002 läuft die Umstellung der Begrifflichkeiten von DIN 4102 auf die DIN EN 13501. Die notwendigen „Übersetzungen“ sind auf dieser Seite angegeben.

	leicht entflammbar	normal entflammbar	schwer entflammbar	nicht brennbar	nicht brennbar
<b>Baustoffklassen nach DIN 4102-1</b>	B3	B2	B1	A2	A1
<b>Europäische Klasse nach DIN EN 13501-1</b>	F	E -d2 D -s3 d2 D -s3 d0 = E	B, C-s3 d2 B, C-s1 d2 B, C-s3 d0	A2 -s1 d0	A1

**Tabelle 2.10** Feuerwiderstandsklassen von Baustoffen nach DIN 4102-1 und DIN EN 13501-1

<b>A1</b>	Kein „flash over“; Brennwert < 2 MJ/kg
<b>A2</b>	Kein „flash over“; Brennwert < 3 MJ/kg
<b>B</b>	Kein „flash over“
<b>C</b>	„flash over“ nach 10 bis 20 Minuten
<b>D</b>	„flash over“ nach 2 bis 10 Minuten
<b>E</b>	„flash over“ nach 0 bis 2 Minuten
<b>F</b>	Keine Leistung feststellbar
<b>s1</b>	smoke: keine bzw. kaum Rauchentwicklung keine Sichtbehinderung durch Rauchentwicklung
<b>s2</b>	smoke: mittlere Rauchentwicklung Sichtbehinderung durch Rauchentwicklung
<b>s3</b>	smoke: starke Rauchentwicklung starke Sichtbehinderung durch Rauchentwicklung
<b>d0</b>	droplets: kein Abtropfen
<b>d1</b>	droplets: begrenztes Abtropfen
<b>d2</b>	droplets: starkes Abtropfen
<b>fl</b>	floorings: Brandverhaltensklasse für Fußbodenbeläge

**Tabelle 2.11** Europäische Brandschutzklassen und Unterklassen bzw. Brandparallelererscheinungen als Zusatzbezeichnung zu den Euroklassen

**Schallschutz** Vergleichsweise hochfrequente Strömungsgeräusche (Flüssigkeits- und Körperschall) in der haustechnischen Installation entsteht zum Beispiel durch Wirbel beim Fließen von Wasser oder Überwinden von Unebenheiten im Rohr. Durch „Umlenken“ des Wassers bei Bögen und Abzweigungen sowie bei Unebenheiten im Rohr entstehen niederfrequente Prallgeräusche. Bei WC-Spülkästen, Wannen, Becken, Pumpen, Kesseln und Lüftern entsteht Luftschall. Lüftungsrohre können den Luftschall und Geräusche aus Räumen über das Netz weiterleiten. Durch die Anregung der Kanäle selbst erfolgt zusätzlich die Übertragung durch Körpergeräusche. Hinzu kommen Nutzergeräusche, wie zum Beispiel das Aufstellen eines Zahnputzbechers auf der Abstellplatte, hartes Schließen des WC-Deckels, Spureinlauf, Rutschen in Badewanne oder Vergleichbares. Haustechnische Anlagen können Schallimissionen erzeugen, die als Luft- und Körperschall in das Gebäude übertragen werden.

Der Schallschutz in Gebäuden hat große Bedeutung für die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen. Besonders wichtig ist der Schallschutz im Wohnungsbau, da die Wohnung dem Menschen sowohl zur Entspannung und zum Ausruhen dient als auch den eigenen häuslichen Bereich gegenüber den Nachbarn abschirmen soll. Die Anforderungen an den Schallschutz sind mit dem Ziel festgelegt, Menschen in Aufenthaltsräumen, sogenannten schutzbedürftigen Räumen, vor unzumutbarer Belästigung durch Schallübertragung zu schützen. In der Bauphysik beziehungsweise in der Bauakustik werden grundsätzlich zwei Arten des Schalls bzw. der Schallübertragung unterschieden. Dies sind zum einen der Luftschall und zum anderen der Körperschall. Der Luftschallschutz beschäftigt sich allgemein mit der Minimierung der direkten Ausbreitung von Schall über die Luft, wodurch Bauteile indirekt eine Anregung zum Schwingen erfahren. Die Strömungsgeräusche des fließenden Wassers versetzen die Rohrwand in Schwingungen und erzeugen damit Luftschall. Dennoch spielt der Luftschall bei der Übertragung von Geräuschen der Sanitärinstallation eine untergeordnete Rolle. Beim Körperschall tritt eine direkte Bauteilanregung ein, welche zu Schwingungen führt. Das angeregte Rohr leitet durch die Befestigung Schwingungen in die Installationswand ein. Dieser Körperschall breitet sich über flankierende Bauteile in andere Teile des Gebäudes aus. Der zugehörige Körperschallschutz befasst sich dabei mit vertikaler und mit horizontaler Körperschallübertragung. Schutzbedürftige Räume, wie Wohn- und Schlafzimmer, Kinderzimmer und Arbeitsräume, müssen gegen Geräusche aus haustechnischen Anlagen geschützt werden. Insbesondere bei Wasserinstallationen, wie Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen, muss der Installationsschallpegel  $L_{in}$  berücksichtigt werden. Für andere haustechnische Anlagen ist der Schalldruckpegel  $L_{AF}$  ausschlaggebend. Die Ansprüche der Bewohner an den Schallschutz steigen und oftmals wird daher ein erhöhter Schallschutz gewünscht. Dieser muss jedoch vertraglich eigens vereinbart werden, wobei am Besten genaue Grenzwerte festzulegen sind. Auch innerhalb einer Wohneinheit kann der Bewohner den Wunsch nach verbessertem Schallschutz haben. Auch dieser muss explizit festgelegt werden.

<b>R</b>	Luftschalldämm-Maß
<b>L</b>	Trittschallpegel
<b><math>L_{AF,max,nt}</math></b>	maximaler Schalldruckpegel: beschreibt die Einwirkung von Störgeräuschen aus Wasserinstallationen und sonstigen haustechnischen Anlagen auf schutzbedürftige Räume. Dabei erfolgt eine an das menschliche Gehör angepasste Frequenzbewertung A und eine Zeitbewertung „F“ (FAST) bezogen auf eine Nachhallzeit von 0,5 s. Der Wert wird in dB(A) angegeben.
<b><math>L_{ap}</math></b>	Armaturengeräuschpegel: beschreibt den Abewerteten Schalldruckpegel als charakteristischen Wert für das Geräuschverhalten einer Armatur.

**Tabelle 2.12** wichtige Größen und Symbole der Luft- und Körperschalldämmung

Die Schalldämmung von Materialien ist vielfältig. Die Massenträgheit lässt schwere Baustoffe nur wenig zum Mitschwingen anregen. Eine Verdoppelung der Masse homogener Bauteile erhöht das Schalldämm-Maß dabei um 6 dB (Berger'sche Masse-Gesetz). Tiefe Frequenzen mit langen Wellenlängen regen ein schallträgliches Bauteil eher an als hohe Frequenzen, die aufgrund der Trägheit gedämmt werden. Biegeweiße Baustoffe strahlen Körperschallwellen schlechter ab als biegesteife Baustoffe und vermindern so den durch das Bauteil erzeugten Luftschall. Elastische Baustoffe können Schallenergie durch Verformung aufnehmen und Schwingungen dämpfen. In Kombination mit angrenzenden massiven Baustoffen schwingen diese Bauteile selbst und erzeugen eine Resonanzfrequenz. In den Frequenzbereichen oberhalb ihrer Eigenfrequenz bieten sie eine gute Schalldämmung, die zum Beispiel bei mehrschaligen Türen oder beim schwimmenden Estrich ausgenutzt wird. Auch die schallentkoppelte Befestigung von Rohren beruht auf diesem Prinzip. Ein elastisches Material verformt sich durch die Schallschwingungen, die von der Rohrleitung ausgehen. Als Gegenpart benötigt es ein hartes Material, dass sich nicht durch die Bewegung des elastischen Materials anregen lässt.

Auslaufarmaturen, Geräte-Anschlussarmaturen, Magnetventile für Druckspüler, Spülkästen, Durchflusswassererwärmer, Absperrventile, Eckventile, Rückflussverhinderer, Vordrosseln, Eckventile, Druckminderer, Brausen:

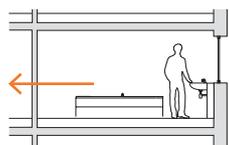
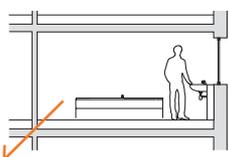
Armaturengruppe I	$L_{ap} \leq 20 \text{ dB(A)}$
Armaturengruppe II	$L_{ap} \leq 30 \text{ dB(A)}$

Auslaufvorrichtungen, die direkt an die Auslaufarmatur angeschlossen werden, wie Strahlregler, Durchflussbegrenzer, Kugelgelenke, Rohrbelüfter, Rückflussverhinderer:

Armaturengruppe I	$L_{ap} \leq 15 \text{ dB(A)}$
Armaturengruppe II	$L_{ap} \leq 25 \text{ dB(A)}$

Probleme im Schallschutz bei Sanitärinstallationen können zum Beispiel auftreten, wenn WC-Spülkästen, Wannen, Waschtische, Befestigungsrahmen, Verteiler, Fittings oder Armaturenanschlüsse nicht entsprechend schallentkoppelt an die Konstruktion anschließen. Ähnliches gilt bei Rohren und Leitungen. Hier sind entsprechende schalldämpfende Gummieinlagen in den Rohrschellen zu verwenden. Schallbrücken entstehen durch sich berührende Leitungen, wie zum Beispiel Wasser- und Abwasserleitungen oder durch beschädigte und falsche Rohrdämmungen sowie der dann erfolgten Verbindung von Estrich oder Mörtel mit dem Rohr. Gleiches gilt für schallharte Verbindung mit falschen Materialien, wie zum Beispiel der Einschäumung mit PU-Schaum im Deckendurchbruch. Zusammenfassend sind mögliche Reduzierungsmöglichkeiten von Körperschall bei der Sanitärinstallation durch den Einsatz geräuschgünstiger Armaturen und Sanitärobjekte, Optimierung der Befestigungstechnik, verbesserte konstruktive Vorkehrungen gegen die Anregbarkeit von Leichtbaukonstruktionen sowie eine Optimierung der Installationswände zur Reduzierung der Körperschallweiterleitung auf angrenzende Bauteile wie auch eine Reduzierung der Luftschallabstrahlung durch die Installationswand. [SOHN 1988, S. 15] Große Verbesserungen sind daher schon in der Grundrissplanung möglich. Installationsführende Wände und Decken, die an schutzbedürftige Räume anschließen, sollten dabei weitgehend vermieden werden.

**Tabelle 2.13** Schallschutzanforderungen für Armaturen und Auslaufvorrichtungen nach DIN 4109-1

	Standard Schallschutz nach DIN 4109	Schallschutz Stufe 1 nach DIN 4109 Beiblatt 2	Schallschutz Stufe 2 nach VDI 4100	Schallschutz Stufe 3 nach VDI 4100
	keine Anforderung	keine Anforderung	$L_{in} \leq 30 \text{ dB(A)}$	$L_{in} \leq 25 \text{ dB(A)}$
	$L_{AF,max;nT} \leq 30 \text{ dB(A)}$	$L_{AF,max;nT} \leq 30 \text{ dB(A)}$	$L_{in} \leq 30 \text{ dB(A)}$	$L_{in} \leq 25 \text{ dB(A)}$

**Tabelle 2.14** Schallschutzanforderungen für Installationsgeräusche in Wohngebäuden

**Wärmeschutz** Der Wärmeschutz bei Installationen verhindert einerseits den Wärmeverlust von warmen Leitungen. Gerade bei niedrig energetischen Gebäuden erscheint es auch innerhalb einer Wohneinheit wichtig, dass die gewünschte Wärme beim Verbraucher ankommt und nicht schon davor reduziert wird. Die Wärme kann an die kalte Außenluft, kältere Räume oder an kältere Leitungen abgegeben werden. Gerade bei Trinkwasserleitungen bedeutet eine starke Abkühlung, dass die Bereitschaftsverluste höher werden. Aber auch Lüftungsleitungen die zur Raumwärmung beitragen sollen, können dadurch in ihrer Funktionstüchtigkeit eingeschränkt werden. Diese Probleme sind dann nicht unbedingt auf eine falsche Anlagen- und Leitungsnetzdimensionierung sondern auf mangelnde Bauausführung oder fehlerhafte planerische Vorgaben zurückzuführen. Auf der anderen Seite soll verhindert werden, dass sich kalte Leitungen zu stark erwärmen. Dies könnte zu einer Vermehrung von Keimen führen. Ausserdem soll an Kaltwasserleitungen kein Tauwasser entstehen. Bei der relativ niedrigen Wassertemperatur von 5 bis 15°C und einer entsprechenden Raumluftfeuchte, kann es an den kühlen Rohren zu Tauwasserausfall kommen. Dies kann zur Korrosion und damit zur Beschädigung der Leitungen oder zur Durchfeuchtung der angrenzenden Bauteile führen. Bei porösen Baustoffen kann dies zur vermehrten Schimmelbildung führen und Bauteil wie auch Bewohner beeinträchtigen. Die Durchfeuchtung vermindert darüber hinaus die Dämmwirkung eines Materials, so dass es zu einer weiterer Abkühlung in diesem Bereich kommen kann. Bei Installationsschächten ist auf eine luftdichte geschossweise Trennung zu achten, um einen „Kamineffekt“ zu vermeiden. Kühle Luft aus dem Keller kann über den Schacht in das Gebäude gezogen werden. Da die Installationsschächte innerhalb eines Gebäudes angeordnet sind und meist keinen so hohen Dämmstandard wie Außenwände besitzen, kann dies partiell zu geringen Wandoberflächen und erhöhtem Wärmebedarf der angrenzenden Räume führen.

Abhilfe können Dämmstoffe bieten, die im Bereich der Rohrleitungen angebracht sind. Bei Kaltwasserleitungen in feuchtigkeitsbelasteten Räumen sollte diese Dämmung diffusionsdicht ausgeführt werden, um einen Tauwassereintrag im Dämmstoff oder an der Leitung zu verhindern. Auf eine gute Verarbeitung ist auch bei Rohrbögen und angrenzenden Technikkomponenten wie Absperrventilen, Messeinrichtungen und Pumpen zu achten. Auch diese müssen entsprechend gedämmt werden, um die Verluste beziehungsweise unnötige Erwärmungen zu verhindern. Die Rohrdämmungen dürfen nicht beschädigt werden, damit Wärmebrücken vermieden werden. Die Erfahrung aus der Planungs- und Baupraxis zeigt, dass hier oftmals ein großer Verbesserungsbedarf auch im Neubaubereich vorhanden ist. Zukünftige Dämmstandards erfordern auch von der Leitungsführung erhöhte Anforderungen. Diese heute schon zu realisieren macht das Gebäude zukunftsfähig.

**Thermodynamische Temperatur**  
**T [K]**

Die Temperatur T wird mit der Basiseinheit Kelvin [K] angegeben. Umrechnung:  $0^{\circ} \text{C} = 273,15 \text{ }^{\circ}\text{K}$

**Wärmestrom**  
 **$\Phi$  [W/m<sup>2</sup>]**

Der Wärmestrom  $\Phi$  gibt die in der Zeit t übertragene Wärmemenge Q an.

$\Phi = \Delta Q / \Delta t$

Q Wärmemenge [J]  
t Zeit [s]

**Wärmestromdichte**  
**q [W/m<sup>2</sup>]**

Die Wärmestromdichte q gibt den Wärmestrom  $\Phi$  je Fläche A an

$q = \Delta \Phi / \Delta A$

$\Phi$  Wärmestrom [W]  
A Fläche [m<sup>2</sup>]

**Wärmeübergangskoeffizient**  
**h [W/m<sup>2</sup>K]**

Der Wärmeübergangskoeffizient h beschreibt die Fähigkeit eines Gases oder einer Flüssigkeit, Energie von der Oberfläche eines Stoffes abzuführen bzw. an die Oberfläche abzugeben. Dies geschieht durch Wärmeleitung, Wärmestrahlung und freie Konvektion.

**Wärmeübergangswiderstand**  
**R [m<sup>2</sup>K/W]**

Der Wärmeübergangswiderstand R ist der Kehrwert des Wärmeübergangskoeffizienten. Im Baubereich werden für den Wärmeübergangswiderstand von innen zum Bauteil und vom Bauteil nach außen, feste Bemessungswerte angenommen.

surface internal  $R_{si}$ :

aufwärts	0,10 m <sup>2</sup> K/W
horizontal	0,13 m <sup>2</sup> K/W
abwärts	0,17 m <sup>2</sup> K/W
(freistehender Schrank	0,50 m <sup>2</sup> K/W
Einbauschränk	1,00 m <sup>2</sup> K/W)

[nach SEDLBAUER 2003]

surface external  $R_{se}$ :

immer	0,04 m <sup>2</sup> K/W
Wind 1m/s	0,08 m <sup>2</sup> K/W
Wind 2m/s	0,06 m <sup>2</sup> K/W
Wind 4m/s	0,04 m <sup>2</sup> K/W
Wind 7m/s	0,03 m <sup>2</sup> K/W
Wind 10m/s	0,02 m <sup>2</sup> K/W

**Wärmedurchgangswiderstand**  
**R [m<sup>2</sup>K/W]**

Der Wärmedurchgangswiderstand R beschreibt den Widerstand eines Bauteils aus homogenen Schichten einschließlich seiner inneren und äußeren Wärmeübergangswiderstände.

$R = R_{si} + (d_1/\lambda_1) + (d_2/\lambda_2) + \dots + (d_n/\lambda_n) + R_{se}$

- R Wärmedurchgangswiderstand [m<sup>2</sup>K/W]
- $R_{si}$  innerer Wärmeübergangswiderstand [m<sup>2</sup>K/W]
- $R_{se}$  äußerer Wärmeübergangswiderstand [m<sup>2</sup>K/W]
- $d_{1,2,\dots,n}$  Dicke des jeweiligen Baustoffs [m]
- $\lambda_{1,2,\dots,n}$  Wärmeleitfähigkeit des jeweiligen Baustoffs [W/mK]

**Wärmeleitfähigkeit , Wärmeleitkoeffizient**  
 **$\lambda$  [W/mK]**

Die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  gibt an, welcher Wärmestrom  $\Phi$  in 1 Stunde durch 1 Quadratmeter einer 1 Meter dicken Bauteilschicht bei einem Temperaturgefälle von 1 Kelvin fließt. Die Wärmeleitfähigkeit ist eine spezifische Materialkonstante und vor allem von der Rohdichte  $\rho$  und dem Feuchtegehalt des Baustoffes abhängig.

**Wärmedurchgangskoeffizient**  
**U [W/m<sup>2</sup>K]**

Der Wärmedurchgangskoeffizient U gibt die Wärmemenge an, die im stationären Zustand bei einer Temperaturdifferenz von 1 Kelvin durch ein Bauteil von 1 Quadratmeter übertragen wird. Er entspricht dem Kehrwert des Wärmedurchgangswiderstandes R.

$U = 1/R = 1/(R_{si} + \sum (d/\lambda) + R_{se})$

- R Wärmedurchgangswiderstand [m<sup>2</sup>K/W]
- $R_{si}$  innerer Wärmeübergangswiderstand [m<sup>2</sup>K/W]
- $R_{se}$  äußerer Wärmeübergangswiderstand [m<sup>2</sup>K/W]
- d Dicke des jeweiligen Baustoffs [m]
- $\lambda$  Wärmeleitfähigkeit des jeweiligen Baustoffs [W/mK]

**Tabelle 2.15** Begriffsdefinitionen zum Thema Wärmeschutz

# 3

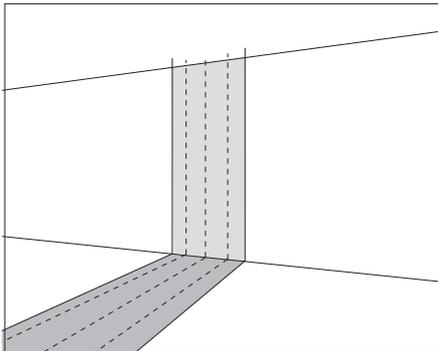
## Gestaltungsrichtlinien für flexible, vorgefertigte Installationen



Ein idealtypisches Installationssystem sollte sich an unterschiedliche Anforderungen und Wünsche anpassen können und auch in Zukunft variierbar sein. Daraus entsteht die Notwendigkeit, ein Konzept für ein flexibles und vorgefertigtes Installationssystem zu entwickeln. Ein Installationssystem, das flexibel ist und vorgefertigt werden kann, benötigt nicht die Entwicklung eines einzelnen Produkts. Die Recherche zeigt, dass es schon heute vielfältige vorgefertigte Installationsprodukte gibt. Die Forderung nach einem hohen Vorfertigungsgrad und die Option für eine große Flexibilität erfordern eine Planungshaltung, die auf die individuelle Baustruktur und Gestaltung des Gebäudes eingehen kann. Dafür sind Planungs-, Gestaltungsrichtlinien notwendig, die von allen Beteiligten in der individuellen Situation angewendet werden. Dies zeigt auch die Fehleruntersuchung im Haustechnikbereich, die hauptsächlich durch Planungs- und Ausführungsprobleme verursacht wird. Das hier dargestellte Konzept bietet Handlungsstrategien für Architekten, Planer und ausführende Firmen. Dabei wird nicht die Vorfertigung aller Technikkomponenten und ihrer Trassen im Werk favorisiert. Das Konzept bietet die Möglichkeit, Technik im Gebäude während eines frühen Planungsstadium in den Gebäudeentwurf zu integrieren, Trassenverläufe und Platz für Technikkomponenten mit der Architektur zu verbinden, in einem zum Rohbau nachgeschalteten Prozess im Werk oder auf der Baustelle die benötigten Installationen zu integrieren und gleichzeitig den Vorfertigungsgrad zu steigern.

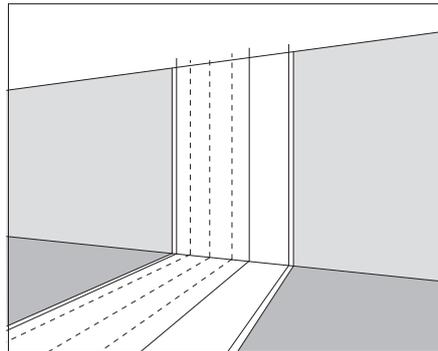
Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurde ein Leitfaden für die Planung und den Bau eines komplexen Systems vorgefertigter und flexibler Installationen entwickelt. Dieser richtet sich an Architekten, Planer, Bauarbeiter, Trockenbauer, Zimmerer und Ausführende im Bereich der Haustechnik.

Die Planungs- und Gestaltungsrichtlinien für eine individuelle Entwicklung von flexiblen und vorgefertigten haustechnischen Installationen in Gebäuden umfassen sechs Grundprinzipien.



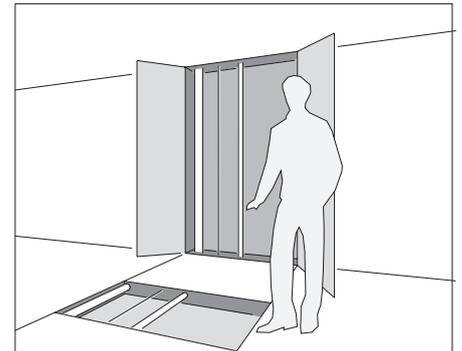
#### Zentrale Trassenführung

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



#### Trennung und Entkopplung der Installationen von Tragwerk und Ausbau

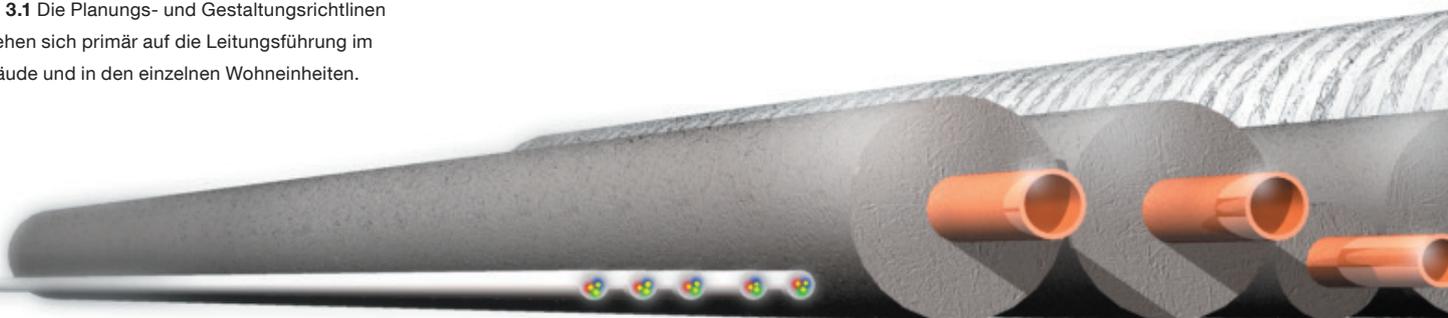
Für die Vorfertigung, die Montage, zukünftige Erweiterungen und den Rückbau ist die Trennung der Installationen von der Tragkonstruktion und den Ausbauelementen notwendig. Um dies zu erreichen, ist eine weitgehende Unabhängigkeit der Ebenen und eine klar abgegrenzte Versorgungsstrasse sowie die Vermeidung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

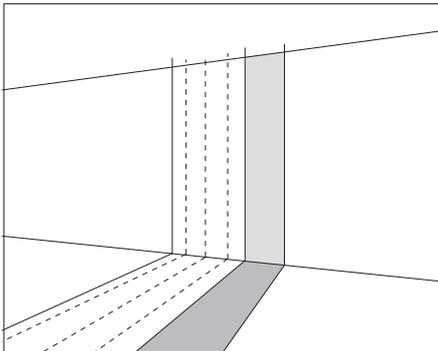


#### Dauerhafte Zugänglichkeit

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

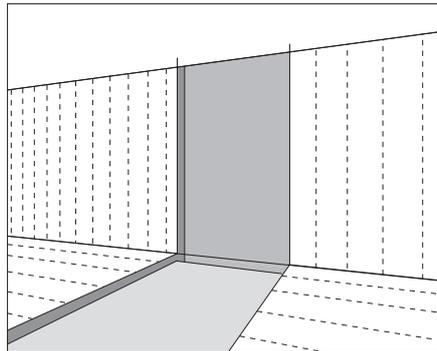
**Abb. 3.1** Die Planungs- und Gestaltungsrichtlinien beziehen sich primär auf die Leitungsführung im Gebäude und in den einzelnen Wohneinheiten.





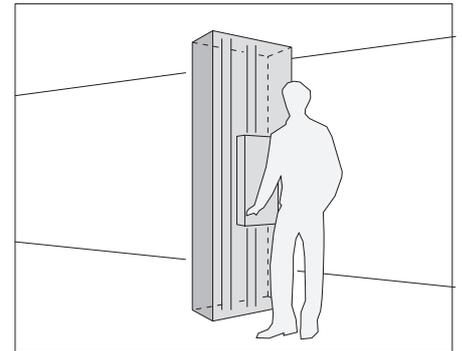
#### Platzreserven

Für Montage und Reparatur sind entsprechende Montageräume um die Rohre und Leitungen vorzusehen. Um das Installationssystem auch für die Zukunft zu rüsten, müssen in den Installationstrassen entsprechende Platzreserven heute schon eingeplant sein.



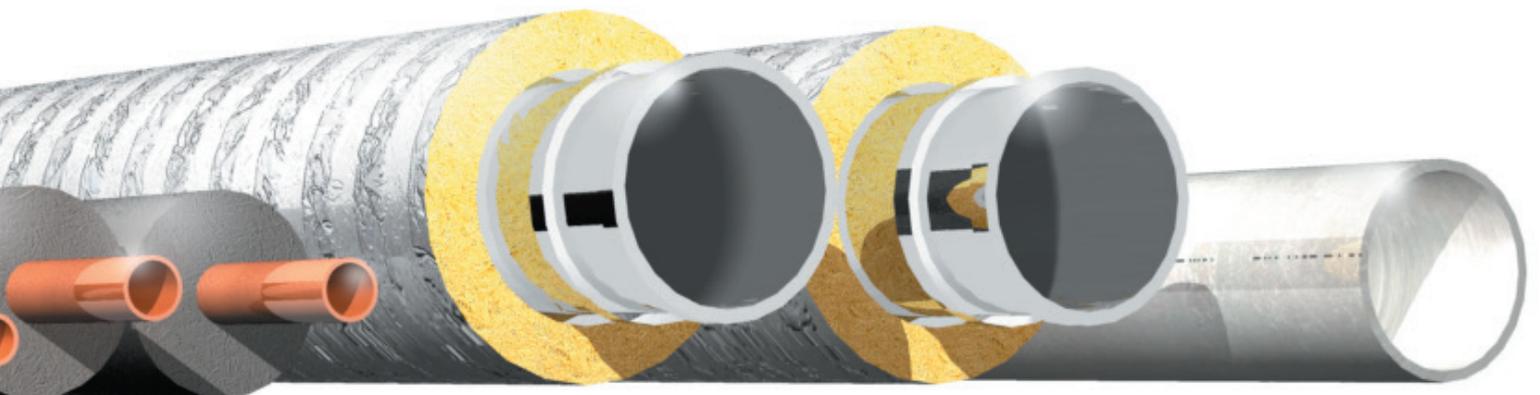
#### Vorkonditionierte Hohlräume

Um den Vorfertigungsgrad zu steigern und die Ausführungsqualität zu erhöhen, werden die Leitungen in vorgefertigten Hohlräumen verlegt. Diese können in den Bauteilen integriert sein. Die Hohlräume sind aus einem Material, das den nötigen Wärme-, Schall- und Brandschutz ermöglicht. Sie können gleichzeitig Montagehilfe für die Rohre und Leitungen sein und für Entwässerungsleitungen das Gefälle schon vorgefertigt anbieten.



#### Vorgefertigte Komponenten

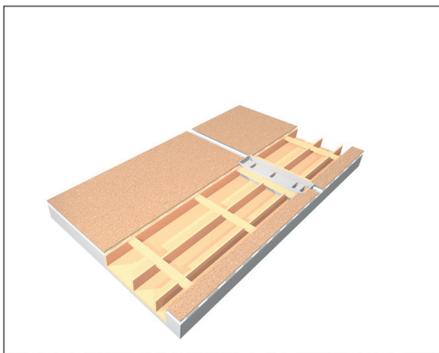
Der Einsatz von vorgefertigten Technikkomponenten, Rohren und Sanitärelementen vereinfacht und beschleunigt die Montage. Bei der Wahl der Komponenten ist darauf zu achten, dass genormte Anschlüsse und handelsübliche Modulgrößen die Verwendung von herstellerunabhängigen Produkten ermöglichen. So können auch in Zukunft die Komponenten repariert und ausgetauscht werden.



Die Planungs- und Gestaltungsrichtlinien behandeln die Trassenführung im Gebäude bis zur Übergabe der Medien. Sie berücksichtigt die vertikalen wie auch die horizontalen Installationen. Dabei werden Lösungsansätze für alle Ver- und Entsorgungsdienstleistungen geboten. Dazu gehören heute Heizung, Lüftung, Warm-, Kalt- und Abwasser sowie Strom und Daten. Daneben gibt es in der vertikalen Verteilung auch besondere Medien wie Brennstoffleitungen, vor allem als Gasleitung, sowie Solar- und Photovoltaikleitungen, die durch das Gebäude gezogen werden. Das Konzept bietet die Optionen für eine zukünftige Erweiterung der Medien und Platz für zukünftige Komponenten. Es erleichtert den Ein- und Ausbau sowie die notwendige Wartung und Reparatur und erhöht damit die Nachhaltigkeit des Gesamtsystems. Durch Dimensionierungshilfen kann der für die Technikkomponenten und die Trassenführung benötigte Platz schon in der frühen Entwurfsplanung vordimensioniert werden.

**Besonderheiten Holzbau** Die Planungs- und Gestaltungsrichtlinien bieten Lösungen für die Installationsführung im Holzbau. Bei der Ausarbeitung wurden jedoch bewusst verallgemeinernde Grafiken und Beschreibungen gewählt, die sowohl im Holzmassiv- wie auch im Holzskelettbau Anwendung finden können. Aufgrund der vielfältigen und oftmals auch firmenspezifischen Konstruktionsdetails wurde auf die Detaillierung von Wänden und Decken verzichtet. Die Art der Konstruktion spielt für die hier vorgeschlagene Installationsführung eine untergeordnete Rolle. Die Leitlinien für die Lösung der wärme-, schall- und brandschutztechnischen Anforderungen sind auf alle mehrgeschossigen Wohngebäude übertragbar.

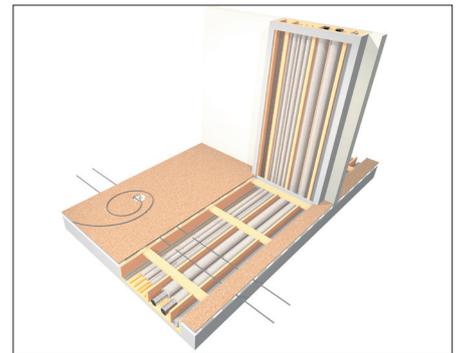
Die vorliegenden Richtlinien sollen den Planern und Ausführenden einen Einblick in die Anforderungen der haustechnischen Installationen bieten und die Möglichkeit eröffnen, Detaillösungen für die spezifische Konstruktion und die Rahmenbedingungen des Gebäudesystems zu entwickeln.



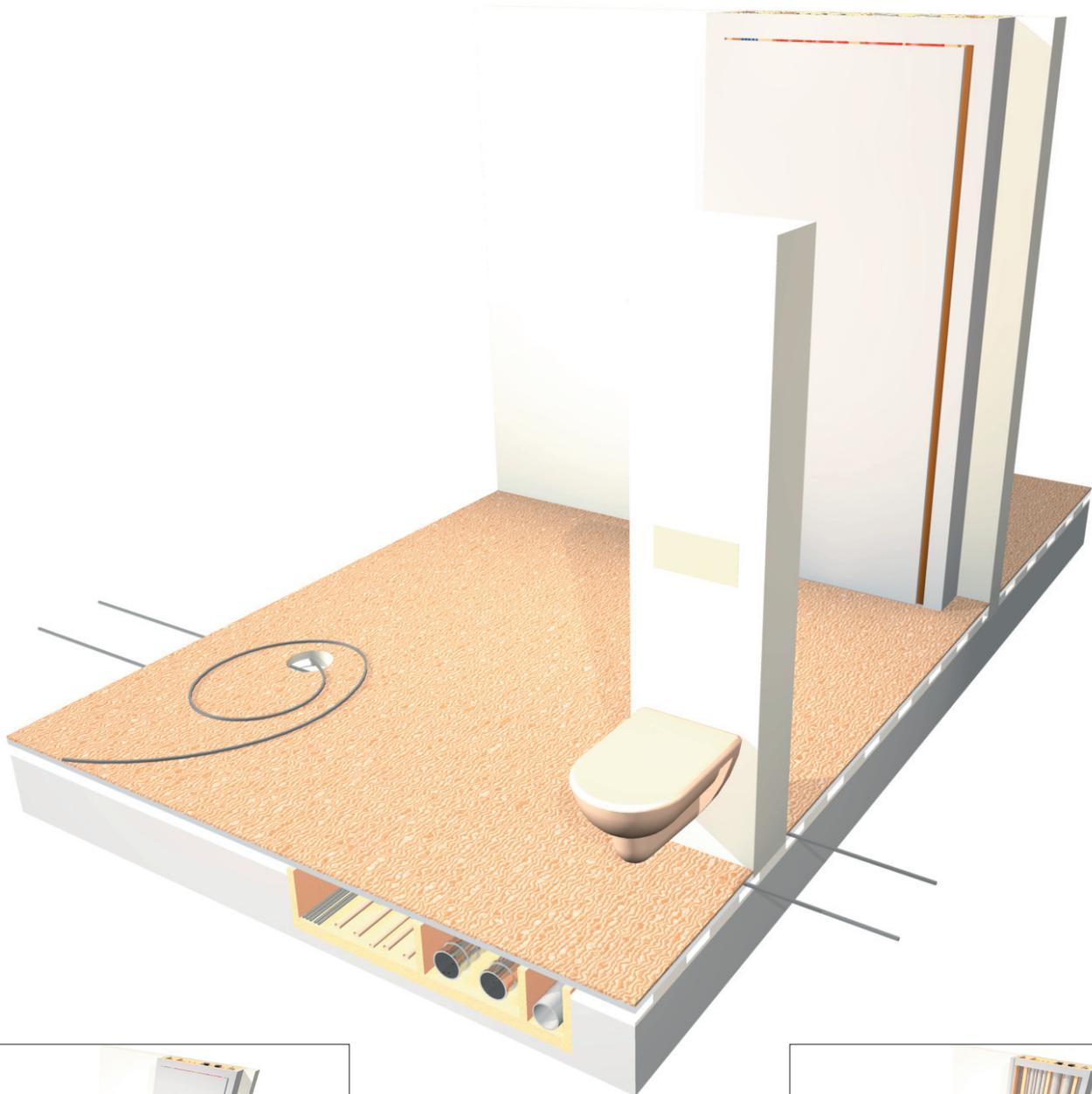
**Abb. 3.2** Einbaufolge von flexiblen, vorgefertigten haustechnischen Installationen.



Auf das vorgefertigte Boden-Decken-Element wird ein Wandelement montiert. In die Bauelemente sind vorkonditionierte Hohlräume integriert, in die je nach Bedarf Rohre und Leitungen eingelegt werden.

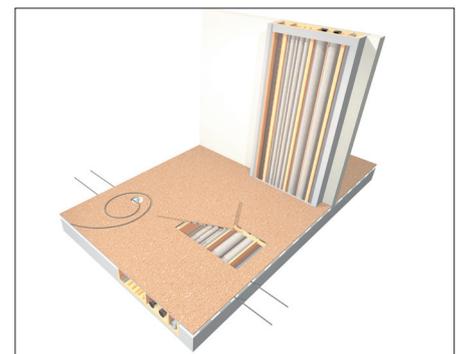


Im Werk oder auf der Baustelle werden die Rohrleitungen eingebracht. Sie werden in die vorhandenen Hohlräume gelegt oder darin befestigt. Für eine spätere Erweiterung sind entsprechende Platzreserven einzuplanen.



Zu den angrenzenden Räumen wird die Trasse für den Wärme-, Schall- und Brandschutz verschlossen.

Sanitärgegenstände können entlang der Trasse aufgestellt und angeschlossen werden.

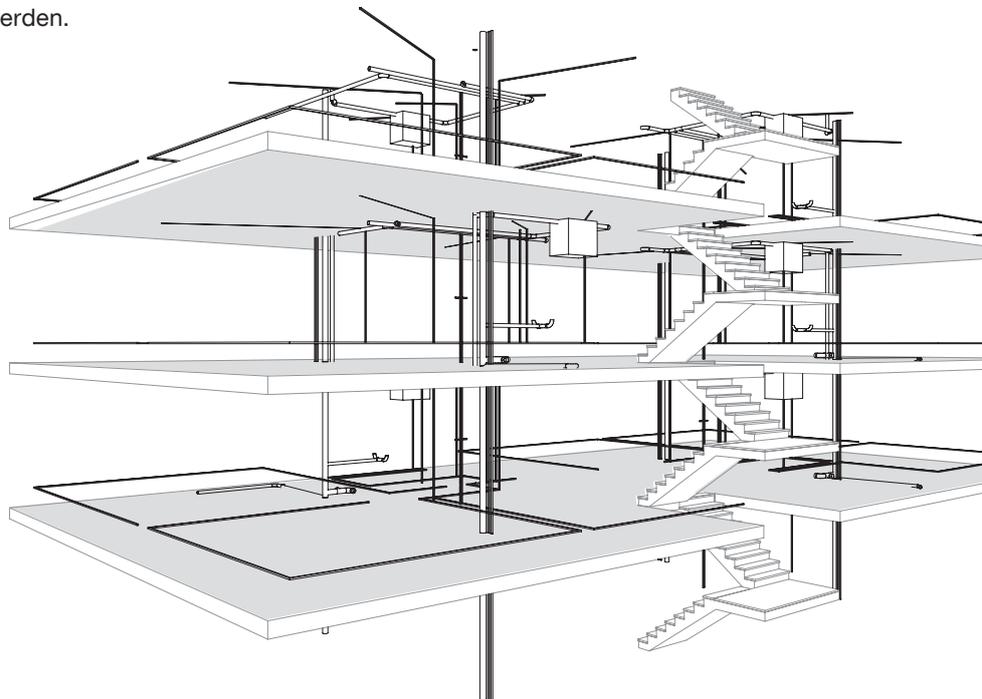


Um auch in Zukunft Leitungen einfach nachzurüsten, zu warten oder zu erneuern, sind Öffnungen notwendig. Diese sollten eine gute Zugänglichkeit ohne die Zerstörung oder Beeinträchtigung benachbarter Bauteile oder Oberflächenelemente, wie z.B. Fliesen, bieten.

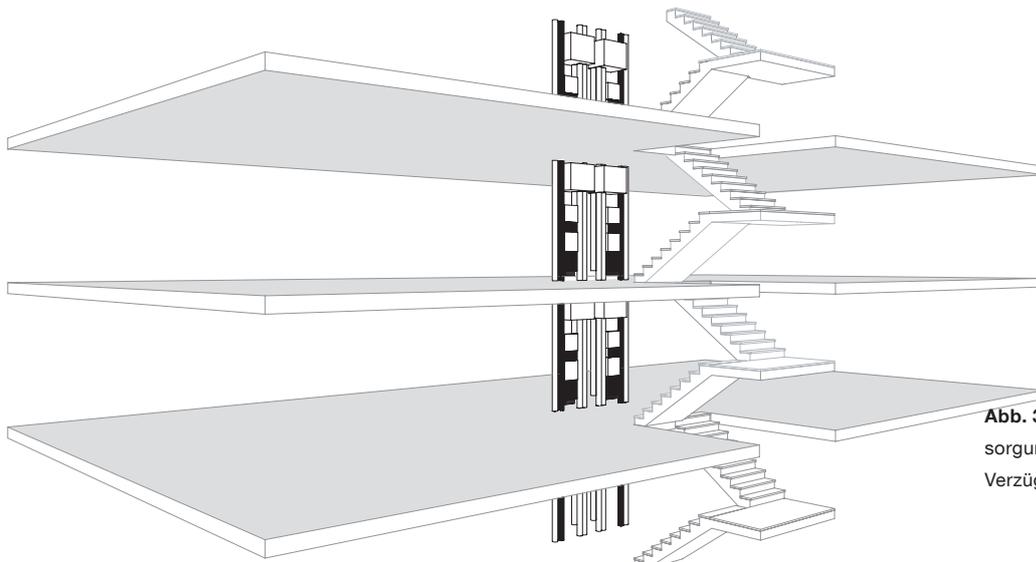
## Zentrale Trassenführung

Die Position der Leitungen und Rohre im Raum entscheidet maßgeblich über die Vorfertigungsmöglichkeit des Installationssystems und seine Flexibilität bei Austausch und Erweiterung. Werden die Installationstrassen weitgehend an einem Ort gebündelt, können die größten Optimierungseffekte erzielt werden.

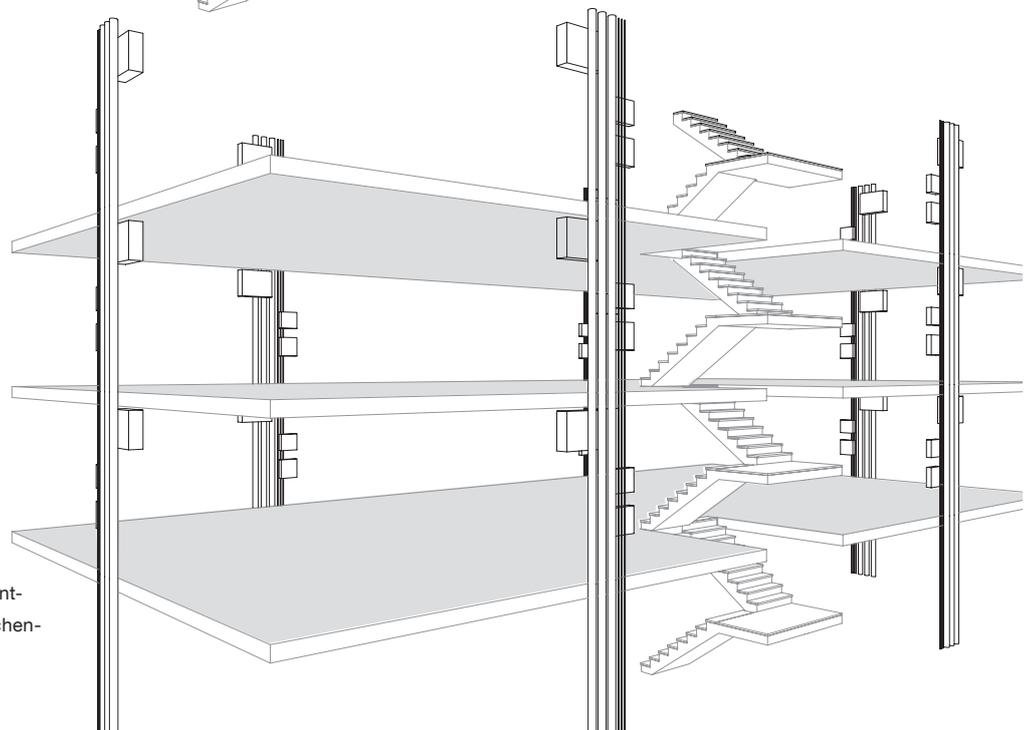
**Zentraler Vertikalschacht** Ein zentraler Schacht mit allen vertikalen Ver- und nt-sorgungsdienstleistungen verteilt die Medien vom Hausanschluss- und Techni-  
kraum in die einzelnen Etagen. Er führt ohne Verzüge und Schrägleitungen durch alle Geschosse und mit den Entlüftungsleitungen bis übers Dach. Die Schächte von mehreren Wohneinheiten in einem Geschoss sind für den Brand- und Schallschutz technisch und baulich zu trennen. Sie können aber nebeneinander angeordnet und zu einem Trassenpaket zusammengefasst werden. Der zentrale Versorgungsschacht ist bei mehrgeschossigen kostengünstig erstellten Wohngebäuden heute schon vielfach Standard. Hier sind die Nassräume zu Einheiten zusammengefasst und liegen in den Geschossen übereinander. Der Wunsch nach größerer Gestaltungsfreiheit führt jedoch oftmals zu mehreren Trassen, die mit der Gebäudestruktur stark verflochten sind. Dies ist besonders bei Wohnungen mit hohem Ausstattungsstandard, individuell ausgebauten Etagenwohnungen oder bei variabler und flexibler Grundrissgestaltung der Fall. Doch gerade hier ist die Beschränkung auf wenige zentral gelegene Trassen sinnvoll. Problematische Durchstoßungspunkte für Brand- und Schallschutz können verringert, die Vorfertigung und der Bauablauf vereinfacht und Wartungs- und Reparaturarbeiten auf einen zentralen Ort beschränkt werden. Des Weiteren bestimmt das Tragwerk die Anordnung der vertikalen Trassen. Bei einer Skelettbauweise müssen vertikale Trassen oftmals versetzt zur Tragstruktur angeordnet werden, um ohne Verzüge der Leitungen oder Wechsel der Konstruktion durch das Gebäude geführt zu werden. Bei einer Platten- beziehungsweise Massivbauweise können die vertikalen Trassen in der gleichen Ebene wie die Tragstruktur positioniert werden.



**Abb. 3.3** Heute übliche Trassenvielfalt und Verflechtung im Gebäude bei weit auseinanderliegenden Nassbereichen oder individuellen Grundrissen



**Abb. 3.4** Bündelung der vertikalen Ver- und Ent-sorgungstrassen in einem zentralen Schacht ohne Verzüge und Rohrumleitungen



**Abb. 3.5** Anordnung der vertikalen Ver- und Ent-sorgungstrassen an der Fassade mit entsprechen-den Dämm- und Schutzmaßnahmen

**Optimierter Produktionsprozess** Die Vorfertigung der haustechnischen Installationen wird durch die Zusammenfassung in wenigen Trassen erleichtert. Nur einige, genau definierte Bauteile beinhalten Installationstrassen, so dass Leitungen und Rohre als gebündelte Einheit im Werk des Installateurs vorgefertigt und durch Handwerksmeister, Trockenbauer oder Zimmerer eingebaut werden können. Eine Reduzierung der Trassen verringert die Überschneidung der Einzelgewerke im Produktionsprozess. Die vorgefertigten Leitungstrassen können an wenigen zentralen Stellen eingebracht werden und sind nicht über einen Großteil des Bauwerks verteilt. Bei einer Bündelung der Trassen muss die Arbeit der Installationsgewerke nicht in den gesamten Fertigungsprozess integriert werden, sondern beschränkt sich auf wenige Bauteile. Dies optimiert den Produktionsablauf und spart Kosten.

**Reduzierte Problemstellen** Werden Installationsleitungen und Rohrsysteme an einem zentralen Ort zusammengefasst, reduzieren sich auch die Schnittstellen zwischen Bauwerk und Installation. Dadurch kann der Aufwand für die schall- und brandschutztechnische Behandlung an den Durchstoßungspunkten verringert werden. Eine ganzheitliche Planung und zentrale Positionierung kann problematische Kreuzungspunkte von Leitungen und Rohren vermeiden. Kreuzungspunkte verursachen im Bau Probleme bei der fachgerechten Leitungsverlegung. In der Nutzung können dadurch Probleme mit unbeabsichtigter Wärme- und Schallübertragung auftreten.

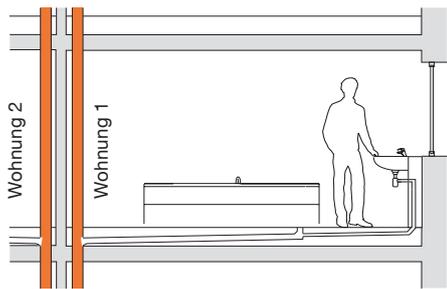
**Hohe Grundrissflexibilität** Die Anordnung der Ver- und Entsorgungsdienstleistungen bestimmt darüber hinaus auch, wie flexibel die Grundrisse gestaltet werden können. Der Wunsch nach möglichst kurzen horizontalen Einzel- oder Sammelanschlussleitungen kann bei weit auseinanderliegenden Versorgungsstellen wie Küche, Bad, Toilette zu mehreren vertikalen Installationstrassen führen. Bei einer flexiblen Grundrissanordnung von installationsintensiven Nutzungen wie Bad und Toilette können mehrere vertikale Ver- und Entsorgungsschächte erforderlich werden. Dabei entstehen Einschränkungen in der Gestaltung von Erd- und Dachgeschossen, deren Grundrisse sich von den Regelgeschossen unterscheiden. Ver- und Entsorgungstrassen sollten weitgehend ohne Verzug durch das Gebäude geführt werden. Dies bedingt eine gleiche Position der Trassen in allen Geschossen. Große freie Räume, zum Beispiel für Büros oder Ladengeschäfte, werden von den in den Wohngeschossen benötigten Trassen durchzogen. Die Entwässerungsleitungen müssen bis übers Dach geführt und entlüftet werden, um den Druckausgleich im Kanalsystem zu ermöglichen und die Funktion von Geruchsverschlüssen wie in Siphons sicherzustellen. Selbst bei den für Passivhäuser gerne eingesetzten Rohrbelüftern muss eine offene Lüftungsleitung über Dache geführt werden. An diesen Stellen können übel riechende Kanalgase entweichen, die die Aufenthaltsqualität beeinträchtigen. Aus diesem Grund ist die Nähe von Rohrentlüftung zu Fenstern oder zu einer begehbaren Terrasse problematisch. Hinzu kommt die Problematik, dass Entwässerungsleitungen, die wenig oder nur mit geringem Durchfluss benutzt werden, verstopfen. Dies entsteht zum Beispiel, wenn an einer DN100 Leitung, die für den Anschluss von mehreren Toiletten vorgesehen ist, nur eine Küchenspüle angeschlossen wird. Die Reinigungsmöglichkeit durch den für die Rohrgröße zu geringen Wasserdurchfluss wird beeinträchtigt. Es kommt zu Anlagerungen und Verstopfungen. Eine Bündelung der Trassen kann diese Probleme vermeiden.



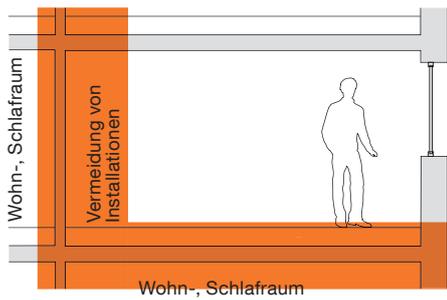
Kellergeschoss

Erdgeschoss

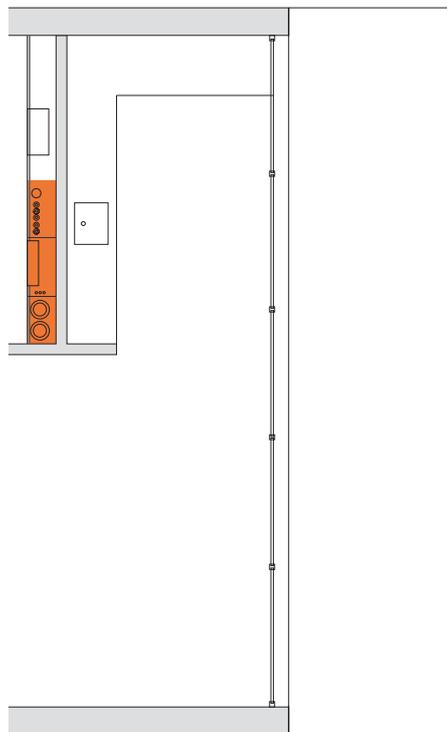
Regelgeschoss



**Abb. 3.6** Für jede Wohneinheit ist eine eigenständige vertikale Trasse vorzusehen.

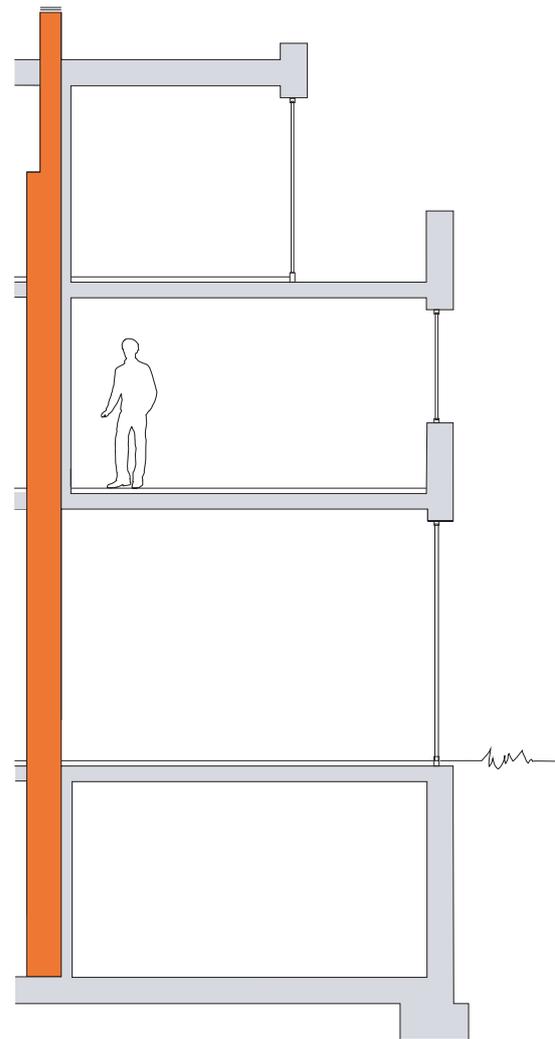


**Abb. 3.7** Räume wie z.B. Wohnräume, Wohndiele, Schlafräume und Büroräume sind gegen Installationsgeräusche zu schützen.



**Dachgeschoss**

**Abb. 3.8** Die vertikalen Installations-Trassen liegen in allen Geschossen ohne Verzug übereinander.



**Schnitt**

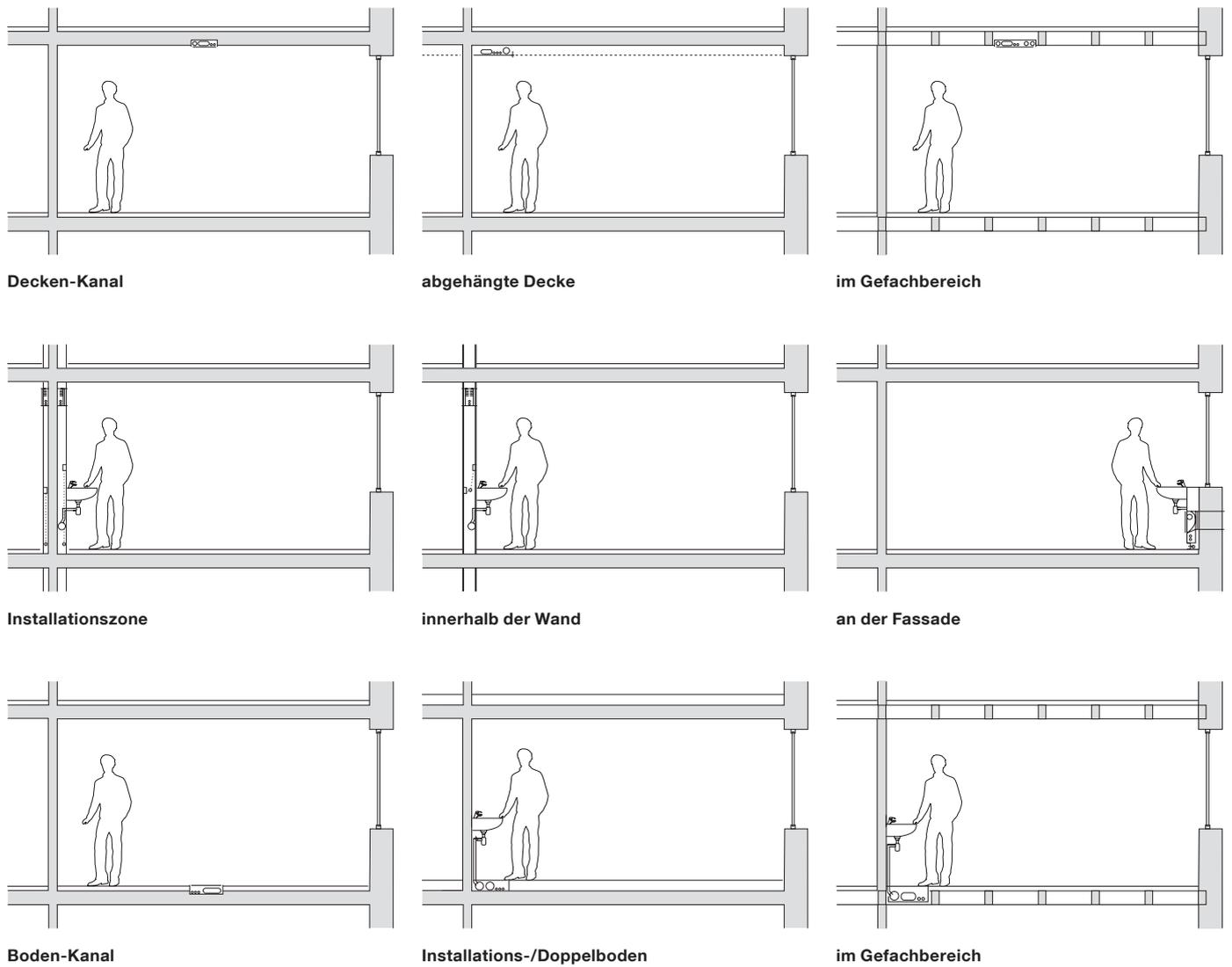


Abb. 3.9 Verschiedene Möglichkeiten der Anordnung von horizontalen Installations-Trassen im Schnitt

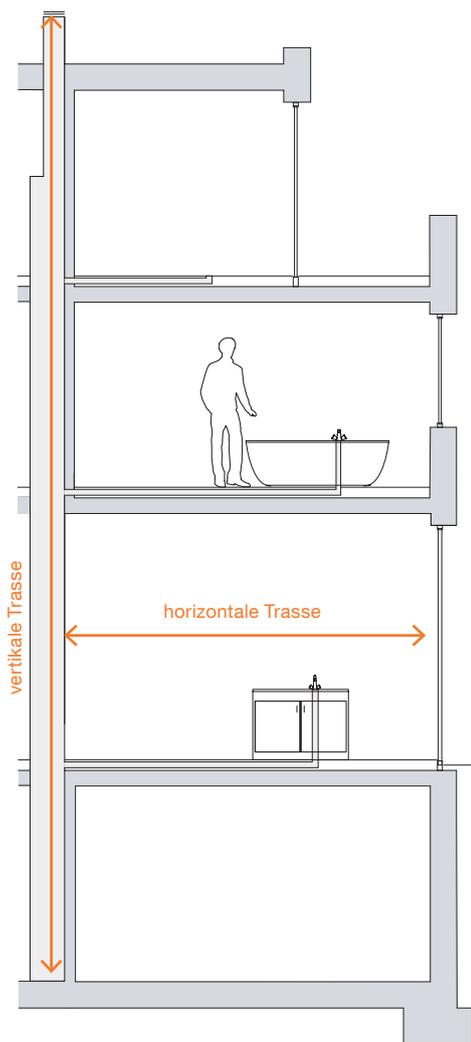
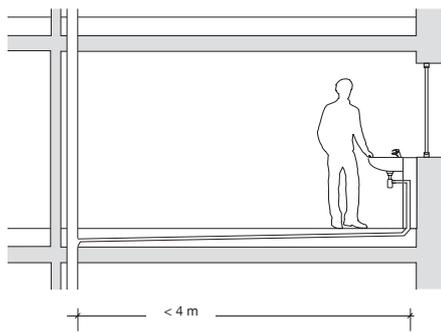


Abb. 3.10 Installations-Trassen im Gebäude

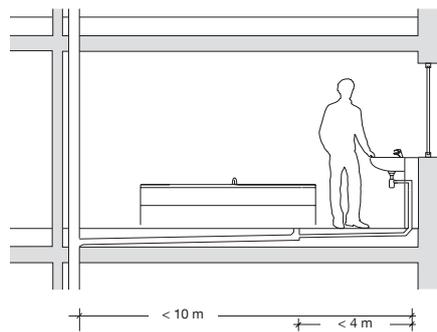
**Einfache Wartung** Fasst man die horizontalen Trassen in einem definierten Technikkanal zusammen, ermöglicht dies ein leichtes Auffinden der Leitungen und Rohre für späteren Austausch und zukünftige Erweiterungen. Nur an den Bauteilen, die Trassenführungen enthalten, müssen Installationsarbeiten vorgenommen werden. Durch die klar definierten Installationszonen ist ein Umbau leicht zu vollziehen. Eine zentrale Anordnung der Installationen, zum Beispiel im Bereich der zentralen Erschließung, reduziert die Arbeiten nochmals. Wartungs- und Reparaturarbeiten können ohne Beeinträchtigung der ganzen Wohneinheit durchgeführt werden. Staub und Schmutz, die bei der Erweiterung und dem Austausch entstehen, werden zentral gefasst und beseitigt. Die Lärmbelastigung kann durch zentrale Installationsarbeiten ebenfalls verringert werden.

**Horizontale Verteilung** Liegen die Sanitärobjekte nicht direkt an der vertikalen Trasse, wird ein horizontales Verteilsystem für die Trink-, Warm- und Kaltwasser sowie für die Entwässerungsleitungen benötigt. Dies ist schon bei einer heute gewünschten großzügigen Badgestaltung notwendig. Die Sanitärgegenstände liegen nicht unmittelbar an Steigleitung und Fallrohr. Besondere Bedeutung erlangt das horizontale Verteilsystem, wenn Nassbereiche individuell im Raum und unabhängig von der Position des Schachts angeordnet werden sollen. Dies wird zum Beispiel bei einer freien Grundrissgestaltung oder dem individuellen Ausbau von einzelnen Wohneinheiten gewünscht. Aber auch die leitungsgebundenen Medien für Heizung und Lüftung sowie Strom- und Datenkabel benötigen eine horizontale Verteilung, um von der zentralen Versorgungsstelle zu den Verbrauchern in den einzelnen Räumen geführt zu werden.

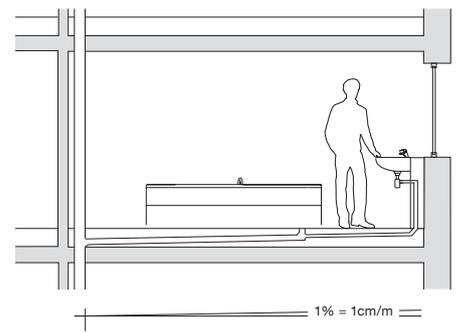
**Reduzierte Trassenführung** Die heute übliche Praxis sieht eine Vielzahl von möglichen Trassen in den Bauteilen vor, die nur aufgrund der Tragstruktur und Statik eingeschränkt sind. Für die Verringerung der brand- und schallschutztechnisch problematischen Durchstoßungspunkte für die Vereinfachung der Vorfertigung und des Bauablaufs und für die Beschränkung der Wartungs- und Reparaturarbeiten auf einen zentralen Ort, sollten die in den einzelnen Etagen weiterführende horizontale Verteilung in einer horizontalen Haupttrasse gebündelt werden. Dies kann in wohnungszentralen Technikkanälen erfolgen. Diese leiten die benötigten Medien vom zentralen Steigschacht zu den Übergabestellen in die einzelnen Räumen. Ihre Anordnung im Raum ist von den darin geführten Medien, den Positionen der Raumanschlüsse und von der Tragkonstruktion des Gebäudes abhängig. So können Heizungs-, Lüftungs-, Wasser-, Elektro- und Datenleitungen im Decken-, Wand- oder Bodenbereich eingebracht werden. Abwasserleitungen müssen – bei Verwendung des natürlichen Gefälles – unterhalb der Sanitärgegenstände liegen. Ihre Verlegung ist aus diesem Grund nur im Boden und eingeschränkt in der Wand möglich. Die Vakuumtechnik ermöglicht die Entwässerung über Decke und Wand, doch müssen hier der vermehrte Wartungs- und Instandhaltungsaufwand sowie die Abhängigkeit von einer Energieversorgung und die Mehrkosten in der Anschaffung und im Betrieb berücksichtigt werden. Im Skelettbau besteht gegenüber dem Massivbau die Möglichkeit, Leitungen im Gefachbereich zu verlegen. Dabei ist es wichtig, die Anschlusssituation an den Auflagern zu beachten. Um die Leitungen in der gleichen Ebene weiterzuführen, sind Aussparungen in der Tragkonstruktion vorzusehen. Eine haustechnische Erschließung quer zum Skelett, aus einem Gefachbereich heraus, erfordert aufgrund der Rohrdurchmesser und der statischen Bemessung der Tragkonstruktion einen hohen Aufwand. Meist ist dies nur für Lüftungsleitungen in Flachkanälen, für Kaltwasserleitungen, wenig gedämmte Warmwasser- und Heizungsleitungen sowie für Strom- und Datenkabel möglich. Abwasserleitungen können aufgrund ihres Durchmessers und der notwendigen radialen Bauhöhe bei normaler und wirtschaftlicher Deckenstärke nur im Gefachbereich und nicht durch die Tragkonstruktion hindurch verlegt werden.



**Abb. 3.11** Maximale Leitungslänge unbelüfteter Einzelanschlussleitungen mit höchstens drei 90°-Umlenkungen und einer maximalen Höhendifferenz von 1m

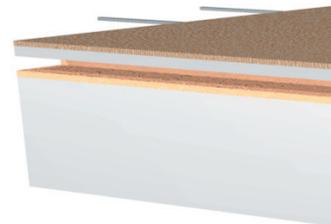


**Abb. 3.12** Maximale Leitungslänge für unbelüftete Sammelanschlussleitungen mit höchstens drei 90°-Umlenkungen und einer maximalen Höhendifferenz von 1m: Der Abstand zwischen vorletztem und letztem Sanitärobjekt sollte maximal 4m betragen.



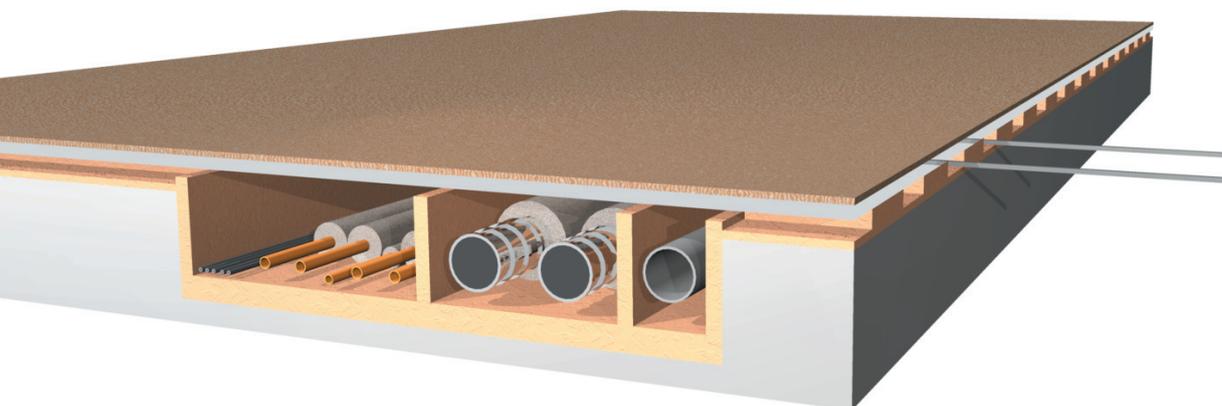
**Abb. 3.13** Optimales Gefälle für Entwässerungs-Sammelanschlussleitungen zur Vermeidung von Luftabschluss und Abflussgeräuschen sowie Sicherstellung des Abtransportes von Fäkalien

**Anforderungen an die Leitungsführung** Wie die Technikkanäle im Grundriss angeordnet werden, ist gemeinsam mit der Positionierung des vertikalen Installationsschachtes zu planen. Die spezifischen Anforderungen der einzelnen Ver- und Entsorgungsdienstleistungen müssen bei der Positionierung berücksichtigt werden. Dabei ist besonders bei Entwässerungsleitungen auf die entsprechende Bemessung, die maximale Länge und das optimale Gefälle zu achten. Lüftungsleitungen sollten mit möglichst wenig Bögen und einem gleichbleibenden Querschnitt verlegt werden, um Druckverluste und damit höheren Lüfterstrombedarf und Strömungsgeräusche zu vermeiden. Heizungs- und Wasser-, sowie Elektro- und Datenleitungen können weitgehend flexibel eingebracht werden. Die Art der Tragkonstruktion und die Grundrissgestaltung über alle Geschosse trägt maßgeblich zur Position des Installationsschachtes und damit zur Lage der horizontalen Verteilung bei. Die Spannrichtung der Deckenelemente bestimmt dabei die Richtung der horizontalen Trassenführung wesentlich.





**Abb. 3.14** Prioritätenliste für die Positionierung von haustechnischen Installationen, abhängig vom Leitungs- bzw. Rohrdurchmesser, den Einbaurichtlinien und der notwendigen Flexibilität des Mediums

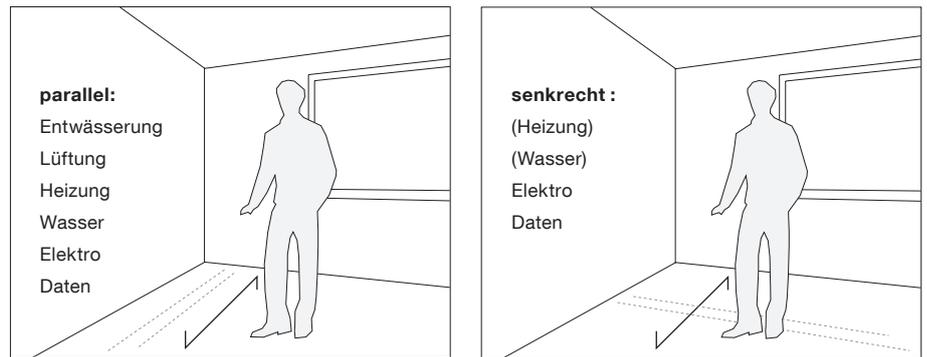


**Abb. 3.15** Horizontale Ver- und Entsorgungstrasse für die Medien Abwasser, Luft, Wasser, Heizung, Elektro und Daten

	<b>Heizung</b>	<b>Lüftung</b>	<b>Abwasser</b>	<b>Trinkwasser</b>	<b>Grauwasser</b>
<b>Art der Leitung</b>	Vorlauf VL Rücklauf RL	Fortluft Frischlufte Zuluft Abluft	Entwässerung	WW, KW, ZWW	KW
<b>Verteilung im Gebäude</b>	je 1 Leitung VL/RL pro Wohneinheit	1 Abluft für alle übereinander- liegenden Nasszellen je 1 Zu-/Abluft pro Wohneinheit	je 1 Leitung pro Wohneinheit	je 1 Leitung pro Wohneinheit	1 Leitung pro Wohneinheit
<b>Unterverteilung pro Wohneinheit</b>	1 Leitung VL/RL pro Heizkörper 1 Leitung VL/RL pro 10 m <sup>2</sup> FBH	1 Leitung pro Raum	1 Leitung pro Nassraum	1 Leitung pro Nassraum	1 Leitung pro Toilette
<b>geforderte Flexibilität</b>	gering	gering	gering	gering	gering
<b>Flexibilität der Leitung</b>	mäßig	gering	gering	mäßig	mäßig
<b>Dimension Gebäude incl. Dämmung</b>	d 100mm	d 250mm	d 170mm	d 100mm	d 80mm
<b>Dimension Wohneinheit incl. Dämmung</b>	d 80mm	d 200mm	d 160mm	d 80mm	d 60mm
<b>Anforderungen</b>	Wärmedämmung, evtl. Erdung	Schalldämmung, Brandschutz	Schalldämmung, max. 10m Länge, 1cm/m Gefälle, evtl. Erdung	Wärmedämmung, Tauwasser vermeiden, Schalldämmung, max. 3 Liter Wasser ohne Zirkulation, evtl. Erdung	Wärmeschutz Tauwasser vermeiden, Schalldämmung, Kennzeichnung, um mit Trinkwasserleitung nicht verwechselt zu werden evtl. Erdung

Tabelle 3.1 typische Ver- und Entsorgungsleitungen in Wohngebäuden

**Abb. 3.16** Mögliche Leitungsführung in Abhängigkeit zur Spannrichtung der Konstruktion

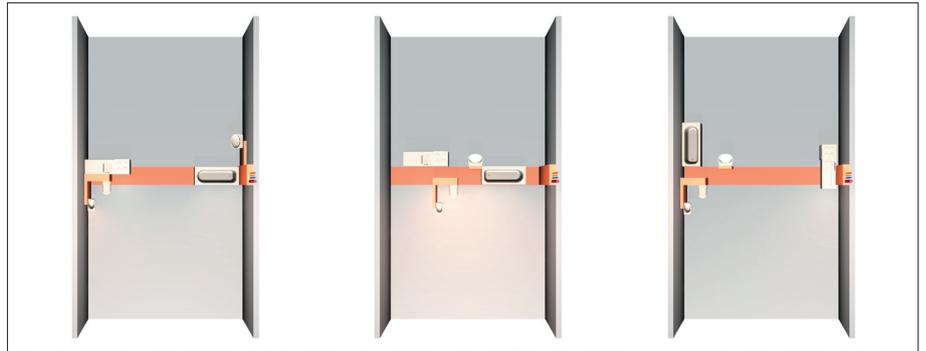


Elektro	Daten	Steuerung	Brennstoff (Gas)	Solar	Sprinkler
Licht, Steckdosen Drehstromverbraucher	Telefon, TV, Sat. LAN, Audio, Video	BUS-Steuerungs- Leitung	Zufuhr	Vorlauf Rücklauf	KW
1 Leitung pro Wohneinheit 1 Leitung Drehstrom pro Wohneinheit	je 1 Leitung pro Wohneinheit	je 1 Mehradriges Kabel pro Wohneinheit	1 Leitung pro Wohneinheit	je 1 Leitung pro Solarfläche	1 Leitung pro Wohneinheit
1 Licht-Leitung pro Raum 1 Steckdosen-Leitung pro Raum / 3,5kW 1 Drehstrom-Leitung pro Verbraucher	1 Telefon-Leitung pro Anschluss 1 TV-Leitung pro Wohneinheit 1 LAN-Leitung pro Wohneinheit	1 Leitung zu den Sensoren und Aktoren	1 Leitung pro Verbraucher		1 Leitung pro Raum
hoch	hoch	hoch	gering	gering	gering
hoch	hoch	hoch	mäßig	mäßig	mäßig
d 50mm	d 50mm	d 50mm	d 60mm	d 100mm	d 80mm
d 20mm	d 20mm	d 20mm	d 60mm		d 60mm
Brandschutz	Brandschutz, elektrische u. elektromagnetische Ab- schirmung	Brandschutz, elektrische u. elektromagnetische Ab- schirmung	Brandschutz	Wärmeschutz	

**Installationsschacht in der Mitte der Wohneinheit (Box):** Die Nassräume sind in der Wohnungsmitte frei angeordnet. Sie bilden oftmals ein gliederndes Element für die angrenzenden Wohn- und Nebenräume. Die Anordnung der Nassräume kann sehr frei im Grundriss der Wohneinheit erfolgen, ist jedoch auf die Nähe zum Installationsstrang beschränkt. Dies ergibt meist innenliegende Bäder und eine, die freie Grundrissgestaltung einengende Steigstränge.



**Installationsschacht mit horizontaler Trasse in der Mitte der Wohneinheit (Wand-Wand):** Die Nassräume sind entlang einer horizontalen Verteiltrasse angeordnet. Die Steigschächte können an den Wohnungstrenn- oder Außenwänden liegen. Diese Anordnung führt zu meist innen liegend Bädern, die mechanisch entlüftet werden müssen. Die Lage der Trasse ermöglicht eine Platzierung der Wohnräume an der Fassade.

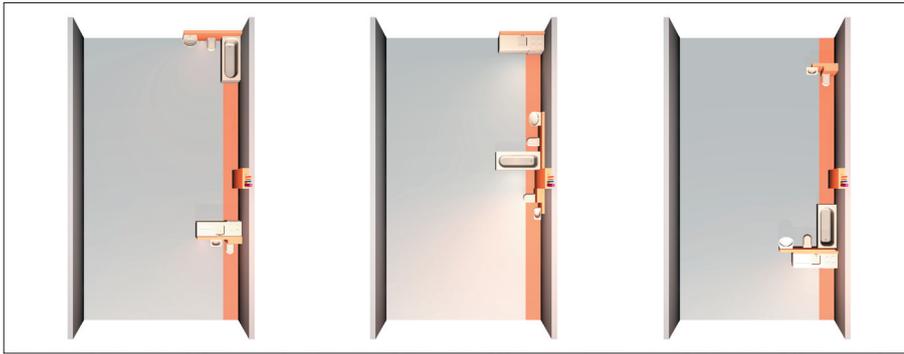


**Installationsschacht mit horizontaler Trasse in der Mitte der Wohneinheit (Fassade-Fassade):** Die Nassräume sind entlang einer horizontalen Verteiltrasse angeordnet. Die Steigschächte können an den Stirnseiten oder in Wohnungsmitte liegen. Diese Anordnung führt zu einer Vielzahl von Gestaltungsmöglichkeiten. So können innenliegende wie auch an der Fassade angeordnete Bereiche entstehen. Wohnräume treten dabei jedoch in Konkurrenz zu fassadennahen Nassbereichen.



**Abb. 3.17** Möglichkeiten zur Anordnung der horizontalen und vertikalen Installations-Trassen und ihre Auswirkung auf die Grundrissgestaltung

**Vielfältige Positionen im Grundriss** Für die horizontale Verteilung gibt es prinzipiell verschiedene mögliche Positionen im Grundriss. Die horizontale Verteilung kann streifenweise an einem Rand der Wohneinheit erfolgen. Dabei kann die Trasse an der Wohnungstrennwand wie auch an der Außenwand beziehungsweise der Fassade positioniert werden. Die Ver- und Entsorgungsstellen wie Bad, WC und Küche werden entlang dieser Trasse eingebaut. Je nach Lage der Trasse können innen oder außenliegende Nassräume gebaut werden. In Wohnungsmitte verlegt, erreicht der Technikkanal viele Versorgungsstellen bei gleichzeitig geringen Leitungslängen. Eine weitere Möglichkeit sind Ringkanäle, die entlang der Wohnungstrenn- und Außenwände angeordnet sind. Heizungs- und Lüftungsrohre sowie Strom- und Datenleitungen können über Ringleitungen eine Vielzahl von Versorgungsstellen in der Wohneinheit bedienen. Entwässerungsleitungen sind auf die Nähe des Vertikalschachtes beschränkt und können daher nur schwierig als Ringleitung verlegt werden. Für die Wasser-, Heizungs- und Lüftungsverteilung gibt es verschiedene Konzepte. Diese sind im Zusammenhang mit der Trassenführung zu beachten und entsprechend auszuwählen.



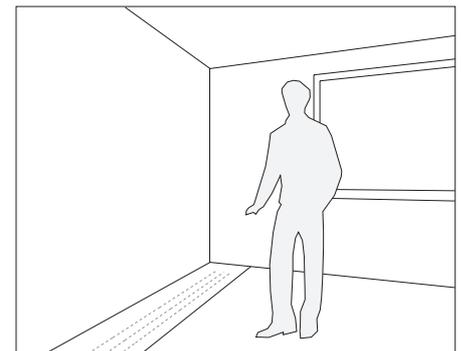
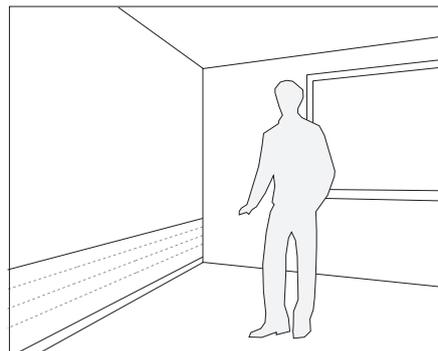
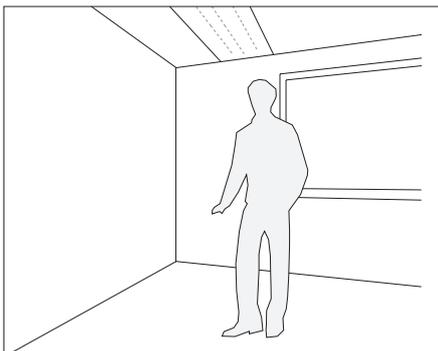
**Installationsschacht mit horizontaler Trasse an der Wand:** Die Nassräume sind entlang der Kommu- oder Außenwand frei angeordnet. Fassaden- nahe wie auch innenliegende Bereiche eröffnen vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten. Durch die Anordnung am Rand der Wohneinheit bleibt viel Freiraum für die Gestaltung der Wohn- und Nebenräume.



**Installationsschacht mit horizontaler Trasse an der Fassade:** Nassräume sind hier entlang der Fassade frei angeordnet. Dies ermöglicht eine Zonierung der Räume in einen Bereich mit Nassräumen an der einen Fassade, innenliegende Nutzräume und Wohnräume an der gegenüberliegenden Fassade. Sinnvoll erscheint diese Positionierung bei einer Nord-Süd-Typologie.

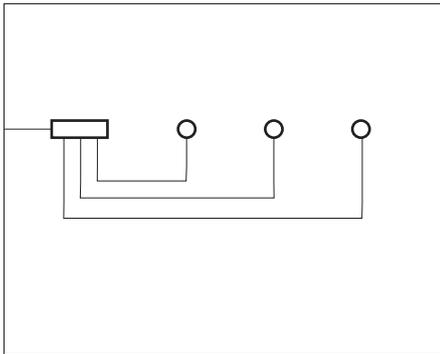


**Installationsschacht mit horizontaler Ringtrasse:** Die Versorgung von Strom und Luft erfolgt hier in einer Ringleitung entlang der Außenflächen der Wohneinheit. Jeder Raum kann auf die Dienstleistungen zurückgreifen. Aufgrund der Leitungslänge können Abwasserleitungen meist nur in einem Abschnitt der Ringes geführt werden. Je nach Anordnung der Leitungen können hier fassaden- nahe wie auch innenliegende Nassräume realisiert werden.

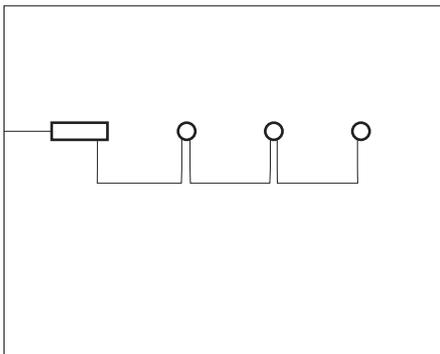


**Abb. 3.18** Reduktion der haustechnischen Installationen auf eine zentrale Trasse in der Decke, in der Wand oder im Boden

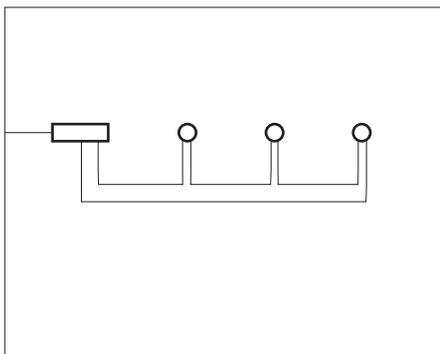
Abb. 3.19 Möglichkeiten der Wasserinstallation



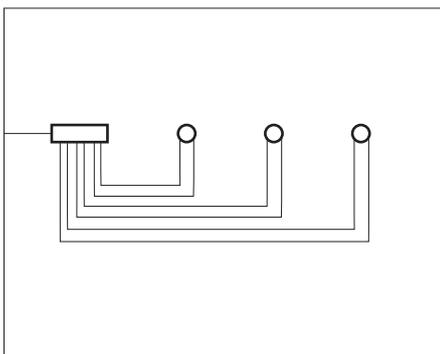
**Einzelzuleitungssystem:** Jede Wasserentnahmestelle wird vom Stockwerksverteiler aus separat angeschlossen. Damit können geringe Rohrdurchmesser verwendet werden, die nur wenig Wasser beinhalten. Der Druckverlust und die Beeinflussung durch andere Entnahmestellen ist vergleichsweise gering. Dieses System wird vor allem bei geringen Leitungslängen und einer gewünschten schnellen Montage angewendet. Um Verkeimung und Legionellenbefall vorzubeugen sind die Entnahmestellen regelmäßig zu nutzen.



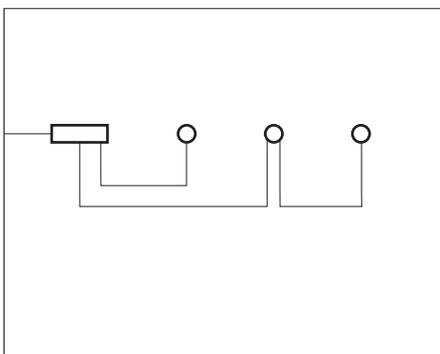
**Reihenleitungssystem:** Die Rohrleitung wird von einer Entnahmestelle unmittelbar zur nächsten geführt, so dass mehrere Entnahmestellen von einer gemeinsamen Leitung versorgt werden. Dies ermöglicht eine schnelle Montage. Häufig genutzte Entnahmestellen sollten aus hygienischen Gründen am Ende angeordnet werden, um einen regelmäßigen Durchfluss des Leitungssystem zu gewährleisten. Durch die vergleichsweise hohen Druckverluste ist die größte Entnahmestelle am Anfang anzuordnen.



**Ringleitungssystem:** Jede Entnahmestelle kann von zwei Seiten aus mit Wasser versorgt werden. Dies ermöglicht geringere Druckverluste und gleiche Wärmeverteilung bei kleinen Rohrlungsdurchmessern und die Möglichkeit eine große Menge Wasser zu entnehmen. Bereits bei der Wasserentnahme an einer Stelle wird das gesamte Wasser ausgetauscht. Dadurch ist diese Lösung aus hyginischer Sicht die optimalste Ausführungsart.

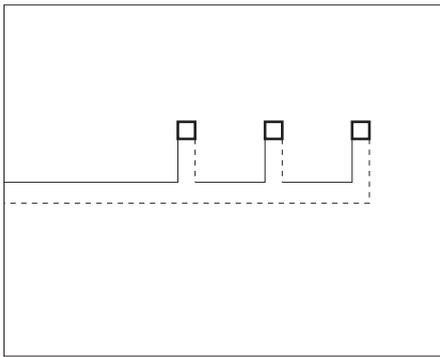


**kombiniertes Ringleitungssystem:** Die Entnahmestellen werden jeweils von zwei Seiten mit Wasser versorgt. Dadurch können größere Wassermengen entnommen werden. Das System ermöglicht auch bei geringen Versorgungsdrücken geringe Druckverluste und eine gute Wasserversorgung.

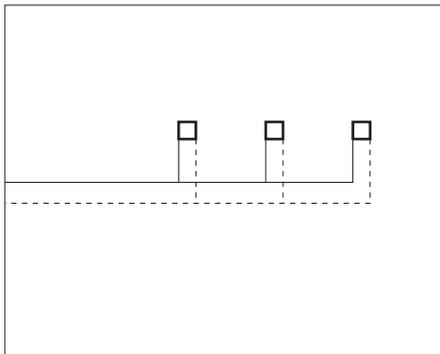


**Gruppen- / Blocksystem:** Die Entnahmestellen werden zu sinnvollen Gruppen bzw. Blöcken zusammengefasst. In einer Gruppe ist die Wahrscheinlichkeit einer gleichzeitigen Wasserentnahme sehr gering, so dass die Druckverluste und die gegenseitige Beeinflussung der Entnahmestellen zu vernachlässigen ist. Zu jeder Gruppe wird jeweils eine Leitung mit mehreren Reihenanschlüssen verlegt. Dadurch verringert sich die Größe des Stockwerksverteilers und die Länge der benötigten Rohrleitungen bei hohem Komfort.

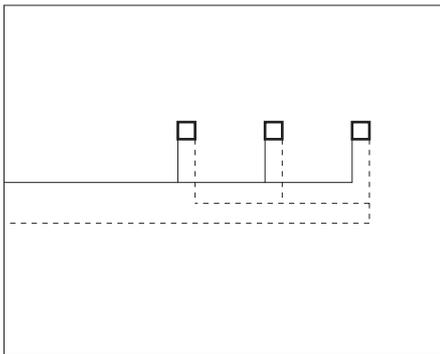
Abb. 3.20 Möglichkeiten der Heizungsinstallation



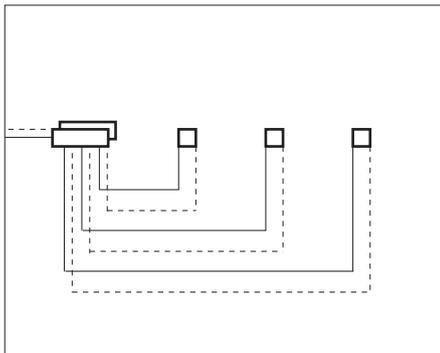
**Einrohrheizung:** Die Heizkörper sind an einer Ringleitung in Reihe geschaltet. Sie werden nacheinander mit Wasser durchströmt. Die Vorlauftemperatur ist dabei bei jedem nachfolgenden Heizkörper geringer. Der Vorteil liegt in der einfachen und günstigen Verlegung des Rohrnetzes. Bypässe oder Zweiwegeventile ermöglichen den Durchfluss auch bei abgesperrtem Heizkörper. Da alle Rohrleitungen immer mit Heizungswasser durchströmt werden, ist die Wärmeabgabe über das Leitungsnetz hoch (Verteilungsverluste).



**Zweirohrheizung:** Die Heizkörper sind zueinander parallel geschaltet. Damit erhalten alle Heizkörper annähernd die gleiche Vorlauftemperatur ohne sich gegenseitig zu beeinflussen. Die hydraulische Regelung der Heizkörper erfolgt über Regelventile, die die Wassermenge entsprechend der Rohrleitungslänge drosseln. Die Heizkörper können einzeln abgesperrt werden. Eine spätere Erweiterung erfordert eine Berechnung des Rohrnetzes und ein erneutes Einstellen der Ventile.



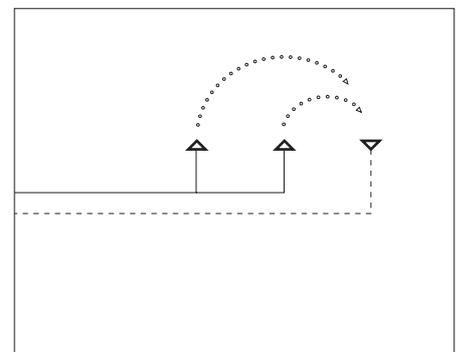
**Zweirohrheizung nach Tichelmann:** Diese Verlegungsart ist eine Erweiterung der Zweirohrheizung. Dabei ist die Gesamtlänge und damit der Rohrreibungsverlust vom Wärmeerzeuger bzw. der Wohnungsübergabestation zum Verbraucher immer gleich. Regelventile zum hydraulischen Abgleich der Heizkörper können entfallen. Das Leitungssystem ist einfach zu berechnen.



**Einzelheizungsprinzip:** Jede Heizfläche wird vom Heizkreisverteiler einzeln angefahren. Da die Leitungslängen unterschiedlich sind, ist eine genaue Rohrnetzberechnung mit einem hydraulischen Abgleich zwingend erforderlich. Dieses Prinzip wird vor allem bei Fußbodenheizung und anderen Flächenheizsystemen angewendet.

**Überstromprinzip:** Die einzelnen Wohnungsebenen werden je nach Funktion nur von einer Zu- oder Abluftleitung versorgt. Im Raumverbund strömt die Luft zu den Abluftelementen. Die einzelnen Abzweige werden von einer zentralen Leitung aus bedient. Um Schallübertragung (Telefonieeffekt) zu vermeiden sind an jeden Abzweig entsprechende Schalldämpfer anzubringen.

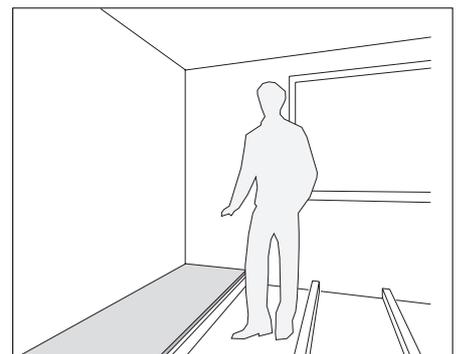
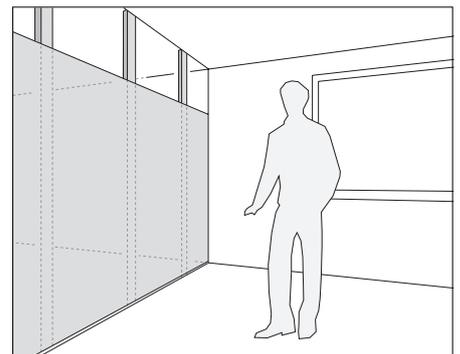
Abb. 3.21 Möglichkeit der Lüftungsinstallation



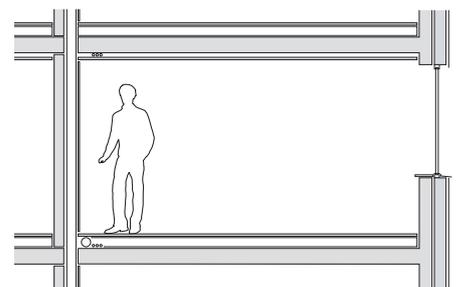
## Trennung und Entkopplung der Installationen von Tragwerk und Ausbau

Die Art der Verbindung von Konstruktion, Ausbau und haustechnischen Installationen ist entscheidend für den Grad an Flexibilität, für eine einfache Erweiterung und für einen leichten Austausch von Leitungen und Rohren. Je weniger die Elemente ineinander greifen und je mehr sie voneinander getrennt sind, desto leichter können sie nachträglich verändert und ausgebaut werden. Miteinander verklebte oder vergossene Baustoffe bereiten auch beim Rückbau und im Recycling Probleme. Diese Aspekte werden in Zukunft eine große Bedeutung haben. Aufgrund der langen Lebenszeit eines Gebäudes muss darum heute schon auf wieder lösbare Verbindungen geachtet werden. Die Entflechtung ist ein wesentliches Planungs- und Ausführungsziel für eine flexible und vorgefertigte haustechnische Installation.

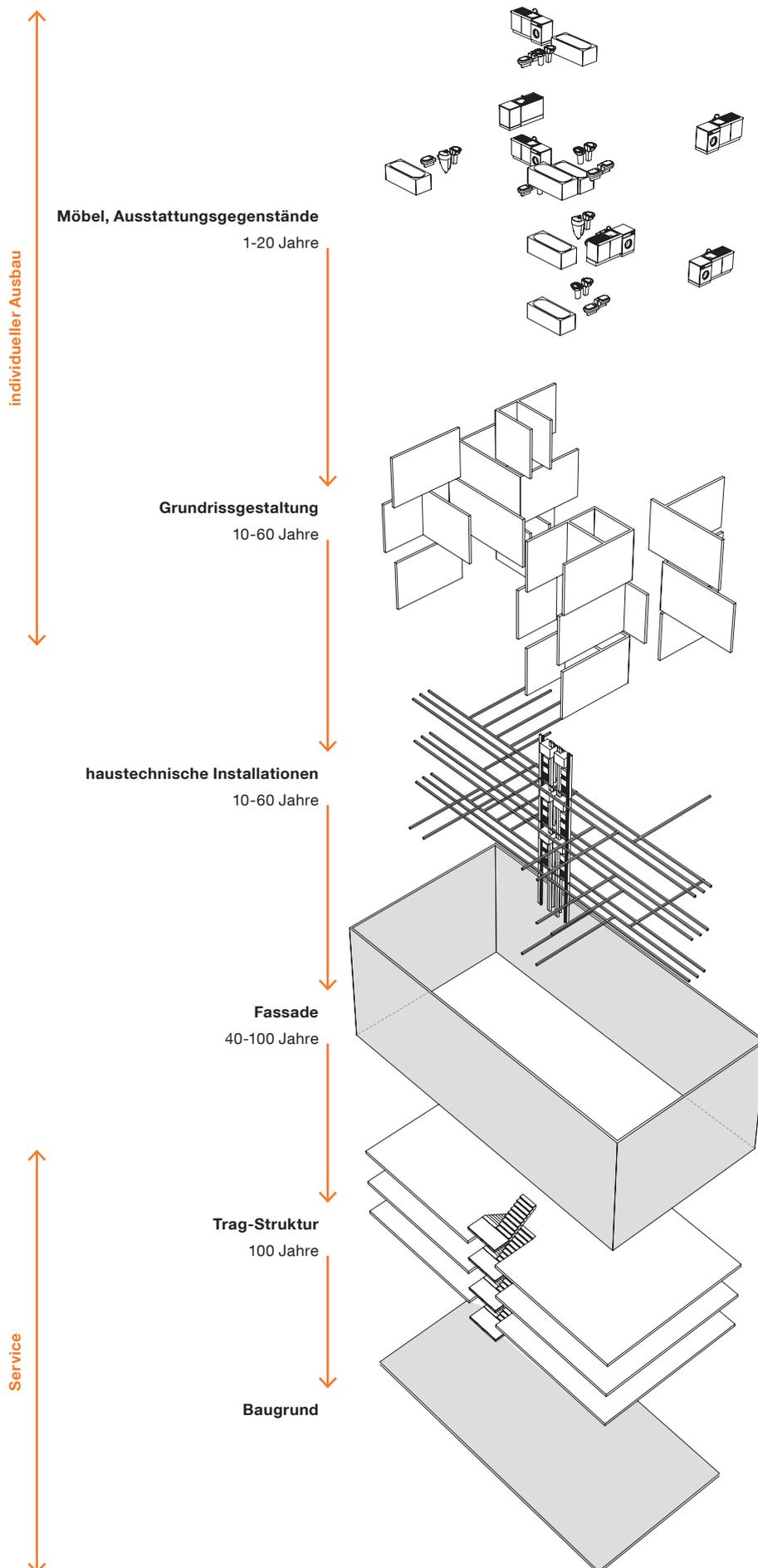
**Haustechnikinstallation als Zwischenebene** Die einzelnen Bauelemente unterscheiden sich in ihrer Haltbarkeit und ihrem gewünschten Maß an Veränderbarkeit während der Nutzungsphase. In einem Gebäude ergeben sich daraus verschiedene Hierarchiestufen. Übergeordnete Elemente bilden die Plattform für Unterstrukturen. Sie legen die Rahmenbedingungen für die Gestaltung und die mögliche Variabilität der Unterstrukturen fest. Das Tragwerk des Gebäudes stellt dabei die Grundstruktur dar. In diese können die Unterstrukturen wie Fassade und Raumteilende Ausbauelemente eingebaut werden. Die Ebene der Ausbauelemente bietet wiederum eine Plattform für Möbel und temporäre Elemente. Strukturen, die für alle vorgegeben sind, wie zum Beispiel die Tragstruktur oder Erschließungen, dienen als Service. Diese Servicestrukturen sind in einem Gebäude auf Langfristigkeit ausgerichtet und können von allen verwendet werden. Sie bieten Schutz und Sicherheit. Dazu gehören der Wärme-, Schall- und Brandschutz. Dieser Service muss geprüft und verbindlich festgelegt werden. Er ist aus diesem Grund eng mit der Grundstruktur des Gebäudes verbunden und kann nur mit großem Aufwand umgebaut und nachträglich verändert werden. Individuelle Elemente sind Strukturen, die je nach Wohneinheit und Bewohner variieren können. Die individuellen Ausbauelemente können leicht und ohne große Zerstörung anderer Strukturen verändert und ausgetauscht werden. Ihre Lebensdauer ist eher auf kurze Zeit ausgerichtet. Haustechnische Installationen befinden sich in einem Bereich zwischen individuellen Ausbauelementen und Konstruktion. Sie sind sowohl Service, der allen Wohneinheiten dient, wie auch individuelle Elemente, die je nach Benutzerwunsch gestaltet und eingebaut werden. Ihre Haltbarkeitsdauer liegt mit 15 bis 60 Jahren zwischen der Lebenserwartung von Ausbauelementen und der von konstruktiven Elementen. Die Anforderungen an die Veränderbarkeit während der Nutzungsphase sind für Elektro- und Datenleitungen ähnlich wie für Möbel und temporäre Elemente. Wasser- und Abwasserleitungen werden meistens erst nach einem Sanierungszyklus von 30 Jahren neu verlegt. Haustechnische Installationen greifen bei der Befestigung in konstruktive Elemente ein. Ihre Eingänge und Auslässe befinden sich in Ausbauelementen. Bei haustechnischen Installationen sind die Schutzanforderungen, die als Service für alle angesehen werden, eng mit dem individuellen Ausbau verknüpft. Der notwendige Schallschutz für die Vermeidung von Installationsgeräuschen und Geräuschübertragungen durch die Installationen (Telefonieeffekt) ist an die Rohrleitung gebunden. Brandschutzanforderungen bei der Trassenführung und bei Durchdringungen sind abhängig vom Medium und der Rohrleitung. Haustechnische Installationen bilden damit eine Ebene zwischen Konstruktion, Service und individuellen Ausbauelementen.



**Abb. 3.22** Trennung von Konstruktion und Ausbau am Beispiel einer Leichtbauwand als Ständerkonstruktion und eines Bodenaufbaus mit Trockenestrich



**Abb. 3.23** Voneinander unabhängige Ebenen ermöglichen eine Abgrenzung der Gewerke und damit eine Abgrenzung der Gewährleistung.

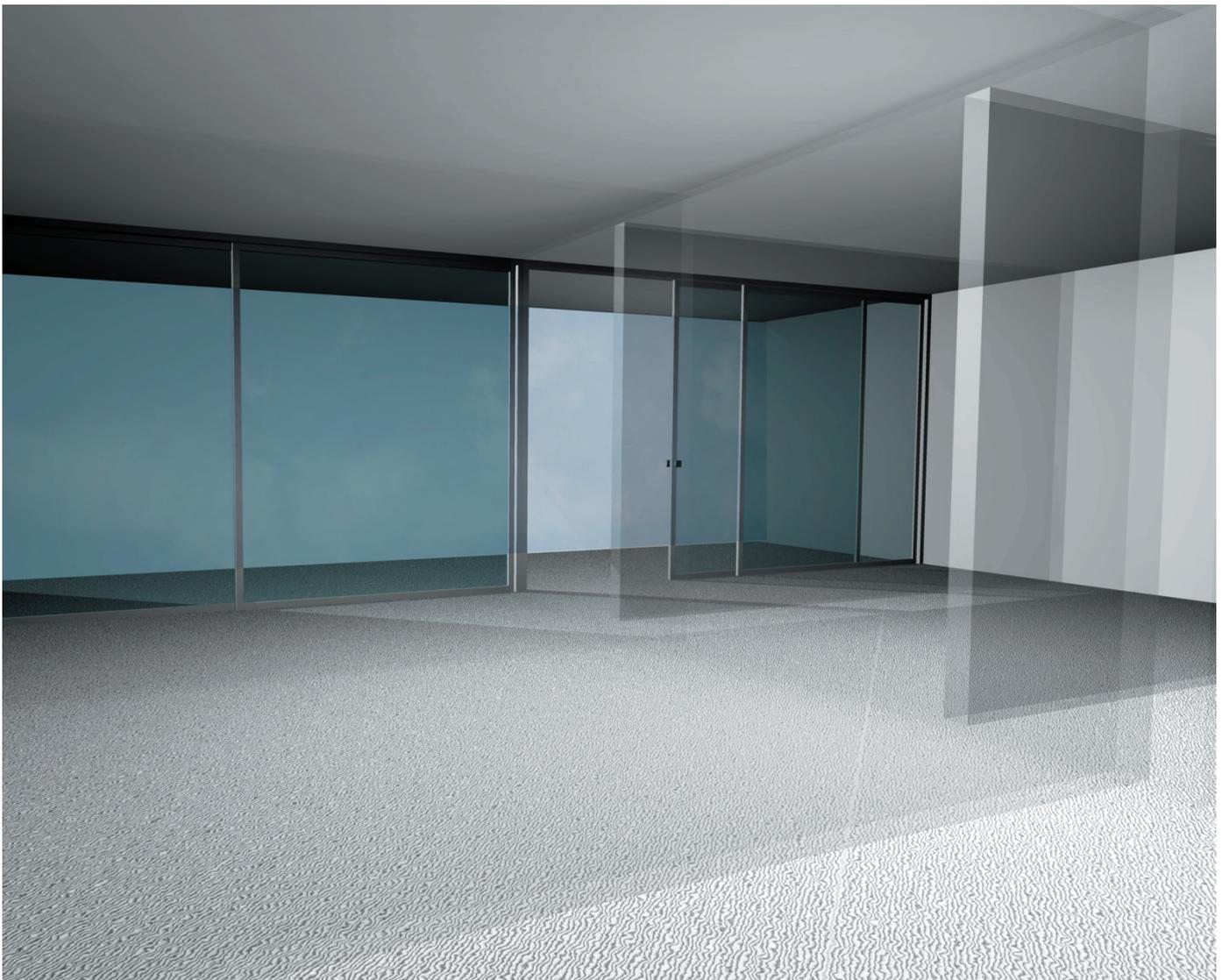


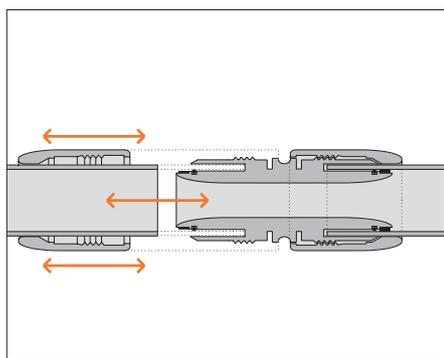
**Abb. 3.24** Trennung der Hierarchiestufen eines Gebäudes aufgrund ihrer Haltbarkeit und dem gewünschten Maß an Veränderbarkeit ermöglicht individuelle Gestaltung in einem vorgegebenen Rahmen. Wichtig ist hierbei die Trennung und Entkopplung von Konstruktion, haustechnischen Installationen und Ausbauelementen. Angelehnt an das Konstruktionsprinzip „Open Building“ [KENDALL 2000]

**Unabhängigkeit der Trassenführung** Um dennoch eine leichte Trennung zwischen Installationen und Konstruktion sowie Installationen und Ausbauelementen zu erreichen, ist eine weitgehende Unabhängigkeit der Ebenen notwendig. Diese Entkoppelung der Ebenen kann durch klar abgegrenzte Versorgungstrassen und die Vermeidung von Leitungsführungen in konstruktiven Elementen und in leicht veränderbaren Ausbauelementen gewährleistet werden. Für die Positionierung der Installationstrassen im Raum ist eine Anordnung im Bereich der Decken, Böden und der Fassade sinnvoll. Innenwände können dabei frei versetzt und Wanddurchbrüche ohne Beeinträchtigung oder Umgehung von Leitungsführungen durchgeführt werden.

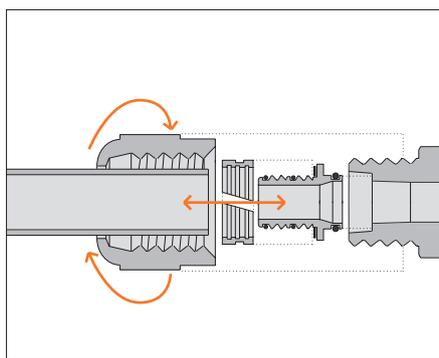
**Abgrenzung der Gewerke** Durch die Trennung von Installationen und konstruktiven Elementen sowie von Installationen und Ausbauelementen wird eine bessere Abgrenzung der Gewerke bei Produktion und Montage ermöglicht. Die Konstruktion kann ohne aufwändige Koordinierung mit den Installationsgewerken errichtet werden. Ausbauelemente können ohne Berücksichtigung von Installationstrassen eingebaut werden. Wenn haustechnische Installationen nicht in den gesamten Fertigungsprozess integriert werden müssen, sondern auf bestimmte, klar abgegrenzte Bereiche beschränkt und weitgehend unabhängig erstellt werden, kann der Produktionsablauf optimiert und Kosten eingespart werden.

**Abb. 3.25** Flexible Grundrissgestaltung mit nicht-tragenden Wänden: Diese können in der Planungs- und in der Nutzungsphase nach den Wünschen der Bewohner verhältnismäßig einfach verändert werden. Die Vermeidung der Trassenführung in diesen Wänden erhöht die Flexibilität.

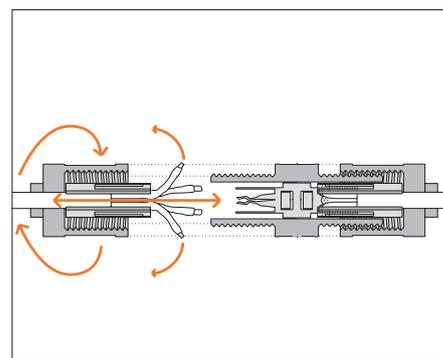




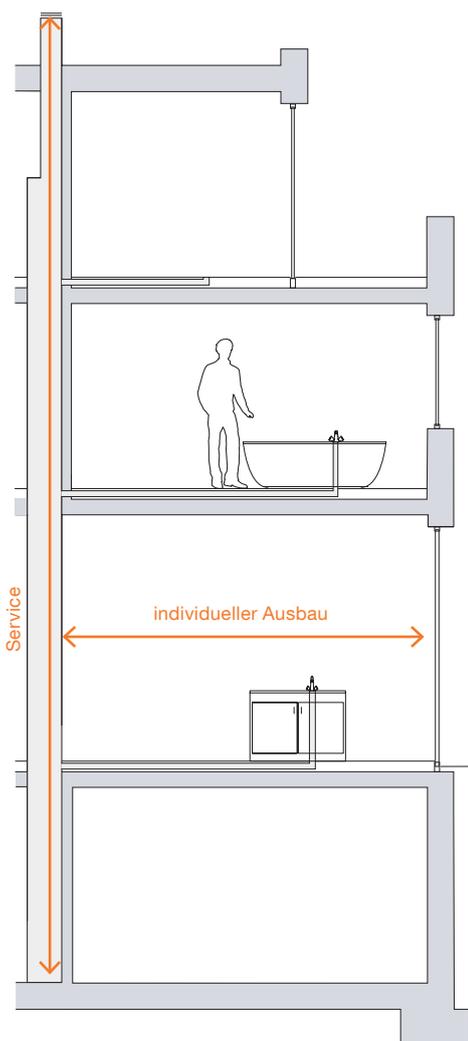
**Abb. 3.26** Steck-System zur reversiblen Verbindung von Wasser und Gas führenden Rohren



**Abb. 3.27** Flexibles und wiederverwendbares Schraub-System für Wasser und Gas führende Leitungen



**Abb. 3.28** Wiederverwendbares Schraub-System für Strom und Daten führende Kabel mit automatischer Isolierung der einzelnen Adern



**Abb. 3.29** Hierarchische Trennung der Installationen in allgemeinen Service und Möglichkeit zu individuellem Ausbau

**Abgrenzung der Gewährleistung** Die Abgrenzung der Ebenen führt auch zu einer leichteren Abgrenzung der einzelnen Gewährleistungen der verschiedenen Gewerke. Installationen werden nicht zusammen mit dem Rohbau eingebracht. Ausbauelemente können weitgehend ohne Rücksicht auf Installationen eingebaut werden. Die Verschränkung entfällt und damit auch die in der Praxis auftretenden Probleme wie zum Beispiel die Beschädigung der Luftdichtigkeitsebene durch haustechnische Einbauten oder das unkoordinierte nachträgliche Erstellen von zusätzlichen Aussparungen in der konstruktiven Ebene und die damit oftmals verbundene Missachtung von Schall- und Brandschutz durch das einbauende Gewerk.

**Detaillierung der Schnittstellen** Dennoch bleiben Schnittstellen zwischen den einzelnen Bereichen. Diese sind möglichst unabhängig voneinander, mit entsprechenden brand- und schallschutztechnisch optimierten Schutzzonen, sowie leicht trennbar auszubilden. Dafür gibt es keine fertigen Produkte oder Detaillösungen. Diese Richtlinie muss individuell bei jeder Detailausbildung von allen Gewerken berücksichtigt werden.

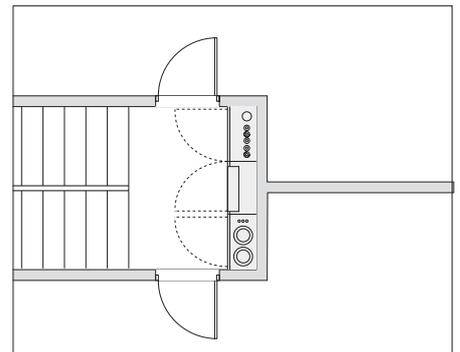
**Plug-and-Play** Daneben müssen einzelne Leitungen von der Trasse für einen Austausch oder eine Erweiterung getrennt werden können. Dafür erscheint es notwendig, Rohre und Leitungen einfach an- und abzukoppeln. Auf dem Markt befinden sich verschiedene wiederverwendbare Fittings und Schellen. Sie können mit Hilfe von Steck- oder Schraubverbindungen Leitungen und Rohre zusammenführen und reversibel trennbar machen. Diese Produkte sind einer dauerhaften Verpressung, Verschweißung oder Verklebung vorzuziehen. Mehrkosten sollten über die gesamte Lebensdauer bewertet werden. Von einer generellen Wirtschaftlichkeit durch eine starke Unabhängigkeit von Installation und Konstruktion wie von Installation und Ausbau kann dabei nicht ausgegangen werden. Für jede Einbausituation sind entsprechende Details auszuarbeiten und zu prüfen.

## Dauerhafte Zugänglichkeit

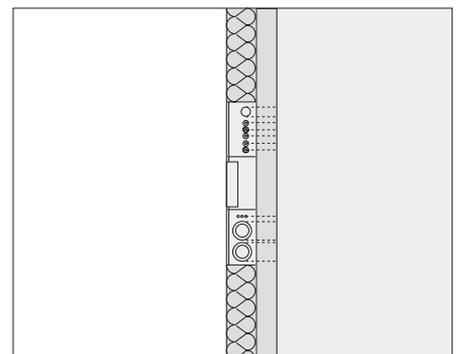
Eine gute Zugänglichkeit der Installationstrassen ermöglicht eine leichte Wartung sowie eine einfache Erweiterung und einen leichten Ausbau der Komponenten. Sie ist für eine hohe Flexibilität und große Wirtschaftlichkeit unerlässlich. Zugänglichkeit bedeutet dabei zum einen, dass entsprechend große Öffnungen für den Ein- und Ausbau von Leitungen und technischen Komponenten vorhanden sind. Zum anderen müssen die Verkleidungen der Öffnungen leicht und ohne Zerstörung der Oberfläche abzunehmen sein.

**Außerhalb der Wohneinheiten** Die Anordnung der haustechnischen Installationen im Grundriss beeinflusst die Zugänglichkeit. Trassen, die von außerhalb der Wohneinheit zugänglich sind, vereinfachen die Wartungsarbeiten. Hausmeister und Handwerker sind nicht auf die Anwesenheit der Bewohner angewiesen. Für Reparaturen muss die Wohnung nicht betreten werden. Dies reduziert die Belästigung der Bewohner durch Schmutz und Lärm. Bei Defekten, wie zum Beispiel einem Rohrbruch, können die Arbeiten schnell von außerhalb erledigt werden. Die Schäden können eingegrenzt und durch eine rasche Schadensbehebung reduziert werden. Dies kann zu einer hohen Wirtschaftlichkeit über die gesamte Lebensdauer führen. Werden Messeinrichtungen ebenfalls außerhalb der Wohneinheit montiert, kann das Austauschen von geeichten Geräten unabhängig von der Anwesenheit der Bewohner vorgenommen werden. Sind zusätzliche dezentrale Geräte, wie zum Beispiel Lüftungsgeräte oder dezentrale Warmwassererzeuger, von außerhalb der Wohneinheit zugänglich, können Reinigungsarbeiten wie Filterwechsel oder Entkalkung leicht vom Hausmeister oder Handwerker durchgeführt werden.

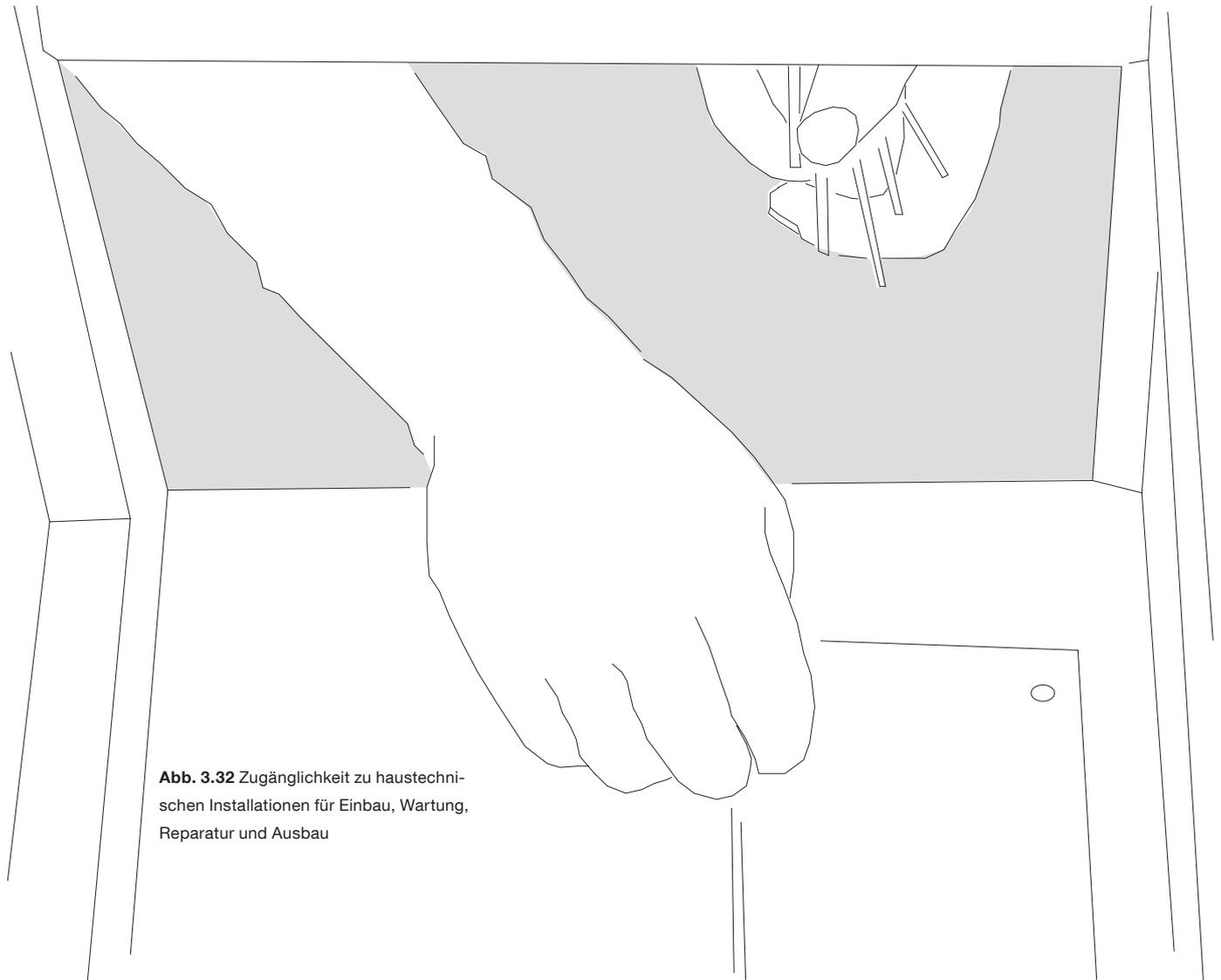
**Gestaltung der Zugänglichkeit** Die Art der Revisions- und Wartungsöffnungen ist abhängig von den Anforderungen an sie. Je nachdem ob nur Messinstrumente in großen zeitlichen Abständen abgelesen, Absperrventile geöffnet und geschlossen, Reinigungsöffnungen für die jährliche Wartung vorgehalten, Filter bei dezentralen Lüftungsanlagen gereinigt oder Leitung ausgetauscht und erweitert werden, sind unterschiedlich große Öffnungen und unterschiedliche Anforderungen an die Zugänglichkeit notwendig. All diese Anforderungen können durch mehrere Öffnungen ermöglicht werden. Übereinanderliegend kann entweder nur ein Abschnitt oder die ganze Installationswand zugänglich gemacht werden. Dies erfordert einzelne Unterteilungen, die für sich geöffnet und entsprechend der gestalterischen Anforderungen geschlossen werden können. Eine Vielzahl von Öffnungen benötigt mehrere Scharniere und Befestigungen. Dafür können einzelne Bereiche je nach Bedarf geöffnet werden. Nicht so häufig benötigte Öffnungen können mit Möbeln oder Hängeschränken verstellt werden. Je seltener die Zugänglichkeit benötigt wird, desto größer fällt meist auch der Gesamtaufwand der Reparaturen und Wartungen aus. Das jährliche Ablesen einer Messeinrichtung ist anders zu bewerten als das alle 10 bis 30 Jahre notwendige Austauschen oder Erweitern einer Leitung. Eine andere Möglichkeit ist eine großflächige Öffnung über die gesamte Trasse. Auch hier müssen entsprechende gestalterische Anforderungen an die Oberfläche berücksichtigt werden. Ein dauerhaft zu öffnender Bereich bedeutet Einschränkungen für die Stellfläche und Benutzung vor der Öffnung. Dafür werden nur vergleichsweise wenige Befestigungen benötigt und die Gestaltung der Fugen kann raumhoch an einer Stelle einfacher erfolgen als mit vielen Unterteilungen in einer Fläche.



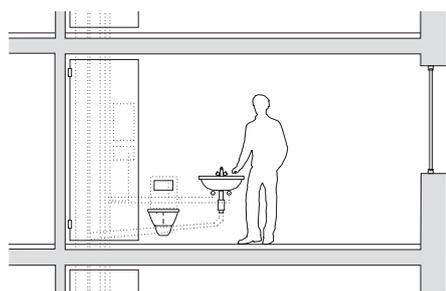
**Abb. 3.30** Zugänglichkeit zu den Installationstrassen außerhalb der Wohneinheit durch das Treppenhaus: Die Schichtwände, die Abschlüsse der Öffnungen und die innenliegenden Dämmungen müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Die Feuerwiderstandsdauer muss der höchsten im Treppenraum geforderten Feuerwiderstandsdauer entsprechen (mind. EI 30( $v_h, i < \rightarrow$ )-S = I30).



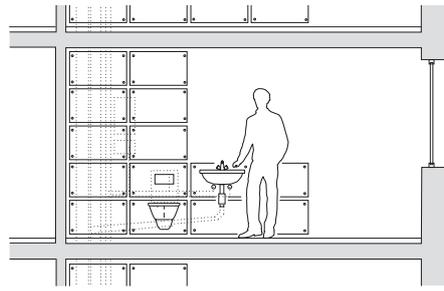
**Abb. 3.31** Zugänglichkeit zu den Installationstrassen außerhalb der Wohneinheit über Positionierung der Installationen an der Gebäudehülle



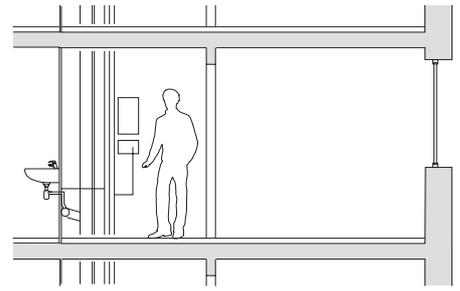
**Abb. 3.32** Zugänglichkeit zu haustechnischen Installationen für Einbau, Wartung, Reparatur und Ausbau



**Abb. 3.33** Zugänglichkeit über die gesamte Trassenhöhe durch eine Türöffnung



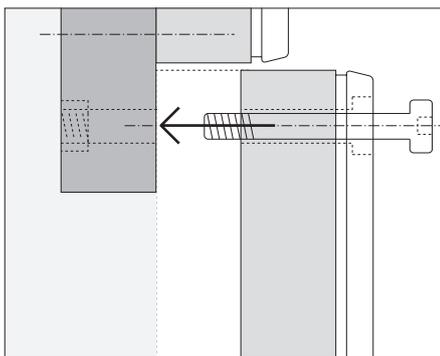
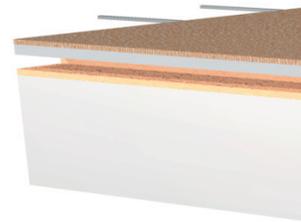
**Abb. 3.34** Differenzierte Zugänglichkeit durch abnehmbare Einzelplatten für die gesamte Technikinstallation



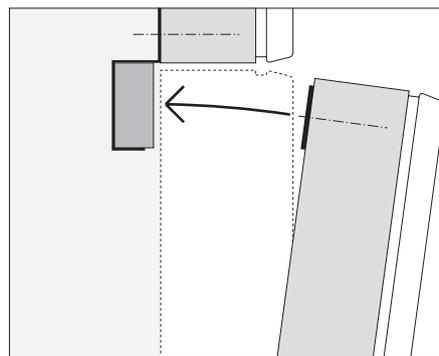
**Abb. 3.35** Dauerhafte Zugänglichkeit zu den Leitungen und Technikkomponenten durch eigenen Technik- oder Abstellraum im Anschluss an die Nassräume: Der Raum muss entsprechenden brand- und schallschutztechnischen Anforderungen genügen.

Revisions- und Wartungsöffnungen sind leichter zu integrieren, wenn die Anforderungen an die Oberflächengestaltung geringer sind. Für geflieste Bereiche gibt es entsprechende Produkte auf dem Markt. Diese ermöglichen jedoch nur eine verhältnismäßig kleine Revisionsöffnung und sind nur mit gestalterischen Konsequenzen in die Oberfläche zu integrieren. Öffnungen im Flurbereich oder in Abstellräumen können als Schrank ausgebildet werden. Unabhängig von der Detailsausbildung ist es notwendig, bei Bedarf die gesamte Trassenlänge und -höhe zugänglich zu machen. Dabei ist die Sicherung des Brand-, Schall- und Wärmeschutzes im Schacht trotz Öffnbarkeit zu gewährleisten. Dies erfordert eine entsprechende Fugenausbildung und sichere Verschließbarkeit der Öffnung, wenn der Schacht zum angrenzenden Raum hin abgeschottet werden soll. Werden die Durchstoßungspunkte geschottet und ist der Schacht zu dem sich öffnenden Raum hin nicht besonders zu behandeln, sind die Anforderungen an die Öffnung geringer. Eine weitere Möglichkeit stellt ein eigener Technikraum, der an die Nassbereiche angrenzt, dar. In ihm können die Leitungen und Rohre beliebig geführt werden. An seinen Wänden können Technikkomponenten wie Sanitärelemente beliebig montiert werden. Wärme-, Schall- und Brandschutz ist durch den Raum zu gewährleisten. Die Türen sind entsprechend abzudichten. Auch wenn der Technikraum eine Einschränkung für die Grundrissgestaltung darstellt, kann er zusätzliche Funktionen erfüllen. Je nach Position in der Wohneinheit kann er Garderobe, Abstellraum, Kellerersatzraum oder Speisekammer sein.

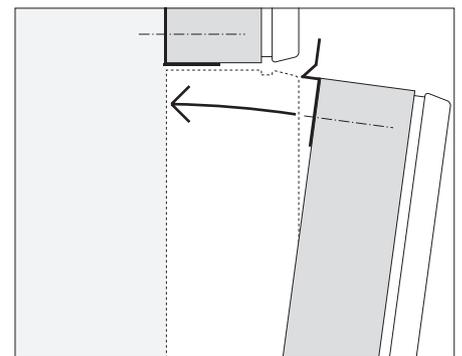
**Alle Trassen zugänglich** Die Zugänglichkeit bezieht sich aber nicht nur auf die vertikale Trasse. Auch die horizontale Verteilung ist zugänglich auszubilden. Hier ist die Veränderungsflexibilität höher als im vertikalen Schacht. Zusätzliche Anschlüsse müssen erstellt und weitere Leitungen - vor allem Elektro- und Datenkabel - eingezogen werden. Der Brandschutz spielt hier eine geringere Rolle, da die Trasse nur in einem Brandabschnitt und innerhalb einer Wohneinheit verlegt ist. Die Zugänglichkeit kann damit über abnehmbare Abdeckungen und Verblendungen ermöglicht werden. Dabei sollten Verschraubungen oder Steck-Systeme so ausgeführt sein, dass sie auch nach mehrmaligem Öffnen und Schließen noch funktionstüchtig sind und die Ansprüche einer hochwertigen Gestaltung erfüllen. Bei der Detailsausbildung ist auf eine einfache Öffnung mit handelsüblichen Werkzeugen, eine entsprechende Haltbarkeit der Befestigung sowie die Tragkraft der



**Abb. 3.36** Verschraubung der Öffnung. Diese Bauart ist notwendig im Bereich von Treppenträumen und notwendigen Fluchtwegen. Die Baumaterialien müssen den Anforderungen der Treppenträume entsprechen (mind. EI 30( $v_h$ ,  $i < > o$ )-S = I30). Die Öffnungen müssen eine umlaufende Dichtung aus dämmschichtbildenden Systemen haben (mind. EI<sub>2</sub>30-CS<sub>200</sub> = T30).



**Abb. 3.37** Magnetische Befestigung der Verkleidung



**Abb. 3.38** Klick-System für eine zerstörungsfreie Zugänglichkeit der Leitungstrasse

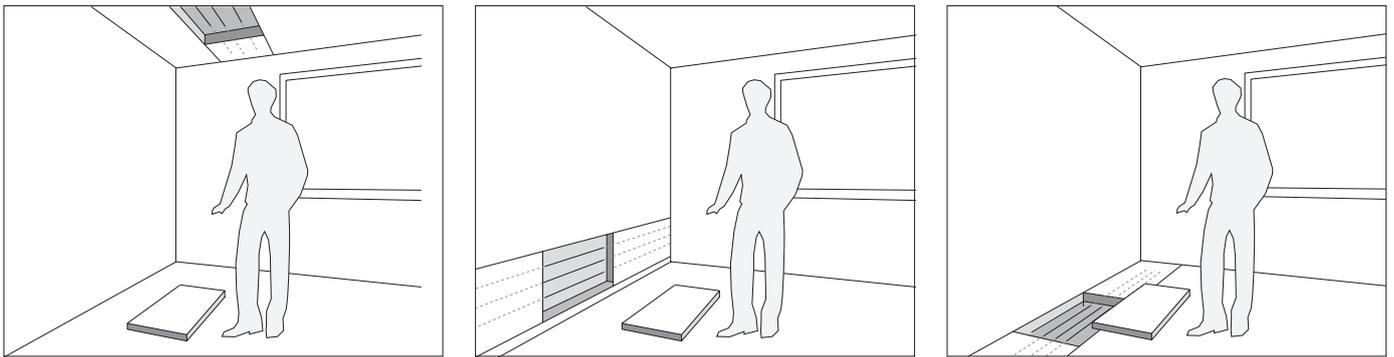


Abb. 3.39 Zugängliche Öffnung für eine Deckentrasse, eine Wandtrasse, eine Bodentrasse

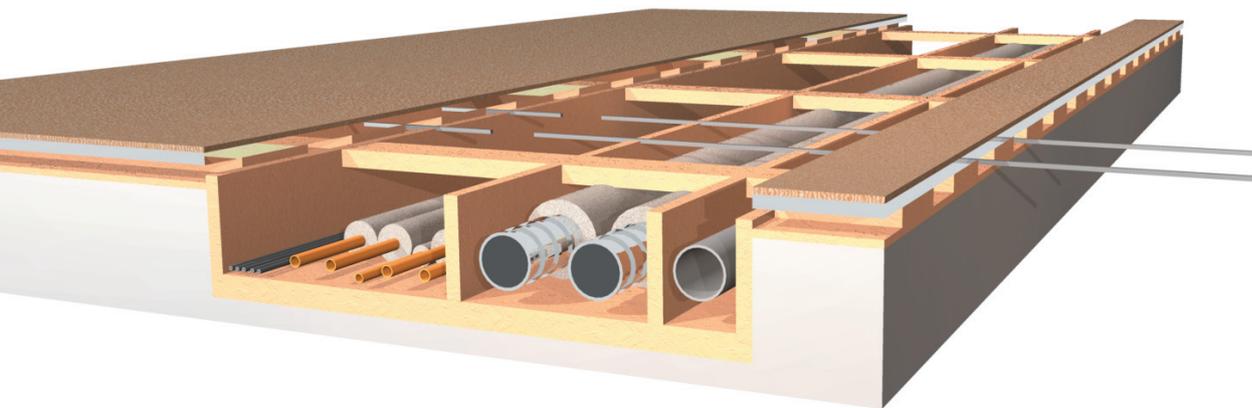


Abb. 3.40 Geöffnetes Boden-Decken Element mit vorgefertigter Trassenführung und eingelegten Rohrleitungen

Verbindung zu achten. Im Bodenbereich können abnehmbare Platten wie bei Doppelbodensystemen eingesetzt werden. Auf dem Markt sind Systeme, die mit unterschiedlichen Oberflächen bespielt werden können und so zu einer hohen Nutzerakzeptanz führen. Wichtig sind eine entsprechende Belastungsmöglichkeit des Bodens, entsprechende Trittschalldämmung und die weitgehende Reduzierung des „hohl klingenden“ Doppelboden-Geräusches.

**Priorität der Leitungen** Die Zugänglichkeit betrifft auch die Anordnung der Leitungen und Rohre in der Trasse. Alle Leitungen sollten mit Hilfe von Revisions- und Wartungsöffnungen einfach zugänglich sein. Für die Wartung und Reinigung müssen Werkzeuge im Bereich der Leitungen verwendet werden. Dafür ist eine entsprechende Position der Verbindungsstelle und eine werkzeugspezifische Platzreserve notwendig. Bei im Werk vorgefertigten und als fertige Elemente auf der Baustelle eingebauten Trassen ist die Position der Anschlüsse zu berücksichtigen. Aus Transportgründen und um Beschädigungen zu vermeiden dürfen die Leitungsenden nicht zu weit über die normalen Wand- oder Deckenmaße hinausragen. Dennoch müssen die Rohrenden gut ineinander greifen und einfach mit entsprechendem Werkzeug zu montieren sein. Keine Leitung sollte erst ausgebaut werden müssen, um eine andere Leitung zugänglich zu machen. Dies beeinflusst die Positionierung der Leitungen im Schacht.

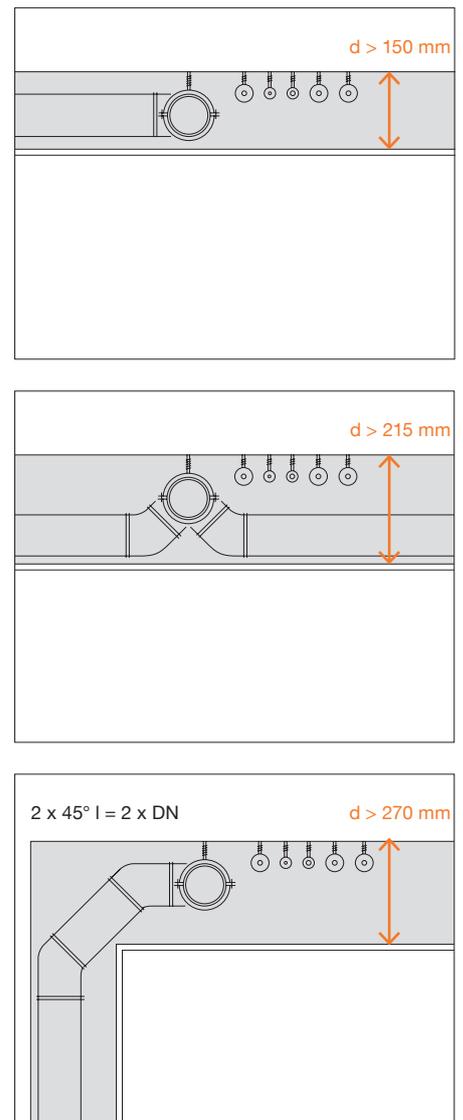
Alle Optionen, die eine hohe Zugänglichkeit ermöglichen, sind mit einer aufwendigeren Planungsleistung in der Detailausbildung, einem größeren Platzbedarf und höheren Baukosten verbunden. Diese müssen jedoch über die gesamte Lebensdauer bewertet werden. Von einer generellen Wirtschaftlichkeit durch gute Zugänglichkeit kann dabei nicht ausgegangen werden. Entsprechend der Einbausituation und der vorgegebenen Randbedingungen sind Details auszuarbeiten.

## Platzreserven

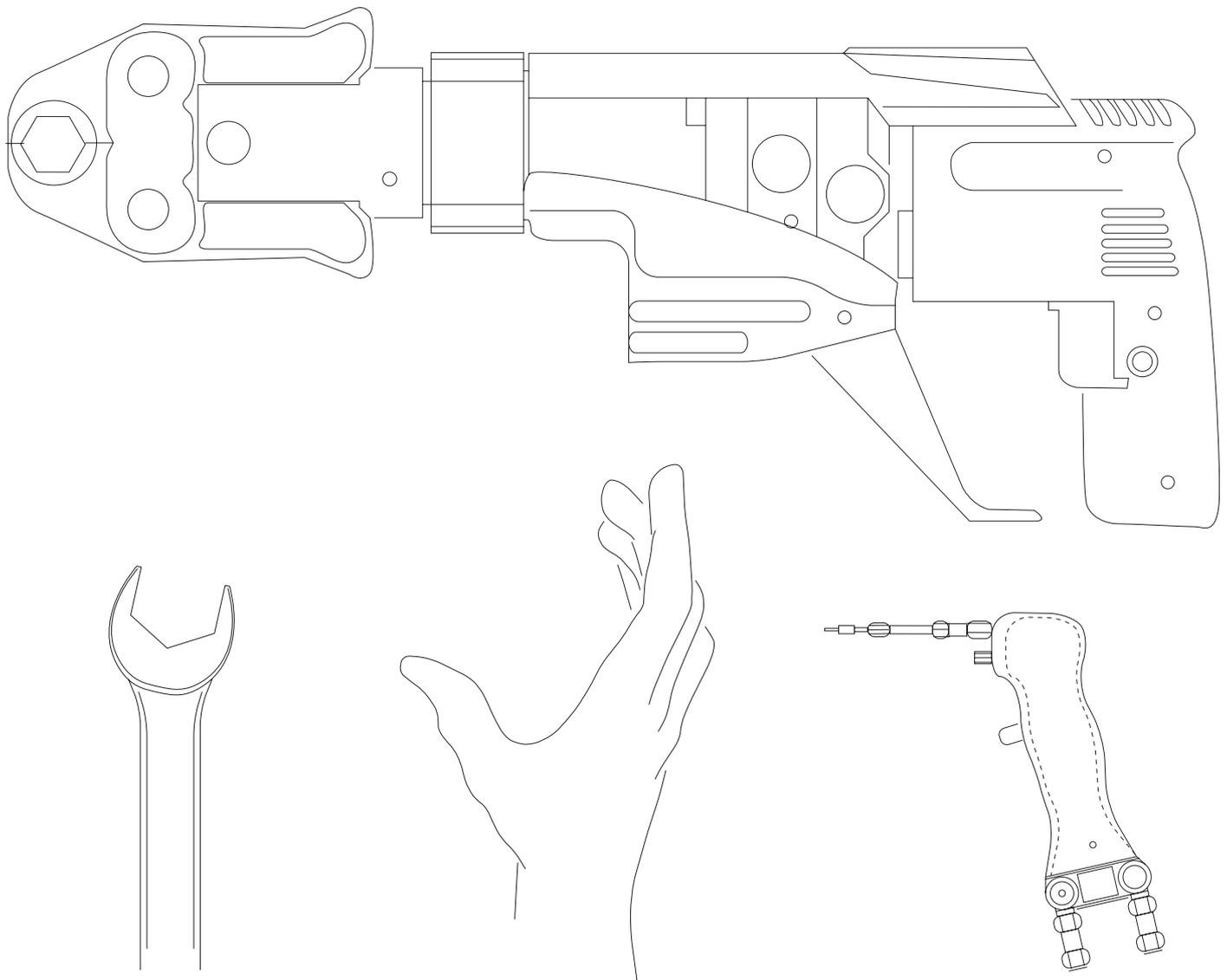
Die Vorfertigung im Werk kann geringere Abmessungen der Leitungsführung als bei einem Einbau auf der Baustelle ermöglichen. Die unabhängig von der Konstruktion gefertigten Schächte sind im Werk von allen Seiten zugänglich. Alle Leitungen und Rohre können Gewerke übergreifend gleichzeitig und damit ohne Rücksicht auf zusätzlichen Montageraum eingebaut werden. Durch die Möglichkeit der Qualitätssicherung und -prüfung im Werk können die Rohrleitungen nochmals enger verlegt werden als beim Einbau auf der Baustelle.

Für eine hohe Flexibilität sind jedoch ein entsprechender Mehrbedarf an Platz im Schacht und größere Revisionsöffnungen einzuplanen. Da die Schachtgröße und entsprechende Aussparungen bei Decken- und Wanddurchbrüchen eng mit der angrenzenden Konstruktion verknüpft sind, ist eine Erweiterbarkeit von Anfang an einzuplanen.

**Zukunft planen** Je nach aktuellem Ausstattungsstandard können für die Zukunft entsprechende Platzreserven notwendig sein. Heute schon gibt es im Wohnungsbau den Wunsch nach kontrollierter Be- und Entlüftung. In Zukunft kann dieser Wunsch zum Standard werden, der in den Wohneinheiten nachgerüstet werden muss, um Wiederverkauf oder Vermietung auch in Zukunft zu ermöglichen. Im Bereich der Raumkonditionierung können in Zukunft auch Kühlmöglichkeiten gewünscht werden. Ist dies nicht über eine vorhandene Flächenheizung, die im Sommer um die Kühlfunktion erweitert werden kann, möglich, werden zusätzliche Leitungen benötigt. In Zukunft wird Wasser ein noch kostbareres Gut werden. Für einen sparsamen Verbrauch von Trinkwasser, kann Grauwasser (fäkalienfreies, fettfreies, gering verschmutztes Abwasser, aus Dusche, Bad Waschbecken oder Waschmaschine) als Betriebswasser zum Beispiel zur Toilettenspülung verwendet werden. Dafür ist ein eigenes Entwässerungssystem und eine eigene Betriebswasser-Versorgung für die Toiletten notwendig. Platz dafür sollte heute schon eingeplant werden. Die Entwässerungsleitungen wie auch die Trink-, Warm- und Kaltwasserleitungen sind meist schon entsprechend groß dimensioniert, so dass hier nur eine veränderte Position der Sanitärobjekte eine Veränderung der Rohrleitungen bedeutet. Daten und Kommunikation werden in Zukunft im Wohnbereich eine große Rolle spielen. Hier werden für eine Erstinstallation beziehungsweise eine Erweiterung heute oftmals drahtlose Verbindungen verwendet. Doch die kabelgebundene Verteilung von Daten wird auch in Zukunft eine wichtige Rolle spielen. Der Platz für diese Leitungen ist in den vertikalen und horizontalen Trassen vorzuhalten, wenn die Installation auf die Zukunft ausgerichtet sein soll. Für die zukünftige Erweiterbarkeit erscheint eine minimale Platzreserve von zwei gedämmten DN150er-Leitungen in der zentralen Vertikaltrasse und zwei gedämmten DN125-Leitungen in der horizontalen Haupttrasse sinnvoll. Dies entspricht etwa dem Platzbedarf für die Rohrleitungen einer Be- und Entlüftungsanlage. Wird heute schon ein sehr hoher Technikstandard realisiert, sollten dennoch zusätzliche Leitungsreserven eingeplant werden.



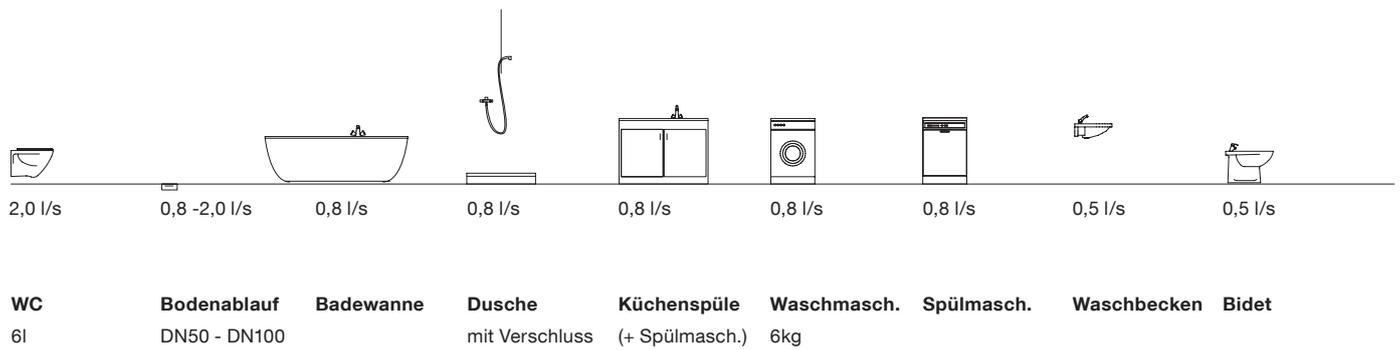
**Abb. 3.41** Platzbedarf für Entwässerungsleitung im Schacht bzw. in der Vorwand



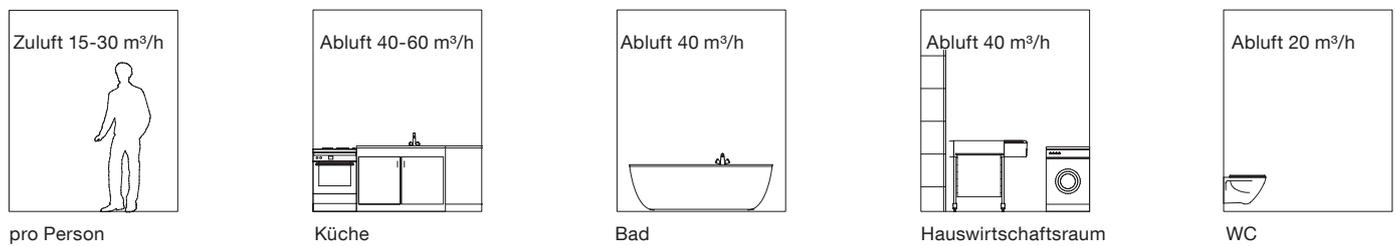
**Abb. 3.42** Werkzeuge zur Bearbeitung, Montage und Demontage von Rohrleitungen

**Montageraum** Nicht nur der Platzbedarf für eine spätere Erweiterung, sondern auch der Platzbedarf für Montage und Demontage bei Austausch und Erneuerung von Leitungen ist in der Planung von Installationstrassen zu berücksichtigen. Dies ist besonders für Trassen, die mit minimalstem Platzbedarf montiert sind, entscheidend. Werkzeug zur Montage und Demontage benötigt entsprechenden Platz. Der Raum um die Verbindungen und die Anschlüsse muss für Reparatur, Austausch und Ersatz zugänglich sein. Dafür wird eine Platzreserve benötigt, die auf kurzem Weg, nicht abgewinkelt, leicht mit entsprechendem Werkzeug zu erreichen ist. Dem benötigten Platzbedarf für Erweiterung und Zugänglichkeit sollte auch in der Größe der Revisions- und Wartungsöffnung Rechnung getragen werden. Hierbei sind zusätzliche Reserven einzuplanen, da eine spätere Erweiterung der Öffnung nur schwer und nicht zerstörungsfrei möglich ist.

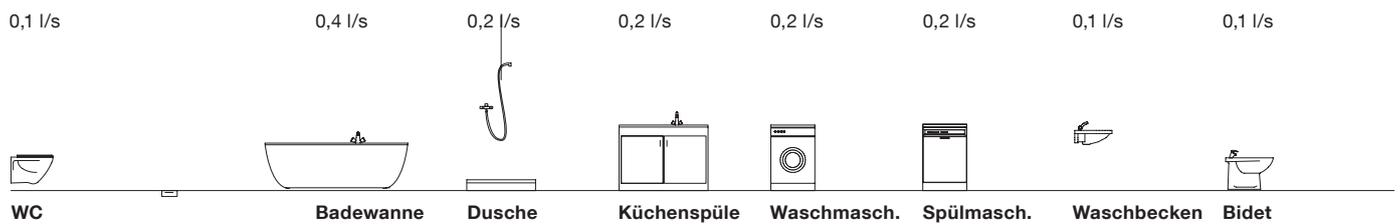
Alle Möglichkeiten, die eine größere Platzreserve ermöglichen, sind mit höheren Baukosten verbunden. Bei der Vergrößerung der Trasse kann es gleichzeitig zu einer Verringerung des Wohnraumes kommen. Dies erfordert eine Abwägung zwischen Wohnraum und Flexibilität der haustechnischen Installationen. Hier können keine allgemeingültigen Vorgehensweisen festgeschrieben werden. Auch hier gilt, dass für die spezifische Einbausituation und die individuellen Randbedingungen entsprechende Details auszuarbeiten und zu prüfen sind.



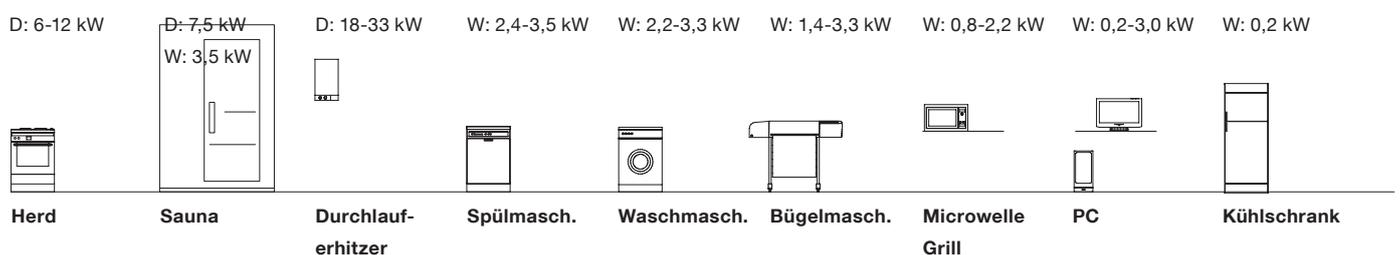
**Tabelle 3.2** Entwässerung: Anschlusswerte von im Wohnungsbau typischen Sanitäröbekten. Der Abflussbeiwert (DU = Design Unit) wird in Liter/s angegeben



**Tabelle 3.4** Lüftung: Luftvolumenstrom für bestimmte Raumkategorien. Luftwechselrate in der Wohneinheit: 0,4 h<sup>-1</sup> (Sommer) - 0,25 h<sup>-1</sup> (Winter)



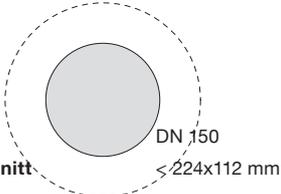
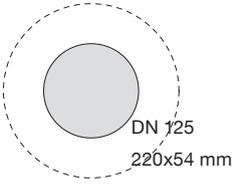
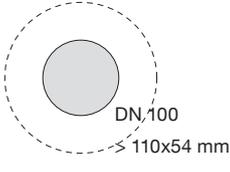
**Tabelle 3.6** Trinkwasser: Mindest-Entnahmedurchflüsse von im Wohnungsbau typischen Sanitäröbekten. [DIN EN 806-3]



**Tabelle 3.8** Strom: Anschlusswerte von im Wohnungsbau typischen Elektrogeräten. D = Drehstrom, W = Wechselstrom

<b>Nennweite der unbelüfteten Sammelanschlussleitung</b>	 DN 100	 DN 80	 DN 70	 DN 50
<b>maximal zulässige Summe der angeschlossenen Abflussbeiwerte</b>	16,0 l/s	13,0 l/s maximal 2 WCs	9,0 l/s keine WCs	1,0 l/s
<b>maximale Länge der unbelüfteten Sammelanschlussleitung</b>	10 m	10 m	4 m	4 m

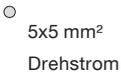
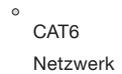
**Tabelle 3.3** Maximal zulässiger Abflussbeiwert (DU) für horizontale Entwässerungsleitungen bei im Wohnungsbau angenommener unregelmäßiger Benutzung: Die Werte beziehen sich auf das in Deutschland gängige System mit einem Füllungsgrad von 50%. [DIN 1986-100]

<b>Nennweite der Lüftungsleitung äquivalent bei rechteckigem Querschnitt</b>	 DN 150 < 224x112 mm	 DN 125 220x54 mm	 DN 100 > 110x54 mm
<b>maximale Luftmenge pro Stunde</b>	200 m³/h	130 m³/h	80 m³/h
<b>optimale Strömungsgeschwindigkeit</b>	3 m/s	3 m/s	2-3 m/s

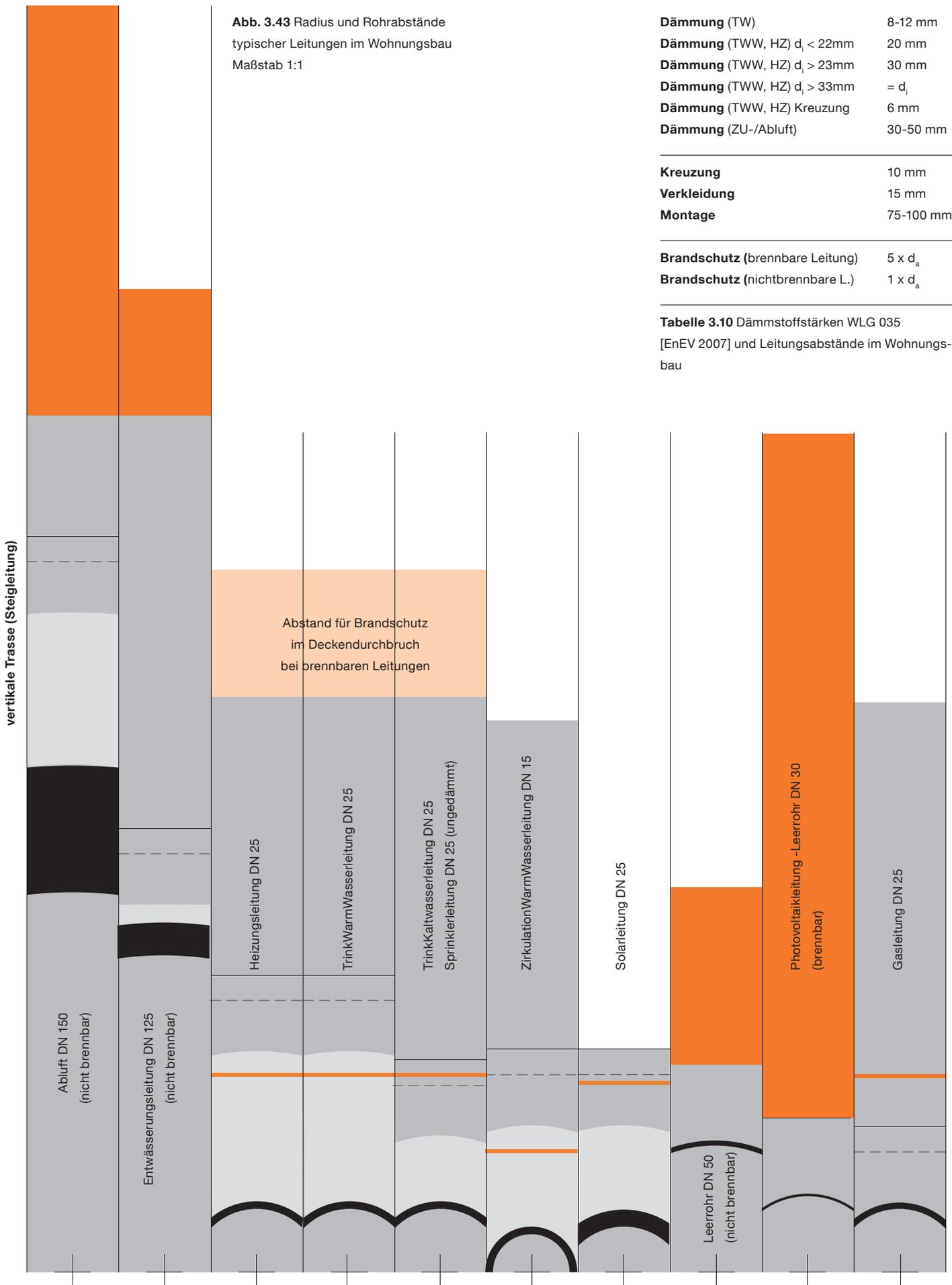
**Tabelle 3.5** Typische Lüftungsleitungen im Wohnungsbau; hinzu kommen 50-100 mm zusätzlich für Schalldämpfer zur Vermeidung von Telefonieeffekten.

<b>Nennweite der Kalt- oder Warmwasserleitung</b>	 DN 32 1 1/4"	 DN 25 1"	 DN 20 3/4"	 DN 15 1/2"
<b>maximale Summe der Mindest-Entnahmedurchflüsse</b>	16,5 l/s	5,0 l/s	2,0 l/s	0,6 l/s
<b>größter zulässiger Einzelwert von Mindest-Entnahmedurchflüssen</b>			0,8 l/s	0,4 l/s

**Tabelle 3.7** Typische Nennweiten von Kalt- und Warmwasser-Kupferleitungen im Wohnungsbau [DIN EN 806-3]

<b>Anzahl Adern x Nennquerschnitt CU</b>	 5x5 mm² Drehstrom	 2x6 mm² Solarleitung	 3x1,5 mm² Wechselstrom	 CAT6 Netzwerk
<b>maximale Absicherung</b>	36 A	36 A	16 A	
<b>maximale Leistung</b>	16,4 kW	450V	3,5 kW	
<b>Durchmesser</b>	14,9 mm	2x9,5 mm	8,2 mm	7,2 mm

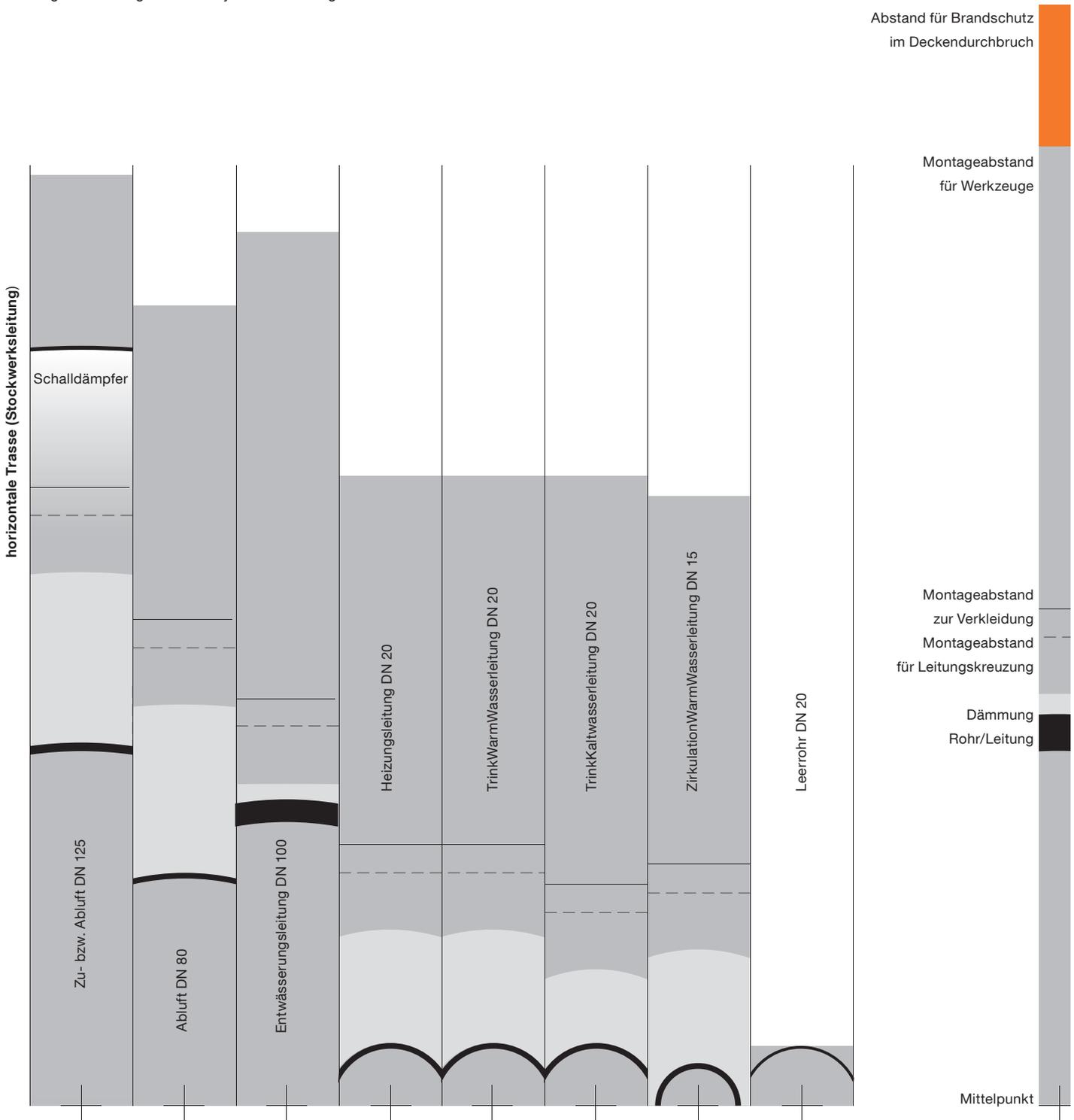
**Tabelle 3.9** Typische Elektro- und Datenleitungen im Wohnungsbau



$$\text{Innenquerschnitt der Heizungsleitung [m}^2] = \frac{\text{Heizleistung [kWh]} \cdot 0,8 \text{ [m/h]}}{(\text{T}_{\text{VL}} - \text{T}_{\text{RL}}) \text{ [K]} \cdot c \text{ [kJ/K kg]} \cdot D \text{ [kg/m}^3\text{]} \cdot 3330 \text{ [kWh/K m}^2\text{]}} = \frac{\text{Heizleistung [kWh]}}{(\text{T}_{\text{VL}} - \text{T}_{\text{RL}}) \text{ [K]} \cdot 3330 \text{ [kWh/K m}^2\text{]}}$$

$$\text{Innenquerschnitt der Lüftungsleitung [m}^2] = \frac{\text{Luftmenge [m}^3\text{/h]}}{\text{Strömungsgeschwindigkeit [m/s]} \cdot 3600 \text{ [s/h]}} = \frac{\text{Luftmenge [m}^3\text{/h]}}{3 \text{ [m/s]} \cdot 3600 \text{ [s/h]}}$$

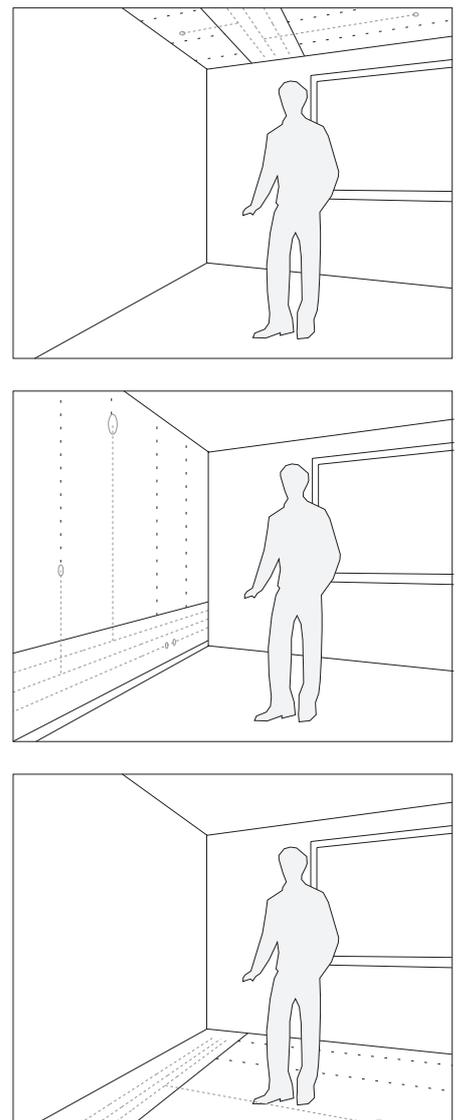
**Tabelle 3.11** Berechnungsformeln für die Innenquerschnitte von Heizungs- und Lüftungsrohren; Dabei müssen noch entsprechende Zuschläge für Reibungsverluste im Rohr und Widerstände im System der Anlage hinzugerechnet werden. Die überschlägige Ermittlung der Querschnitte kann eine genaue Rohrleitungsrechnung und einen hydraulischen Abgleich nicht ersetzen.



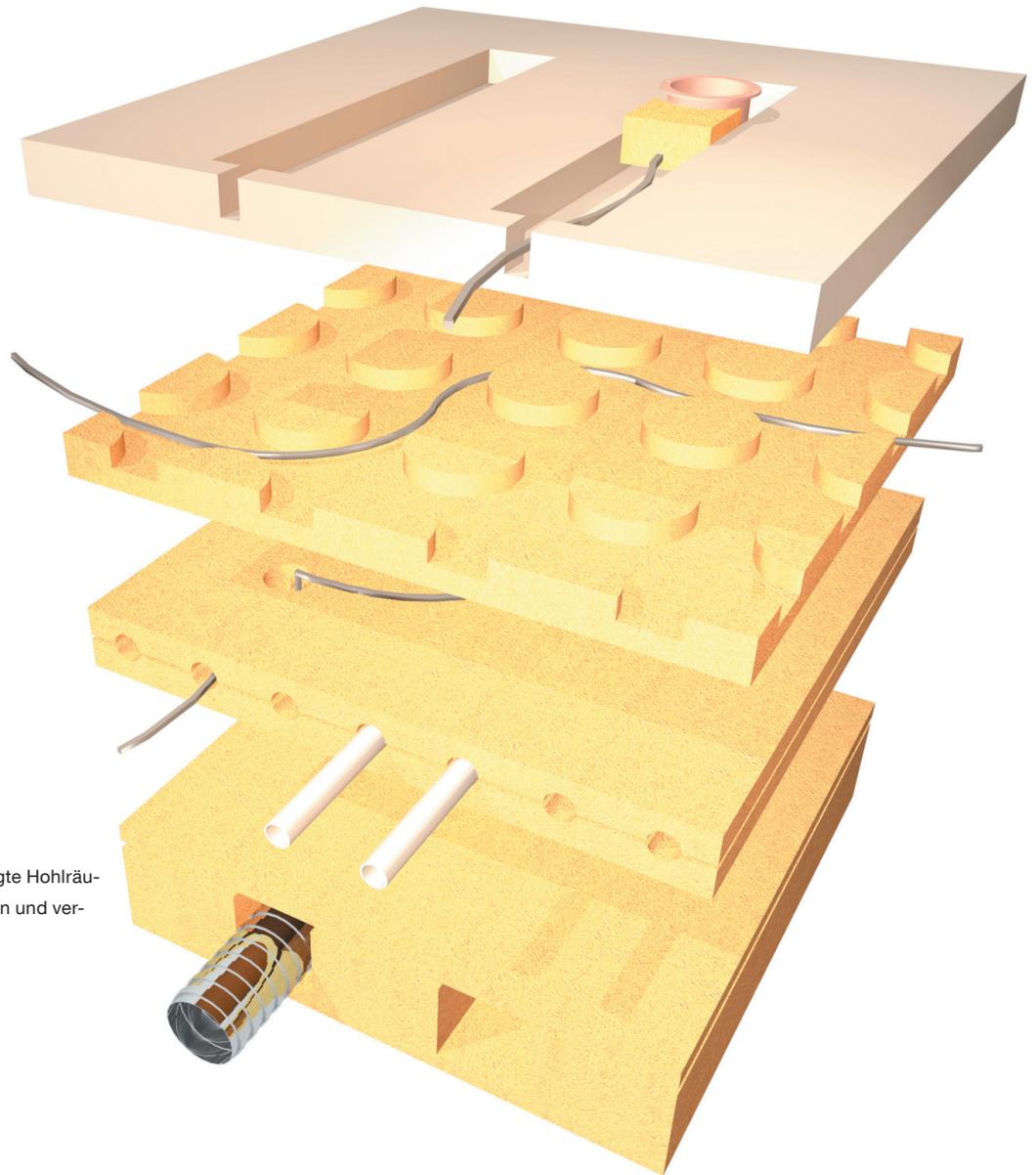
## Vorkonditionierte Hohlräume

Die Vorfertigung von haustechnischen Installationen ist nur begrenzt möglich. Der Aufwand, die unterschiedlichen Gewerke im Produktionsprozess zu koordinieren, ist groß und kann die gesamte Produktion beeinflussen. Steht - wie in den meisten kleinen Fertighauswerken - kein eigenes Fachpersonal zur Verfügung, müssen Partnerfirmen in den individuellen Zeitplan der Fertigteilproduktion im Werk eingebunden werden. Die Montage auf der Baustelle übernehmen meist örtliche Firmen, die oftmals nicht bereit sind, die Leitungen „nur“ zu verbinden. Hinzu kommen Probleme, die beim Transport auftreten können. Leitungen, die aufgrund ihrer Längenausdehnung bei Erwärmung nur an bestimmten Punkten fest mit dem Fertigteil verbunden sind, können beim Verladen sowie bei der Fahrt verrutschen oder gar beschädigt werden. Dieser Aufwand und die Unwägbarkeiten sind - bei den niedrigen Lohnpreisen der Baustellenmontage - für die Fertigbauunternehmen wirtschaftlich meist nicht rentabel. Dennoch gibt es große Probleme bei der Baustellenmontage. Die Qualität der vor Ort eingebrachten Installationen entspricht meist nicht dem vergleichsweise hohen Standard der Fertigteile. Probleme bei Brand- und Schallschutz treten bei Verbindungen und Befestigungen auf, die nicht auf das Fertigteil abgestimmt sind. Die Montagezeit auf der Baustelle, die durch den Einsatz von Fertigteilen verringert wird, wird durch eine Fertigung der Installationstrassen vor Ort zu nichte gemacht. Hinzu kommt, dass durch die auf der Baustelle gefertigten Installationen die Fertigstellung von Oberflächen und Ausbauelementen ebenfalls erst auf der Baustelle erfolgt. Dies reduziert die Vorteile der Vorfertigung im Werk im Vergleich zur konventionellen Bauweise auf der Baustelle.

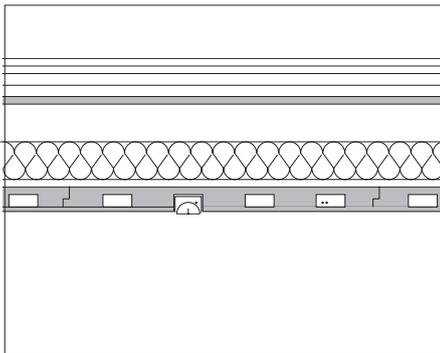
**Installationen in Hohlräume einlegen** Abhilfe schafft hier die Lösung, entsprechende Hohlräume für haustechnische Installationen vorzufertigen und auf der Baustelle nur die Rohrleitungen einzulegen. Diese Hohlräume sind entsprechend den Anforderungen an Brand-, Schall- und Wärmeschutz vorgefertigt. Sie beinhalten Befestigungsstellen für vertikale Rohrleitungen und tragen die Last der eingelegten Rohrleitungen ab. Die Hohlräume sind gut zugänglich und mit entsprechenden Reserven für zukünftige Veränderungen und Erweiterungen geplant. Die Hohlräume können alleine vom handwerksmeister, Trockenbauer oder Zimmerer ausgeführt werden und benötigen kein Fachpersonal der einzelnen Gewerke. Alle Hohlräume werden im Werk in die Fertigteile eingebaut. Die Qualitätskontrolle des Brand-, Schall- und Wärmeschutzes kann werkseitig leicht erfolgen.



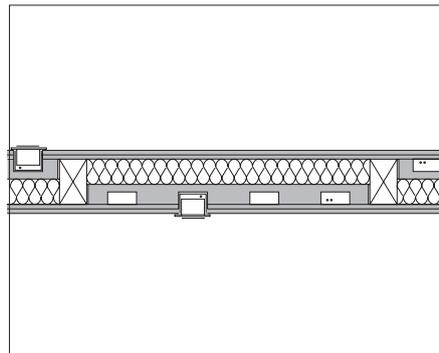
**Abb. 3.44** Stichleitungen als Verbindung von der zentralen Trasse zum Verbraucher in vorgefertigten Hohlräumen in der Decke, der Wand oder im Boden



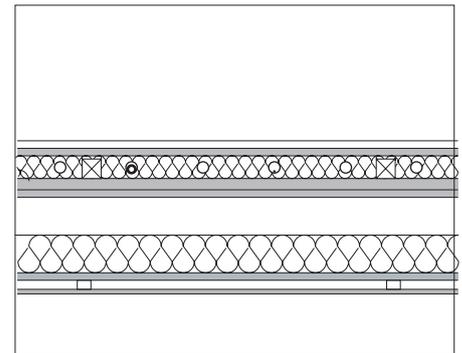
**Abb. 3.45** Unterschiedliche vorgefertigte Hohlräume für differenzierte Leitungsführungen und verschiedene Medienarten



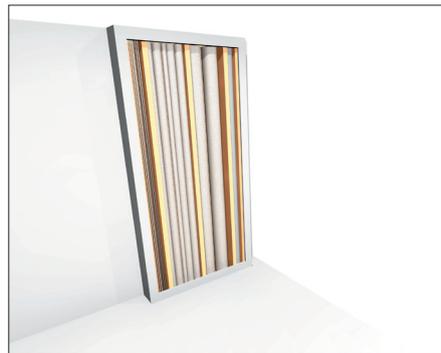
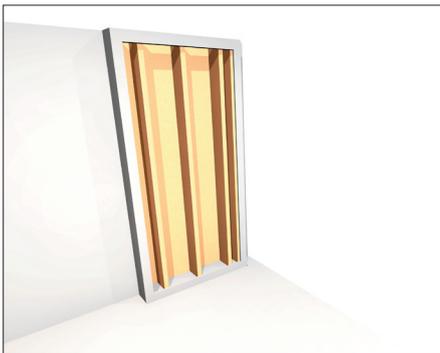
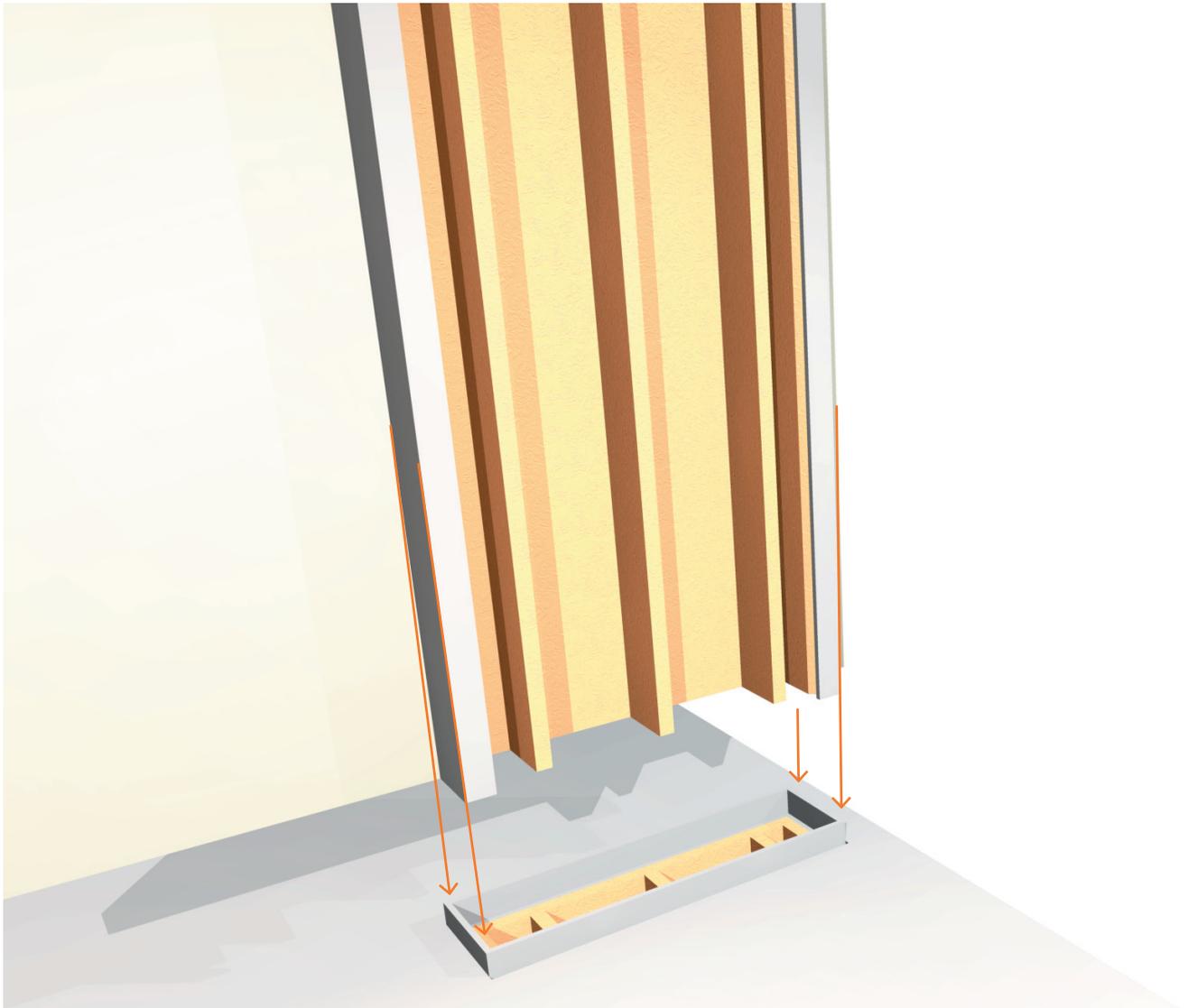
**Abb. 3.46** Systemschnitt eines vorgefertigten Hohlraumes in der Decke: Die Trassenführung der Elektro- und Datenkabel sowie der Einbau von Technikkomponenten erfolgt in einer Brandschutzplatte.



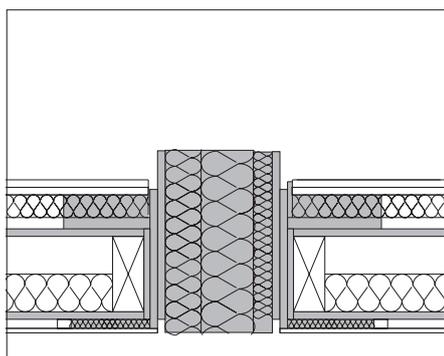
**Abb. 3.47** Integration von vorgefertigten Hohlräumen in einem Wandelement: Die Trassenführung der Elektro- und Datenkabel sowie der Einbau von Unterputz-Dosen erfolgt in einer Brandschutzplatte.



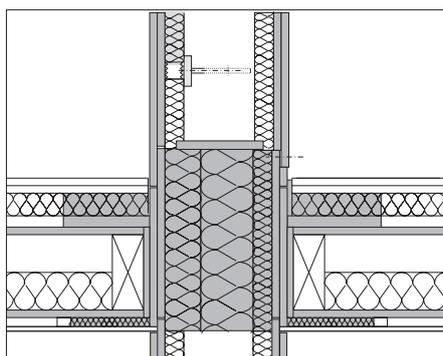
**Abb. 3.48** Vorgefertigte Hohlräume für die Trassenführung von Heizungs- und Wasserrohren sowie von Elektro- und Datenkabeln im Bodenaufbau: Optimierte Dicke durch das Ausnutzen von Synergieeffekten der Wärme-, Leitungsschall- und Trittschalldämmung.



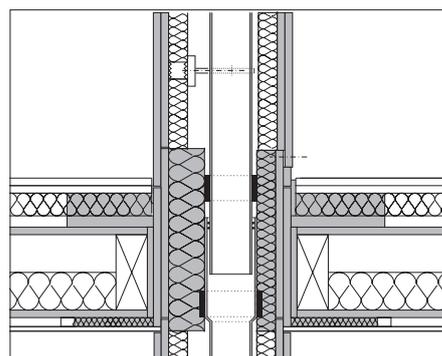
**Abb. 3.49** Einbaufolge eines vorgefertigten vertikalen Schachts: Auf das vorgefertigte Boden-Deckenelement mit der vorkonditionierten Deckenaussparung wird die Wand mit der vertikalen Trasse montiert. Die Rohrleitungen werden in das vorgefertigte Element eingelegt und verbunden. Die dauerhafte Zugänglichkeit kann durch eine einfach zu öffnende Verkleidung gewährleistet werden.



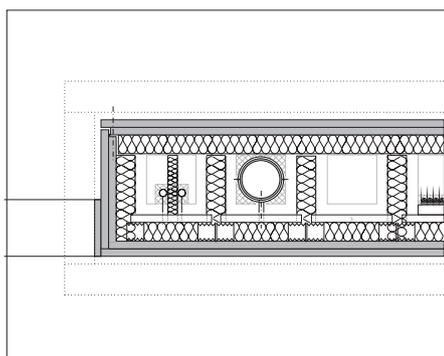
**Abb. 3.50** Systemschnitt eines Boden-Decken-Elementes mit vorgefertigtem Durchstoßungs-punkt: Dieser ist für den Transport und für optio-nale Leitungen verschlossen. Die Deckenstirnseite ist mit einer Brandschutzbekleidung (Auslaibung) über die gesamte Höhe und die ganze Länge der Aussparung zu beplanken.



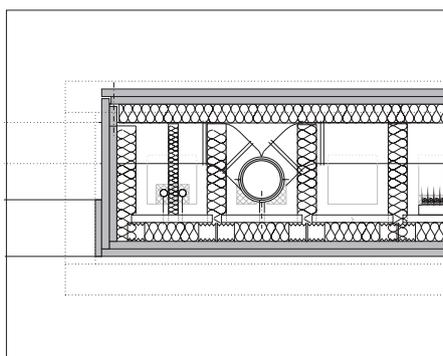
**Abb. 3.51** Montage des Wandelementes mit ver-tikalem Schacht: Der Durchstoßungspunkt für zu-künftige Leitungsführung ist geschlossen.



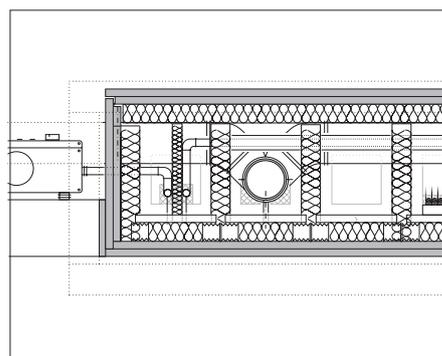
**Abb. 3.52** Eingebaute Rohrleitung: Ein Kompen-sator zum Ausgleich der im Gebäude auftretenden Durchbiegungen und potentiellen Längenände-rungen ist zwischen den Leitungen montiert. Zwi-schen Rohr und Verkleidung muss der maximal 50 mm breite Spalt mit Dämmmaterial (Schmelzpunkt > 1.000 °C) ausgefüllt werden.



**Abb. 3.53** Systemschnitt eines vertikalen Schachts mit verlegten Leitungen: Hier ist Platz für optionale Leitungen. Die Leitungs-Befestigungen sind schalltechnisch von der Trag- und Verklei-dungsstruktur entkoppelt.

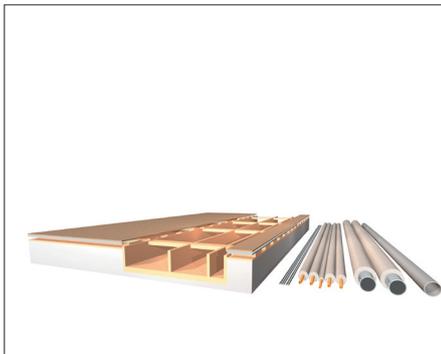
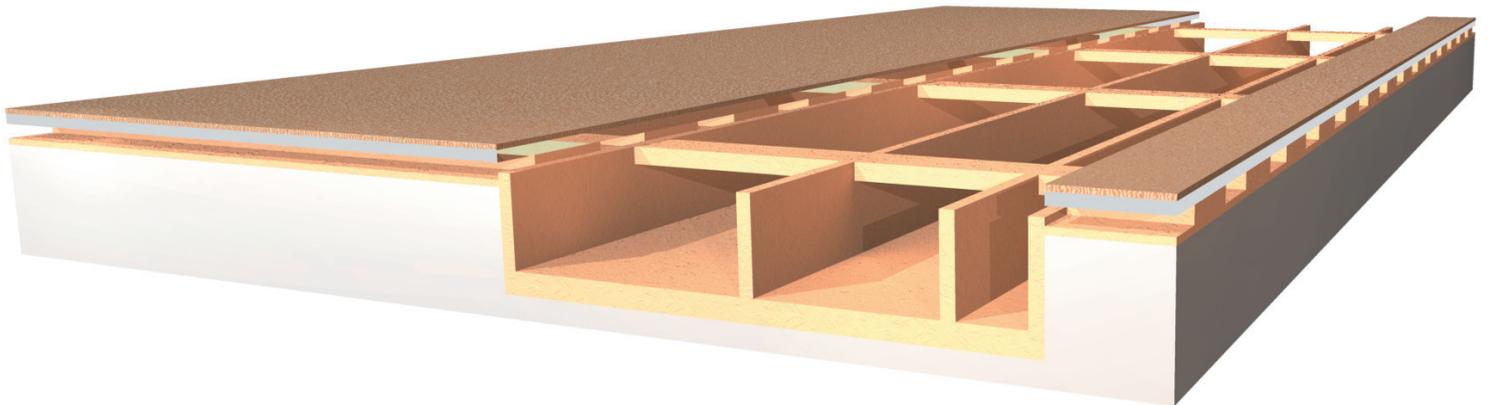


**Abb. 3.54** Für Abzweigungen im Schacht ist ent-sprechender Platz einzuplanen.

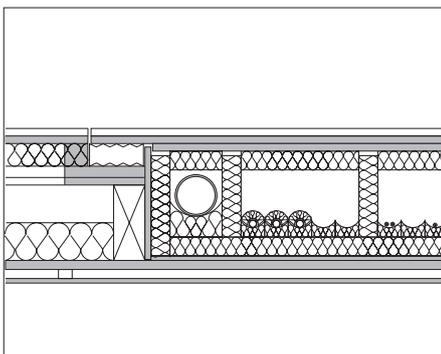


**Abb. 3.55** Technikkomponenten können aufgrund ihrer unterschiedlichen Größen meist nicht in den vorgefertigten Schacht integriert werden. Sie fin-den in unmittelbarer Nähe des Schachtes Platz oder werden an diesen angedockt.

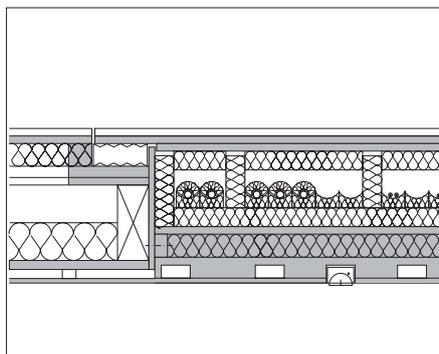
**Vorgefertigte Durchbrüche** Die Durchstoßungspunkte der haustechnischen Installationen in einen anderen Brandabschnitt oder durch Konstruktion und Ausbauelemente können entsprechend dem Bauteil berücksichtigt und ausgeführt werden. Alle Verbindungen müssen schallentkoppelt erfolgen. Die Leitungen dürfen an keinem Punkt die Konstruktion oder Ausbauelemente direkt berühren. Nur dies ermöglicht einen hohen Schutz vor Körperschallübertragung. Für den Brandschutz müssen je nach Bauweise entsprechende Anforderungen erfüllt werden. Dabei muss ein Eindringen des Brandes in die Konstruktion sowie eine Schwächung der Konstruktion durch Brandlasten ausgeschlossen werden. Hinzu kommt, dass die Brandweiterleitung und die Verrauchung weiterer Geschosse verhindert werden muss. Durchbrüche müssen aus diesem Grund besonders behandelt und



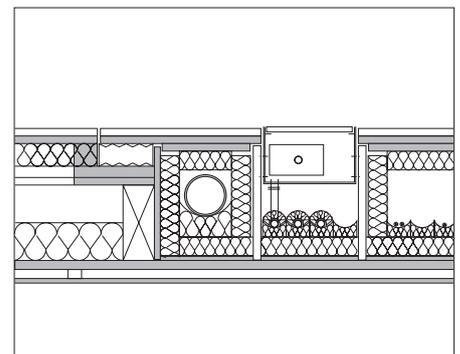
**Abb. 3.56** Einbaufolge eines vorgefertigten Boden-Decken-Elements mit vorkonditioniertem Hohlraum: Die Leitungen und Rohre werden nachträglich eingelegt und angeschlossen. Die Zugänglichkeit erfolgt über abnehmbare Bodenplatten.



**Abb. 3.57** Systemschnitt horizontale Trasse mit Boden- und Deckenaufbau; Einbau einer Brandschutzbekleidung (Auslaibung) über die gesamte Höhe der Aussparung

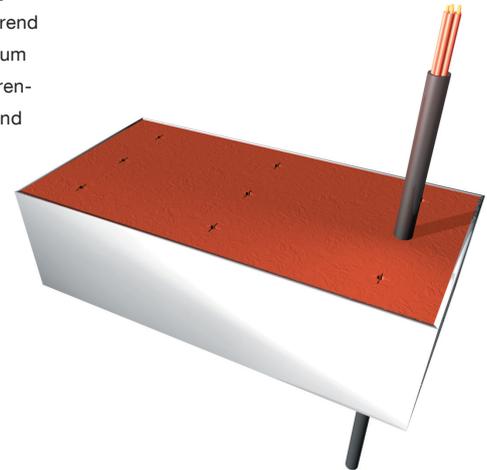


**Abb. 3.58** Brandschutztechnische Trennung von Leitungstrassen im Boden-Decken-Element und der darunter liegenden Wohneinheit; zusätzliche Leitungstrasse für Elektro und Daten im Deckenbereich



**Abb. 3.59** Integration von Technischelementen wie Bodenkonvektoren und Lüftungselementen in die Bodentrasse

**Abb. 3.60** flexibler Kabelschott mit vorgefertigten Löchern: Gebrauchsfertige Formsteine, basierend auf einem 2-komponentigen Polyurethanschaum mit im Brandfall aufschäumender (intumeszierender) Wirkung, ermöglicht einen leichten Ein- und Ausbau von Elektro- und Datenkabeln.



**Abb. 3.61** Brandschutzmanschette: Die spezifisch auf das Rohrmaterial und den Rohrdurchmesser abgestimmte Manschette wird um das Rohr gelegt, befestigt und in den Deckendurchbruch geschoben. Im Brandfall schäumt die Brandschutzzeile um ein vielfaches seines Ursprungsvolumens auf. Mit Hilfe des Aufschäumdruckes quetscht und verschiebt die das Rohr feuer- und rauchdicht. Die Fugen um die Brandschutzmanschette müssen entsprechend den Zulassungsbestimmungen ausgeschäumt oder mit Dämmmaterial (Schmelzpunkt > 1.000 °C) ausgestopft werden.

Die dunkelgrau hinterlegten Flächen zeigen entsprechend feuerwiderstandsfähige Platten und Dämmmaterialien

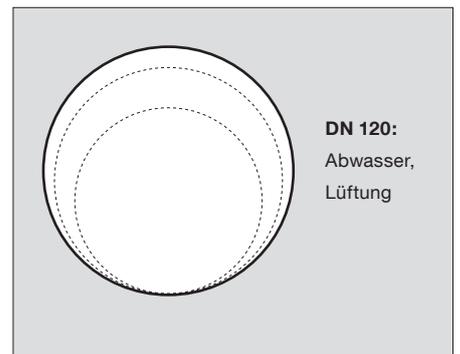
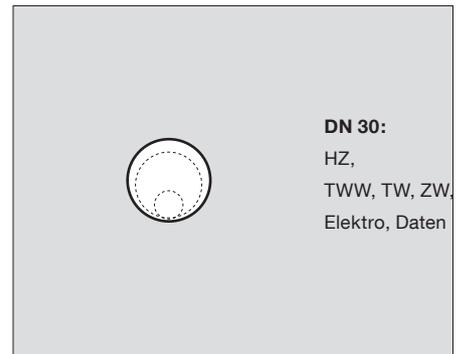
die angrenzenden Bauteile entsprechend geschützt werden. Die Stirnseiten der Durchbrüche sind nicht brennbar auszubilden. Dies kann zum Beispiel durch eine brandschutztechnische Bekleidung erfolgen. Fugen sind zu vermeiden oder durch einen Fugenversatz der Baustoffe zu schließen. Der Spalt zwischen Öffnung beziehungsweise Aussparung und Rohrleitung ist zu minimieren und muss abgedichtet werden. Hierfür können Faserdämmstoffe mit einem Schmelzpunkt > 1.000 °C zum Einsatz kommen. Folien zur Bauteilabdichtung müssen in der entsprechenden Brandschutzqualität eingebaut werden. Zur Abdichtung der Rohre im Brandfall sind bauaufsichtlich zugelassene Brandschutzklappen und Brandschutzschäume zu verwenden.

Im Prinzip können zwei unterschiedliche Varianten für die Ausführung der Trassenführung verwendet werden. Zum einen kann der Schacht an sich als Brandabschnitt gesehen werden. Er ist dann als EI 90( $v_0 h_0$  i<>o)-S = I90-Schacht allseitig auszubilden. An den Stellen, an denen eine Leitung oder ein Rohr aus dem Schacht geführt wird, sind Abschottungen einzubauen. Dies ist sehr aufwändig und teuer. Die Ausführung muss von Fachfirmen erfolgen und prüfbar sein. Da die Leitungen im privaten Wohnraum heraus kommen, ist dies in der Praxis nicht möglich. Aus diesen Gründen ist im mehrgeschossigen Wohnungsbau nur die Variante der geschossweisen Schottung der Techniktrasse sowie die Abschottung zu angrenzenden anderen Wohneinheiten und Brandabschnitten sinnvoll.

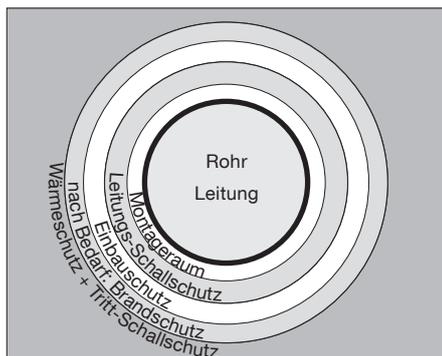
Die Durchbrüche und Trassendämmungen können im Werk nach den Anforderungen des Brand-, Schall- und Wärmeschutzes ausgeführt und vorgefertigt werden. Die Komponenten, die den Schutz ermöglichen, können entsprechend an der Konstruktion befestigt und eingebaut werden. Der Einbau erfolgt leichter als auf der Baustelle, da die Bauteile gut zugänglich sind und die Montage auf den Produktionsablauf gut abgestimmt werden kann. Die Gewährleistung von Wärme-, Schall- und Brandschutz liegt damit insgesamt beim Handwerksmeister, Trockenbauer oder Zimmerer, der für die Qualität aller Bauteile verantwortlich ist. Er verfügt über das notwendige Know-how, wie seine Gebäudekonstruktion am besten und einfachsten geschützt werden kann.

**Viele Hohlräume** Um eine möglichst flexible Installation zu ermöglichen, sollten viele Fertigteile mit vielen Hohlräumen erstellt werden. Die Hohlräume können aus entsprechenden Dämmstoffen und Bauplatten ausgefräst oder ausgespart werden. Wird dieses Prinzip in allen Bauteilen angewandt, können Stich- und Einzelleitungen von der Haupttrasse zum Verbraucher individuell auch nachträglich verlegt werden. Meist ist dies nur für Leitungen und Rohre mit kleinem Durchmesser wie Heizungs-, Strom- und Datenleitungen notwendig, so dass sich die Dimensionierung der Bauteile im Vergleich zu üblichen Bauteilaufbauten nicht verändert. Eine zu große Differenzierung der Hohlräume erscheint nicht notwendig. Sinnvoll kann eine spezielle Hohlraumgröße für Elektro- und Datenkabel sein, eine weitere Größe für Heizungs-, Trinkwarmwasser-, Trinkkaltwasser- und Zirkulationsleitungen und eine Dimension für Lüftungsrundkanäle und Abwasserleitungen. Zusätzliche Synergieeffekte und Einsparungen in der Bauhöhe können genutzt werden, wenn Wärme-, Trittschall- und Leitungsschalldämmung zum Beispiel im Bereich des Bodenaufbaues in einer Ebene erfolgen. Der Handwerksmeister, Trockenbauer oder Zimmerer kann das Zusammenspiel der unterschiedlichen Anforderungen am besten bewerten und optimieren.

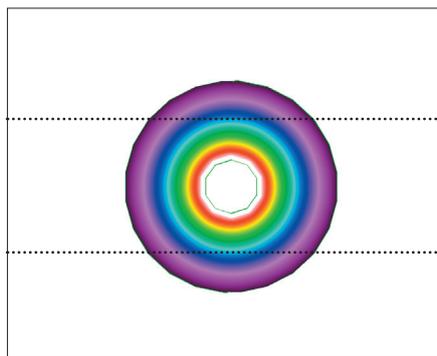
Im Werk gefertigte und vorkonditionierte Hohlräume ermöglichen das Einlegen der Leitungen ohne aufwendige Befestigungs- und Dämmarbeiten. Die zugänglichen Hohlräume können zusammen mit den Ausbauarbeiten inklusive dem Einbringen von Trockenestrich schon im Werk vorgefertigt werden. Dadurch kann die Zeit auf der Baustelle weiter verringert und der Gesamt-Vorfertigungsgrad deutlich erhöht werden.



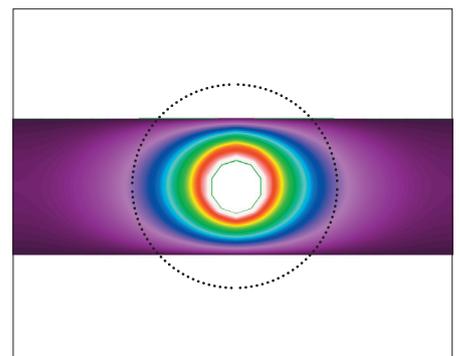
**Abb. 3.62** Reduzierung auf zwei Dimensionen von Hohlräumen für verschiedene Leitungsdurchmesser unter Berücksichtigung ihrer Verbindungselemente

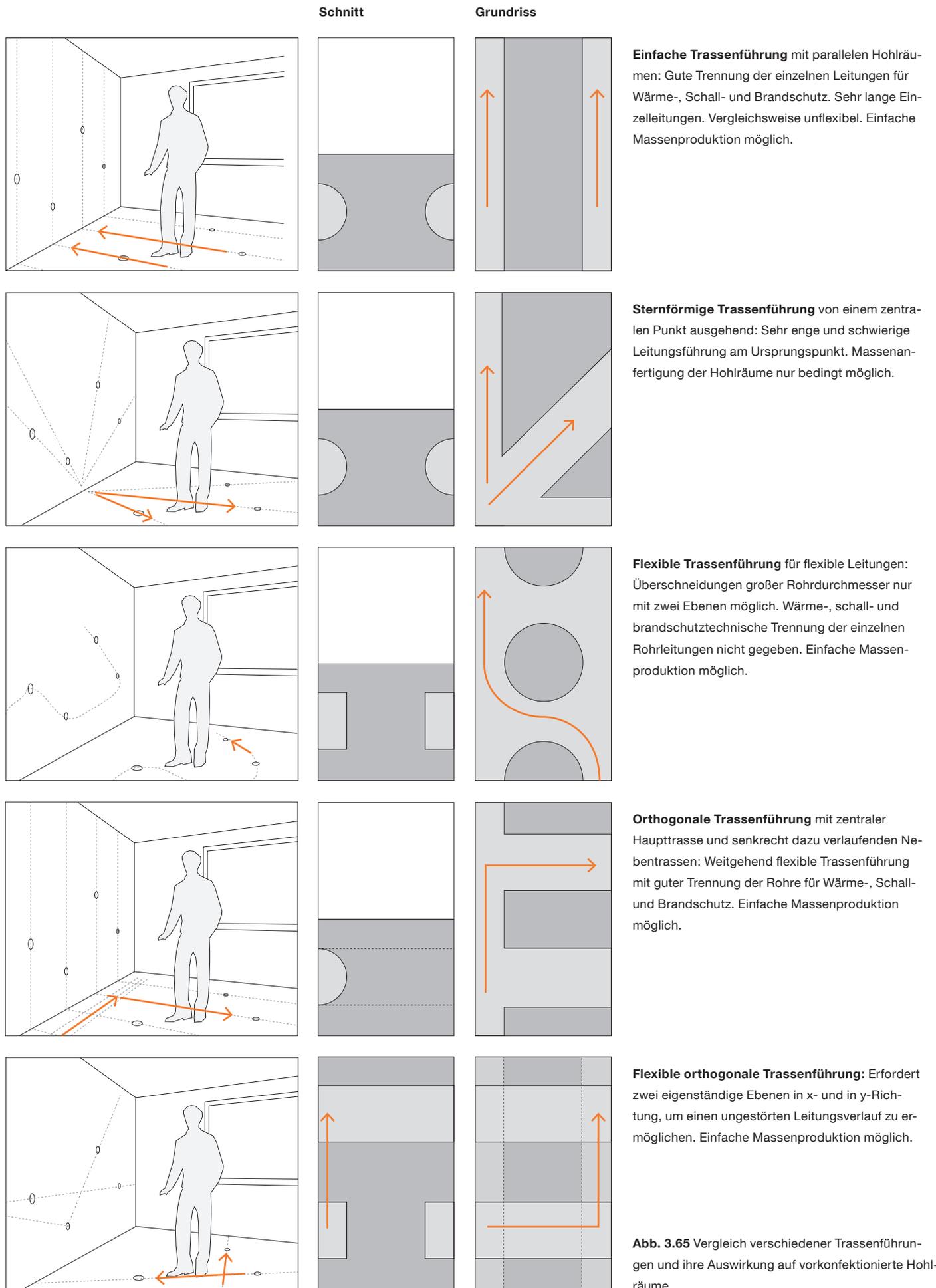


**Abb. 3.63** Schutzzonen für den Einbau von Leitungen und Rohren im Bodenbereich



**Abb. 3.64** Infrarotbild zweier gleichwertiger Rohrdämmungen mit unterschiedlichen Bauhöhen





**Abb. 3.65** Vergleich verschiedener Trassenführungen und ihre Auswirkung auf vorkonfektionierte Hohlräume

**Tabelle 3.12** Bauphysikalische Kennwerte und Produkteigenschaften von Baustoffen, die sich zur Produktion von vorkonditionierten Hohlräumen eignen (+ erfüllt, o möglich)

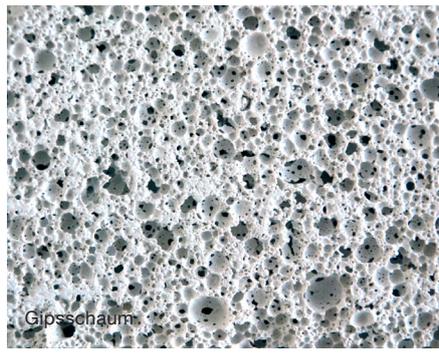
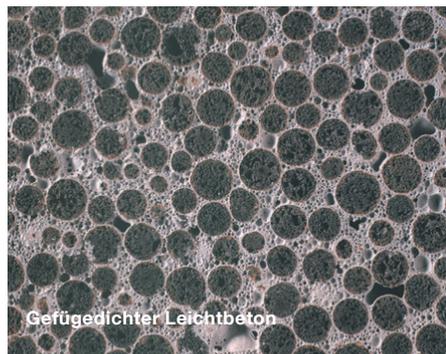
			Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Wärme- leitfähigkeit [W/mK]	Wärme- speicherzahl [KJ/m <sup>3</sup> K]	Wasserdampf- diffusions- widerstand	Baustoff- klasse [DIN 4102-1] *	
Mineralisch	Natürliche	Blähton	300 - 700	0,10 - 0,16	300 - 700	2 - 8	A1	
		Rohstoffe	Ziegel	500 - 700	0,09 - 0,14v	460 - 644	5 - 10	A1
	Perlit		40 - 95	0,045 - 0,07	40 - 95	3	A1 - B2	
	Blähglimmer, Vermiculit		60 - 180	0,060 - 0,070	51 - 189	3 - 4	A1 - A2	
	Kalziumsilikat		200 - 240	0,05 - 0,065	260 - 312	6	A1	
	Gipsschaum		?	0,045	?	4 - 8	?	
	Gipskarton		850	0,25	715	8	A2	
	Synthetische	Glaswolle	20 - 153	0,035 - 0,045	17 - 153	1 - 2	A2 - B1	
		Rohstoffe	Steinwolle	20 - 200	0,035 - 0,045	18 - 168	1 - 2	A1 - A2
			Schaumglas	100 - 165	0,04 - 0,06	84 - 182	∞	A1
			Blähglas	110 - 200	0,06 - 0,7	110 - 200	5	A1
			Keramikfaser	120 - 560	0,03 - 0,07	125 - 580	?	A1
			Vakuumdämmung VIP	150 - 200	0,002 - 0,008	?	∞	A2
			glasfaserbewehrter Leichtbeton	980	0,185	900	5 - 10	A1
Organisch	Natürliche	Holzweichfaser	150 - 190	0,04 - 0,055	300 - 400	1 - 2	B2	
		Rohstoffe	Holzfasern	30 - 60	0,045	60 - 126	2 - 5	B2
	Holz-/Hobelspäne		90 - 140	0,045 - 0,55	180 - 295	5 - 10	B2	
	Kork		100 - 220	0,045 - 0,06	170 - 462	1	B2	
	Stroh		40 - 120	0,055 - 0,115	400	2	B2	
	Zellulose		30 - 80	0,04 - 0,045	51 - 172	1 - 2	B2	
	Flachs		20 - 80	0,04 - 0,045	26 - 104	1 - 2	B2	
	Hanf		20 - 25	0,04 - 0,045	26 - 33	1 - 2	B1 - B2	
	Baumwolle		20 - 60	0,04	17 - 78	1	B2	
	Kokosfaser		40 - 120	0,04 - 0,05	91 - 192	1 - 2	B2	
	Schafwolle		40 - 80	0,04	38 - 104	20 - 100	B1	
	Synthetische	expandiertes Polystyrol EPS	20 - 60	0,035 - 0,04	15 - 53	80 - 200	B1	
		Rohstoffe	Polystyrol-Extruderschäum XPS	25 - 45	0,035 - 0,045	38 - 67	30 - 150	B2
			Polyurethan	30 - 35	0,02 - 0,03	36 - 49	1	B1
Polyester			15 - 25	0,035 - 0,045	22 - 38			

\* Aufgrund vieler noch nicht aktualisierter Produktdatenblätter zum Zeitpunkt der Forschungsarbeit wurde auf die Klassifizierung nach DIN EN 13501-1 verzichtet.

Baustoff-Form	formbar	stopfbar	auf Druck belastbar	schall-dämmend	schadstoff-frei	Primärenergie-aufwand [kWh/m³]	verrottungs-fest	nagetier-beständig	feuchtig-keits-beständig
Schüttung		o	o	+	+	300 - 450	+	+	+
Platte	+	o	+	o	+	400 - 800	+	+	o
Schüttung, Platte	+	o	o	+	+	90 - 240	+	+	o
Schüttung, Platte	o	+		+	+	230	o	o	
Platte	+		+		+	1.750	+	+	o
Platte	+		o	+	+	?	?	?	?
Platte	+		o		+	800 - 1.000	+	o	o
Platte	+	+	+	+		250 - 500	o		o
Platte, Schüttung	+	o	+	+		150 - 400	o		+
Platte, Schüttung	+	o	++			750 - 1.600	+	+	+
Schüttung, Einblasprodukt		o	+	+	+	350 - 1.000	+	+	+
Platte	+		+			?	+	+	+
Platte						5.000	+		+
Platte	+		++	+	o	?	+	+	+
Platte	+		+	+	+	600 - 1.500			
Schüttung, Einblasprodukt		o		+	+	560 - 800			
Schüttung, Einblasprodukt		o		+	+	50			
Platte	+		+	+	o	300 - 450	o		o
Platte	+	o		o	+	10 - 30	+		+
Platte, Einblasprodukt	o	+		+	o	50 - 80			
Platte	o	+	o	+	+	30 - 80	+		
Platte	o	+	o	+	+	50 - 80	+	+	
Platte, Einblasprodukt		+		+	o	90 - 100	o	+	
Platte	+	+	+	+	+	95 - 200	+	+	+
Platte		+		o	o	40 - 80	+		
Platte	+		+			200 - 760	+		+
Platte	+		++	o		450 - 1.000	+		+
Platte, Schüttung	+	o	+	+		800 - 1.500	+		o
Platte		+			+	600	+	+	

**Abb. 3.66** Mineralische Baustoffe

aus natürlichen Rohstoffen

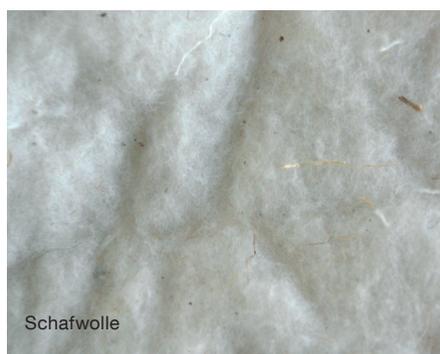
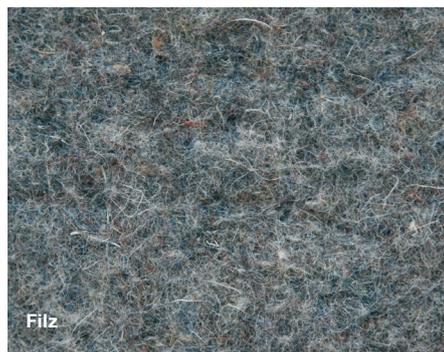
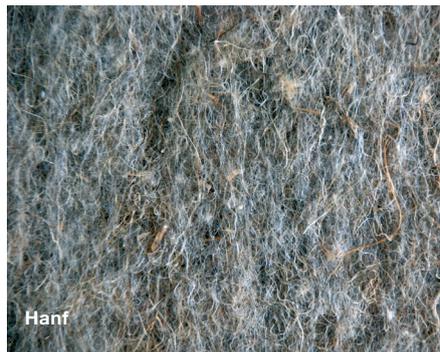
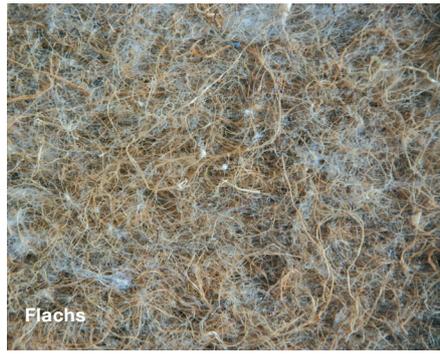


aus synthetischen Rohstoffen

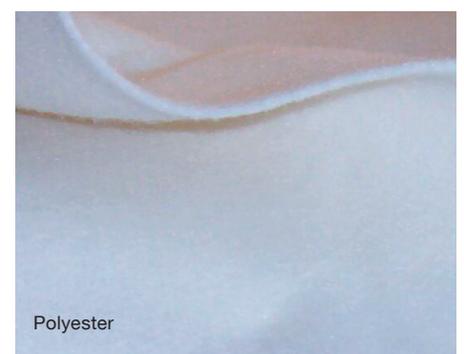
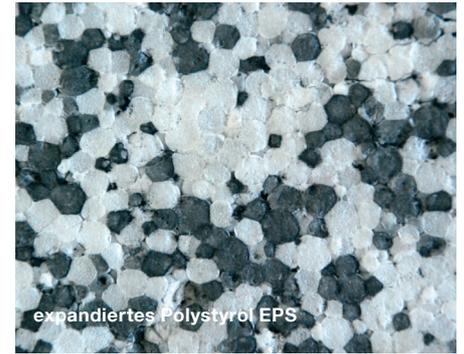


**Abb. 3.67** Organische Baustoffe

aus natürlichen Rohstoffen

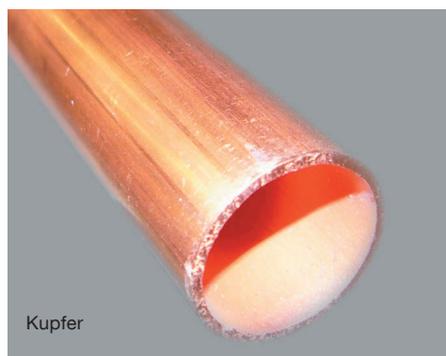


aus synthetischen Rohstoffen



**Tabelle 3.13** Bauphysikalische Kennwerte und Produkteigenschaften von Rohrwerkstoffen, die zur Gebäudeinstallation eingesetzt werden (+ erfüllt, o möglich)

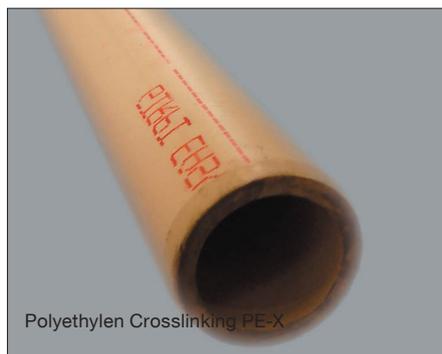
	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Längenausdehnungskoeffizient [mm/m °K]	Temperaturbereich	Einsatz im Gebäude	Einsatz außerhalb des Gebäudes
Steinzeug	2500	0,57-0,69	> 100 °C	+	+
Beton	2000	0,01	> 100 °C		+
Stahl	7800	0,012	> 100 °C	+	+
Kupfer	8920	0,018	> 100 °C	+	+
Aluminium	2700	0,024	> 100 °C	+	
verzinkter Stahl	8940	0,022	> 100 °C	+	+
Edelstahl	7850	0,016	> 100 °C	+	+
Glas	2500	0,0035	> 100 °C	+	+
Faserzement	1600	0	> 100 °C	+	+
Gusseisen	7200	0,011	> 100 °C	+	+
PVC-U KG-Rohr	1380	0,065	0 °C - 65 °C		+
PVC-C	1510	0,08	-15 °C bis 85 °C	+	
Polyethylen hoher Dichte PE-HD	940	0,2	-50 °C bis 90 °C	+	+
Polyethylen Crosslinking PE-X	910	0,22	0 °C bis 95 °C	+	
Polypropylen PP HT-Rohr	3000	0,18	0 °C bis 95 °C	+	
Polypropylen PP mineralverstärkt HT-Rohr	1030	0,15	0 °C bis 95 °C	+	
Acryl-Butadien-Styrol-Copolymere ABS	950	0,02	-40 °C bis 60 °C	+	
Acryl-Butadien-Styrol-Copolymere ABS mineralverstärkt	1100	?	-40 °C bis 60 °C	+	
Acrylnitril-Styrol-Acrylester-Polymergemisch ASA	1070	0,0117	-30 °C bis 100 °C	+	
Acrylnitril-Styrol-Acrylester-Polymergemisch ASA mineralverstärkt	980	?	-30 °C bis 120 °C	+	
ungesättigter Polyester mit Glasfaserverstärkung UP-GF	1080	0,08	?	+	+
Mehrschicht-Verbundrohr PE-X/Alu/PE-X, PE-RT/Alu/PE-MD	1400 - 5500	0,026	bis 95°C	+	+



Heizung	Lüftung	Trinkkaltwasser	Trinkwarmwasser	Entwässerung	Kondensat	Regen innen	Regen außen	Abgas	Brennstoff Gas	Steckverbindung	Spannverbindung	Schraubverbindung	Pressfitting	Schweißverbindung	Klebeverbindung	biegbar	flexibel	gasdicht	schalldämmend	brennbar	hochwertig recyclebar	
	+			+	+	+		+		+	+								+	+	+	
				+				+		+	+											+
	+			+		+	+	+	+	+	+					+			+	+	+	+
	+	+	+		+		+	+		+	+	+				+	+	+		+	0	+
												+	+			+	+					+
									+			+	+			+	0					+
	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+				+	0	+	+	+	+	+
					+	+	+	+										+	+	+	+	+
							+			+	+										+	0
	+			+		+	+			+	+	+							+	+		+
				+	+								+									0
				+	+	+	+			+				+					+	+		0
	+	+		+	+	+	+			+	+	+	+						+	+		0
	+	+												+		+	+					0
				+	+	+	+			+									+	+		0
				+	+	+	+			+									+	+		0
	+	+	+	+			+		+	+	+	+							+	+		0



Polypropylen PP HT-Rohr



Polyethylen Crosslinking PE-X

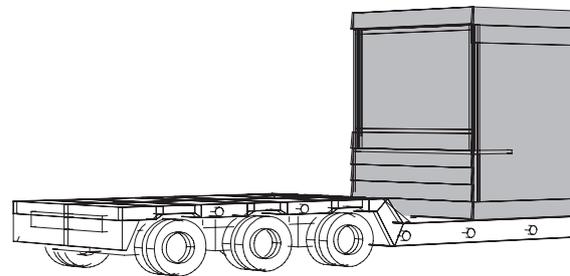


Mehrschicht-Verbundrohr

## Vorgefertigte Komponenten

Neben den Hohlräumen für die Leitungstrassen sollten auch die einzelnen Komponenten der hautechnischen Installation weitgehend vorgefertigt sein. Dies umfasst alle Einzelelemente von den Leitungen bis zum Verbraucher.

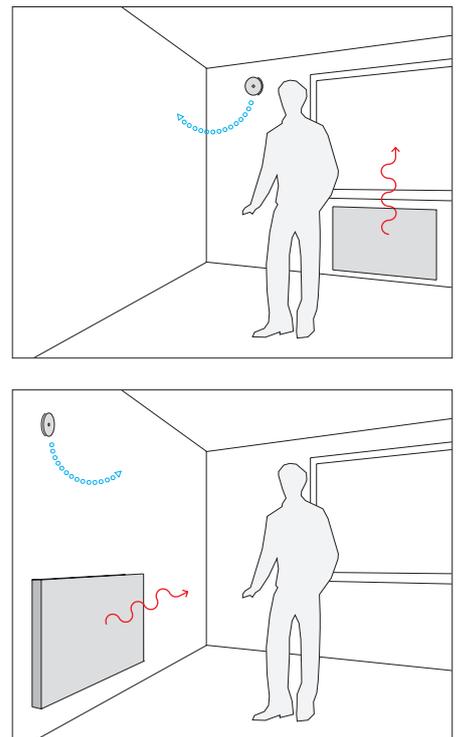
**Vorgefertigte Leitungspakete** Sinnvoll erscheint eine Bündelung von Einzelelementen zu funktionsfertigen Komponenten. Auf dem Markt gibt es eine Fülle von vorgefertigten Komponenten für die Bereiche Heizung, Lüftung, Sanitär, Elektro und Daten. Viele dieser Komponenten kommen ganz automatisch zum Einsatz. Pumpen, Ventile, Regler, Messinstrumente, Verteil- und Übergabesysteme, Stecker und Schalter werden in Massen produziert und je nach Bedarf eingebaut. Rohrleitungen und Kabel können als Meterware mit vorgefertigter Isolation eingekauft werden. Ein nächster Schritt sind schon im Werk als Massenprodukt hergestellte sinnvoll gebündelte Einheiten, zum Beispiel von Vor- und Rücklauf für die Solar-, Heizung- und Warmwasserverteilung, wie es bei mehradrigen Kabeln im Strom- und Datenbereich üblich ist. Damit müssen gebündelte Leitungen nur einmal verlegt werden und zusätzliche Arbeiten wie Isolationsarbeiten entfallen. Bei Rohrleitungen aus flexiblem Material können auch die Anschlüsse schon im Werk vorgefertigt werden. Bautoleranzen, bauwerkbedingter Schwund und Elastizität sowie kleine Messungenauigkeiten können durch einen geringen Längenzuschlag kompensiert werden. Bei starren Leitungsmaterialien ist dies mit entsprechenden Kompensatoren möglich und sinnvoll. Diese Kompensatoren helfen auch bei der Montage einer vertikalen Trasse, die aus Einzelleitungen aufgebaut wird. Leitungen können im Werk zugeschnitten werden. Bauwerks-Toleranzen und konstruktionsbedingte Längenänderungen können sicher von Kompensatoren aufgenommen werden.



**Abb. 3.68** Transport eines Raummoduls mit vorgefertigter haustechnischer Installationseinheit



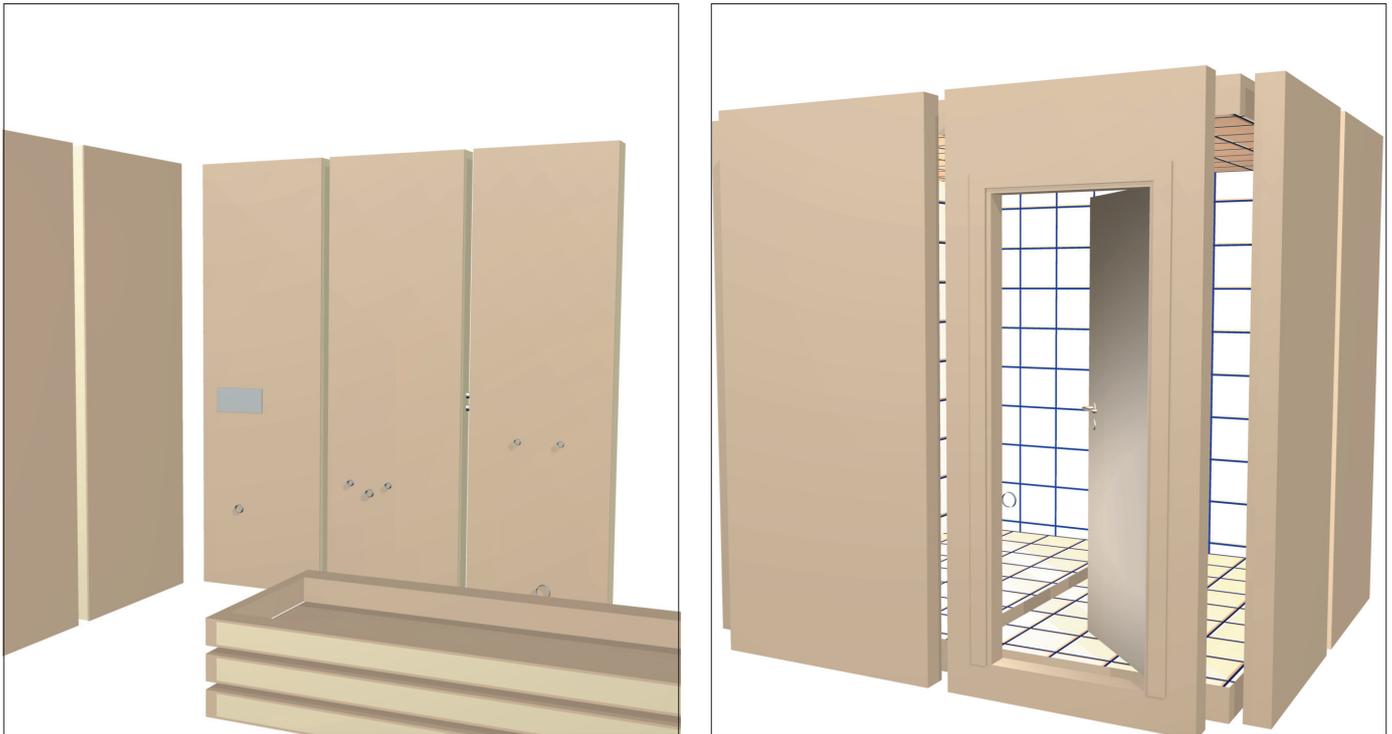
**Konzentration in Technikzonen** Werden die Technikkomponenten an schon vorhandenen vorgefertigten Elementen konzentriert, kann dies zu einer Steigerung der Vorfertigung und zu einer weiteren Optimierung des Bauablaufes führen. Solch ein Element könnte zum Beispiel die Türe oder ein Fenster sein. Im Sturz, in der Brüstung und in der Leibung findet sich Platz für Heizungs- und Lüftungselemente sowie die Leitungen und Kabel. Inwieweit die Heizelemente die Zuluft dabei erwärmen um Synergieeffekte zu nutzen oder eigenständig nebeneinander stehen, hängt neben dem Technikkonzept für das Gebäude von dem Wärmebedarf des Raumes ab. Schalter und Steckdosen für Strom und Daten können ebenfalls in den Technikzonen angeordnet sein. Diese Ausbauelemente mit integrierter Haustechnik können entweder vom jeweiligen Baugewerk in einer Einheit oder als zwei Elemente vom Ausbau- und Installationsgewerk vorgefertigt werden. So wird zum Beispiel das Fenster vom Fensterbauer und der Technischeinsatz vom Installateur gefertigt und vom Baumeister, Trockenbauer oder Zimmerer verbunden. Wichtig erscheint hierbei die Systematik der Anordnung der Technikkomponente, die auf die Trassenführung abgestimmt sein sollte, um weitere Verteilungen oder komplizierte Leitungsanbindungen zu vermeiden. Häufig benötigte Leitungstrassen sollten am zugänglichsten sein. Die Trassenführung von Sanitär- und Lüftungsleitungen kann optimiert und weitgehend ohne Biegungen oder Verjüngungen verlegt werden.



**Abb. 3.69** Mögliche Positionen für Heizungs- und Lüftungselemente: In Fensternähe an der Außenwand oder bei gut gedämmten Gebäuden auch in Raummitte an Innenwänden. Bei Anordnung in Raummitte können die Leitungslängen verringert und die Technikkomponenten flexibel positioniert werden.

**Abb. 3.70** Vorgefertigte Ausbauelemente mit integrierten Technikkomponenten für Heizung und Lüftung sowie Schaltern und Steckdosen für Strom und Daten.





**Abb. 3.71** Elementierte Sanitärzellen bestehen aus einzelnen Wand-, Decken- und Bodenpaneelen, die bereits vorgefertigt alle Leitungen, Anschlüsse, Sanitärkomponenten, Halterungen und Befestigungen enthalten. Diese raumhohen Paneele können gedämmte Holzständerwände, Metall-Sandwich-Elemente, Blätton-Elemente oder glasfaserverstärkte Kunststoff-Verbund-Elemente sein. Sie werden einzeln auf die Baustelle transportiert und dort aufgestellt, verbunden und angeschlossen. Es ist möglich, schon im Werk das Oberflächenfinish fertig herzustellen oder die Elemente auf der Baustelle zu fliesen

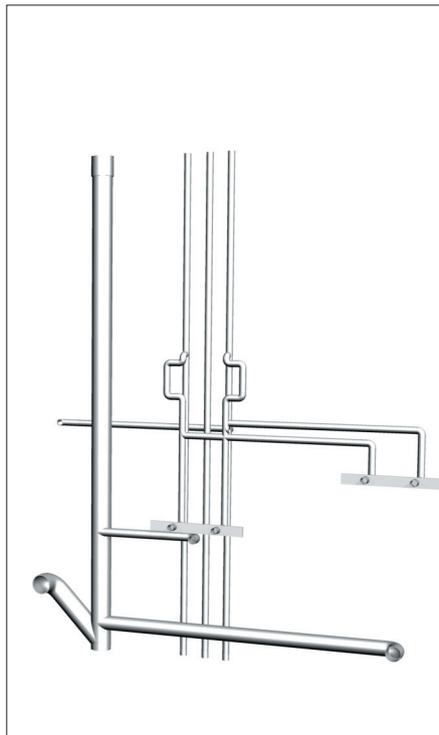
oder zu streichen. Die Gestaltungsflexibilität ist hoch bei gleichzeitig serienmäßiger Vorfertigung, da die einzelnen Elemente fast beliebig miteinander kombinierbar sind. Die Erweiterungsmöglichkeit für zusätzliche Leitungen und Anschlüsse sowie deren Austausch und Erneuerung ist abhängig vom jeweils verwendeten Material und der Bauweise. Abhängig vom Material ist auch das jeweilige Gewicht der Paneele. Aufgrund ihrer Elementierung und Kompaktheit können diese Sanitärzellen sowohl im Neubau als auch in der Sanierung eingesetzt werden.

**Sanitärelemente** Sanitärelemente gibt es heute schon vorgefertigt. Bei einem gerade im ökologischen Holzbau gewünschten Verzicht auf Metallgerüste, kann eine Holz-Tragkonstruktion für die Sanitärelemente auch im Werk des Handwerksmeisters, Trockenbauers oder Zimmerers gefertigt werden. Wesentlich ist dabei, dass die schalltechnischen Anforderungen - vor allem die schalltechnische Entkopplung von Tragstruktur, Sanitärelement und Sanitärgegenstand - erfüllt werden und eine einfache Zugänglichkeit sowie die Demontage und Erneuerung möglich ist. Sollen ganze Nassräume vorgefertigt werden, kommen Sanitärzellen zum Einsatz. Elementierte Sanitärzellen können auf der Baustelle leicht an Installationstrassen andockt werden. Sie bestehen aus vorgefertigten Einzelwänden, in die Spülkästen, Anschlüsse und Halterungen sowie Unterputzarmaturen integriert sind. Vor Ort werden sie aneinander gestellt, konstruktiv und technisch miteinander verbunden. Ihre Oberflächengestaltung kann schon im Werk gefertigt werden, so dass auf der Baustelle dann nur die Sanitärgegenstände wie Waschbecken oder Toilettenschüssel eingehängt und befestigt werden müssen. Die Sanitärzellen müssen den Anforderungen an Veränder- und Erweiterbarkeit sowie an eine gute Zugänglichkeit für Wartung, Reparatur, Aus- und Einbau genügen. Auch sie müssen die Forderungen an eine Unabhängigkeit von der Trag- und Ausbaustruktur erfüllen. Solche Sanitärzellen sind Leichtbauelemente, die eigenständig an jeder Stelle im Gebäude eingebaut werden können. Ihre Leitungsanschlüsse kommen mit den im Gebäude vorhandenen Haupttrassen zusammen. Wie alle Installationselemente erfüllen sie die Schallschutzanforderungen durch entsprechende Dämmmaßnahmen und schallentkoppelte Anschlüsse. Sanitärzellen als eigenständige Baukörper können als Erweiterung vor die Fassade gestellt werden. Wichtig erscheint hierbei, dass diese Baukörper an die Leitungstrassen andocken. Eine Verflechtung von Installationstrasse und Baukörper entspricht nicht den Planungs- und Gestaltungsrichtlinien für eine flexible Installationsführung.

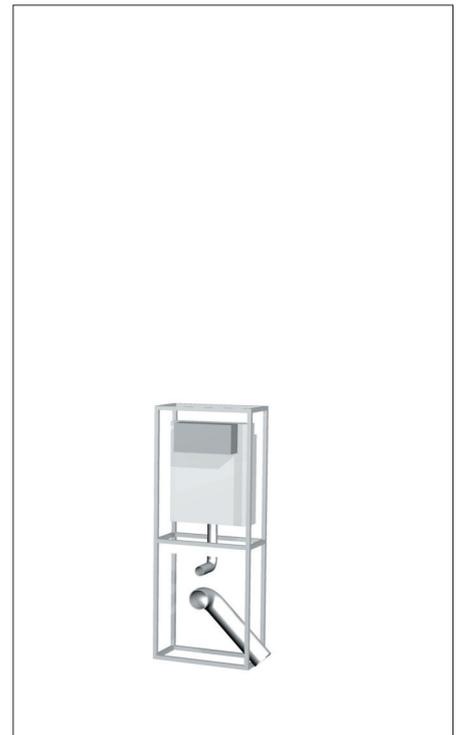
**Standardisierte Komponenten** Bei der Wahl von Installationskomponenten ist auf standardisierte Anschlüsse zu achten. Dies ist notwendig, damit auch spätere Erweiterungen reibungslos durchgeführt werden können. Produkte, die von verschiedenen Herstellern bezogen werden können, sollten bei der Auswahl bevorzugt werden. Dies erhöht die Sicherheit, auch in späteren Jahren Ersatzkomponenten in der gleichen Baugruppe mit ähnlichen Einbaumaßen zu erhalten. Individuelle Einzelanfertigungen sollten aus marktüblichen Standardkomponenten aufgebaut werden. Erst damit wird eine hohe Flexibilität der haustechnischen Installationen ermöglicht.



**Abb. 3.73** Vorgefertigte Rohrleitungsteile sind serienmäßig hergestellte Rohrleitungen, die entsprechende Biegungen und Abzweigungen bereits an einem Stück beinhalten. Ihr Einsatzgebiet ist vor allem im Bereich von Wasser- und Lüftungsleitungen. Sie werden entweder frei vor der Wand oder in Installationsschächten montiert. Auch wenn ihr Vorfertigungsgrad entsprechend gering ist, ist ihre Wirtschaftlichkeit auf Grund ihrer vielfältigen Einsatzmöglichkeiten schon bei geringen Stückzahlen vergleichsweise hoch. Die Rohrleitungsteile können im Neubau- und Sanierungsbereich eingesetzt werden. Ihre Abmessung ist von den Öffnungsmaßen wie z.B. Türöffnungen abhängig.



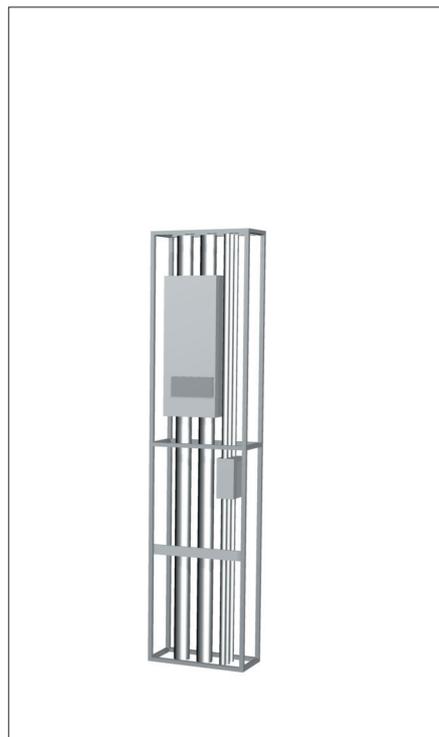
**Abb. 3.74** Rohrleitungsbündel fassen vorgefertigte horizontale und vertikale Rohrleitungsteile zu einem montagefertigen Element zusammen. Die Rohrleitungsbündel besitzen bereits alle Verbindungselemente und Anschlussmöglichkeiten für Sanitärgegenstände und Armaturen. Sie werden meist frei vor der Wand montiert und benötigen noch eine entsprechende Tragkonstruktion und Verkleidung. Sie werden speziell für einen Einsatzort gefertigt. Ihr Vorfertigungsgrad ist im Vergleich zu Rohrleitungsteilen höher.



**Abb. 3.75** Beim offenen Installationsblock sind alle für das Element benötigten Rohrleitungen und Sanitärkomponenten in einem selbsttragenden Rahmengerüst fertig montiert. Es beinhaltet auch die erforderlichen Halterungen für die Sanitärgegenstände. Das Gestell wird auf der Baustelle verfüllt und verkleidet. Verwendet wird der Installationsblock vor allem als Unterbau und Installationsmodul für WC, Bidet und Waschbecken sowie für die vertikale Wasser- und Abwasserführung. Der Austausch einzelner Leitungen und die Einbringung von zusätzlichen Anschlüssen und Leitungen ist aufgrund der spezialisierten und kompakten Bauweise nur schwer möglich. Dennoch können die einzelnen Module individuell nach Kundenwunsch sogar noch auf der Baustelle zusammengestellt und miteinander verbunden werden. Der Installationsblock kann sowohl im Neubau wie auch bei Sanierungen eingesetzt werden. Die Wirtschaftlichkeit ist sehr hoch, da die Kombination aus Leitungen, Sanitärkomponenten und Montagegestell viel Zeit spart und die einzelnen Module in großer Stückzahl im Werk gefertigt werden können.

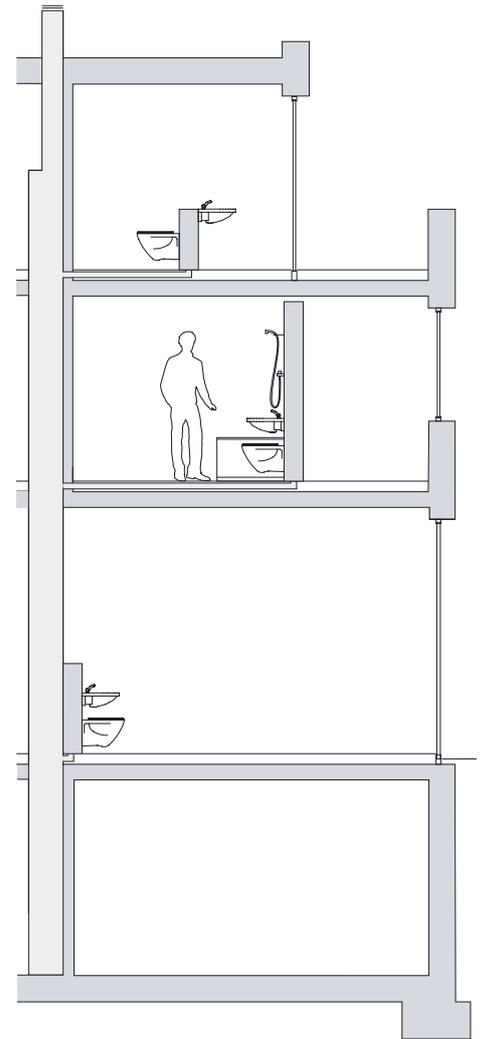


**Abb. 3.76** Der geschlossene Installationsblock besteht wie der offene Installationsblock aus allen für das Element benötigten Leitungen, Komponenten, Halterungen und Anschlüssen. Der geschlossene Installationsblock wird jedoch bereits im Werk verfüllt und verkleidet. Hierfür werden die vormontierten Rohre und Leitungen in Formen eingelegt. Die Hohlräume werden mit Beton, Leichtbeton oder Kunstharzschaum ausgegossen bzw. ausgeschäumt. Dies erhöht den Vorfertigungsgrad, reduziert aber auch gleichzeitig die Flexibilität, da der Austausch einzelner Leitungen durch das Ausschäumen oder Ausgießen nicht mehr möglich ist. Ebenso können keine zusätzlichen Anschlüsse oder Leitungen nachträglich eingebracht werden. Das Ausschäumen und Verfüllen erhöht das Eigengewicht von geschlossenen Installationsblöcken. Einsatzmöglichkeit und Wirtschaftlichkeit sind ähnlich wie beim offenen Installationsblock.



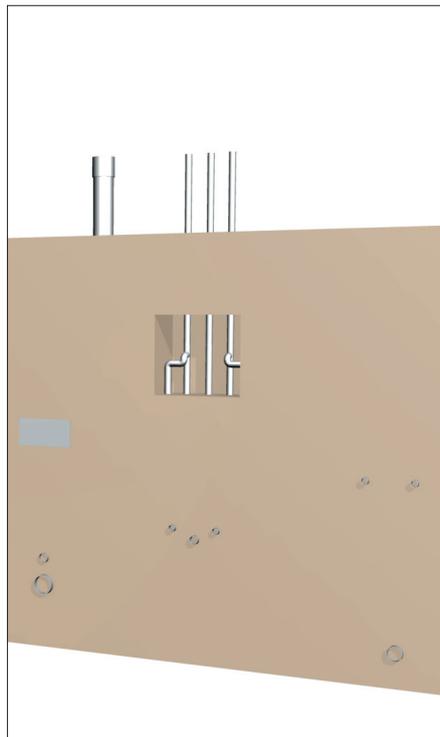
**Abb. 3.72** Die vorgefertigten haustechnischen Komponenten können als eigenständige „Möbel“ und Wände in der Wohneinheit oder direkt am Vertikalschacht angeordnet werden.

**Abb. 3.77** Der Installationsblock mit integrierter Technik beinhaltet neben den Leitungen, Komponenten, Halterungen und Anschlüssen zusätzliche Technischelemente wie Mess- und Absperrvorrichtungen oder dezentrale Anlagenkomponenten für Heizung, Warmwasserbereitung oder Lüftung. Aufgrund dieser Technikkomponenten kann der Installationsblock nur in kleineren Stückzahlen gefertigt oder individuell im Werk des Installateurs montiert werden. Die integrierte Technik bestimmt seine Abmessungen. Der Installationsblock mit integrierter Technik muss zugänglich für Wartung, Reparatur sowie Erweiterung und Austausch sein.

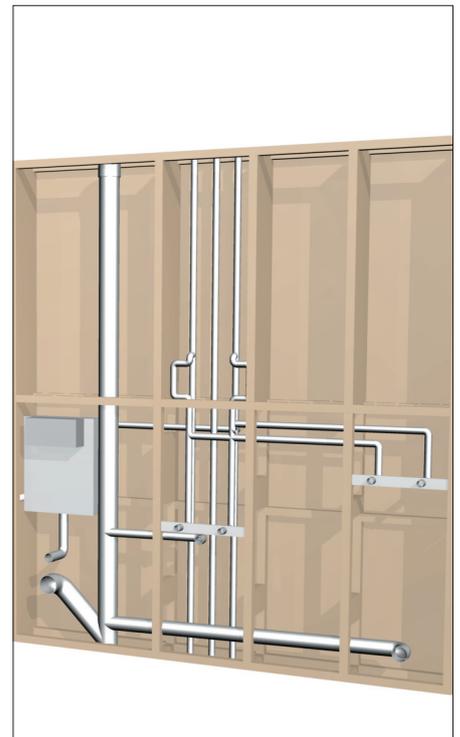




**Abb. 3.78** Das offene Vorwandelement ist ein Zusammenschluss mehrerer offener Installationsblöcke zu einem Bauteil. Die Konstruktion besteht aus selbsttragenden Rahmenprofilen. Als Material können dabei Metallprofile oder Holzständerkonstruktionen gewählt werden. Das Profil ist so hoch wie das höchste Sanitärelement. In diesem Gestell werden Wasser- und Abwasserleitungen sowie nach Bedarf Lüftungsrohre geführt. Alle Sanitärkomponenten wie Spülkästen und entsprechende Befestigungen für die Sanitärgegenstände sind in der Vorwand bereits enthalten. Auf der Baustelle muss die Konstruktion verfüllt und verkleidet werden. Der Austausch einzelner Leitungen und die Einbringung von zusätzlichen Anschlüssen und Leitungen kann erfolgen. Dies ist im eingebauten und verkleideten Zustand jedoch nicht zerstörungsfrei möglich. Eine Veränderung der Position der Sanitärgegenstände ist auf der Baustelle nicht mehr möglich. Das System eignet sich für Renovierung, Neubau und Komplettisanierung.



**Abb. 3.79** Das geschlossene Vorwandelement besteht aus nebeneinander geschalteten Sanitärblöcken, die als ein Element zusammengesetzt werden. Es wird vor eine Wand montiert, da es keinen wandhohen Raumabschluss bietet. In dem geschlossenen Vorwandelement befinden sich alle Leitungen, Anschlüsse und Halterungen. Eine Rahmenkonstruktion fixiert die Komponenten. Die Hohlräume werden im Werk mit Dämmmaterial oder Leichtbeton gefüllt. Seine Oberfläche ist auf der Baustelle fertig zu verfliesen. Über Revisionsöffnungen sind Absperrarmaturen und Leitungsteile zugänglich. Das System eignet sich für Renovierung, Neubau und Komplettisanierung. Seine Wirtschaftlichkeit ist sehr von der Stückzahl gleicher Elemente abhängig.



**Abb. 3.80** Die offene Installationswand ist ein Zusammenschluss mehrerer offener Installationsblöcke zu einem Bauteil. Das selbsttragende Profil ist raumhoch und kann über mehrere Geschosse vorgefertigt werden. Hierin werden Wasser- und Abwasserleitungen sowie nach Bedarf Lüftungsrohre geführt. Alle Sanitärkomponenten wie Spülkästen und entsprechende Befestigungen für die Sanitärgegenstände sind in der Installationswand bereits ab Werk enthalten. Auf der Baustelle wird die Konstruktion verfüllt und verkleidet. Der Austausch einzelner Leitungen und die Einbringung von zusätzlichen Anschlüssen und Leitungen kann bei der Montage erfolgen. Das System eignet sich vor allem für den Neubaubereich. Ab einer höheren Stückzahl gleicher Elemente kann die Installationswand wirtschaftlicher sein als die Aneinanderreihung von Installationsblöcken, da sie gleichzeitig einen Raumabschluss bildet.



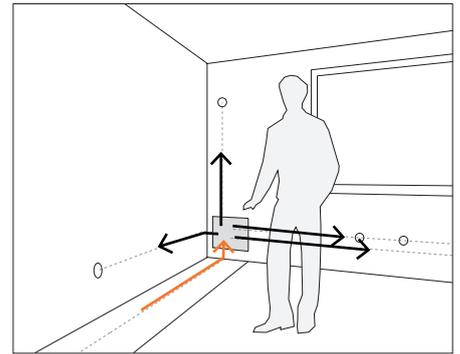
**Abb. 3.81** Die geschlossene Installationswand entspricht in den Funktionen und eingebauten Komponenten der offenen Installationswand. Zusätzlich werden die Ver- und Entsorgungsleitungen schon vor dem Einbau in einen Kern aus Beton oder Kunststoff-Hartschaum eingebettet. Alternativ können Holzständerkonstruktionen mit eingelegetem oder eingeblasenem Dämmmaterial verwendet werden. Die Oberfläche kann ebenfalls bereits im Werk gefliest oder mit einem Anstrich versehen werden. Absperr- und Messeinrichtungen sind über Revisionsöffnungen zugänglich. Der Vorfertigungsgrad ist vergleichsweise hoch, da der Block mit fertiger Oberfläche im Werk hergestellt werden kann. Dies setzt eine Zusammenarbeit von Installateur und Handwerksmeister voraus. Die geschlossene Installationswand erfüllt die raumabschließenden Anforderungen einer Trennwand. Sie hat ein hohes Eigengewicht, was bei



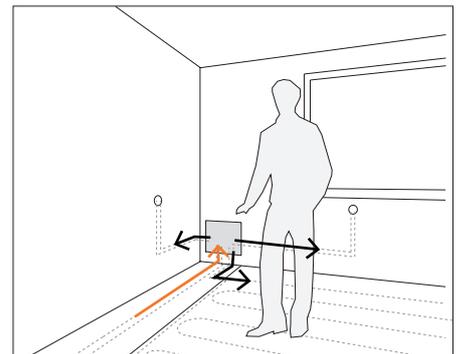
**Abb. 3.82** Vorgefertigte Einzelemente können als Massenprodukte hergestellt und individuell eingebaut werden.

Transport und Einbau zu beachten ist. Der einzelne Austausch von Rohrleitungen oder die nachträgliche Einbringung zusätzlicher Anschlüsse und Leitungen kann nicht zerstörungsfrei erfolgen. Dies verringert die Flexibilität des Systems. Das System wird vorwiegend bei Neubau und Komplettansierungen eingesetzt. Seine Wirtschaftlichkeit ist sehr von der Stückzahl gleicher Elemente abhängig.

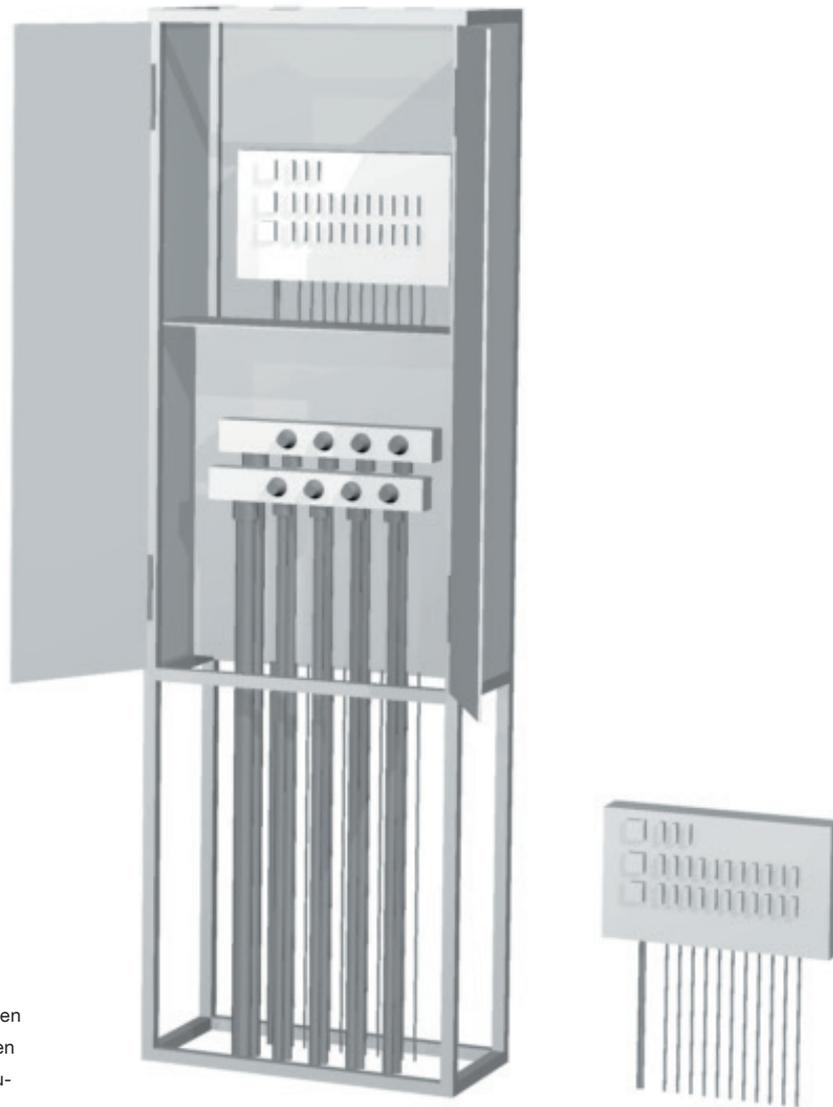
**Dezentrale Verteilstationen und Multikomponenten** Normalerweise müssen von jedem großen Verbraucher oder für einzelne Heizungs-, Trinkwasser- oder Elektrokreise eigene Leitungen zum zentralen Verteilkasten in der Wohneinheit geführt werden. Dies erhöht die Zahl der Leitungen in der Wohnung. Für eine Veränderung muss die gesamte Trasse geöffnet und in ihr neue Leitungen verlegt werden. Eine Alternative bieten Systeme, die eine zentrale Leitung zu einer oder mehreren Übergabe- und Verteilstation in technik- und installationsintensiven Räumen führen. Wie bei einem dezentralen Heizkreisverteiler können die einzelnen Leitungen für das Trinkwasser von solch einem Verteiler ausgehen. Kurze Anbindungsleitungen bedeuten geringere Wärmeverluste über die Rohrleitungen. Weitere Anschlüsse können von diesen dezentralen Verteilstation aus leicht montiert werden. Dezentrale Wärmetauscher ermöglichen die Reduktion auf eine Heizwasserspeicherung- und -verteilung und eine bedarfsgerechte, dezentrale Trinkwassererwärmung in der Nähe der Sanitärgegenstände. Dafür sind jedoch größere Leitungsquerschnitte für die zentrale Heizwasserverteilung und entsprechende Wärmetauscher notwendig. Darüber hinaus muss meist mit höheren Temperaturen für eine schnelle Erwärmung des Brauchwassers gearbeitet werden, was die Wahl des Energiekonzeptes beeinflusst. Auch für den Bereich der Elektroverteilung sind dezentrale Verteilstationen denkbar. Eine Drehstromleitung kann in hochtechnisierte Zonen, wie zum Beispiel in die Küche, geführt werden. Eine Verteilstation bietet Anschlüsse für Herd (Drehstrom), verschiedene Stromkreise für Steckdosen und Beleuchtung (Wechselstrom) und bei Bedarf die Transformation auf Niedervolt für Halogen-Beleuchtungssysteme (12V Gleichstrom). Dieses System bietet den Vorteil, dass nur eine zentrale Stromleitung durch die Wohneinheit geführt werden muss. Veränderungen wie Erweiterungen und Umbau erfolgen an den dezentralen Verteilstationen. Dabei muss bedacht werden, dass auch alle Sicherungen dezentral angeordnet werden. Synergieeffekte können durch die Zusammenlegung von Strom- und Datennetzen eine Reduzierung der Leitungen ermöglichen. Über die Modulation von Daten auf das Trägermedium Strom können sowohl Strom wie auch Daten in einer Leitung übertragen werden. An jeder Datendose sind spezielle Splitter notwendig, die die Daten wieder vom Strom trennen. Über die Datenübertragung können auch alle Kommunikations- und Entertainment-Wünsche erfüllt werden. Audio-Daten werden nicht über spezielle Leitungen geführt, sondern im Datennetzwerk bereitgestellt. Das Gleiche gilt für Telefon-, Fernseh- und Videodaten. Auf dem Markt sind Geräte vorhanden, die diese Aufgaben in einer für den Home-Entertainment-Bereich akzeptablen Bandbreite erfüllen und gleichzeitig einen hohen Datenschutz ermöglichen. Berücksichtigt werden muss neben höheren Investitionskosten die Wartung dieser dezentralen Verteilstationen. Entgegen dem Prinzip der zentralen Technik Einheit müssen Wartungs- und Reparaturarbeiten an verteilten Stellen in der Wohneinheit stattfinden. Dies führt zu höheren Wartungs- und Reparaturkosten und einer größeren Belästigung der Bewohner und Nutzer durch Schmutz und Lärm. Bei der Planung ist im Einzelfall abzuwägen, inwieweit zusätzliche Anschaffungs- und Wartungskosten für dezentrale Geräte durch einen geringeren Aufwand der Leitungsverlegung kompensiert werden.



**Abb. 3.83** Dezentrale Elektroverteilung: Eine Drehstromleitung als Input wird auf verschiedene Verbraucher wie z.B. Herd weitergeleitet. Zusätzlich kann die Aufteilung auf Wechselstromkreise in verschiedenen Strom- und Steckdosenkreisen erfolgen. Möglich ist auch die Transformation in Gleichstrom, z.B. für Halogenbeleuchtung.



**Abb. 3.84** Dezentrale Warm- und Kaltwasserverteilung: Ein Leitungsstrang führt in den Verteiler, dort wird er auf verschiedene Verbraucher aufgeteilt und bei Bedarf auch an verschiedene Temperaturniveaus angepasst. Ein Wärmetauscher ermöglicht, dass Heizungswasser im Durchlaufprinzip warmes Trinkwasser bereitet. Zu berücksichtigen sind dabei die höheren Anschaffungskosten für dezentrale Komponenten und ein erhöhter Wartungsaufwand durch Arbeiten, die über die Wohneinheit verteilt sind.

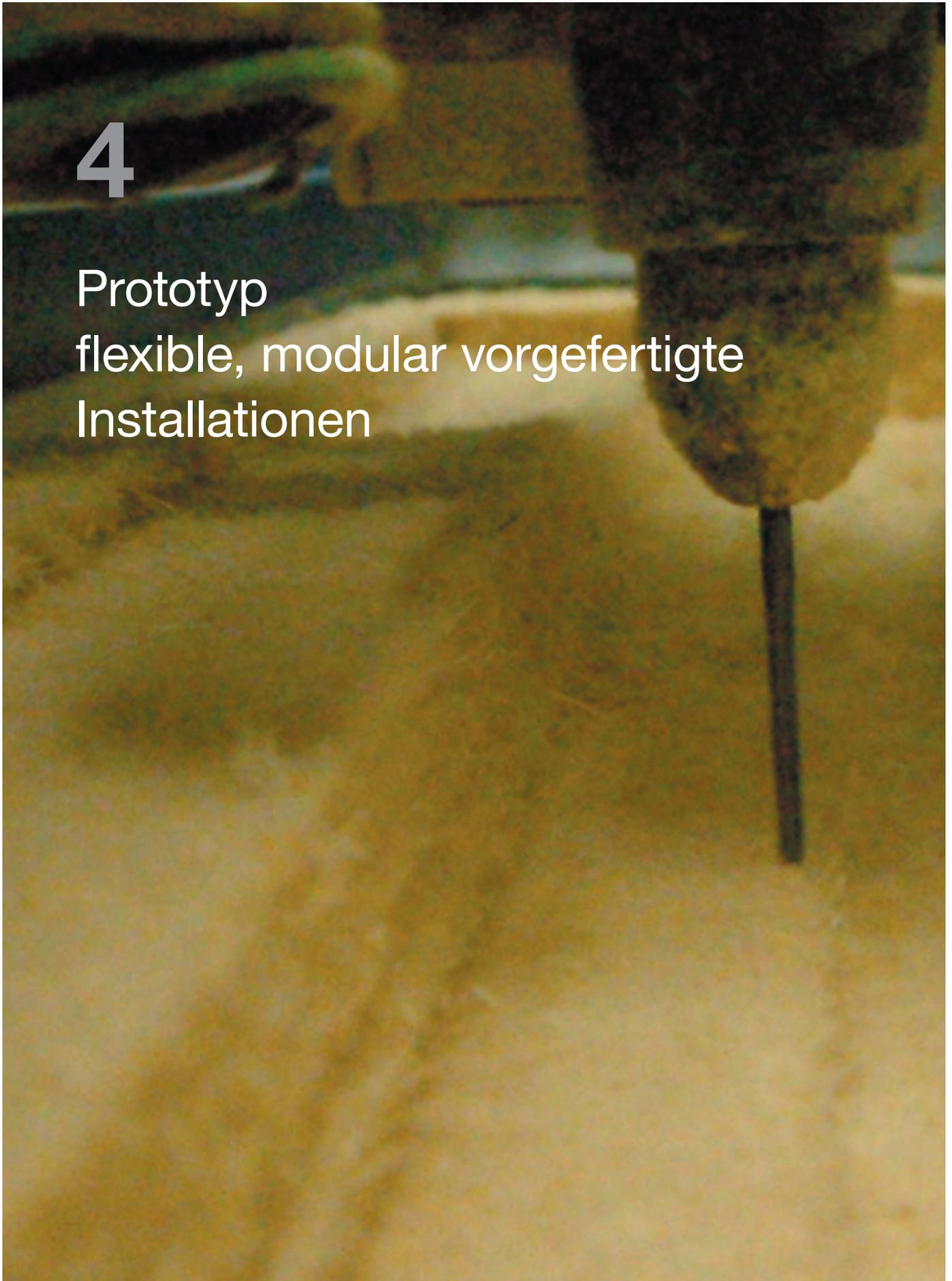


**Abb. 3.85** Dezentrale Technikzentralen für Heizung, Wasser, Strom und Daten können in installationsintensiven Räumen, wie beispielsweise in der Küche oder in Nassräumen angeordnet sein.

Die Komponenten bilden Einheiten, die weitgehend flexibel zusammengestellt und individuell eingebaut werden können. Sie werden als Massenprodukte vorgefertigt, geprüft und vorinstalliert. Ihr Einsatz erhöht die Qualität und die Wirtschaftlichkeit der haustechnischen Installation. Auf dem Markt sind sie in einer Vielzahl an Varianten in Gestalt und Leistungsumfang erhältlich. Aufgrund von genormten Anschlüssen und der Möglichkeit, Adapter zwischenzuschalten, können sie entsprechend dem Bedarf eingesetzt und leicht ausgetauscht werden.

# 4

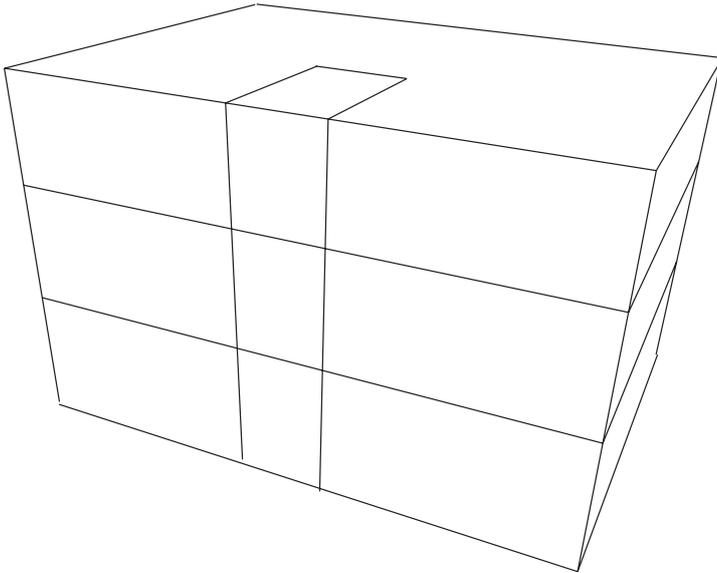
Prototyp  
flexible, modular vorgefertigte  
Installationen



Die Gestaltungs- und Ausführungsrichtlinien für flexible, vorgefertigte haustechnische Installationen müssen den jeweiligen Bauvorhaben angepasst werden. Anhand der Anforderung, die durch die Bauart, die Möglichkeiten der Vorfertigung, die Anzahl der Medien und dem Wunsch nach Flexibilität und freier Grundrissgestaltung gegeben sind, müssen die Installationen und Trassenführungen detailliert werden. Dieser praktische Einsatz der Planungs- und Gestaltungsrichtlinien wird im Folgenden an einem Prototypen verdeutlicht. Im hier vorgestellten Forschungsprojekt führten die Erfahrungen aus der Entwicklung der prototypischen Installationsmodule zur Festlegung und Überprüfung der Planungs- und Gestaltungsrichtlinien und umgekehrt. Somit konnten die Richtlinien an einem praxisnahen Beispiel verifiziert und entsprechend erweitert und angepasst werden.



**Abb. 4.1** linke Seite: Mehrgeschossige Wohngebäude in Holzbauweise (zeilenweise von links oben): MFH Finkenweg in Köniz © Mosimann Architekten (CH), MFH Holzhausen in Steinhausen © Renggli AG (CH), Wohnbebauung Frauengasse in Judenburg © Manfred Seidl (A), Wohnanlage in Heinfels © Wolfgang Retter(A), Wohnanlage Samer Mösl in Salzburg © Paul Ott, Graz(A), Wohnanlage Schlichtling in Telfs © Bruno Klomfar (A), Wohnanlage Hofsteigstrasse Wolfurt © Bruno Klomfar (A), Wohnbau St. Magdalen in Villach © Paul Ott, Graz (A), MFH an der Lorze in Zug HEGI KOLB KOCH Architekten (CH)



**Abb. 4.2** Mustergebäude für die Entwicklung des prototypischen, flexiblen, vorgefertigten haustechnischen Installationssystems: mehrgeschossiger Wohnungsbau (Gebäudeklasse 4 nach Musterbauordnung MBO) mit zentralem Treppenhaus

## Anforderungskatalog

Für die Entwicklung eines Prototypen im Rahmen der Forschungsarbeit werden Randbedingungen festgelegt. Diese ergeben sich aus der Voruntersuchung und Recherche sowie eigenen Bau- und Planungserfahrungen.

**Mehrgeschossiges Wohngebäude** Der Prototyp wird für den Einsatz in einem mehrgeschossigen Wohngebäude (Gebäudeklasse 4 nach Musterbauordnung MBO) entwickelt. Auch wenn im Büro- und Verwaltungsbau die haustechnische Installation eine große Rolle spielt, so sind doch die Art und Anzahl der Medien, die Nutzerwünsche, zum Beispiel für die Nassräume, und die Schutzanforderungen (Wärme-, Schall- und Brandschutz) im Wohnungsbau größer. Der Prototyp soll diese hohen und vielfältigen Anforderungen erfüllen. Ein „Downgrading“ von einem hochentwickelten Produkt auf eine einfachere Version erscheint einfacher als ein „Upgrading“.

**Bauweise des Gebäudes** Die Installationsführung soll für ein Gebäude in Holzbauweise entwickelt werden. Dabei wird offen gelassen, ob dies ein Holzskelett- oder ein Holzmassivbau ist. Die haustechnischen Installationen sollen für beide Konstruktionsarten möglich sein. Dabei geht das zu entwickelnde Installationssystem auf die spezifischen Eigenschaften eines mehrgeschossigen Holzgebäudes ein. Dies betrifft vor allem den Brand- und Schallschutz. Aber auch entsprechende Maßtoleranzen durch das Schwind- und Ausdehnungsverhalten sollen berücksichtigt werden. Das Gebäude wird neu errichtet, so dass eine erschwerte Trassenführung, wie sie bei einer Sanierung gegeben ist, nicht mit eingeplant werden muss. Das Gebäude wird so ausgebildet, dass je Etage zwei Wohneinheiten vorhanden sind, die über ein gemeinsames Treppenhaus erreichbar sind. Dies ist für Wohngebäude mit höherem Standard heute üblich. Das Gebäude verfügt über einen Keller in Massivbauweise. Hier wird der Technikraum nahe des Treppenhauses untergebracht. Die Konstruktion wird statisch so dimensioniert, dass die Boden-Decken-Elemente einen möglichst großen Raum überspannen. Tragende Wände zonieren die Wohneinheiten nicht in einzelne Räume. Dadurch entstehen frei gestaltbare Grundrisse, die nicht durch das Installationssystem eingeschränkt werden sollen.

	Vertikaltrasse	Horizontaltrasse	in der Wand	in der Decke
<b>Heizung</b>	1 x Vorlauf, 1 x Rücklauf	5 x Vorlauf, 5 x Rücklauf		
<b>Lüftung</b>	1 x Zuluft, 1 x Abluft	3 x Zuluft, 2 x Abluft	2 x Abluft	
<b>Abwasser</b>	1 x	3 x	3 x	
<b>Trinkwasser</b>	1 x WW, 1 x KW, 1 x ZWW	3 x WW, 3 x KW, 3 x ZWW	3 x WW, 3 x KW, 3 x ZWW	
<b>Grauwasser</b>	1 x KW	2 x KW	2 x KW	
<b>Elektro</b>	1 x Drehstrom, 1 x Wechselstrom	1 x Drehstrom, 5 x Wechselstrom	1 x Drehstrom, 10 x Wechselstrom	10 x Wechselstrom
<b>Daten</b>	1 x Telefon, 1 x TV	1 x Telefon, 1 x TV, 1 x LAN	1 x Telefon, 1 x TV, 1 x LAN	
<b>BUS - Steuerung</b>	1 x Heizungssteuerung	5 x Heizungssteuerung	5 x Heizungssteuerung	
<b>Brennstoff</b>				
<b>Sprinkler</b>	1 x	5 x	5 x	5 x
<b>Solar Wasser</b>	1 x Vorlauf, 1 x Rücklauf			
<b>Solar Strom</b>	1 x			
<b>Stromzähler</b>	1 x			
<b>Warmwasserzähler</b>	1 x			
<b>Heizungszähler</b>	1 x			
<b>Kaltwasserzähler</b>	1 x			
<b>Gaszähler</b>				
<b>Be- und Entlüftungsanlage</b>	1 x			
<b>Heizkreisverteiler</b>	1 x			
<b>Sicherungskasten</b>	1 x			
<b>Datensplitter/ Switch</b>				

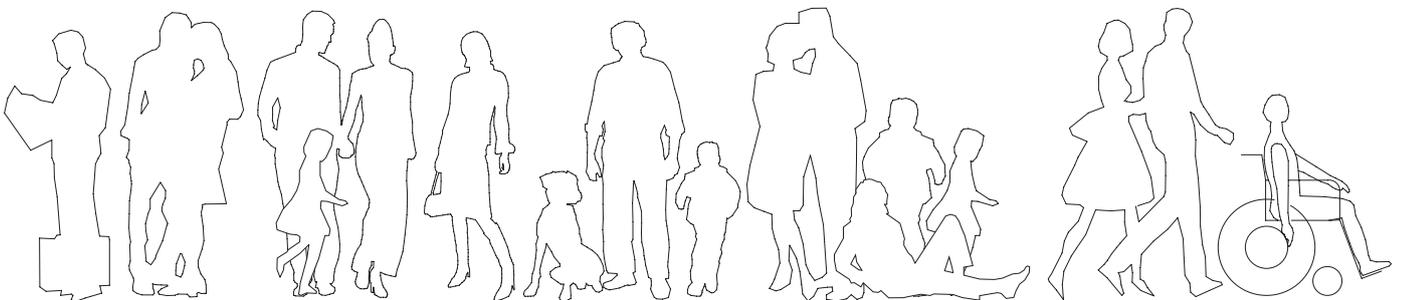
**dezentrale****WW-Bereitung**

**Tabelle 4.1** Art, Lage und Anzahl der Medien und Technikkomponenten für die Entwicklung des Installationssystems

**Medien** Im Wohnungsbau sind von dem vorgefertigten Installationssystem alle Ver- und Entsorgungsdienstleistungen gefordert. Die haustechnischen Installationen sollen im Gebäude Wärme für die Beheizung, Trinkwasser als Warm- und Kaltwasser, Abwasser, Frischluft, Abluft, Strom und Daten verteilen. Hinzu kommt die Leitungsführung für die solare Brauchwassererwärmung und die Verkabelung der Photovoltaikanlage, die sich beide auf dem Dach befinden und in den Keller geführt werden sollen. Unberücksichtigt bleiben die Regenentwässerungsleitungen und die Abgasleitung. Diese werden einzeln an der Fassade beziehungsweise in einer Nahwärmezentrale geführt und sind nicht in das Installationssystem zu integrieren. Auf zukünftige Installationen, wie zum Beispiel Grauwasser-/Betriebswassernutzung für die Toilettenspülung, soll das System flexibel reagieren können. Die Erweiterbarkeit soll schon heute durch entsprechende Platzreserven eingeplant werden.

**Bauphysik und Brandschutz** Das Installationssystem muss allen Anforderungen an die Leitungsführung in einem mehrgeschossigen Holzgebäude erfüllen. Dazu gehören Wärme-, Schall- und Brandschutz.

**Flexibilität** Der Prototyp wird für ein Gebäude mit flexiblen Grundrissoptionen entwickelt. Die einzelnen Wohneinheiten in dem mehrgeschossigen Wohngebäude werden unterschiedlich gestaltet. Dies gilt auch für übereinanderliegende Wohneinheiten. Alle Räume - einschließlich der Nassräume - können an unterschiedlichen Positionen im Raum angeordnet sein. Die Nassräume und hochinstallierten Räume sind nicht an einer gemeinsamen Position in der Wohneinheit festgelegt. Dieses hohe Maß an Flexibilität soll vor allem bei Erstbezug genutzt werden. Die zukünftigen Bewohner stehen bei der Planung des Gebäudes noch nicht fest. Auch während der Bauausführung verändern sich die Wünsche der Bewohner bei den Wohn- und Individualräumen sowie bei Bad, Küche und WC. Dies reicht von der Art und Form der gewünschten Sanitärobjekte bis hin zu ihrer Anordnung im Nassbereich. Darüber hinaus sollen die Bewohner die Möglichkeit erhalten, die Nassräume individuell in der Wohneinheit zu platzieren. Die Flexibilität zur räumlichen Umgestaltung geht über die Bauphase hinaus. Das Installationssystem soll sich an zukünftige Technikanforderungen und in gleicher Weise an die steigenden und sich verändernden Wünsche der Bewohner anpassen können und erweiterbar sein. Während der Nutzungsphase sollen die Bewohner die Haustechnik verändern können. Hier wird von einem 3 bis 7-jährigen Zyklus ausgegangen, der bei Bewohnerwechsel oder größeren Neumöblierungen zum Tragen kommt. Dies ist keine utopische Forderung nach Flexibilität sondern vielfache Erfahrung aus dem Planungsallday, wie sie in Zukunft verstärkt zu erwarten ist. Aus diesem Grund wird das prototypische Installationssystem für diese Parameter entwickelt. Für die Trassenführung bedeutet dies, dass alle Medien in der ganzen Wohneinheit verfügbar sind, die Entwässerung eingeschlossen.



**Abb 4.3** Das Installationssystem muss sich an alle heutigen und zukünftigen Bewohnerwünsche einfach anpassen können.

**Vorfertigung** Die Art und der Grad der Vorfertigung wird für ein mittelständisches Holz-Fertigteilwerk entwickelt. Die meisten Holzbauunternehmen verfügen nicht über fachlich geschultes Personal im Bereich der Haustechnik. Die Haustechnik wird von Handwerkern vor Ort eingebaut. Sie übernehmen auch die Serviceleistungen und Wartungsarbeiten für die Kunden. Diese Arbeitsteilung erscheint prinzipiell sinnvoll und soll durch das zu entwickelnde Installationssystem unterstützt werden. Dennoch soll der gesamte Vorfertigungsgrad des Gebäudes und die Wertschöpfung im Werk des Holzbauunternehmens durch den Einsatz des neu entwickelten Installationssystems gesteigert werden.

**Ausführung** Es besteht der Wunsch, dass mit dem neu zu entwickelnden Installationssystem die Ausführungsqualität steigt. Fehler, die durch unsachgemäßen Einbau auf der Baustelle oder durch Fehlplanungen im Vorfeld passieren, sollen gering gehalten werden. Hinzu kommt der Wunsch nach einem einfachen Einbau des Installationssystems wie auch der Leitungen und Rohre.

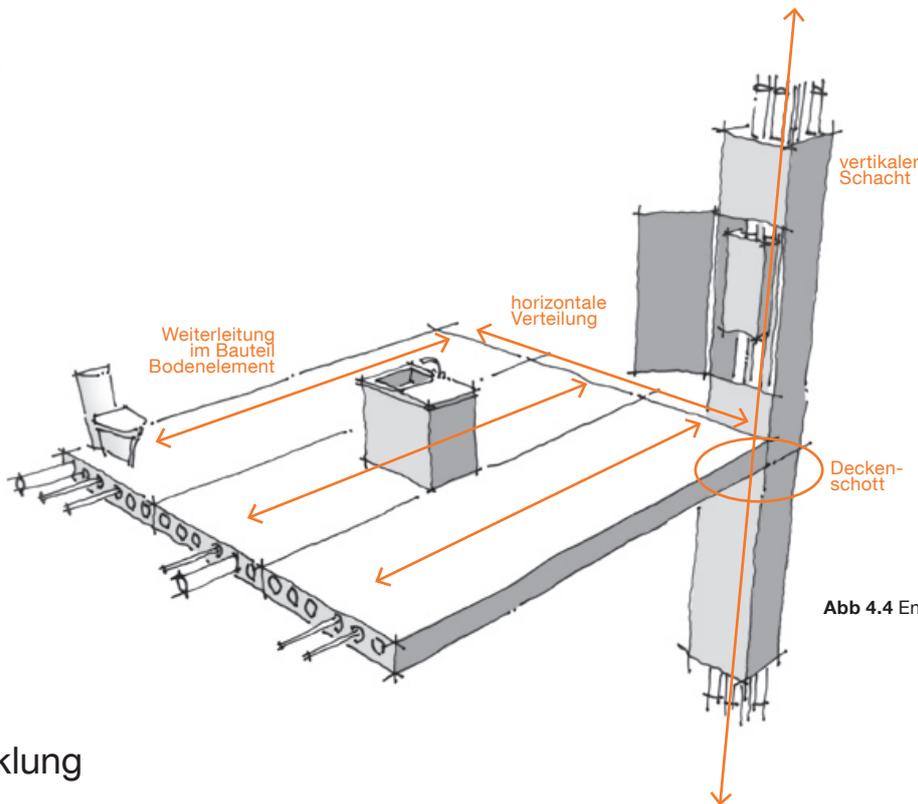
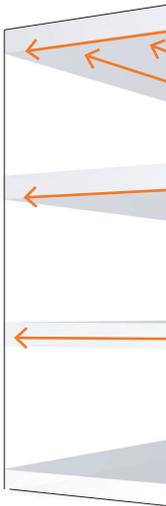


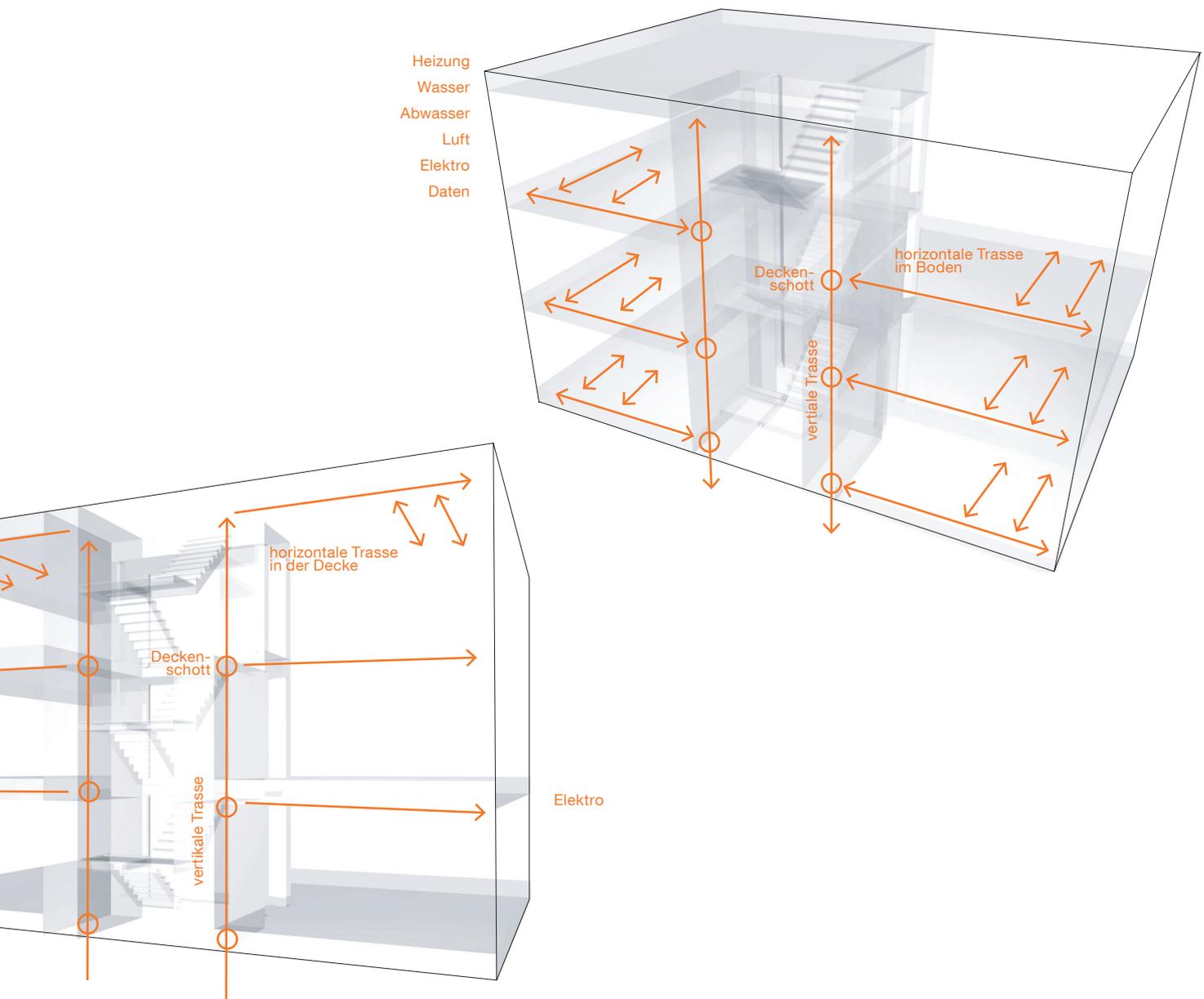
Abb 4.4 Entwurfs-Skizze

## Entwicklung

Das flexible, vorgefertigte Installationssystem wird exemplarisch für die festgelegten Anforderungen entwickelt. Das Installationssystem besteht aus Grundmodulen, die für andere Anforderungen leicht modifiziert werden können.

**Position vertikale Trasse** Bei der Wahl der Medienverteilung vom Technikraum im Keller in die einzelnen Geschosse wird eine innenliegende zentrale Trasse gewählt. Da es sich bei dem Gebäude um einen Neubau handelt, ist diese Variante einfach herzustellen und die häufigste Möglichkeit bei mehrgeschossigen Wohngebäuden. Die Anordnung aller ver- und entsorgenden Leitungen und Rohre erfolgt in einem Schacht. Dieser wird im zentral gelegenen Treppenhaus angeordnet. Da - vor allem aus Schall- und Brandschutzgründen - eine Trasse nur jeweils eine Wohneinheit pro Geschoss bedienen darf, verlaufen zwei getrennte Trassen in zwei getrennten Schächten in dem Treppenraum. In jedem Schacht befinden sich die semizentralen Technikkomponenten und Messeinrichtungen für jede Wohneinheit: Eine Be- und Entlüftungsanlage, ein Heizkreis- und Warmwasserverteiler und ein Wohnungssicherungskasten. Über das Treppenhaus erfolgt der Zugang zu den Leitungen und Geräten. So können zentrale Wartungs- und Reinigungsarbeiten ohne zwingende Anwesenheit der Bewohner und ohne Betreten der Wohnung erledigt werden. Die Trassen werden entlang der Treppenläufe angeordnet. Dies erscheint als eine gute Position, um die statische Konstruktion der Treppe nicht zu beeinflussen. Die Beeinträchtigung der Zugänglichkeit zu den Leitungen, der Lüftungsanlage, dem Heizkreisverteiler und dem Wohnungssicherungskasten werden durch mehrere kleinteilige Öffnungsmöglichkeiten und einem Abstand von der Treppe zur Wand relativiert. So können die Öffnungen zu den Technikkomponenten ungestört über dem Geländer erreicht werden. Für Treppenräume gelten erhöhte Brandschutzanforderungen. Die an den Treppenraum angrenzenden Materialien und Öffnungen müssen den höchsten im Treppenhaus geforderten Brandschutzanforderungen genügen. Im Fall des Mustergebäudes bedeutet dies, dass die Wände des Treppenraumes „auch unter zusätzlicher Beanspruchung hochfeuerhemmend“ (MBO 2002 §35) auszuführen sind. Dies gilt auch für die Öffnungsmöglichkeiten. Als Brandschutzkonzept für die Installationstrasse wird das Schottsystem gewählt. Alle Leitungen und Rohre werden im Bereich des Boden-Decken-Elements geschossweise brandschutztechnisch getrennt. Entsprechend für diesen Zweck zugelassene Brandschutzklappen und Brandschutzmanschetten sind von verschiedensten Herstellern erhältlich und müssen nicht neu entwickelt werden.



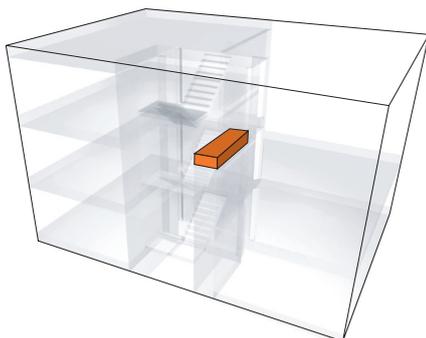
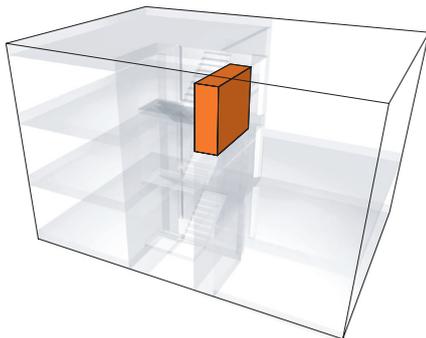


**Abb 4.5** Anordnung der Installationstrassen im Mustergebäude: Die vertikale Trasse zur Verteilung der Medien vom Technikraum in die einzelnen Geschosse verläuft im Treppenraum. Die wohnungsweise Verteilung ist im Decken bzw. im Bodenbereich angeordnet. Der Decken- bzw. Bodenverteilung sind spezifische Medien zugeordnet.

**Position horizontale Trasse** Aufgrund der gewünschten hohen Flexibilität in der Grundrissgestaltung und der räumlich variierenden Anordnung der Nassbereiche und hochinstallierten Räume, ist eine horizontale Verteilung der Medien notwendig. Die Flexibilität soll besonders bei Erstbezug hoch sein. Die Tragkonstruktion verzichtet weitgehend auf tragende Innenwände zu Gunsten einer möglichst flexiblen Grundrissgestaltung. Damit die Leitungsführung diese hohe Flexibilität nicht stört, werden die horizontalen Trassen im Boden- und Deckenbereich angeordnet. Schalter und Steckdosen, Wasser- und Abwasseranschlüsse sowie Lüftungsöffnungen werden als Stichleitung auf kurzen Wegen im Boden und in den Leichtbauwänden angeordnet. Die Entwässerungsleitungen werden mit 1% Gefälle im Boden als Schwerkraftentwässerung verlegt. Im Bodenaufbau werden alle Heizungs-, Warm- und Kaltwasserleitungen sowie die Be- und Entlüftungsrohre angeordnet. Elektro- und Datenleitungen befinden sich ebenfalls im Bodenaufbau. Im Deckenbereich erfolgt die Verteilung von Strom als Wechsel- und Gleichstrom für Deckenauslässe zum Anschluss der Beleuchtung. Diese klar differenzierten Medienführungen erleichtern den Einbau, die Wartung und den Austausch der Leitungen. Sie orientiert sich an der heute üblichen Leitungsführung, so dass Handwerker vor Ort ohne besondere Schulung die Leitungen, Rohre und Kabel verlegen können.

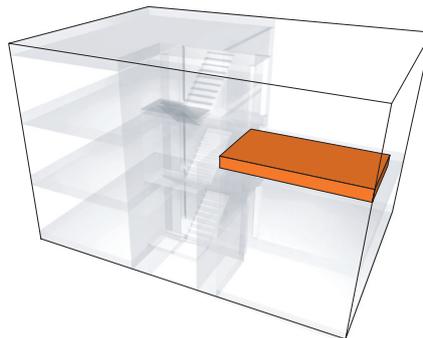
**Entwicklung der Module** Auf Basis des Anforderungskatalogs werden einzelne Module entwickelt. Sie sind für die spezifischen Anforderungen als vertikale Trasse, vorgefertigter Deckenschott, zentrale horizontale Trasse und für die Weiterführung von Einzelleitungen spezialisiert. Sie bilden jeweils Schnittstellen zu den anderen Modulen, um zu einem einheitlichen Installationssystem zusammengefügt zu werden. Alle Module basieren auf den Grundprinzipien der Planungs- und Gestaltungsrichtlinien. Die Entwicklung erfolgt an Hand von Zeichnungen, verkleinerten und originalgetreuen Modellen (Mockup). Zum Zeitpunkt des Forschungsprojektes waren Dämmprodukte am Markt nur schwer zu erhalten und für Forschungszwecke nicht verfügbar. Aus diesem Grund sind in diesem Rahmen keine konkreten Prüf- und Messergebnisse der entwickelten Produkte verfügbar.

#### vertikale Trassenführung

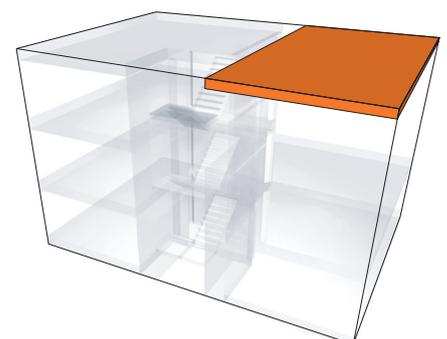
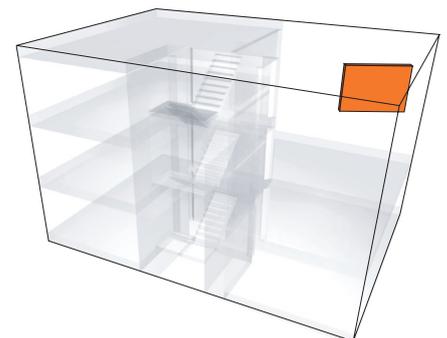
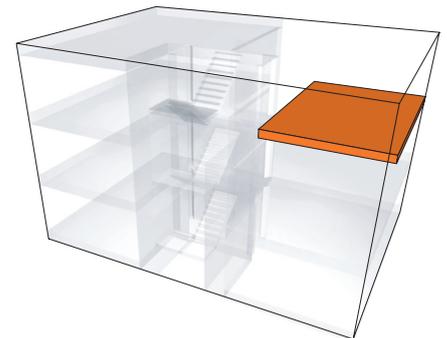


Sonderelement vorgefertigter Schott

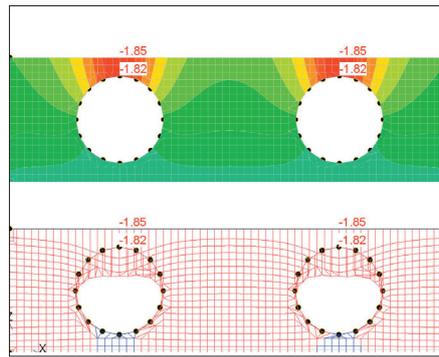
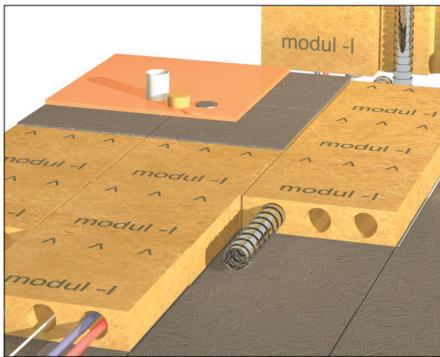
#### horizontale Trassenführung



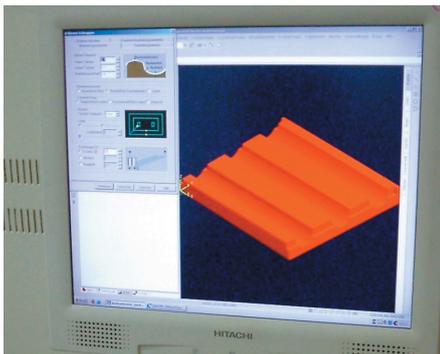
#### Weiterleitung im Bauteil



**Abb 4.6** Räumliche und funktionale Einteilung der prototypischen Installations-Module



**Abb 4.7** Skizzen, virtuelle Modelle und Simulationen: Zur Konzeptfindung und deren Überprüfung in einem frühen Planungsstadium

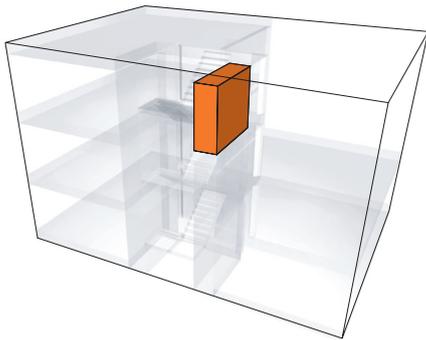


**Abb 4.8** Modellbau von vorgefertigten Hohlräumen in einer Dämmplatte: Ein drei-dimensionales CAD-Modell wird vom Rechner auf die 3D-CNC-Fräse übertragen.



**Abb 4.9** Montagetest der Installationsführung: Mit marktgängigen Rohren, Leitungen und Rohrdämmungen wird der minimalste Platzbedarf für die Installation von Wasser, Abwasser, Heizung und Lüftung in der horizontalen und vertikalen Trasse untersucht. Mit Hilfe des Versuchsaufbaus werden die Schnittstellen zwischen vertikaler und horizontaler Trasse sowie zwischen horizontaler Trasse und Weiterführung im Bodenelement analysiert.





**Vertikaler Schacht** Der zentrale Schacht für die vertikale Verteilung der Medien vom Technikraum in die einzelnen Geschosse wird raumhoch vorgefertigt. Dadurch kann er wie ein Wandbauteil produziert, transportiert und montiert werden. Eine mehrgeschossige Lösung würde ein Sonderelement darstellen, das Probleme bei der Produktion, dem Transport und der Einbindung der angrenzenden Bauteile verursachen könnte. Der hier entwickelte Schacht besteht aus einer selbsttragenden Rahmenkonstruktion. Diese lässt Hohlräume frei für alle Arten von Leitungen und Rohren, die vertikal verlegt werden sollen. Jedem Medium ist ein Bereich zugeordnet, um auf die spezifischen bauphysikalischen und brandschutztechnischen Anforderungen besser eingehen zu können. Die entstehenden Hohlräume sind schon ab Werk mit Dämmmaterial für den Wärme-, Schall- und Brandschutz ausgekleidet. Je nach Leitungs- und Medienart können so unterschiedliche Dämmstoffarten und -stärken verwendet werden. Als Raumabschluss ist der Schacht mit nichtbrennbaren Gipskarton-, Gipsfaser-, oder Brandschutzplatten verkleidet. Die Öffnung, die im Mustergebäude zum Treppenraum hin angeordnet ist, besteht aus einer Brandschutzplatte, die rauchdicht verschlossen wird. Sie ist mit der Rahmenkonstruktion verschraubt, so dass sie jederzeit geöffnet werden kann. Der Schacht wird vor Ort auf das Modul „Deckenschott“ im Boden-Decken-Element gesetzt und an das ebenfalls im Deckenelement integrierte Modul „vertikale Verteilung“ angeschlossen. Auf der Baustelle werden die Leitungen, Rohre und Technikkomponenten von ortsansässigen Handwerkern in die Hohlräume eingebracht und miteinander verbunden.

**Materialwahl****Tragkonstruktion:**

Holzwerkstoffplatten,  
bei Bedarf: tragende, nichtbrennbare Platten

**Wärme-, Schall- und Brandschutz:** Mineralwoll-dämmplatten

**Verkleidung:**

Gipsfaser-, Gipskarton- oder Brandschutzplatten

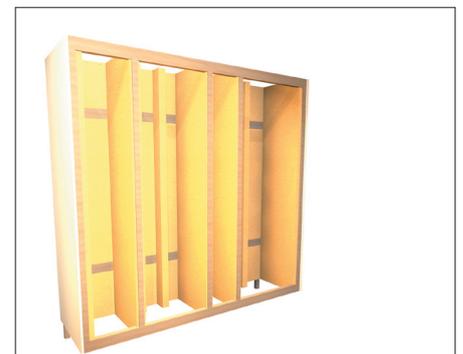
**Vorteil:** Mit der innenliegenden Dämmung und der vorgefertigten Verkleidung stellt der entwickelte Schacht eine Erweiterung der schon bestehenden Installationsschächte und Vorwandsysteme dar. Im konstruktiven Bereich ist er eine Umsetzung der marktgängigen Metallschienen- und Metallrahmenkonstruktionen in den Holzbau. Alle konstruktiven Elemente, Dämm- und Brandschutzplatten sind handelsübliche Produkte, die vom Handwerksmeister, Trockenbauer oder Zimmerer einfach verarbeitet und montiert werden. Damit kann die Produktion des Schachtes weitgehend ohne Zukauf im Werk erfolgen. Bei hohen Brandschutzanforderungen und geforderter langer Standisicherheit kann die Konstruktion auch aus Schaumglas- oder Brandschutzplatten erstellt werden.



**Abb. 4.10** Rahmenkonstruktion: Schmale Holzwerkstoffstreifen verbinden die Vollholzständer. Verbindende und aussteifende Riegel halten die Konstruktion zusammen. Im oberen und unteren Bereich befinden sich Befestigungsleisten für die spätere Montage der Rohrleitungen. Diese sind durch Schalldämpfer von der wenig federnden Konstruktion getrennt und mit Dämmstoff hinterfüllt, so dass ein hoher Schallschutz ohne Verwendung von speziellen Rohrbefestigungen ermöglicht wird.



**Abb. 4.11** Dämmung: Mineralwolldämmplatten mit einem Schmelzpunkt  $> 1.000\text{ }^{\circ}\text{C}$  umhüllen die Konstruktion. Sie bieten gleichzeitig Wärme-, Schall- und Brandschutz.



**Abb. 4.12** Raumabschluss: Durch die Verkleidung mit Brandschutzplatten wird der Installationsschacht zur Raumtrennwand. Die Platten werden doppellagig mit Fugenversatz angebracht. Die Oberfläche wird somit im Werk bis auf den Endanstrich vorgefertigt.



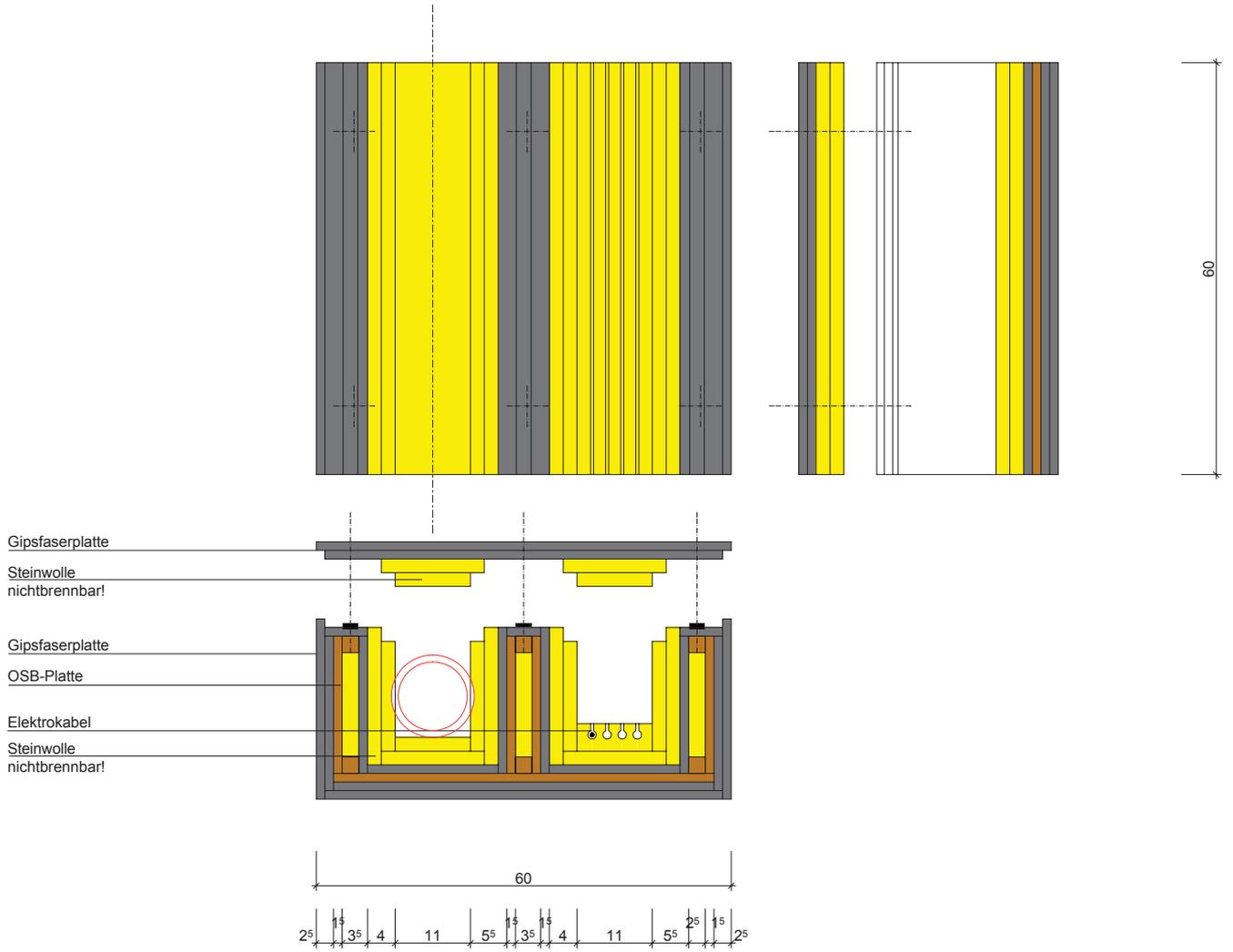
**Abb. 4.14** Montage der Technikkomponenten: Vor die Rohrleitungen werden die dazugehörigen Technikkomponenten platziert. Sie sind von den Leitungen und Kabeln durch eine bereits im Werk passgenau gefertigte und auf der Baustelle nur noch eingehängte bzw. eingeklemmte Wärme- und Brandschutzdämmung getrennt. Die Technikkomponenten sind mit schallentkoppelten Halterungen am Schachtrahmen individuell befestigt. Für den rauchdichten Abschluss sorgt ein Dichtband, das bei Brand aufschäumt und die Fuge verschließt.

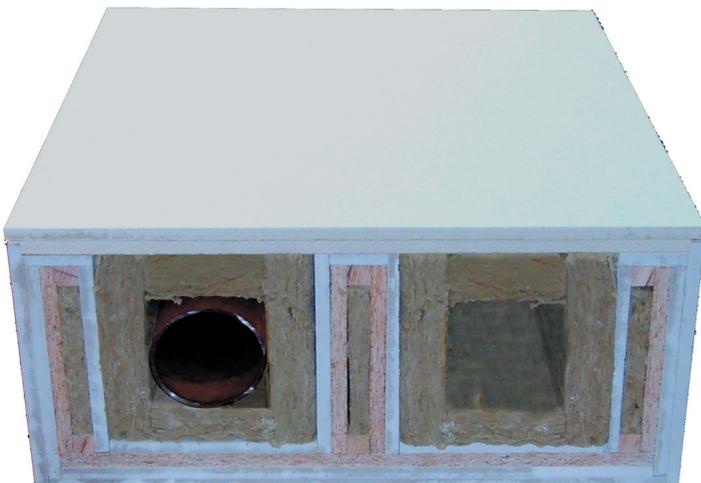
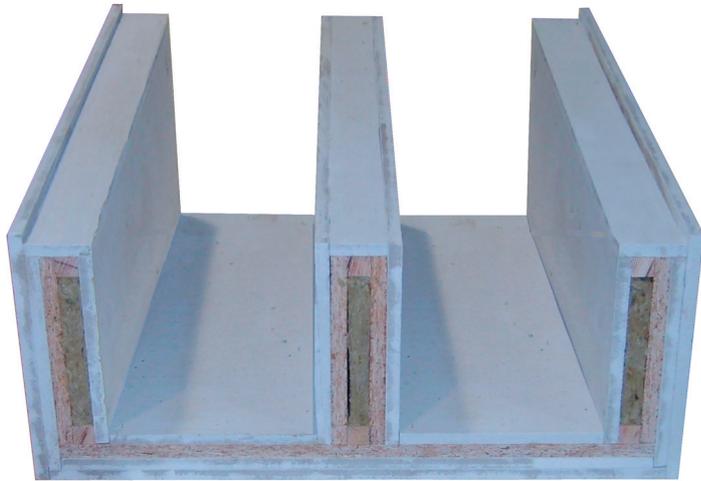


**Abb. 4.13** Montage der Rohrleitungen: Auf der Baustelle werden die Leitungen und Kabel in den vorhandenen Hohlräumen befestigt. Die Leitungen haben je nach Art und Temperatur des Mediums sowie nach Art des Rohrleitungsmaterials eigene abgeschlossene Bereiche (Boxen). Die Befestigung erfolgt an den vorgefertigten Befestigungsleisten. In dem vertikalen Schacht müssen keine Leitungen quer, das heißt bereichsübergreifend installiert werden, so dass die einzelnen Boxen brandschutztechnisch voneinander getrennt sind.

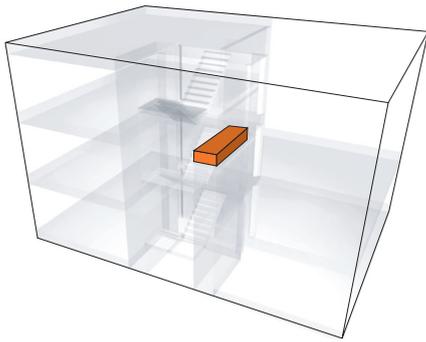


**Abb. 4.15** Schließen der Öffnungen: Nach Abschluss der Montage werden die im Werk vorgefertigten Öffnungen eingebaut. Es handelt sich dabei um Brandschutzplatten, die zweilagig ausgeführt sind. Aufgrund der hohen Brandschutzanforderungen im Treppenraum werden die Brandschutzplatten geschraubt und die Fuge zwischen Konstruktion und Platte mit im Brandfall selbstaufschäumenden Bändern versehen. Diese trennen den Installationsraum vom Treppenraum rauchdicht und verhindern ein Übergreifen des Brandes.





**Abb. 4.16** Prototypen-Modllbau: Versuche zur Umsetzung der Vorgaben. Aufzeigen von Problemen.

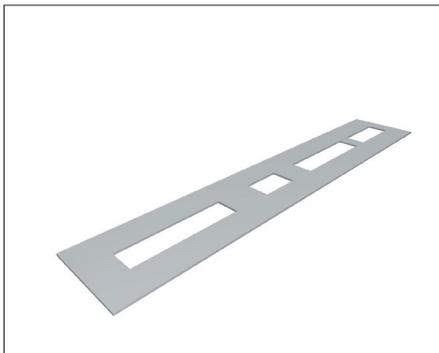


**Deckenschott** Das Schottsystem stellt ein einfaches Brandschutzkonzept für Installationsleitungen dar. Alle Leitungen und Kabel werden dabei im Deckenbereich brandschutztechnisch abgeteilt. Eine Brandweiterleitung über mehrere Geschosse wird damit unterbunden. Der hier entwickelte Deckenschott kann weitgehend im Werk vorgefertigt werden. Er wird in das Boden-Decken-Element eingebaut und mit diesem auf der Baustelle montiert. Die Vorfertigung ermöglicht eine sehr gute Anpassung an die Konstruktion des Boden-Decken-Elements und die Möglichkeit, die angrenzende Konstruktion gut mit Brandschutzplatten zu schützen. Die Durchbrüche für die Rohrleitungen sind mit Schall- und Brandschutzdämmung ausgekleidet. Alle für die Zukunft reservierten Durchbrüche werden im Werk zugänglich verschlossen. Sie können im eingebauten Zustand jederzeit geöffnet und mit einer Rohrleitung belegt werden. So vorgefertigt, gelangen die Deckenschotts auf die Baustelle. Hier werden die weiteren Leitungsteile vom Fachhandwerker vor Ort montiert. Dieser besitzt das notwendige Wissen für die brandschutztechnischen Anforderungen an die Rohrleitungen und kann diese fachgerecht einbauen und prüfen. Damit sich die Leitungen bei Temperaturveränderung ausdehnen und Bauwerktoleranzen sowie Bewegungen durch Schwinden aufgenommen werden können, sind im Deckenschott Rohrkompensatoren eingebaut. Im oberen und unteren Bereich des Deckenschotts werden für jede Leitung die auf das Rohrleitungsma-terial und den Rohrdurchmesser abgestimmte Brandschutzmanschetten eingebracht.

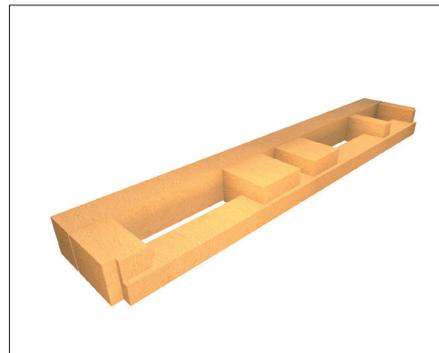
**Materialwahl** **Wärme-, Schall- und Brandschutz:** Mineralwoll-dämmplatten

**Verkleidung:**  
Gipsfaser-, Gipskarton- oder Brandschutzplatten

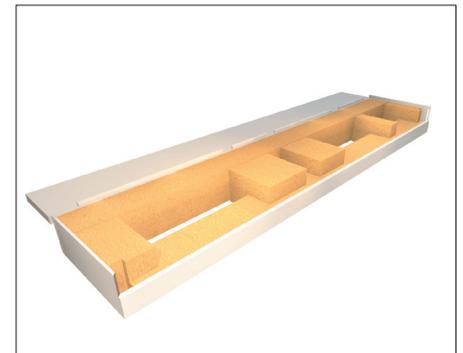
**Vorteil:** Der vorgefertigte Deckenschott ermöglicht im Vergleich zu den heute auf dem Markt angebotenen Brandschutzschotts eine spezifische Anpassung an die Konstruktion. Der Handwerksmeister, Trockenbauer oder Zimmerer hat das Wissen, wie die Konstruktion brandschutztechnisch zu schützen und eine Schallübertragung vermieden werden kann. Der Installateur greift nicht in das Gewerk „Rohbau“ ein. Somit kann ein individuell vorgefertigter Deckenschott zu einer besseren Bauqualität und -sicherheit führen.



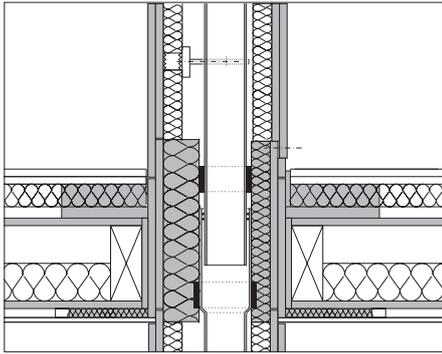
**Abb. 4.17** Konstruktion: Der Deckenschott steht im Zusammenhang mit dem Boden-Decken-Element. Er beinhaltet selbst keine konstruktiven Bauteile. Die Lastabtragung des darüber montierten vertikalen Schachtes übernimmt die Boden-Decken-Konstruktion. Zur Sicherung der Brandschutzsysteme und -formsteine gegen „Nach-unten-fallen“ wird eine Brandschutzplatte unterseitig montiert.



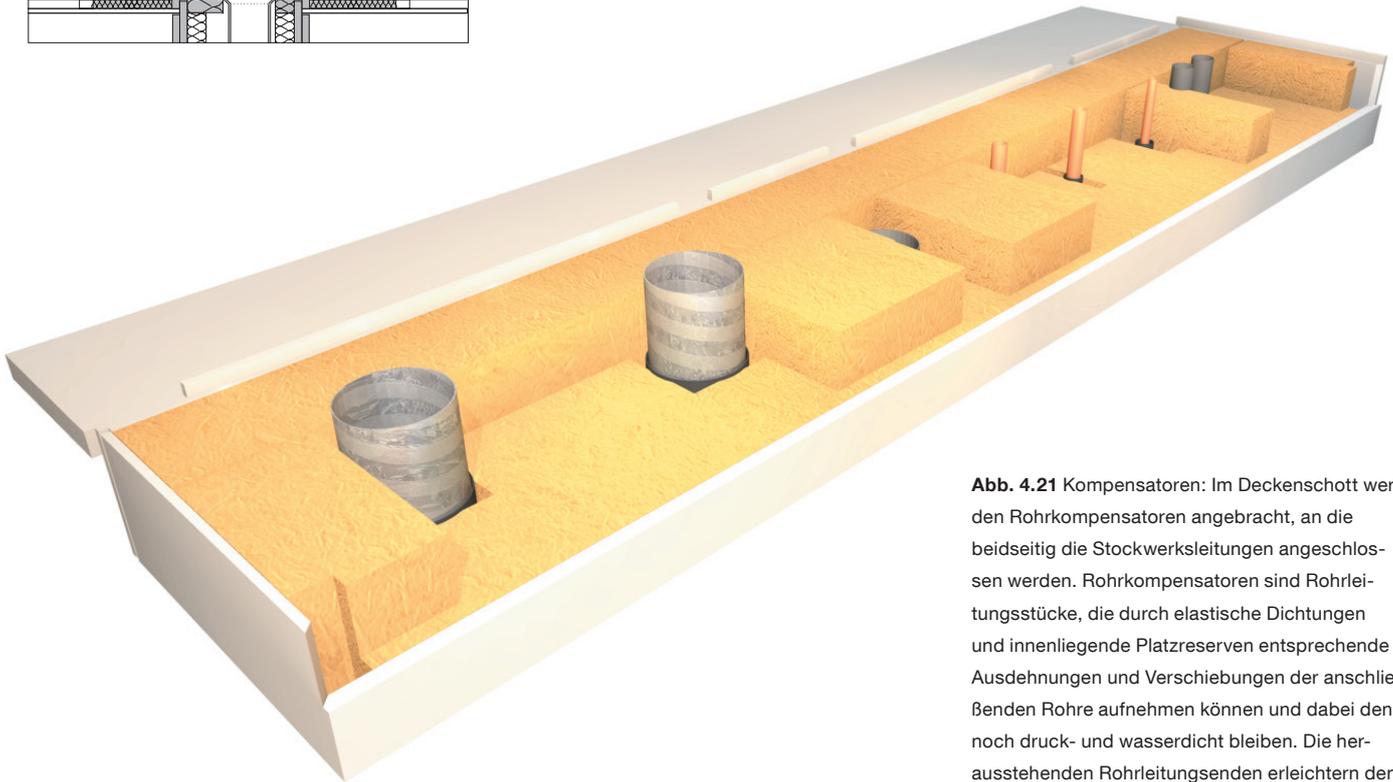
**Abb. 4.18** Dämmung: Die Aussparung um die später montierten Rohre wird mit einer Brand-, Schall- und Wärmedämmung ausgekleidet. Sie ermöglicht eine sichere und qualitativ hochwertige Ausführung.



**Abb. 4.19** Verkleidung: Der Deckendurchbruch wird mit zweilagig und fugenversetzt angebrachten Brandschutzplatten verkleidet. Dadurch wird die angrenzende Konstruktion geschützt.



**Abb. 4.22** Eingebauter Deckenschott mit oberhalb und unterhalb angeordnetem vertikal Schacht



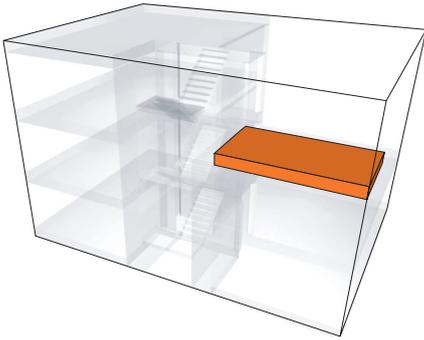
**Abb. 4.21** Kompensatoren: Im Deckenschott werden Rohrkomensatoren angebracht, an die beidseitig die Stockwerksleitungen angeschlossen werden. Rohrkomensatoren sind Rohrleitungsstücke, die durch elastische Dichtungen und innenliegende Platzreserven entsprechende Ausdehnungen und Verschiebungen der anschließenden Rohre aufnehmen können und dabei dennoch druck- und wasserdicht bleiben. Die herausstehenden Rohrleitungsenden erleichtern den Anschluss der weiterführenden vertikalen Leitungen im eingebauten Zustand.



**Abb. 4.20** Brandschutzmanschetten: Im Deckenschott werden rohrleitungsspezifische Brandschutzmanschetten angebracht. Diese schäumen im Brandfall selbstständig auf und verschließen die Rohrleitung, so dass eine Brandweiterleitung verhindert wird. Beidseitig angeordnete Brandschutzmanschetten verhindern, dass brennbare Rohrleitungen von einer Seite aus den Deckenschott durchbrennen, während die dem Brand gegenüberliegende Rohrabschottung noch nicht ausgelöst hat. Für Elektro- und Datenkabel werden spe-

ziell zugelassene Kabelschotts verwendet. Diese können bereits vorgefertigte Montagelöcher für Kabel aufweisen. Bei Lüftungsleitungen kommen selbstauslösende, wartungsarme Brandschutzklappen zum Einsatz.

**Anmerkung:** Die Brandschutzmanschetten, Kabelschotts und Brandschutzklappen sind je nach Zulassungsbescheid auszuwählen. Für Schottungen besteht Kennzeichnungspflicht. Bei Nachbelegungen vorhandener Schottungen ist auf die Gleichartigkeit des Schotts bzw. auf die Verträglichkeit der verwendeten Schottbestandteile zu achten. Kombinationen unterschiedlicher Systeme/ Systemanbieter führen normalerweise zum Zulassungsverlust der verwendeten Systeme.



**Horizontale Verteilung** Da die Sanitär- und Technikanschlüsse nicht in der Nähe des vertikalen Schachtes liegen, müssen die Medien horizontal weiter verteilt werden. Die hier entwickelte vertikale Verteilung schließt direkt an den Vertikalschacht an. Sie ist ein schmaler revisionsschachtartiger Bereich innerhalb der Wohneinheit. In ihr werden die Leitungen aus dem vertikalen Schacht in die Hohlräume in den Bauteilen verteilt. Schalldämpfer für Lüftungsleitungen und Revisionsöffnungen für Entwässerungsleitungen befinden sich in diesem Bereich. Hier werden Rohre und Leitungen aneinander gekoppelt. Die horizontale Verteilung ist eine Weiterentwicklung des klassischen Doppelbodens. Eine Tragstruktur überspannt den Bereich der Trassenführung und bildet einen großflächigen Hohlraum, in dem auch Leitungskreuzungen untergebracht werden können. Der Hohlraum ist mit Dämmstoffen ausgekleidet, die den Wärme-, Schall- und Brandschutz garantieren. Die Seiten sind - wie beim „Deckenschott“ - zur Konstruktion des Boden-Decken-Elements hin mit Brandschutzplatten abgetrennt. Auf der Baustelle werden in diesen Hohlraum die Leitungen und Kabel gelegt. Eine Rohrdämmung ist nicht mehr nötig. Diese Funktion übernimmt der bereits eingebaute Dämmstoff und die nach der Montage eingebrachte Dämmschüttung. Wesentliches Element der vertikalen Verteilung ist die abnehmbare Bodenplatte. Diese ist in Einzelteilen bereits im Werk vorgefertigt und erfüllt durch ihre Masse und die unterseitige Dämmung alle Trittschallanforderungen eines Bodens. Sie wird auf die abstandshaltende Konstruktion gelegt und kann jederzeit abgenommen werden. Auf dieser Platte kann - ähnlich wie bei einer Doppelbodenplatte - jeder Oberflächenbelag aufgebracht werden.

#### Materialwahl

#### Tragkonstruktion:

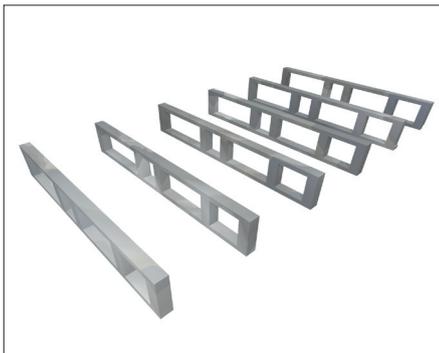
Leichtbetonelemente

**Wärme-, Schall- und Brandschutz:** Mineralwoll-dämmplatten, Vermiculit-, Blähton- oder Perlit-schüttung

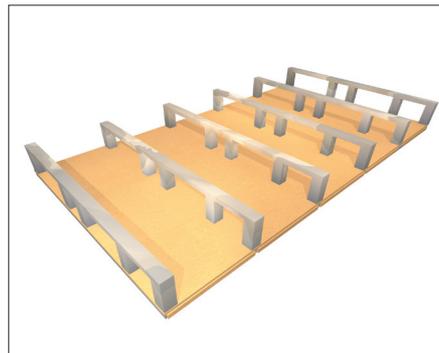
#### Verkleidung:

Gipsfaser-, Gipskarton- oder Brandschutzplatten

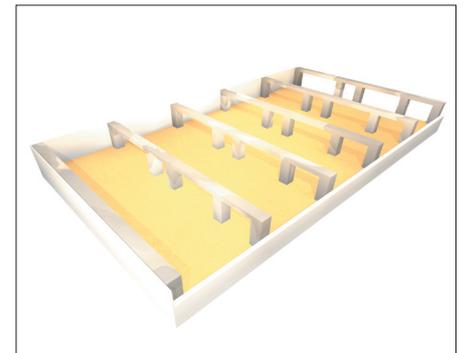
**Vorteil:** Die hier entwickelte vertikale Verteilung stellt eine Anpassung der vorhandenen Doppelbodenkonzepte und Möglichkeiten der Leitungsführung in der Konstruktion an die Anforderungen des mehrgeschossigen Wohnungsbaus dar. Darüber hinaus wird durch die bereits vorgefertigte Dämmung der Vorfertigungsgrad der Konstruktion erhöht und der Montageaufwand vor allem bei Befestigung und Rohrdämmung reduziert. Die Installationsarbeiten vereinfachen sich und nachträgliche Änderungen und Anpassungen werden stark erleichtert. Damit geht das hier entwickelte Element weit über die vorhandenen Systeme hinaus.



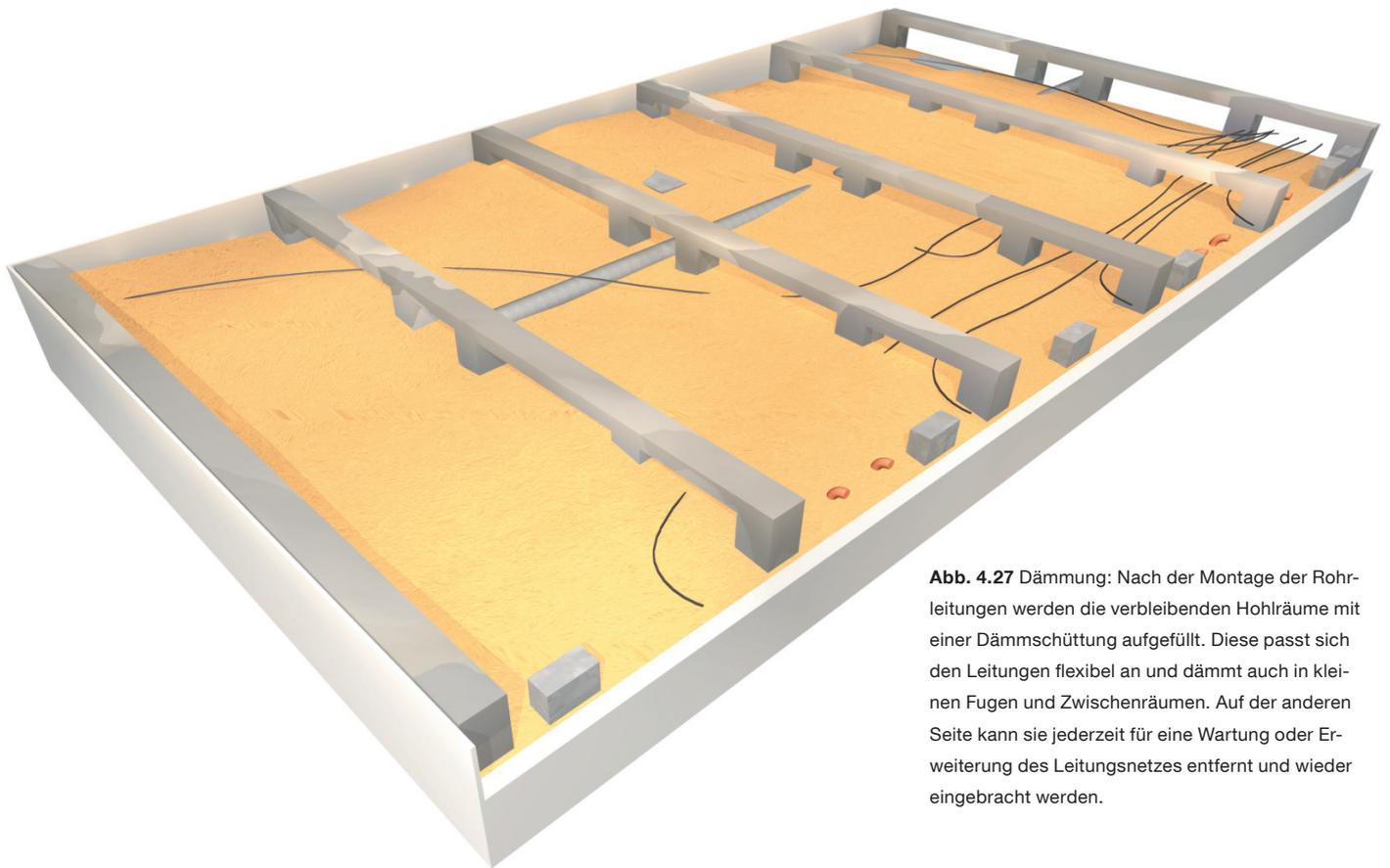
**Abb. 4.23** Tragkonstruktion: Nichtbrennbare Leichtbetonelemente überbrücken den Hohlraum. Sie bieten Befestigungsmöglichkeiten für die unterseitig angebrachten Brandschutzplatten zum Geschossabschluss. Auf die Stege werden nach der Montage die abdeckenden Bodenplatten gelegt.



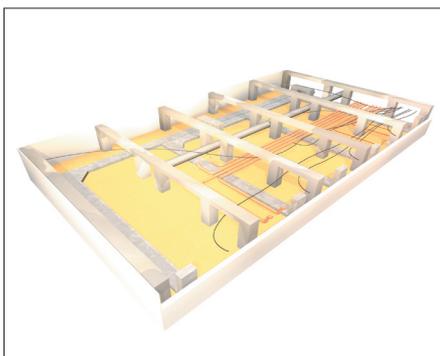
**Abb. 4.24** Dämmung: Der Hohlraum wird mit Dämmmaterial zum Wärme-, Schall- und Brandschutz ausgekleidet.



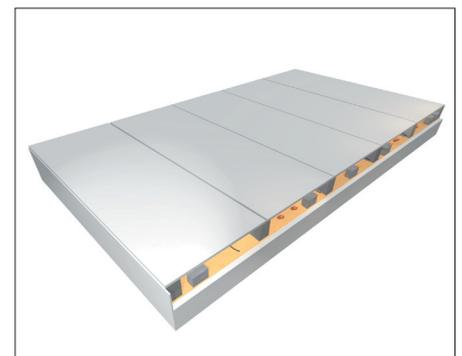
**Abb. 4.25** Verkleidung: An die Konstruktion anschließende Seitenbereiche sind mit doppellagig, fugenversetzt angebrachten Brandschutzplatten und einer Dämmung gegen punktuelle Wärmelasten im Brandfall geschützt.



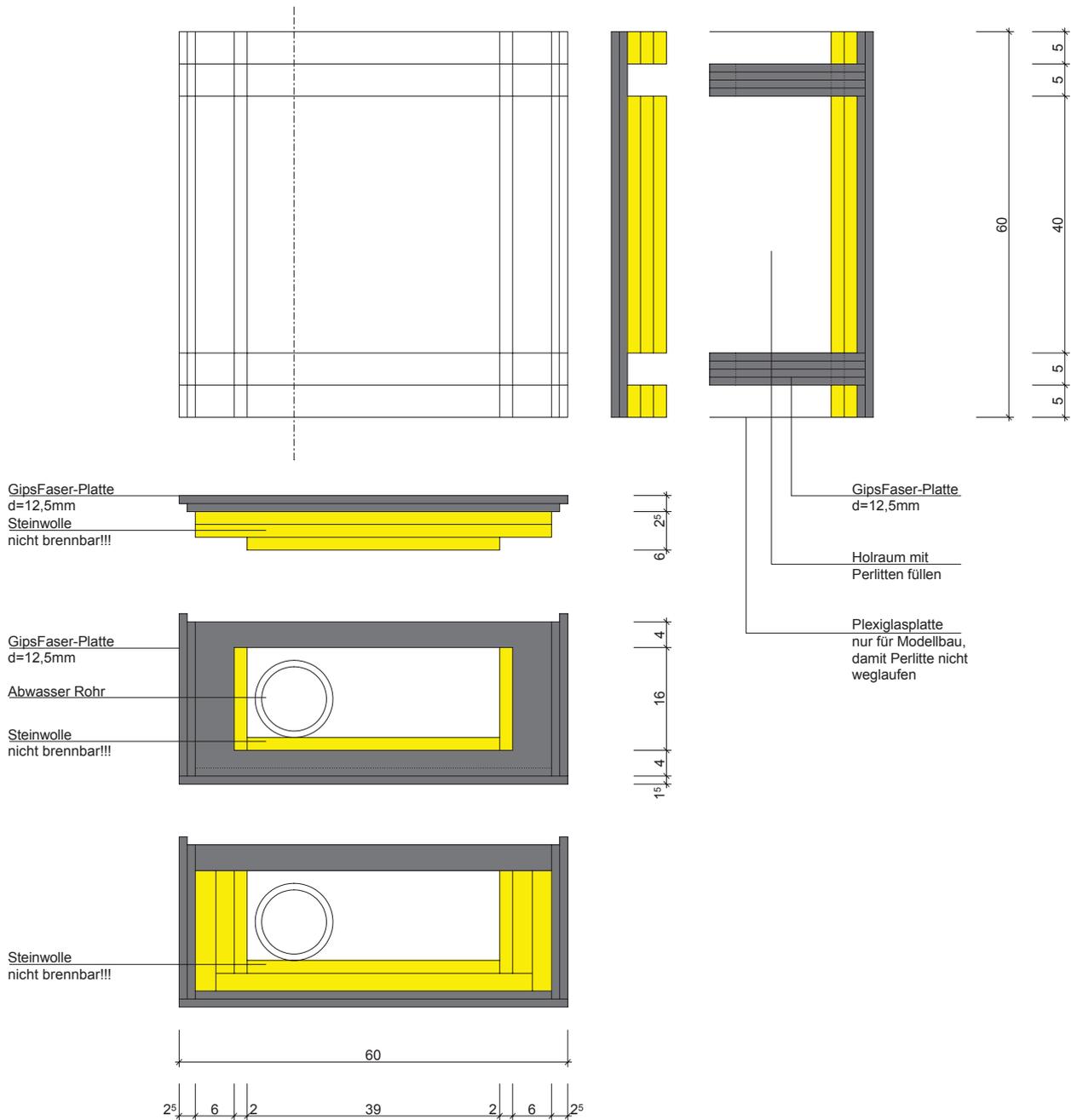
**Abb. 4.27** Dämmung: Nach der Montage der Rohrleitungen werden die verbleibenden Hohlräume mit einer Dämmschüttung aufgefüllt. Diese passt sich den Leitungen flexibel an und dämmt auch in kleinen Fugen und Zwischenräumen. Auf der anderen Seite kann sie jederzeit für eine Wartung oder Erweiterung des Leitungsnetzes entfernt und wieder eingebracht werden.



**Abb. 4.26** Montage der Rohrleitungen: Auf der Baustelle werden die Leitungen und Technikkomponenten (z.B. Schalldämpfer für Lüftungsleitungen) eingelegt. Auf eine schalldämpfende Befestigung kann verzichtet werden, da das an die Leitungen anschließende Dämmmaterial diese Funktion erfüllt.

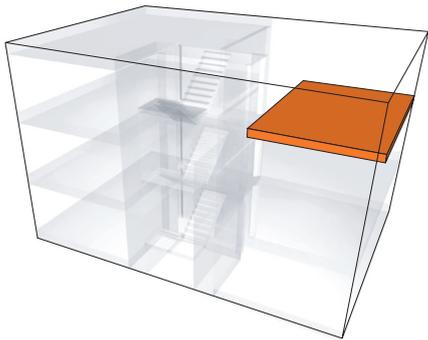


**Abb. 4.28** Schließen der Öffnung: Mit im Werk vorgefertigten Bodenplatten wird die horizontale Verteilung abgedeckt. Sie liegen auf den Stegen der Konstruktion auf und können jederzeit geöffnet werden. Die Bodenplatten sind aus massiven Trockenestrichelementen mit unterseitiger Dämmung, so dass Tritt- und Körperschall gedämpft werden. Zwischen Bodenplatte und Stegkonstruktion vermindert Hochleistungs-Dämmmaterial (z.B. Gummidämpfer) die Schallweiterleitung.





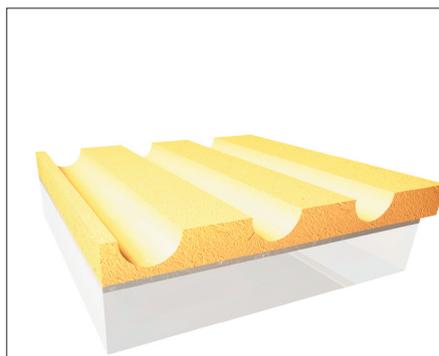
**Abb. 4.29** Prototypenbau: Versuche zur Umsetzung der Vorgaben. Aufzeigen von Problemen.



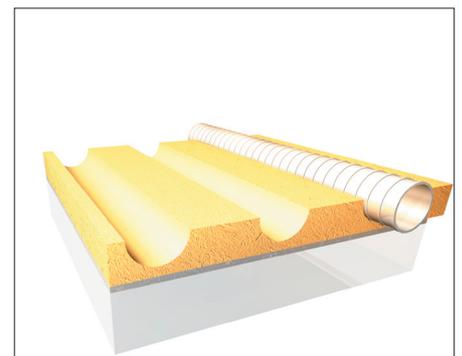
**Leitungsführung im Bauteil - „Bodenelement“** Die Weiterführung der Rohre und Leitungen von der horizontalen Verteilung geschieht in den entsprechenden Bauteilen. Für das Mustergebäude wird auf eine Vakuumentwässerung verzichtet. Darum können Entwässerungsleitungen nur im Bodenbereich angeordnet werden. Hinzu kommt, dass der Anforderungskatalog des Mustergebäudes eine flexible Installation der Nassräume im ganzen Geschoss wünscht. Dies erfordert einen entsprechend hohen Bodenaufbau, der über die gesamte Wohnfläche einzuplanen ist. Damit der Bodenaufbau dennoch so gering wie möglich bleibt, werden Synergieeffekte in den für eine Leitung benötigten Dämmsystemen gesucht. Tritt-, Leitungsschall- und Wärmeschutz können sich dabei gut ergänzen. In Bodendämmplatten werden in regelmäßigen Abständen Hohlräume gefräst, schon im Produktionsprozess gepresst oder aus verschiedenen Schichten aufgebaut. Dies kann je nach Produktionsprozess herstellerepezifisch erfolgen und ist für die Funktion der Installationsbodenplatten unerheblich. In die Hohlräume werden je nach Bedarf alle Leitungen eingelegt. Aus fertigungstechnischen Gründen werden die Bodenplatten immer aus zwei Halbförmern zusammengesetzt. Dies ermöglicht das Verlegen von unflexiblen Rohrleitungen in eine Halbschale und dann das Abdecken mit der anderen Schalenhälfte. Eine Befestigung der Rohrleitungen in der Dämmstoffhülle bleibt aus. Die Leitungen liegen fest in dem Hohlraum. Die Abdeckung der Dämmplatte erfolgt mit handelsüblichen Trockenestrichplatten, die bei einer Veränderung und Erweiterung des Leitungssystems auch wieder zerstörungsfrei abgenommen werden können. Im eingebauten Zustand können flexible Leitungen und Kabel einfach durch die Hohlräume gezogen werden.



**Abb. 4.30** Ausgleichsschicht: Auf die Rohdecke wird eine dünne Nivellierschicht aufgebracht. Je nach Unebenheit der Rohdecke kann dies eine Schüttung oder eine Filzplatte sein. Die Ausgleichsschicht kann als stufiges Gefälle verlegt werden, auf das die Bodeninstallationsplatten gelegt werden. Damit können mit gleichen Elementen ein Gefälle für Entwässerungsleitungen erzeugt werden.



**Abb. 4.31** Dämmung: Halbschale der Bodeninstallationsplatte. Stabiles und formbares Dämmelement, in das in regelmäßigen Abständen Hohlräume eingearbeitet sind. Für die Erweiterungsflexibilität ist es notwendig, dass mehr Hohlräume als heutige Installationsnotwendigkeiten vorhanden sind. Die Hohlräume sind insgesamt etwa 5 bis 20 mm größer ausgeführt als der größte Rohrlängendurchmesser, um Stauchungen der Dämmplatte bei Belastung ohne Beeinträchtigung des Rohres, Unebenheiten oder dickere Rohrlängsübergängen

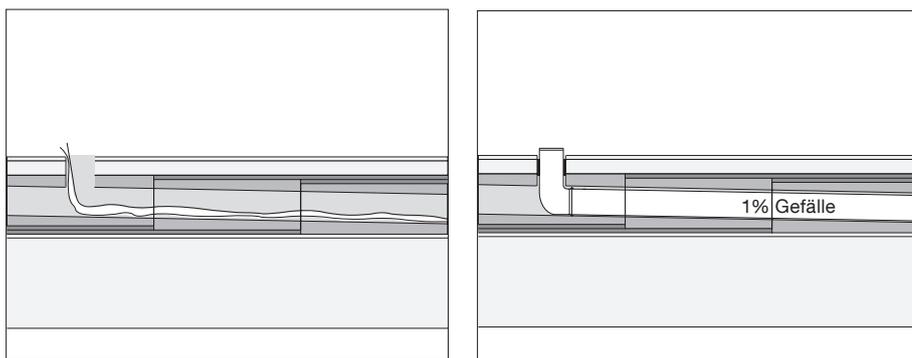


**Abb. 4.32** Montage von Leitungen: Sind in der Produktionsphase schon die Leitungsführungen der unflexiblen und großen Rohrleitungen bekannt, können diese in einem Stück im Werk des Handwerksmeisters, Trockenbauers oder Zimmerers eingelegt werden. Die Rohre können ohne Befestigung in die Hohlräume der Dämmelemente eingelegt werden. Da die Hohlräume gegeneinander abgetrennt sind, ist der Wärmeübergang, die Luftschallübertragungen oder Brandweiterleitung aus einem Hohlraum heraus stark eingeschränkt.

**Materialwahl** **Wärme-, Schall- und Brandschutz:** Mineralwoll-dämmplatten oder Materialmix

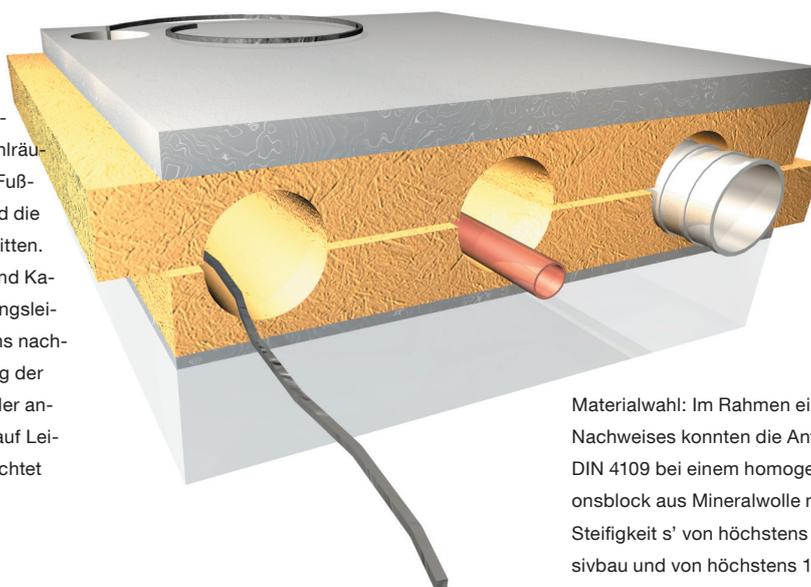
**Bodenplatte:**  
Trockenestrich- oder Holzwerkstoffplatte

**Vorteil:** Das Bodeninstallationselement ist eine Weiterentwicklung der vorhandenen Doppel- und Hohlraumelemente. Der Dämmblock besteht aus einem Material bzw. Materialmix, der alle Schutzaufgaben der Leitungsführung erfüllt. Dadurch werden die Arbeitsschritte „Befestigen“ und „Dämmen“ überflüssig. Dies erspart Zeit und bringt dem Handwerksmeister, Trockenbauer oder Zimmerer eine höhere Wertschöpfung. Die Bauqualität steigt, da Eingriffe in die Konstruktion, z.B. durch Befestigen oder Erstellen der Rohrleitungsdämmung durch den Installateur, nicht mehr erfolgen müssen. Das Modul kann ein Gefälle enthalten, so dass auch Leitungen für eine Schwerkraftentwässerung darin geführt werden können. Da es im Zusammenspiel mit dem vertikalen Verteilmodul möglich ist, Leitungen im nachgeschalteten Bauteil nur in eine Richtung ohne Kreuzungspunkte zu verlegen, reicht im Wohnungsbau meist ein einfaches orthogonales Verteilungssystem aus. Das Modul besteht aus gleichen Plattenelementen, die in Massenproduktion gefertigt werden können, und in der Montage einfach nebeneinander gelegt und über Verbindungselemente leicht befestigt werden können.

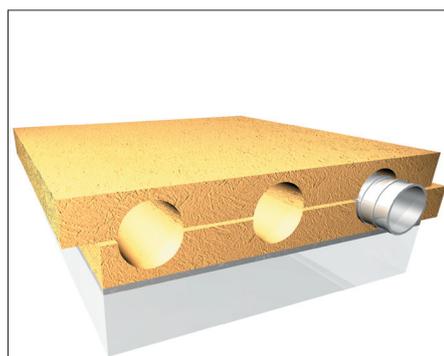


**Abb. 4.36 Inliner:** Eine nachträgliche Montage von Entwässerungs- und Lüftungsrohren kann über Inliner erfolgen. Ein glasfaserverstärkter, flexibler Schlauch - ähnlich einem Feuerwehrschauch - wird mit Epoxydharz getränkt und durch den Hohlraum gezogen. Nach dem Aufblasen oder Befüllen mit warmen Wasser härtet das Harz aus und das Rohr ist einsatzbereit. Zukünftige Entwicklungen für ein kostengünstiges Inlinersystem ermöglichen die Rohrmontage auch in schlecht zugänglichen Bereichen.

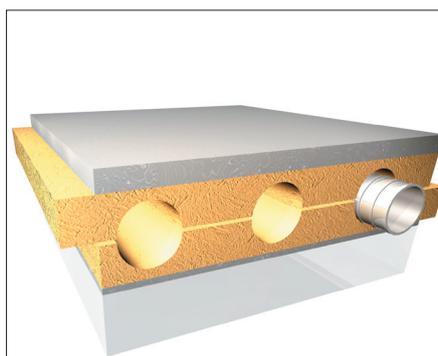
**Abb. 4.35 Einbringen der Leitungen:** Flexible Leitungen können nachträglich in die Hohlräume eingebracht werden. Dafür wird in den Fußbodenbelag, in die Trockenestrichplatte und die Dämmplatte ein Loch gebohrt bzw. geschnitten. Wie in ein Leerrohr werden die Leitungen und Kabel eingezogen. Entwässerungs- und Lüftungsleitungen können mit Hilfe eines Inlinersystems nachträglich eingezogen werden. Die Verbindung der Rohre und Kabel erfolgt gut zugänglich in der angrenzenden vertikalen Verteilung, so dass auf Leitungsverbindungen im Bodenelement verzichtet werden kann.



**Materialwahl:** Im Rahmen eines schalltechnischen Nachweises konnten die Anforderungen gemäß DIN 4109 bei einem homogenen Bodeninstallationsblock aus Mineralwolle mit einer dynamischen Steifigkeit  $s'$  von höchstens  $10 \text{ MN/m}^3$  im Massivbau und von höchstens  $15 \text{ MN/m}^3$  im Holzskelettbau erfüllt werden. Beim Nachweis der Materialfestigkeit konnten bei den oben genannten Materialien und für im Wohnungsbau übliche Lastannahmen maximale Deformationen von weniger als  $3 \text{ mm}$  ermittelt werden. Die Druck-Deformation wirkt sich demnach nicht auf die Leitungen aus, wenn die Hohlräume bei DN 100er Rohrdurchmessern  $120 \text{ mm}$  hoch sind. Eine abschließende Klärung der Materialeignung kann nur über größere 1:1 Prototypen erfolgen. Dabei sollte speziell auch das Langzeitverhalten (Kriechen) und die Einsenkung unter ungleichmäßig verteilter Ausbaulast (z.B. schweres Bücherregal) sowie die Auswirkungen von Zugspannungen untersucht werden.

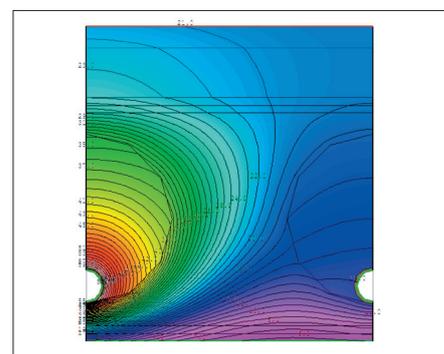


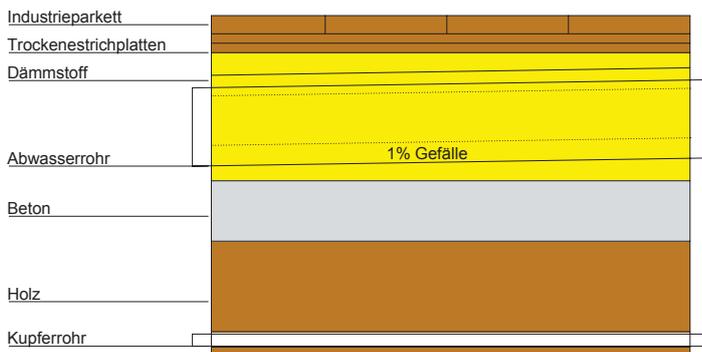
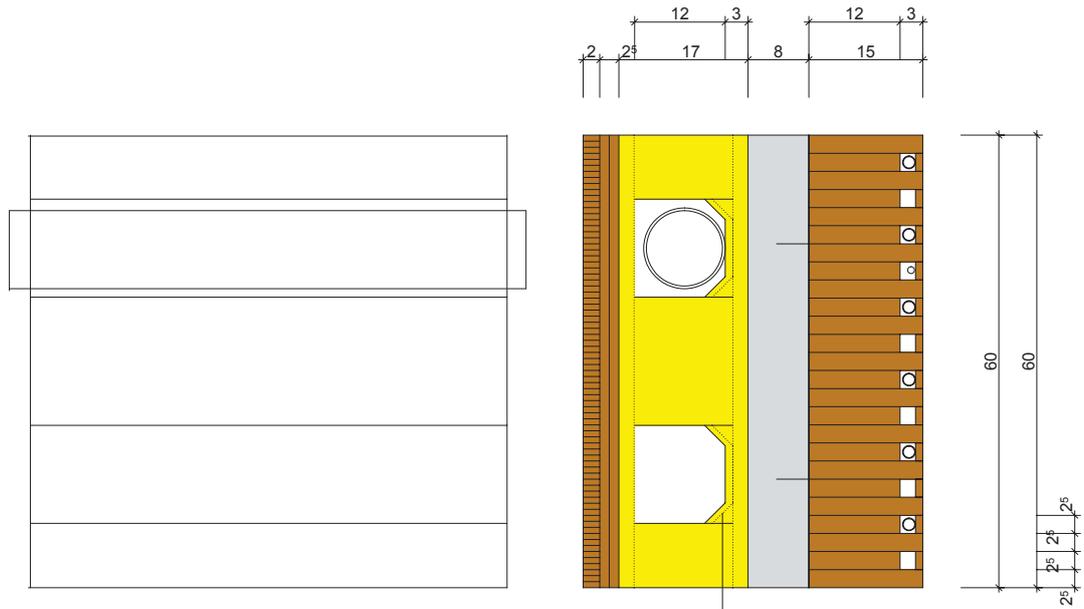
**Abb. 4.33 Dämmung:** Auflegen der zweiten Halbschale. Eine Überlappung der nebeneinanderliegenden Dämmplatten ermöglicht einen verzahnenen Dämmverbund, der Lücken und Unebenheiten ausgleicht.



**Abb. 4.34 Estrich:** Auf die Bodendämmplatte werden Trockenestrichplatten gelegt. Diese dienen der Lastverteilung und der Trittschalldämmung. Sie können bei Bedarf zerstörungsfrei abgehoben werden. Bei großen Flächen oder unterschiedlicher Lastverteilung können zusätzliche Stege, wie z.B. Auflagerhölzer, die Trockenestrichplatten unterstützen, damit das Dämmpaket nicht zu stark belastet oder der Boden labil wird.

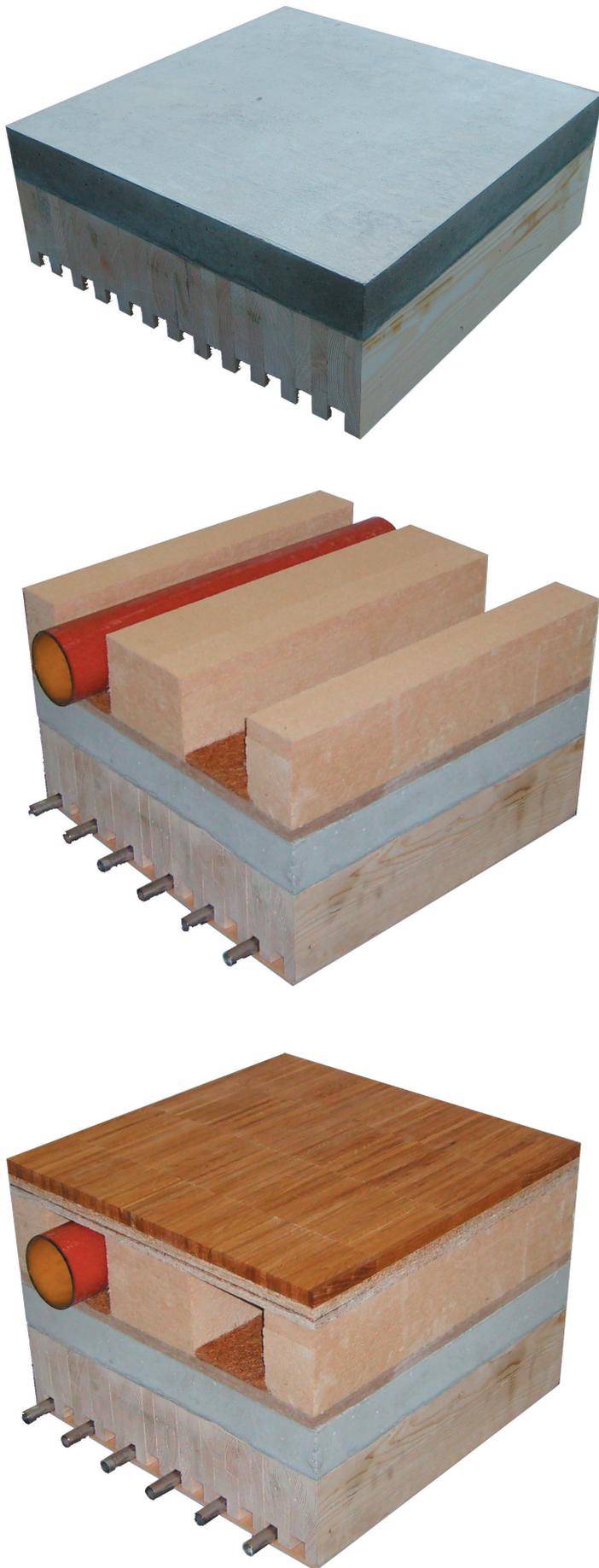
**Abb. 4.37** Thermische Simulation nebeneinanderliegender Warm- und Kaltwasserleitungen



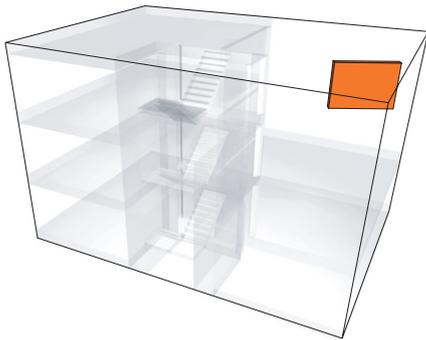


1% Gefälle  
beachten!!!

Filzdämmstreifen ?!



**Abb. 4.28** Prototypenbau: Versuche zur Umsetzung der Vorgaben. Aufzeigen von Problemen.



**Leitungsführung im Bauteil - „Wandelement“** Bei Leichtbauwänden werden erhöhte Brandschutzanforderungen an die Elektro- und Datenverteilung gestellt. Elektro- und Datenleitungen müssen darüber hinaus am Häufigsten in Wänden verlegt werden, sei es für die ergonomische Anordnung von Schaltern oder um auf teure Bodensteckdosen zu verzichten. Die Elektro- und Datenverteilung stellt darüber hinaus die höchsten Ansprüche an eine Flexibilität, Erweiter- und Veränderbarkeit. Die hier entwickelte Wandbauplatte erfüllt diese Anforderungen. Aufgebaut aus mehrlagigen Brandschutz-, Gipsfaser- beziehungsweise Gipskartonplatten, kann sie direkt in eine Holzständer- oder Leichtbauwand eingefügt werden. In die Platte sind Hohlräume gefräst oder geschnitten, in die Elektroleitungen und Hohlraumdosen eingebaut werden können. Wasser- oder Heizungsleitungen sollten aufgrund der fehlenden Schall- und Wärmedämmung nicht in der Platte installiert werden. Eine für diese Medien geeignete Platte würde, ähnlich wie die Bodenplatte, aus einer Dämmstoffplatte mit eingearbeiteten Hohlräumen bestehen, um Rohrdämm- und Befestigungsarbeiten zu vermeiden. Aufgrund der Bautiefe der Elektroinstallationswand erscheint es sinnvoll, diese jeweils versetzt in den Aussparungen der Konstruktion einzubauen, so dass sich in einem Feld eine Elektroinstallationsplatte auf der einen Seite mit einer Platte im danebenliegenden Feld auf der anderen Wandseite wechselseitig ergänzt. Dies mindert die Flexibilität der Elektroverteilung, erscheint aber im Wohnungsbau vollkommen ausreichend. Die Montage kann bei beplankter und oberflächenfertiger Wand erfolgen. Dabei hilft eine abnehmbare Fußleiste, die die Zugänglichkeit zu den Kabel knapp über dem Boden gewährleistet.



**Abb. 4.39** Konstruktion: Holzständer oder Leichtbauwand als Grundgerüst



**Abb. 4.40** Dämmung: Schallschutzdämmung in den Zwischenräumen



**Abb. 4.41** Hohlräume: Einbringen der vorgefertigten Elektroinstallationsplatte. Zur Decke ist die Massivbauplatte abgeschlossen um eine mögliche Brandweiterleitung zu verhindern. Die Hohlräume sind so dimensioniert, dass eine Standardhohlraumdose Platz findet.

#### Materialwahl

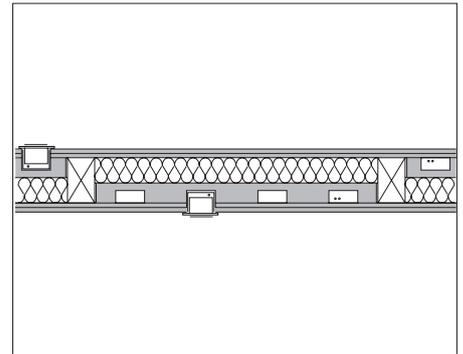
#### Elektroinstallationsplatte:

mehrschichtige Brandschutz-, Gipsfaser- oder Gipskartonplatte

#### Verkleidung:

Wandbauplatte

**Vorteil:** Das entwickelte Elektroinstallationselement ermöglicht einen sicheren und flexiblen Einbau von Elektro- und Datenleitungen. Im Bereich der Aussenwände sinkt das Risiko, die Luftdichtigkeitsebene durch Elektroinstallation zu beschädigen. Zudem kann die massive Bauplatte die Wärmespeicherfähigkeit der Wandelemente erhöhen, was zu einer größeren Behaglichkeit im Sommer führt.

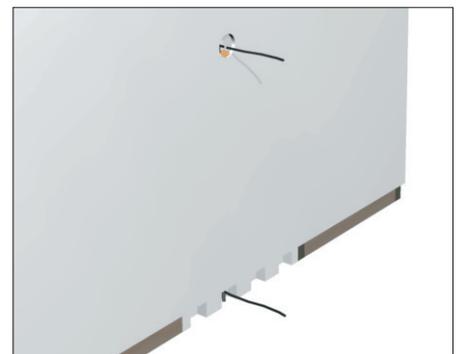


**Abb. 4.45** Integration von vorgefertigten Elektroinstallationsplatten in einem Wandelement

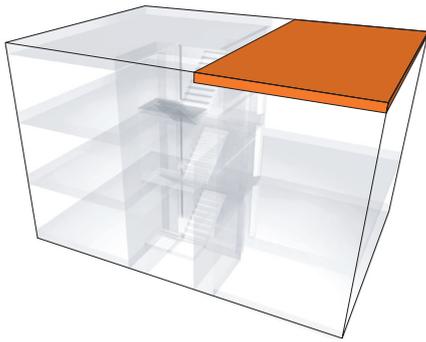
**Abb. 4.42** Elektroinstallation: Zur brandschutztechnischen Trennung des Wandauslasses wird ein flexibler Dämmklotz in den Hohlraum eingebracht. Dieser schützt die Konstruktion vor einer Brandweiterleitung durch die Wandöffnung und die Hohlraumdose



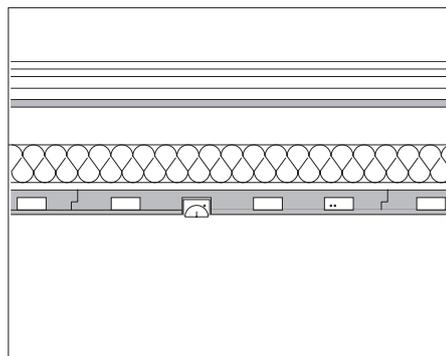
**Abb. 4.43** Beplankung: Die Wand wird für das Oberflächen-finish und aus schall- und brandschutztechnischen Gründen mit einer Gipskarton-, Gipsfaser- oder Brandschutzplatte beplankt. Am Boden verläuft eine reversibel abnehmbare Fußleiste.



**Abb. 4.44** Elektroinstallation: Die Elektroinstallation kann auch im beplankten Zustand erfolgen. Dazu wird in der Beplankung ein Loch für die Hohlraumdose gebohrt, die Leitung verlegt und der Dämmklotz eingebracht. Am unteren Ende der Wand kann die Leitung durch die abnehmbare Fußleiste zugänglich gemacht werden.



**Leitungsführung im Bauteil - „Deckenelement“** In der Decke erfolgt die Verteilung von Elektroleitungen für die Deckenbeleuchtung. Dabei muss Wechselstrom und Niedervolt-Gleichstrom für Halogenbeleuchtung vom Schalter in der Wand an die Position in der Decke gebracht werden. Bei der Verwendung von BUS-Systemen sind Steuer- und Stromleitungen in der Decke zu führen. Das Deckenelement ist ähnlich wie das Wandelement für Elektroinstallation aufgebaut. In eine mehrschichtige Platte aus Gipskarton, Gipsfaser oder Brandschutzplatten sind Hohlräume eingefräst oder geschnitten. In diesen erfolgt die Elektroverteilung. Die Bauteiltiefe wird von den Hohlraumdosens für Deckenauslässe und Einbaudeckenleuchten bestimmt. Für eine leichte Verlegung sind die Hohlräume orthogonal zu einem lotrechten Verteilschacht angeordnet. Entsprechende Dämmklötze verhindern eine Brandweiterleitung in den Hohlräumen. Die Elemente werden als Massenprodukte gefertigt oder im Werk des Handwerksmeisters, Trockenbauers oder Zimmerers gefertigt. Die verwendeten Materialien sind handelsüblich und können gut mit dem vorhandenen Maschinenpark zugeschnitten werden.



**Abb. 4.46** Systemschnitt einer vorgefertigten Elektroinstallationsplatte in der Decke

#### Materialwahl

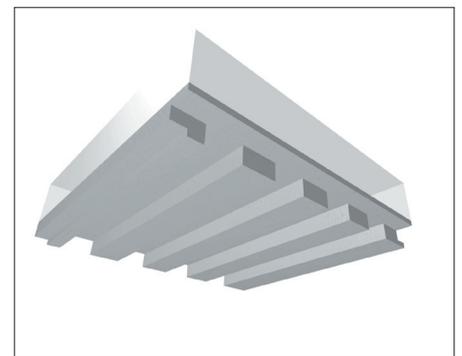
#### Elektroinstallationsplatte:

mehrschichtige Brandschutz-, Gipsfaser- oder Gipskartonplatte

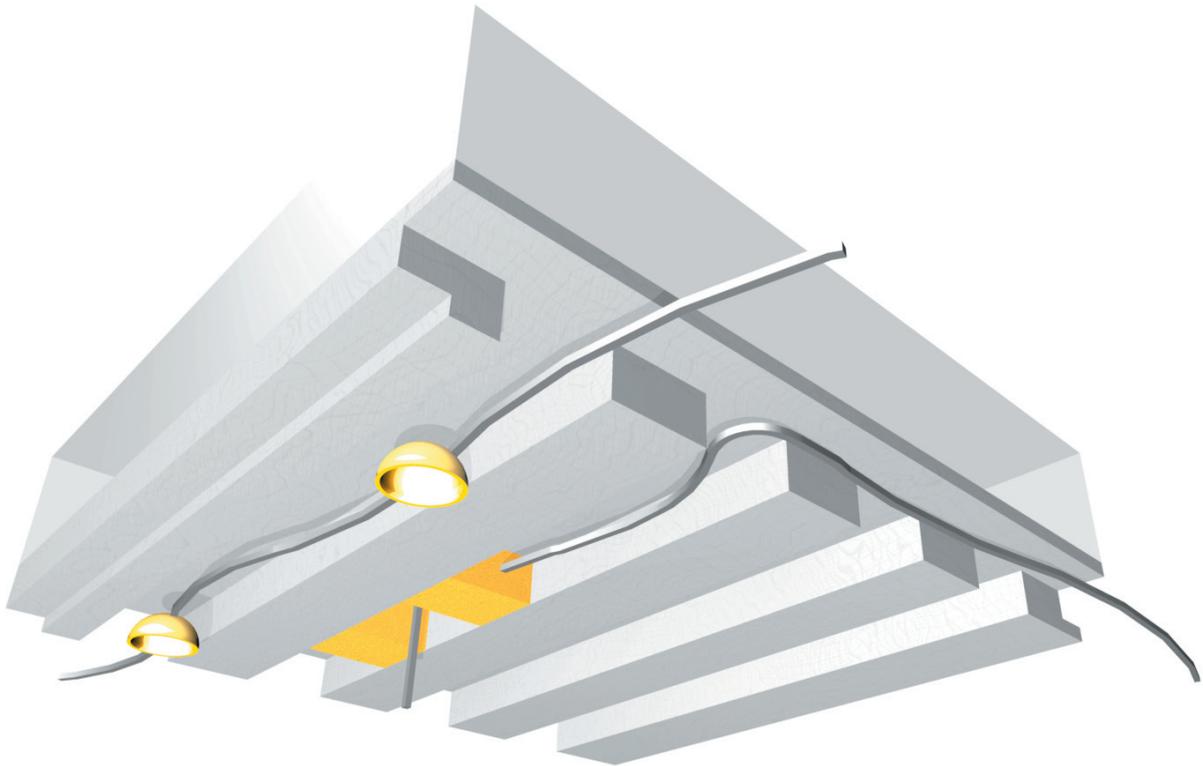
#### Verkleidung:

Deckenbauplatte

**Vorteil:** Mit den hier entwickelten Installationsplatten steigt der Vorfertigungsgrad. Deckenelemente können oberflächenfertig produziert und montiert werden. Im Planungsprozess müssen die Deckenauslässe noch nicht festgelegt werden, was eine große Flexibilität für den Bauherrn bringt. Dieser kann meist erst in den fertiggestellten Räumen seine Wünsche zur Beleuchtung konkretisieren. Die Installation erfolgt von einem Fachhandwerker vor Ort und kann beliebig auch in Zukunft verändert und erweitert werden. Mit den Elementen erhöht sich die Sicherheit im Brandschutz und damit die Ausführungsqualität des Gebäudes, da die Kabel in unbrennbaren Materialien verlegt sind. Zudem steigt die Zufriedenheit des Bauherrn, da seine Wünsche in der Ausführung berücksichtigt werden können und dennoch die Vorfertigung und Montage dadurch nicht verzögert wird oder große Änderungen auf der Baustelle notwendig werden.



**Abb. 4.47** Hohlräume: Anbringen der vorgefertigten Elektroinstallationsplatte an der Rohdecke. Das Element ist aus Brandschutz-, Gipsfaser- bzw. Gipskartonplatten mehrschichtig aufgebaut. Die Hohlräume verlaufen orthogonal mit einem lotrecht dazu angeordneten Verteilschacht. Diese Flexibilität erscheint bei der Elektroinstallation notwendig, um Leitungslängen zu reduzieren und ist im Wohnungsbau ausreichend.



**Abb. 4.49** Elektroinstallation: Zur brandschutztechnischen Trennung des Deckenauslasses werden flexible Dämmklötze in den Hohlraum eingebracht. Diese schützen die Konstruktion vor einer Brandweiterleitung durch die Deckenöffnung und etwaige Hohlraumdosens.

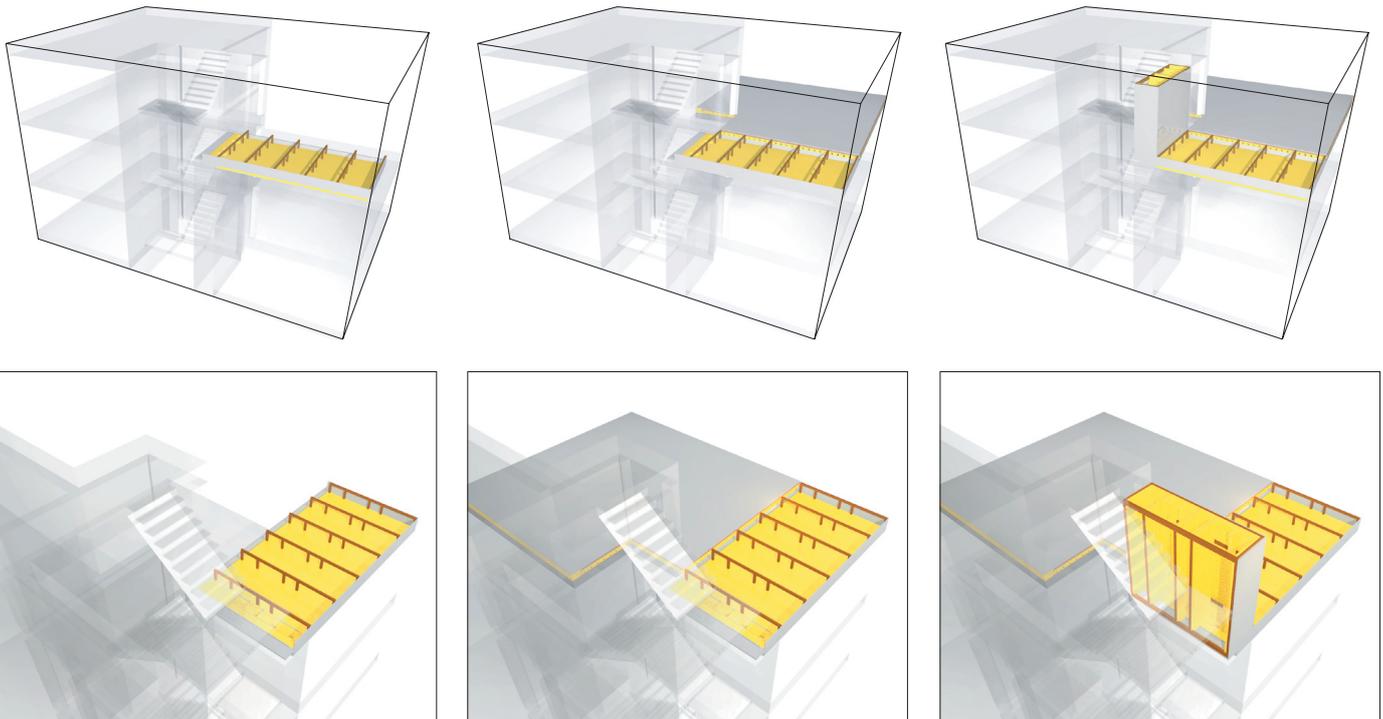


**Abb. 4.48** Verkleidung: Raumseitig wird eine Brandschutz-, Gipsfaser- oder Gipskartonplatte angebracht. Diese erfüllt die brandschutztechnischen Anforderungen und bietet eine gute Grundlage für die Oberflächengestaltung. So vorgefertigt verlässt das Element das Werk des Handwerksmeisters, Trockenbauers bzw. Zimmereres.



**Abb. 4.50** Elektroinstallation: Fertig installierte Decke mit Deckenauslass und Einbauleuchten.

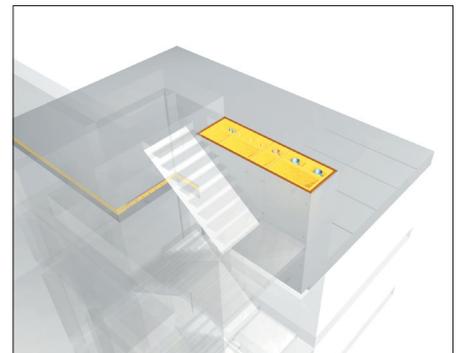
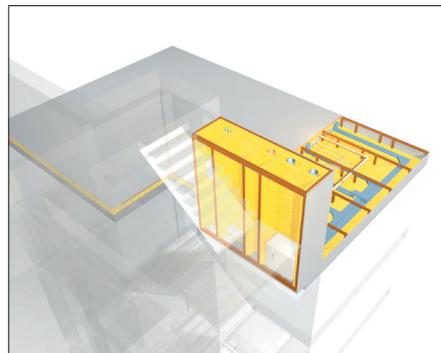
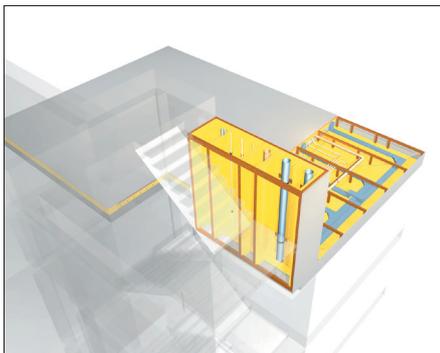
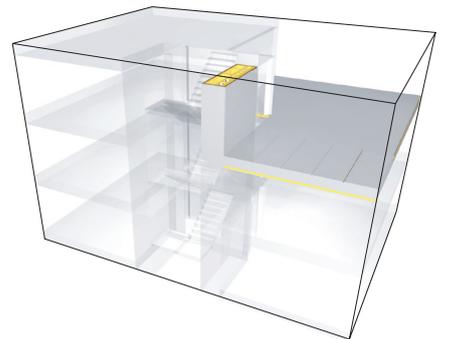
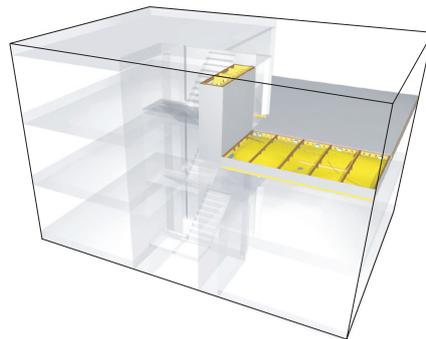
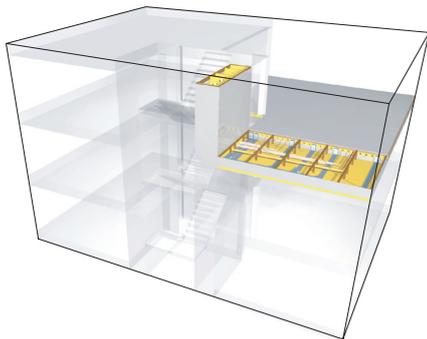
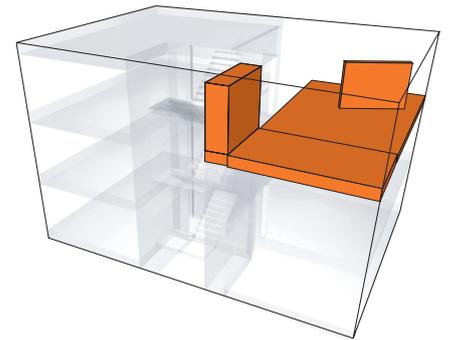
**Montage** Die einzelnen hier entwickelten Elemente werden alle im Werk des Handwerksmeisters oder Zimmerers vorgefertigt. Auf der Baustelle werden sie zu einem Gesamtsystem zusammengesetzt. Hier werden auch die Leitungen eingelegt und miteinander verbunden. Technikkomponenten ,wie dezentrale Verteileinrichtungen, Absperrventile und semizentrale Lüftungsgeräte für die wohnungsweise Be- und Entlüftung, werden von ortsansässigen Handwerkern eingebaut und in Betrieb genommen. Dadurch können Kundenwünsche noch „in letzter Minute“ erfüllt werden ohne den Produktionsprozess zu behindern. Serviceleistungen von Technikern können die Kunden direkt am Wohnort in Anspruch nehmen. Für das System sind keine bestimmten Rohrleitungen oder Installationskomponenten notwendig. Dadurch können vergleichsweise kostengünstige Lösungen nach den Wünschen der Kunden gebaut werden.



**Abb. 4.51** Einbringen des vorgefertigten Deckenschotts und des vertikalen Verteilmoduls

**Abb. 4.52** Montage der Boden-Decken-Elemente mit den Bodeninstallationsplatten zur Verteilung der Medien im Bauteil

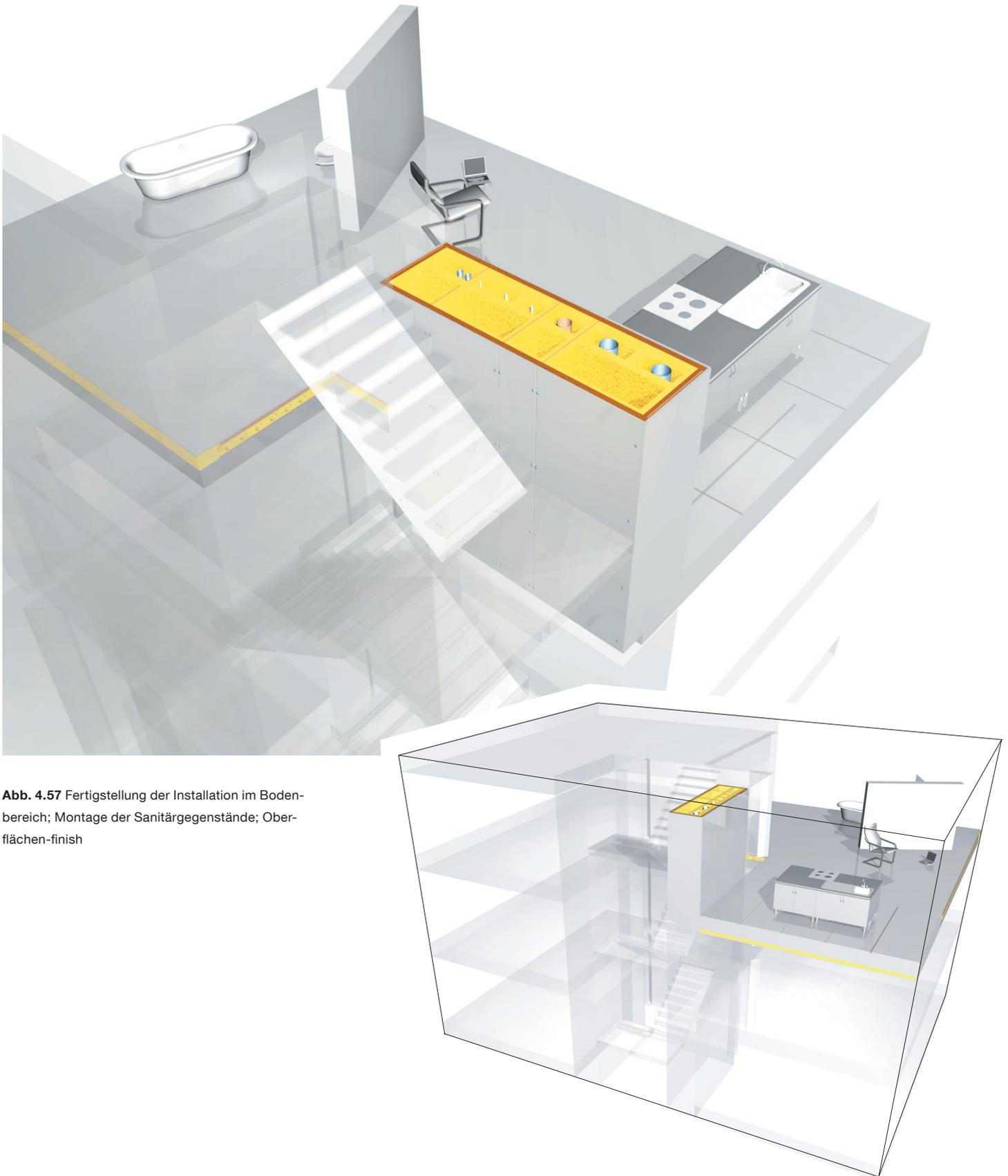
**Abb. 4.53** Aufstellen des vertikalen Schachtes



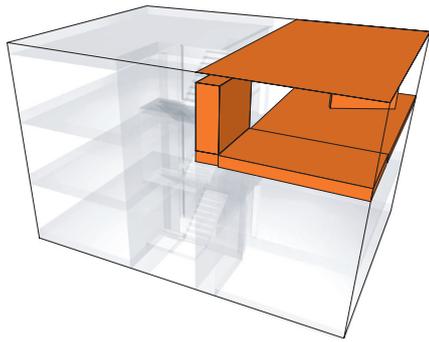
**Abb. 4.54** Einlegen und Anschließen der Leitungen in den vorgefertigten Hohlräumen

**Abb. 4.55** Montage der semidezentralen Technikkomponenten im vertikalen Schacht; Funktionstest der Technikkomponenten; Verfüllen des horizontalen Verteilmoduls mit Dämmschüttung

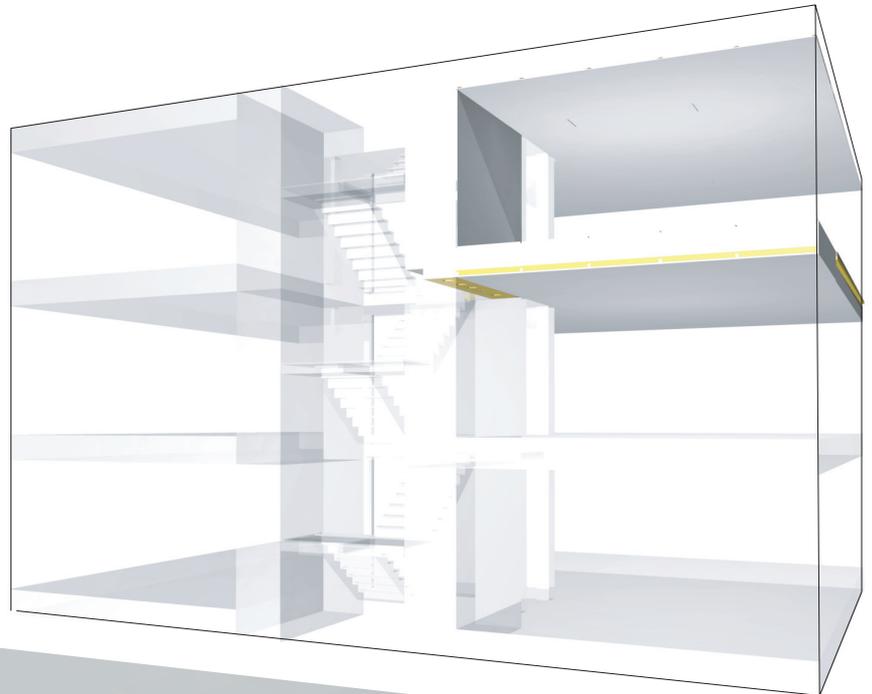
**Abb. 4.56** Schließen der Öffnungen im vertikalen Schacht und Einbringen der Bodenplatten im Bereich der vertikalen Verteilung



**Abb. 4.57** Fertigstellung der Installation im Bodenbereich; Montage der Sanitärgegenstände; Oberflächen-finish

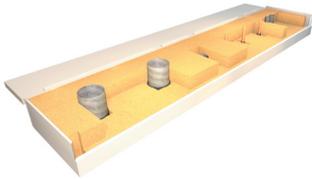


**Abb. 4.58** Flexible vorgefertigte Installationen ermöglichen eine zukünftige Anpassung und Erweiterung der Trassenführung bei hoher Wertschöpfung für den Handwerksmeister, Trockenbauer bzw. Zimmerer, hoher Bauqualität und Erfüllung aller Wärme-, Schall- und Brandschutzanforderungen.



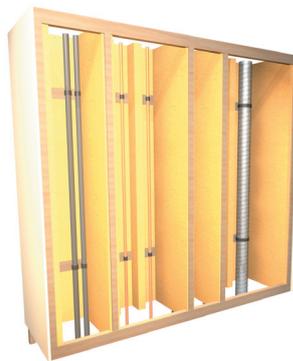
**Vorteile der entwickelten Installationsmodule** Die hier entwickelten Prototypen erfüllen höhere Anforderungen an hohe Flexibilität, zerstörungsfreie Sanierung sowie Erweiterbarkeit und weitgehende Vorfertigung der technikintegrierten Bauteile als die bisher bestehenden haustechnischen Installationseinheiten.

**Abb. 4.59** Deckenschott



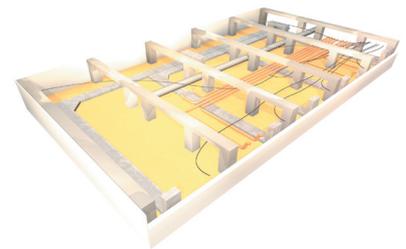
- + Einbinden von Teilen des Deckenschotts in das Boden-Decken-Element für hohen Vorfertigungsgrad für einfache Montage für hohe Sicherheit

**Abb. 4.60** Installationen im Schacht  
Installationsschacht  
Vorwandssystem



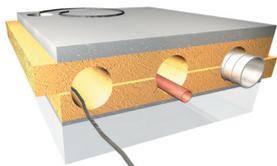
- + Trennung von Schacht und Sanitärgegenständen für leichtere Zugänglichkeit
- + Zu öffnende Verkleidung für gute Zugänglichkeit
- + Gedämmte Hohlräume für einfache Montage

**Abb. 4.61** Installationen  
in der Bodenkonstruktion



- + Gedämmte Hohlräume für einfache Montage für Schall- und Brandschutz
- + Zu öffnende Bodenplatte für gute Zugänglichkeit
- + Platzreserven für zukünftige Erweiterungen

**Abb. 4.62** Installationen  
im Fußbodenaufbau,  
Installationsboden,  
Doppelboden



- + Gedämmte Hohlräume  
für einfache Montage  
für Schall- und Brandschutz
- + Verknüpfung von Wärme-, Schall-  
und Brandschutz in einem Produkt  
für einfache Montage  
für geringe Bauhöhe (Synergieeffekt)
- + Zu öffnende Bodenplatte  
für gute Zugänglichkeit
- + Platzreserven  
für zukünftige Erweiterungen
- + Einfache Bodenplatte  
für geringe Kosten (Massenfertigung)  
für einfache Montage

**Abb. 4.63** Installationen  
in der Wand

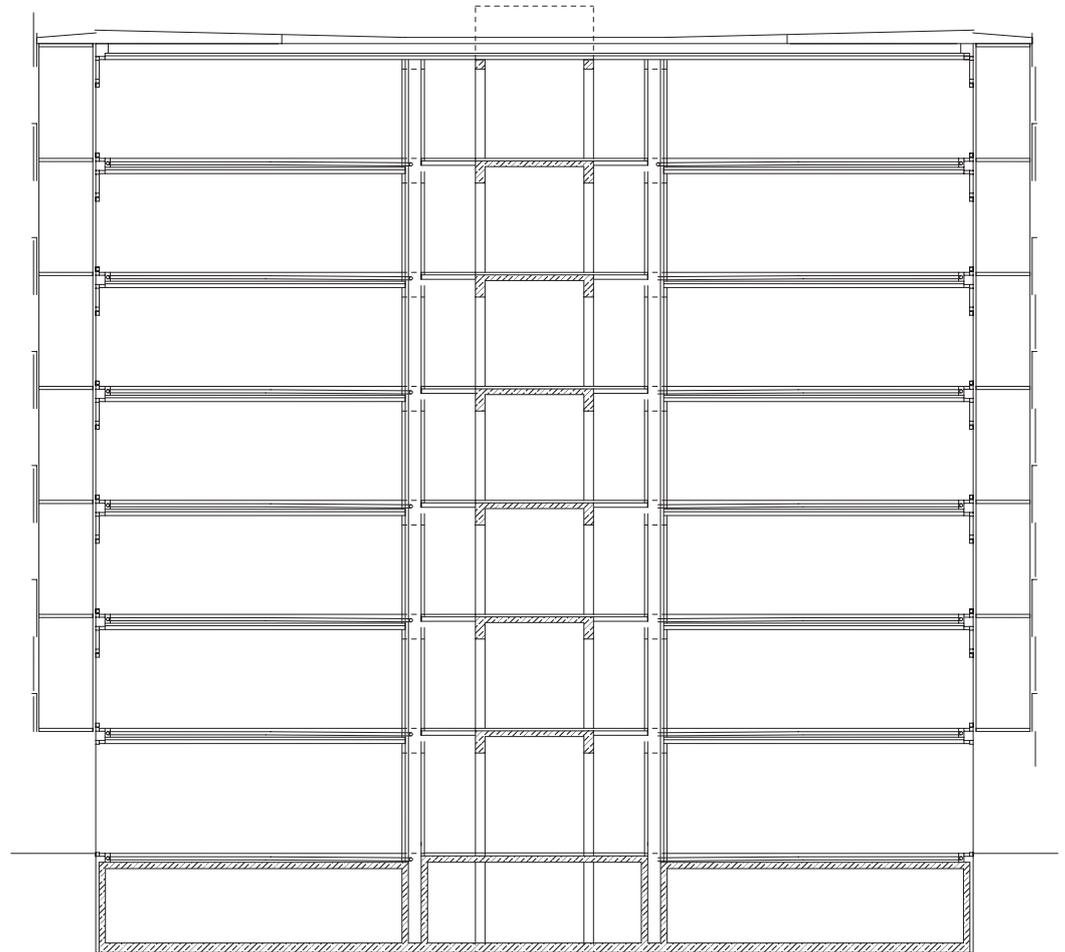


- + Massive Bauplatte  
für Brandschutz
- + Vorgefertigte Hohlräume  
für einfache Montage  
für wenig Staub und Schmutz beim Einbau
- + Platzreserven  
für zukünftige Erweiterungen
- + Zugänglichkeit im Sockelbereich  
für einfache Montage
- + Einfaches Produkt  
für geringe Kosten (Massenfertigung)  
für einfache Montage
- + Durchgehende, große Hohlräume  
für einfache Montage

**Abb. 4.64** Installationen  
in der Decke



- + Massive Bauplatte  
für Brandschutz
- + vorgefertigte Hohlräume  
für einfache Montage  
für wenig Staub und Schmutz beim Einbau
- + einfaches Produkt  
für geringe Kosten (Massenfertigung)  
für einfache Montage



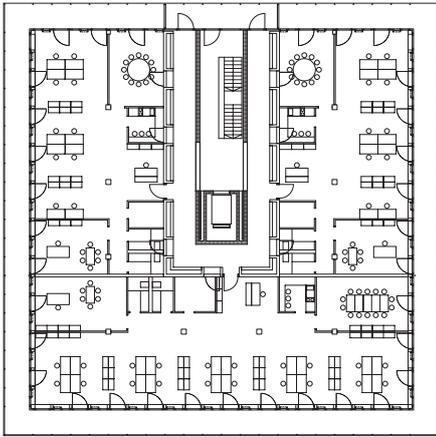
## Umsetzung

Im Rahmen des Verbundforschungsprojektes „Holzbau der Zukunft“ wurden die entwickelten Installations-Module in ein mehrgeschossiges, flexibles Holzgebäude integriert. Dieses Projekt in Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet Holzbau, Prof. Dipl.-Ing. Hermann Kaufmann, der Technischen Universität München in Kooperation mit der Fachhochschule Rosenheim, Fachbereich Innenarchitektur, Prof. Dipl.-Ing. Jürgen Krug.

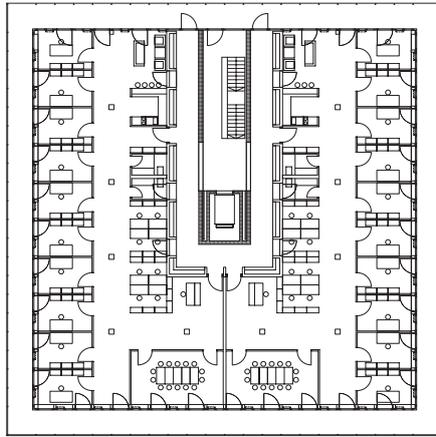
Abb. 4.65 Schnitt

**Gebäudekonzept** Das Gebäude soll weitgehend flexibel genutzt werden können. In dem Gebäude ist eine Wohn- und Büronutzung gleichzeitig möglich. Die Nutzungsmischung kann in jedem Stockwerk variieren und auch innerhalb eines Geschosses unterschiedlich sein. Im Laufe der Nutzungsphase können die Einheiten flexibel geändert, umgebaut und umgenutzt werden. Die Konstruktion bietet dafür die notwendige Plattform. Der Ausbau kann an die jeweiligen Anforderungen angepasst werden. Die Sichtbarkeit von Holzoberflächen ist ein wesentlicher entwurfsbestimmender Faktor.

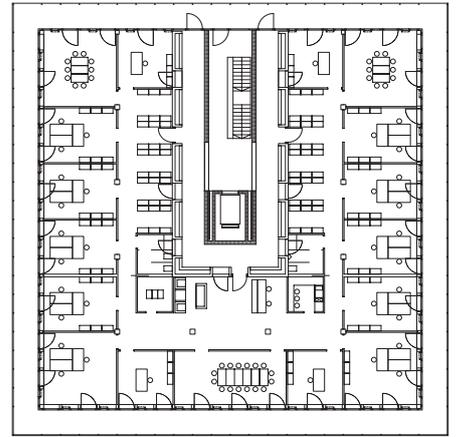
Abb. 4.66 Grundrissvarianten



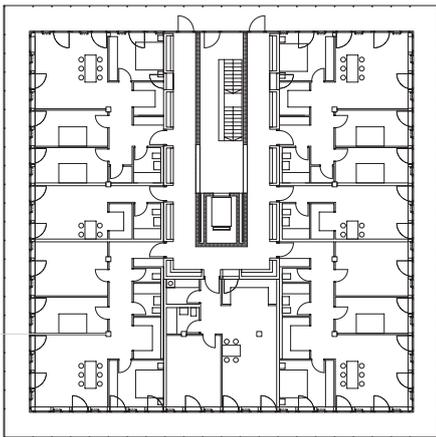
Büro  
3 Nutzungseinheiten



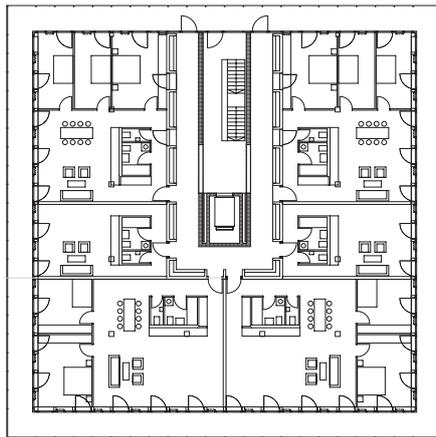
Büro  
2 Nutzungseinheiten



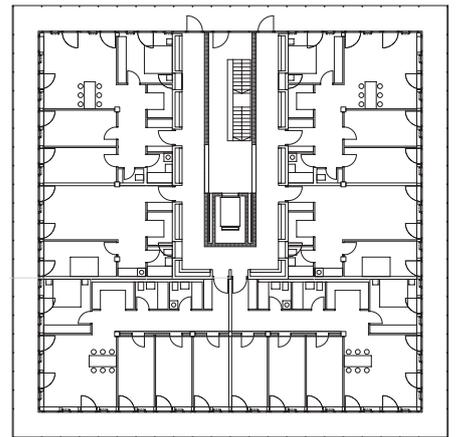
Büro  
1 Nutzungseinheit



Wohnen  
7 Nutzungseinheiten



Wohnen  
6 Nutzungseinheiten



Wohnen  
6 Nutzungseinheiten

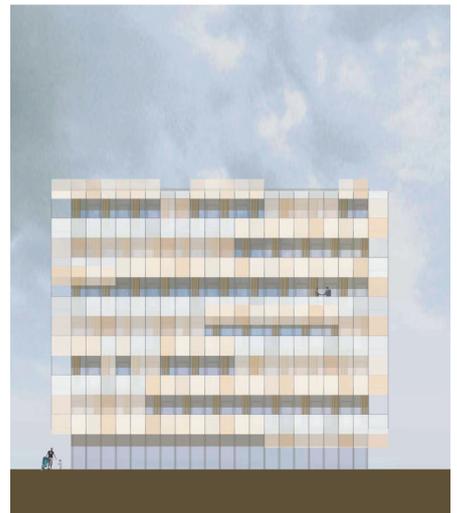
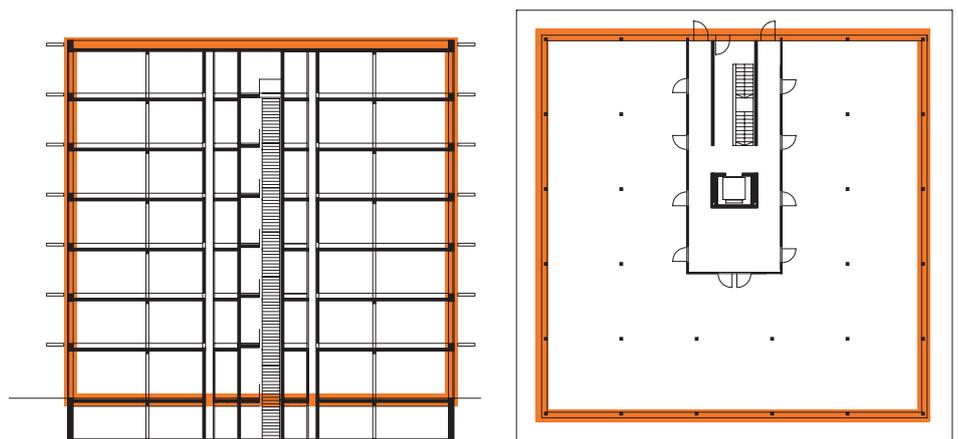


Abb. 4.67 Fassadenstudien

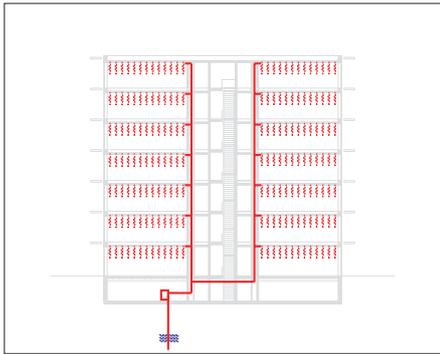
**Haustechnikkonzept** Das Haustechnikkonzept unterstützt das flexible Gebäudekonzept. Schon in der ersten Konzeptphase wurde im Rahmen einer gemeinsamen Projektgruppe der beteiligten Lehrstühle und Institute abgestimmte Lösungsmöglichkeiten entwickelt und in der weiteren Planung verfeinert. Die Wahl der Trassenführung spielt bei Art und Höhe der Flexibilität eine entscheidende Rolle. Die Trassen müssen Umbau und Erweiterung im bewohnten Zustand ermöglichen. Wesentlich für die Wahl der haustechnischen Installationen ist die Anforderung an die Gebäudetechnik aufgrund der gebäudehülle und der Gebäudestruktur.

**Gebäudehülle** Mit einer gut gedämmten Gebäudehülle, einer hohen Kompaktheit des Gebäudevolumens und der Optimierung von Wärmebrücken wird wärmetechnisch der Passivhausstandard erreicht. Der Energiekennwert Heizwärme nach PH-PP-Berechnung beträgt für das Gebäude  $13 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  und der Jahresheizwärmebedarf nach EnEV-Berechnung für den Wohnungsbau  $19 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ .

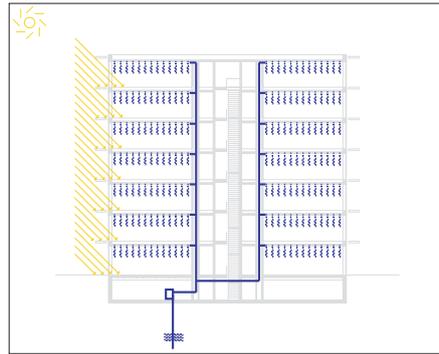


**Abb. 4.68** Schnitt und Grundriss: Eine durchgehende und hochwertige Dämmebene sowie ein kompakter Baukörper ermöglichen ein sehr niedrigen Energieverbrauch bezogen auf den Quadratmeter Nutzfläche.

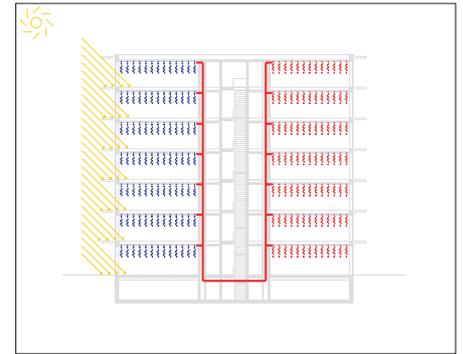
**Gebäudetechnik** Eine Nutzungsmischung von Wohnen und Büro bedeutet unterschiedliche raumklimatische Anforderungen, die mit Hilfe des Gebäudes und der Gebäudetechnik ermöglicht werden müssen. Der geringe Wärmebedarf des projektierten Gebäudes kann durch eine Flächenheizung auch bei großflächigen Fenstern bereit gestellt werden. Die Vorteile einer Flächenheizung liegen im Betrieb mit niedrigen Vorlauftemperaturen. Somit lässt sich Umweltwärme als niedrig exergetische Wärmequelle nutzen. Die Lüftung wird optimiert und soll weitgehend natürlich (durch Fensterlüftung) erfolgen. Für eine gezielte Abfuhr von feuchter und verbrauchter Luft von innenliegenden Räumen ohne direkten Fassadenzugang wird eine Abluftanlage mit integrierter Wärmerückgewinnung eingeplant. Die Wärme der Abluft wird im Winter an die Wärmepumpe abgegeben, die damit die Räume beheizt. Die Zuluft strömt über vertikale Schiebelemente in der Fassade gezielt und individuell gesteuert ein.



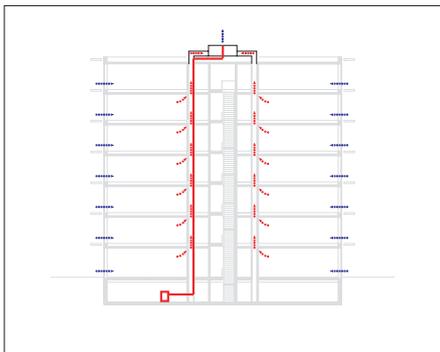
**Abb. 4.69** Heizung: Die Flächenheizung in der Decke ermöglicht eine Wärmeabgabe im Winter mit hohem behaglichen Strahlungsanteil. Die Wärmebereitstellung erfolgt mit Hilfe einer Wärmepumpe, die mit Hilfe der über die Lüftung rückgewonnenen Wärme oder Grundwasser betrieben wird.



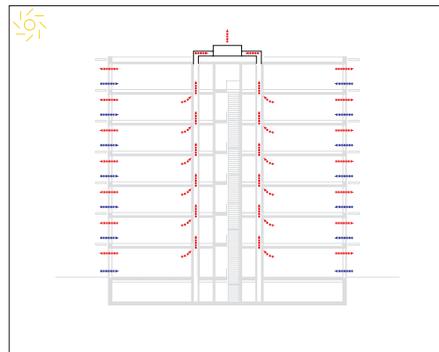
**Abb. 4.70** Kühlung: Im Sommer kann über die in der Decke integrierte Flächenheizung gekühlt werden. Die Kühlung erfolgt - je nach Bedarf - über Grundwasser oder Rückkühlwerk.



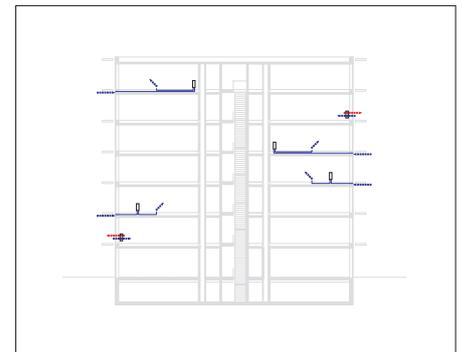
**Abb. 4.71** Verteilung der solaren und internen Gewinne: Die in der Decke integrierte Flächenheizung weist eine Oberflächentemperatur nahe der Raumtemperatur auf. Dadurch ist sie selbstregelnd. Das bedeutet, dass die Wärme an kühle Räume abgibt und gleichzeitig in warmen Räumen kühlend wirken kann. Mit ihrer Hilfe können Wärmeströme im Gebäude von Süd nach Nord und von hochinstallierten Büros in Wohnungen verteilt werden.



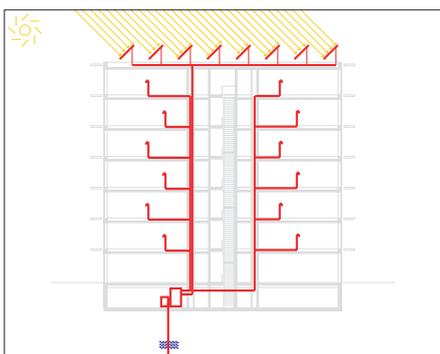
**Abb. 4.72** Lüftung im Winter: Frischluft wird über Fassadenelemente in die Nutzungseinheiten eingebracht. Eine zentrale Abluftanlage ermöglicht einen gesteuerten Betrieb auch bei niedrigem Winddruck und für eine freie Lüftung ungünstige Wetterlage. Zudem können mit ihrer Hilfe die großen Raumtiefen im projektierten Gebäude gut belüftet werden. Eine integrierte Wärmerückgewinnungsanlage führt die Wärme der Abluft der Wärmepumpe und damit dem Heizsystem zu.



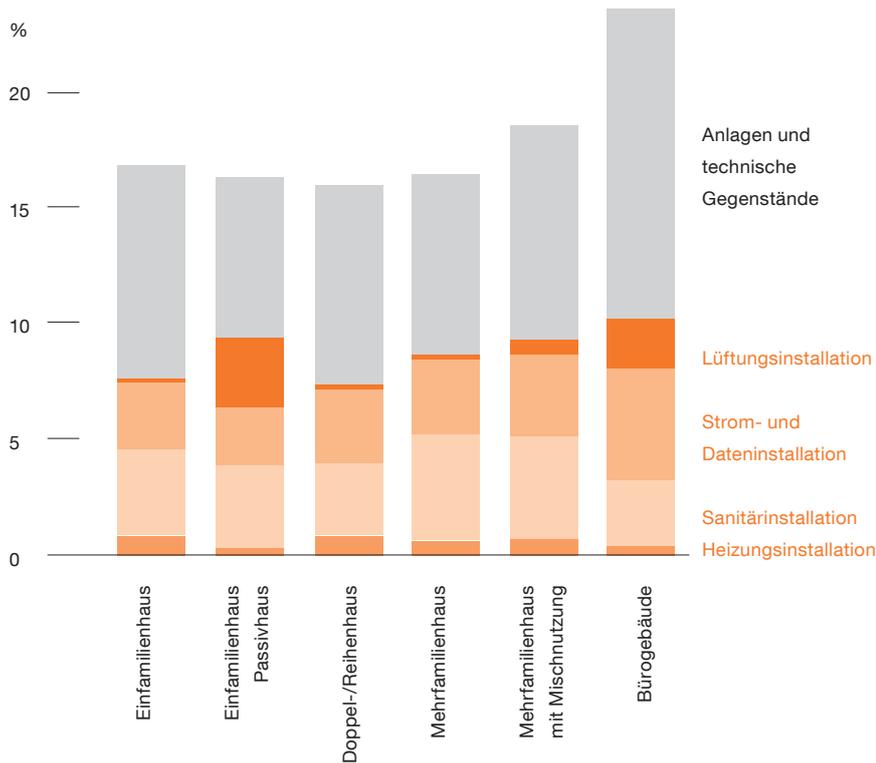
**Abb. 4.73** Lüftung im Sommer: Die Lüftung erfolgt weitgehend frei, d.h. über die vertikalen Schiebelelemente. Bei ungünstigen Wetterlagen oder zur Entlüftung der innenliegenden Bäder dient auch im Sommer die zentrale Abluftanlage.



**Abb. 4.74** Zusatzkomponenten: Für hohe Komfortansprüche oder erhöhten Lüftungsbedarf können individuelle dezentrale Technikkomponenten wie z.B. Be- und Entlüftungs- oder Kühlgeräte ins Gebäude eingebracht werden.



**Abb. 4.75** Warmwasserbereitung: Zur Reduktion des Energiebedarfs im Sommer werden auf dem Dach des Gebäudes Solarkollektoren montiert und das Warmwasser über einen zentralen Pufferspeicher bereit. Diese erzeugen ausreichend Wärme um in 60% des Jahres auf eine zusätzliche Beheizung des Warmwassers zu verzichten. Für die Wärmepumpe ergibt sich mit dieser Lösung eine höhere Arbeitszahl, eine größere Umweltenergieausbeute und geringere Energiekosten.



**Abb. 4.76** Anteilige Installationskosten und Kosten der Gebäudetechnik an den gesamten Baukosten der Kostengruppe (KG) 300 und 400 für unterschiedliche Gebäudetypen und Nutzungsarten [BKI G1 2006]

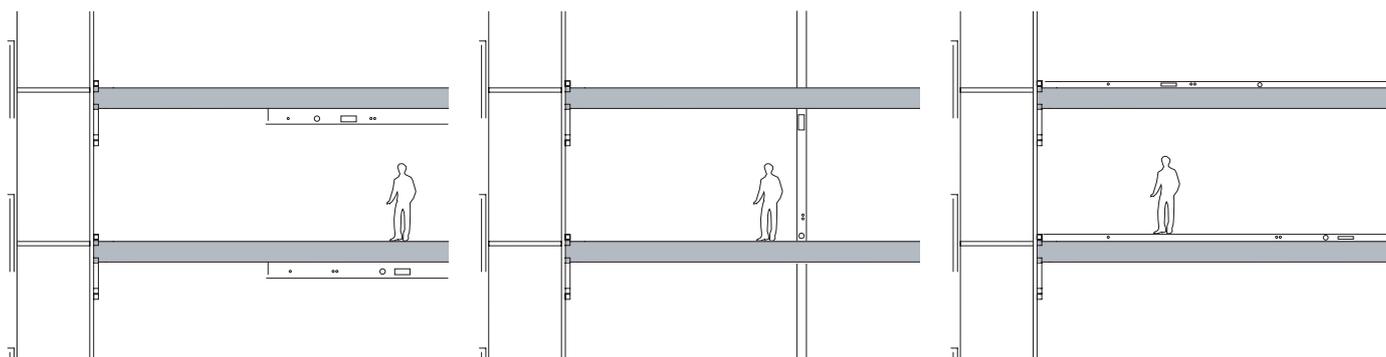
**Tabelle 4.2** Priorität der Gebäudetechnik

Büronutzung	Wohnen
1. Lüftung	1. Abwasser
2. Daten	2. Warmwasser
3. Strom	3. Kaltwasser
4. Kühlung	4. Lüftung
5. Heizung	5. Strom
6. Kaltwasser	6. Daten
7. Warmwasser	7. Heizung
8. Abwasser	8. Kühlung

Ein Vergleich der unterschiedlichen Technikkomponenten bei Büronutzung oder Wohnen zeigt deutliche Unterschiede. Lüftungsanlagen sind im Bürobau Standard, während sie im Wohnungsbau nur bei energetisch optimierten Gebäuden und hochpreisigem Wohnungsbau zum Einsatz kommen. Auf der anderen Seite ist im Wohnungsbau die Sanitärinstallation kostenbestimmend, während sie im Bürobereich eine eher untergeordnete Rolle einnimmt. Das flexibel umnutzbare Gebäude im Projekt muss diesen unterschiedlichen Anforderungen Rechnung tragen. Die haustechnische Installation und der dafür vorgesehene Platz nimmt eine wichtige Rolle ein.

Die Analyse der Möglichkeiten einer Installationsführung in dem Gebäude zeigt große Unterschiede in der Flexibilität. Die Variante von vertikalen Trassen an der Erschließung, die eine gut Zugänglichkeit aus dem Treppenhaus ermöglichen zusammen mit einem Doppelbodenelement ermöglicht die gewünschte Freiheit unterschiedliche Nutzungen und eine hohe Variabilität zu ermöglichen.

Abb. 4.77 horizontale Installationsführung

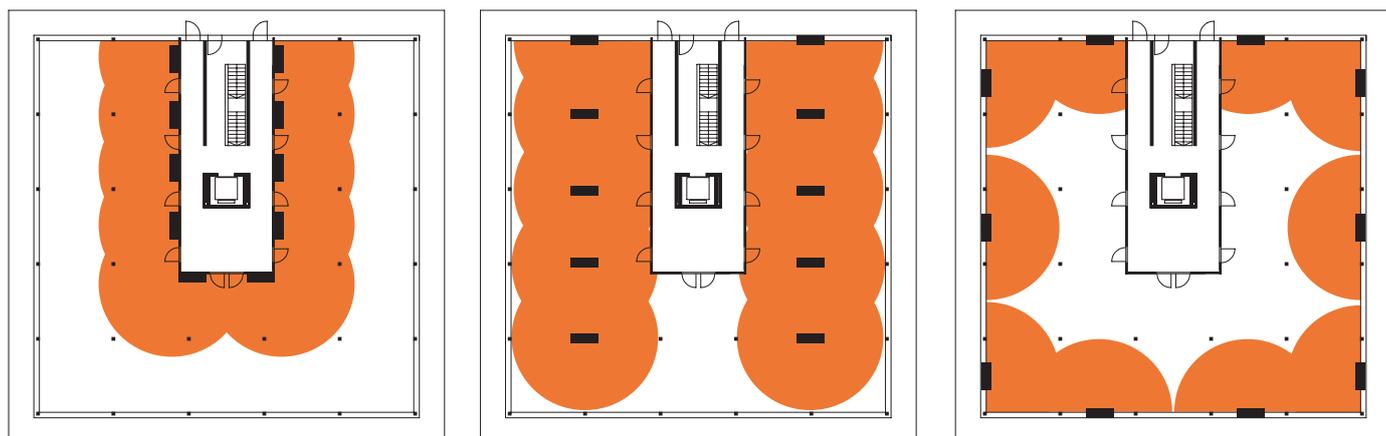


**Decke** Eine horizontale Verteilung der haustechnischen Installationen über eine abgehängte Decke verhindert den gewünschten Blick auf die Holzdecke. Abwasser kann über die Decke nicht im Schwerkraftprinzip abgeführt werden.

**Wand** Die Leitungsführung in einer Wand ist nur in Bereichen möglich, die zwischen Steigschacht und Verbraucher keine Türöffnung haben. Zusätzlich sollten nicht mehr als 3 Biegungen / Umlenkungen vorhanden sein.

**Boden** Im Bodenaufbau können alle Medien installiert werden. Im Vergleich zu einer abgehängten Decke ist der erhöhte Bodenaufbau nur über die gesamte Nutzungseinheit stufenfrei zu verlegen.

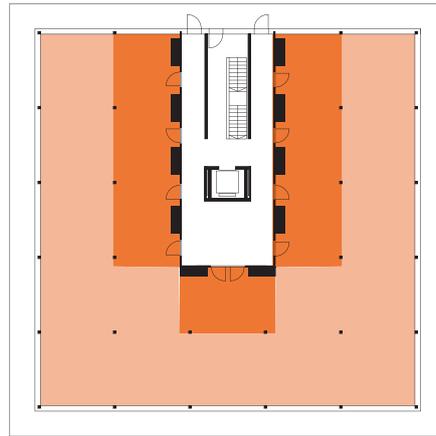
Abb. 4.78 vertikale Installationsführung



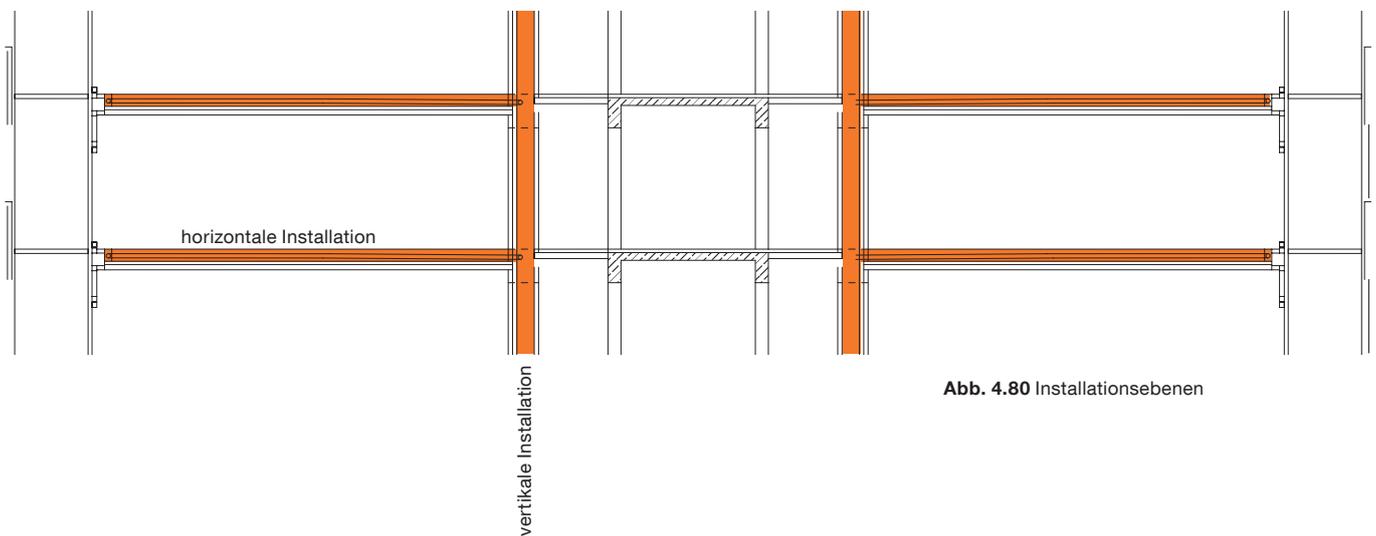
**Innenliegend** Die Zone für Naßräume und Lüftungskanäle ist bei vertikalen Installationsstrasse an der Erschließung und einer horizontalen Verteilung in Vor- und Installationswänden auf die dunklen Innenbereiche der Nutzungseinheit beschränkt

**Mittig** Bei einer vertikalen Installationsstrasse in Raummitte durchziehen Installationschächte alle Geschosse. Die Anordnung der Naßräume und Lüftungskanäle ist weitgehend in der gesamten Einheit über Vor- und Installationswände möglich.

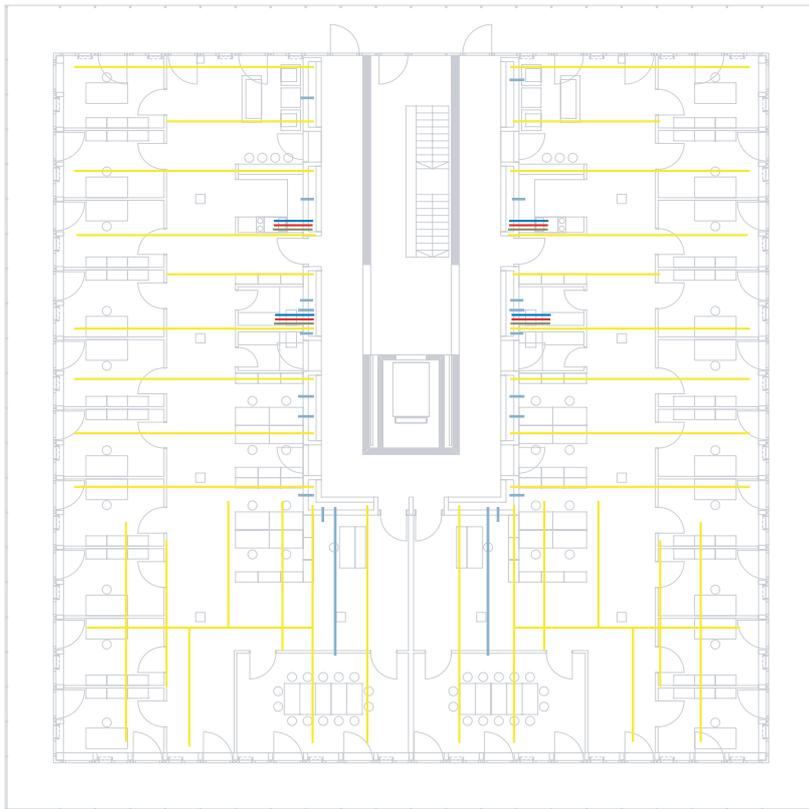
**Fassade** Liegen die vertikalen Installationsstrassen an der Fassade, können die Naßräume natürlich belichtet und belüftet werden. Eine mechanische Lüftung kann mit dezentralen Geräteausgeführt werden, die Frischluft direkt über die Fassade ansaugen.



**Abb. 4.79** Installationsboden: Eine horizontale Trasse im Bereich der Erschließungszone ermöglicht zusammen mit einer vertikale Installationsführung im Boden eine hohe Flexibilität. In dieser Variante können alle Medien geführt werden. In dem projektierten Gebäude werden zwei Zonen mit einem unterschiedlichen Bodenaufbau ermöglicht. Der nahe der vertikalen Trasse liegende Bereich ist für die Aufnahme aller Medien geeignet. Der Bereich an der Fassade kann keine Abwasserleitungen aufnehmen. Obwohl der im Forschungsprojekt entwickelte Installationsboden eine flexible Naßzonen-gestaltung ermöglicht, wurde im Planungsteam die eingeschränkte Flexibilität aufgrund der architektonischen Typologie und der damit verbundenen Raumzonierung mit einem dienenden, dunklen Bereich bevorzugt.



**Abb. 4.80** Installationsebenen



**Abb. 4.81** Varianten zur Leitungsführung bei unterschiedlicher Grundrissgestaltung

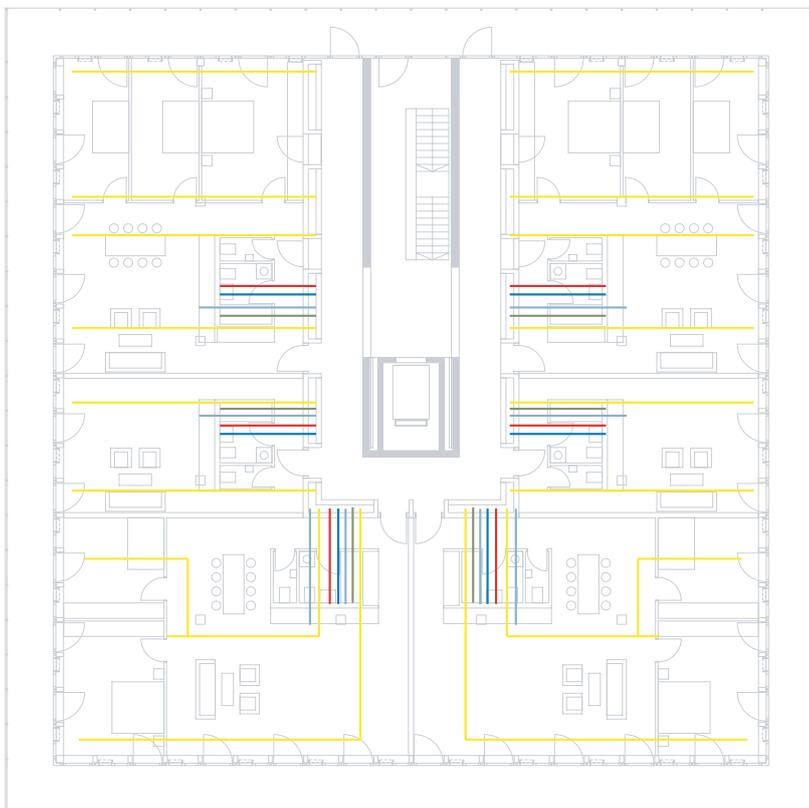
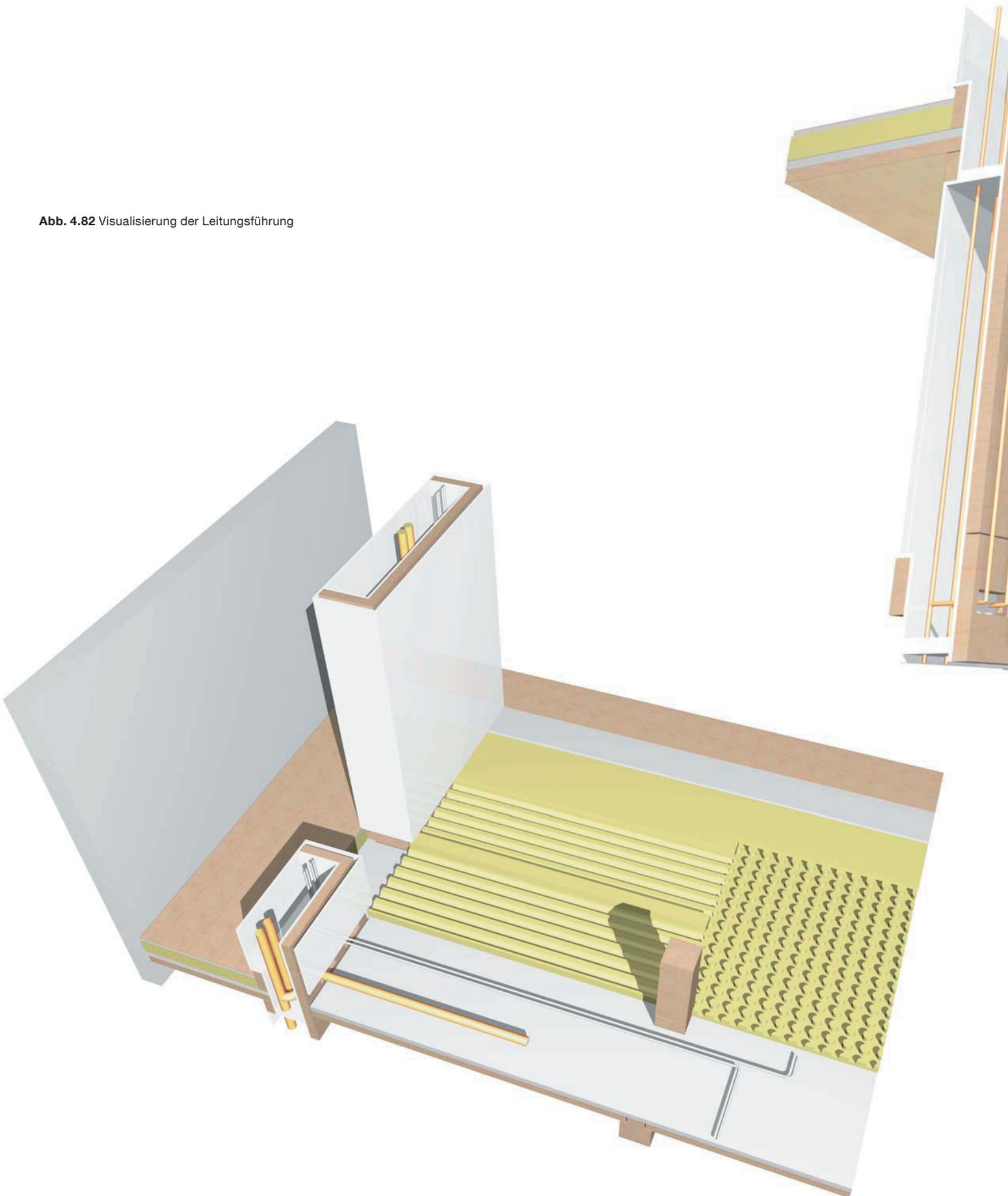


Abb. 4.82 Visualisierung der Leitungsführung



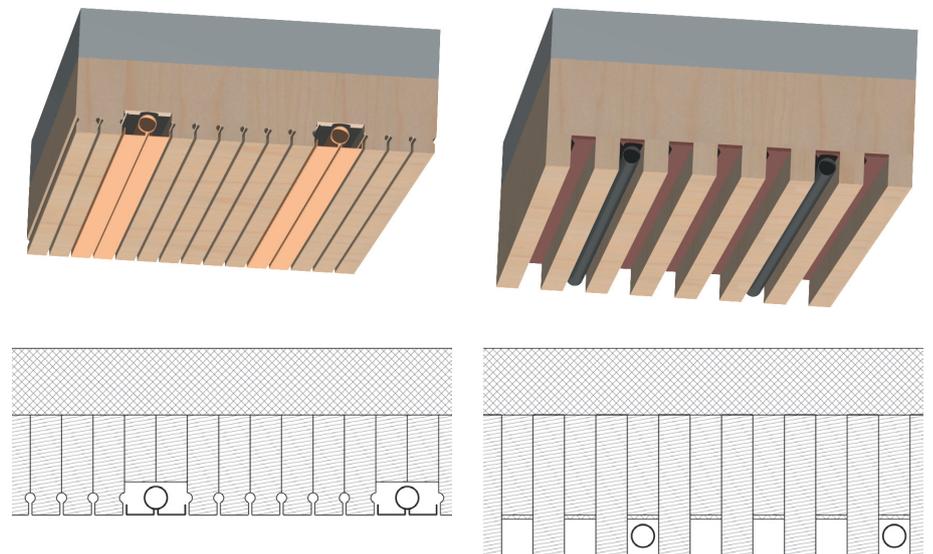
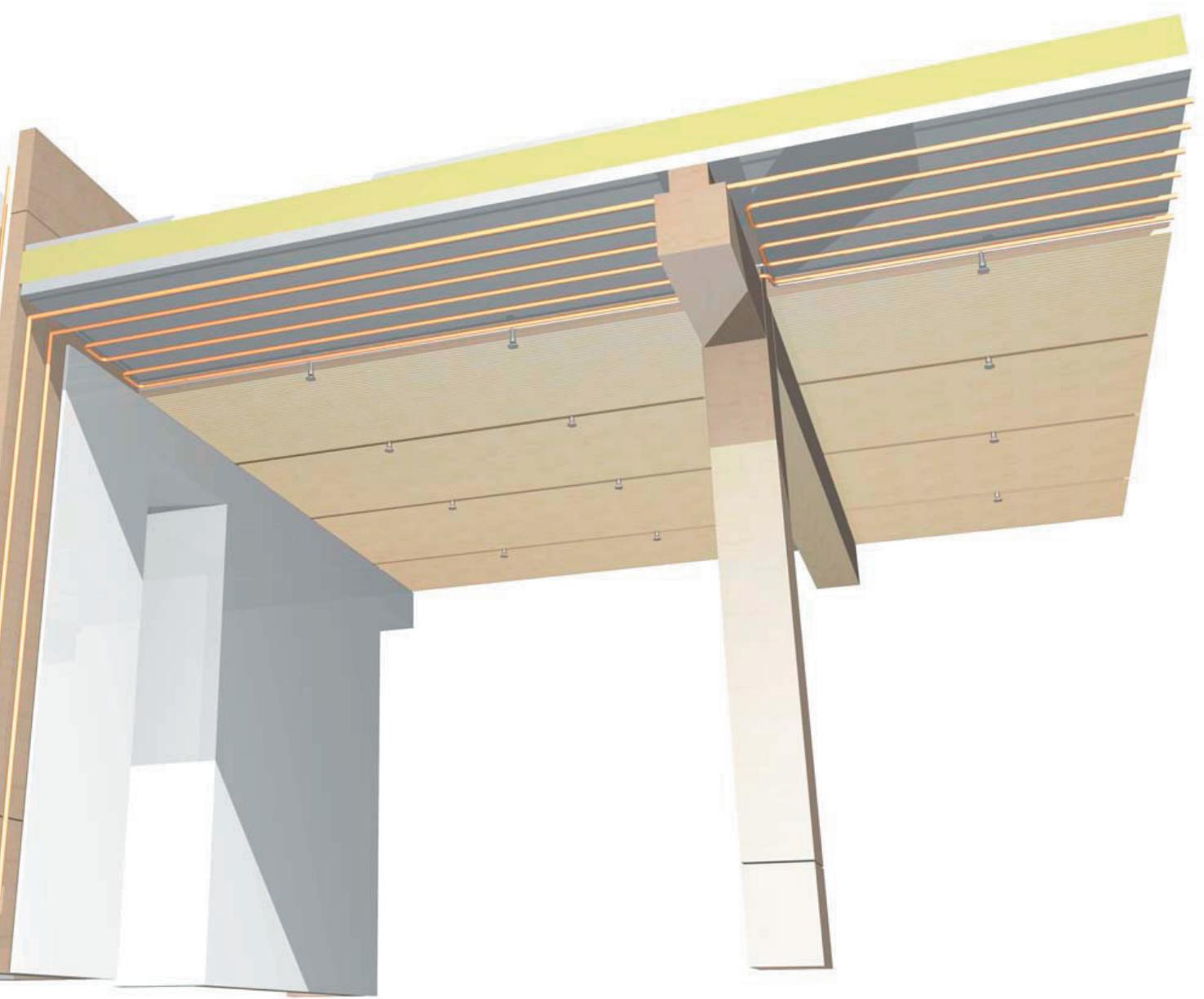
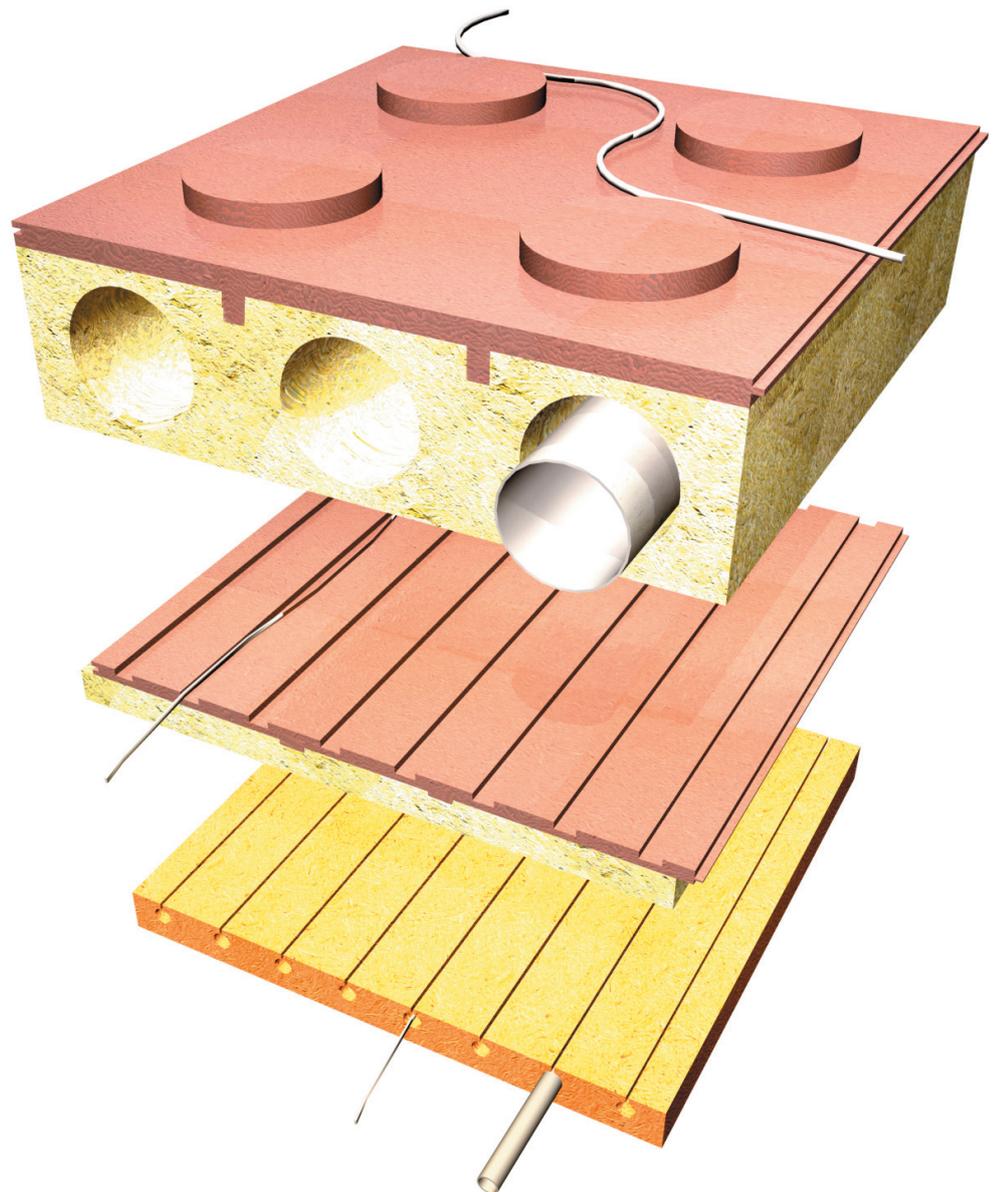


Abb. 4.83 Varianten zur Verlegung von Heizleitungen in der Decke



## Ausblick

**Weiterentwicklung / Anpassung der Prototypen** Die Prototypen lassen sich an unterschiedliche Anforderungen anpassen. Können zum Beispiel die semizentralen Technikkomponenten entfallen oder außerhalb des vertikalen Schachtes montiert werden, verändert dies die Abmessungen des Schachtes und sein Platzbedarf verringert sich. Ist eine Zugänglichkeit zu der vertikalen Trasse und den darin integrierten Geräten von außerhalb der Wohnung nicht erforderlich oder nicht erwünscht, kann die raumseitige Verkleidung als Öffnungselement gestaltet sein. Dies erleichtert die Brandschutzanforderungen für die Schachtwand und ihre Öffnungen. In diesem Fall besteht die Möglichkeit, die Schachtrückwand in der Art einer Brandwand auszuführen, da keine Rohre durchgeleitet oder Öffnungen integriert werden müssen. Die Ausführung der Schachtkonstruktion kann anstatt mit Holzwerkstoffen auch mit tragenden nichtbrennbaren Materialien, wie zum Beispiel mit Schaumglas-, Leichtbeton-, Gipsfaser-, Gipskarton oder Brandschutzplatten, erfolgen. Die Wärme- und Schalldämmung wird dann über ein anderes Material, wie zum Beispiel Mineralwolle, gewährleistet. Je nach Trassenführung kann auch die Dimension der Bodeninstallationsplatte verringert werden. Sollen zum Beispiel nur Heizungsleitungen und Elektrokabel verlegt werden, kann der Hohlraum bis auf etwa 30 mm verringert werden, was einer Plattenhöhe von 60 bis 70 mm entspricht. Dadurch können flexible und gleichzeitig kostengünstige Bodenkonstruktionen errichtet werden. Die Wandinstallationsplatte kann aus einem Dämmblock ähnlich der Bodeninstallationsplatte produziert werden. Damit können auch wasserführende Leitungen in der Wand verlegt werden.

**Abb. 4.84** Weiterentwicklung: vielfältige Materialkombinationen und Anpassung der Höhlräume lassen sich mit dem Konzept realisieren. (einige davon sind bereits als Produkte bzw. Patente auf dem Markt vorhanden)

**Einsatz im Büro- und Verwaltungsbau und Umnutzung** Die hier entwickelten Grundprinzipien gelten auch für andere Nutzungsarten. Vorstellbar sind Kombinationen mit Doppelbodenelementen. Die Leitungsführung kann in vorgefertigten Hohlräumen, wie sie in den Planungsrichtlinien vorgeschlagen werden, einfach, sicher und in hoher Bauqualität erstellt werden. Eine zentrale Trassenführung und weitgehend dauerhafte Zugänglichkeit sind im Bürobereich zumindest für die Gewerke Elektro und Daten meist schon erfüllt. Auch der Einsatz vorgefertigter Sanitär- und Technikkomponenten ist im Büro- und Verwaltungsbau Standard. Für eine nachhaltige flexible Installation sollten jedoch auch weitere Forderungen berücksichtigt werden, wie zum Beispiel die nach Trennung und Entkopplung der Installationen von Tragwerk und Ausbau, das Bereitstellen ausreichender Platzreserven und der Einsatz vorkonditionierter Hohlräume. Damit lassen sich Bürogebäude ausstatten, die für die Zukunft gerüstet sind. Ein Unternehmen kann täglich wechseln, das Gebäude bleibt jedoch oftmals bestehen.

**Umnutzung** Besonders bei Mischnutzung und Umnutzung kommen die Stärken eines flexiblen Installationssystems zum Tragen. Je nach Nutzungsart der Einheiten können die benötigten Rohrleitungen schnell und einfach ausgetauscht und neuverlegt werden. So können Investoren flexibel auf den Markt reagieren. Wohnungsnachfrage bei gleichzeitig leerstehenden Bürogebäuden kann beim Einsatz multifunktionaler Technikkomponenten und flexibler Trassenführung leicht gelöst werden. In der Praxis sprechen dafür oftmals steuerliche und städtebauliche Aspekte dagegen. Sollte dies sich ändern, besteht mit flexiblen und vorgefertigten Installationssystemen jederzeit die Möglichkeit kostengünstig zu wechseln.



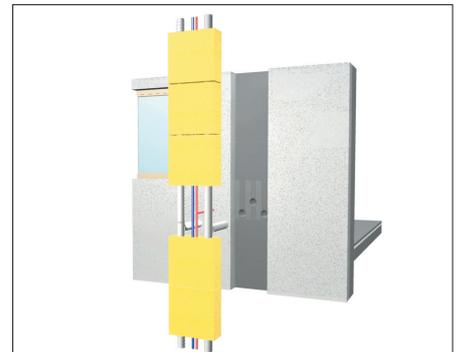
**Abb 4.85** vorgefertigte Bodenelemente mit multifunktionalen Hohlräumen zur einfachen und fachgerechten Leitungsverlegung in Verbindung mit „klassischen“ Doppelböden.



**Abb. 4.86** Installationen im Einfamilienhaus: Trassenführung im Boden-Decken-Element zwischen EG und 1. OG

**Einsatz bei Einfamilien-, Doppel und Reihenhäusern** In der Gebäudeklasse 1, 2 und 3 sind die Anforderungen an den Brand- und Schallschutz nicht so hoch, wie in einem mehrgeschossigen Wohngebäude. Aus diesem Grund können hier ungeschottete Deckendurchbrüche realisiert werden. Das hier vorgestellte Konzept kann zum Beispiel zur Entwicklung einer Versorgungstrasse im Boden-Decken-Element zwischen Erdgeschoss und 1. Obergeschoss führen, die Medien sowohl für die oberhalb als auch für die unterhalb liegenden Räume bereit stellt. Auch hier können Bereiche erstellt werden, die jederzeit gut zugänglich sind, um einen Austausch oder eine Nachrüstung leicht zu realisieren. Dies kann hier sogar von den Bewohnern selbst ohne Lärm, Schmutz und den Einsatz von Maschinen erfolgen.

**Flexible, vorgefertigte Installationen für Sanierung** Die vorgestellten Planungs- und Gestaltungsrichtlinien eröffnen vielfältige Variationsmöglichkeiten. So sind beispielsweise semizentrale Trassenführungen an der Fassade denkbar. Diese Lösung bietet eine gute Möglichkeit für Sanierungen. Die neue Leitungsführung an der Außenwand kann unabhängig und im bewohnten Zustand erfolgen. Damit wird ein hoher Vorfertigungsgrad der Technikeinheiten im Sanierungsbereich erreicht.



**Abb. 4.87** Schematische Skizze eines vorgefertigten Außenwandinstallationsblocks

# 5

## Literatur- und Abbildungsverzeichnis

- BAUSCHADENSBERICHT 1988 Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (Hrsg.): Zweiter Bauschadensbericht, 1988.
- BAUSCHADENSBERICHT 1993 Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (Hrsg.): Dritter Bauschadensbericht, 1993.
- BECKER 2001 Becker, K.; Tichelmann, K.; Hosser, D.; Wesche, J.; Dehne, M.: Theoretische und experimentelle Grundlagenuntersuchungen zum Brandschutz bei Gebäuden der Gebäudeklasse 4 in Holzbauweise. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart, 2001.
- BKI G1 2006 BKI Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern (Hrsg.): BKI Objektdaten: Baukosten abgerechneter Bauwerke - Technische Anlagen mit statistischen Kostenkennwerten. G1 Technische Gebäudeausrüstung, 2006.
- BOCK 1999 Bock, Th.; Prochiner, F.: Automatisierungssysteme im Wohnungsbau. TU München, Lehrstuhl für Baurealisierung und Bauinformatik, Bauforschungsbericht, 1999.
- BOUCHER 2000 Boucher, J.: Radiant Subfloor Panels. In: The Journal of Light Construction, April 2000, 7 Seiten.
- BRETTTHAUER 2001 Bretthauer, G.; Dietze, S.; Häferle, K.-H.; Isele, J.; Jäkel, J.: Nachhaltiges Planen, Bauen und Wohnen im Informationszeitalter. Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Institut für Angewandte Informatik, Bericht. 2001.
- BROUWER 2007 Brouwer, J; Cuperus, Y.: Capacity to Change. <http://www.obom.org/DOWNLOADS2/CTC.pdf>.
- CHMELLA-EMRICH 2001 Chmella-Emrich E.:Anpassbare Gebäude – Definitionen und Terminologie. Institut Wohnen und Umwelt (IWU) Darmstadt, Diskussionspapier 12/01, 2001.
- CHMELLA-EMRICH 2002 Chmella-Emrich E.; Henkel Th.: FlexHaus Symbiose von Wohnen und Arbeiten. Institut Wohnen und Umwelt (IWU) Darmstadt, Fraunhofer Institut für Sichere Telekooperation SIT Darmstadt, Projektbericht 02/02, 2002.
- CUPERUS 2001 Cuperus, Y.: An Introduction to Open Building. Delft University of Technologie, OBOM Research Group, 2001.
- CUPERUS 2003 Cuperus, Y.: Mass Customization in Housing and Open Building/ Lean Construction Study. Delft University of Technologie, Faculty of Architecture, 2003.
- DANY 2007 Dany, A.: Mauerwerksbau aktuell- Schlitzte und Aussparungen. [http://www.dgfm.de/pdf-dateien/MB\\_Schlitzte.pdf](http://www.dgfm.de/pdf-dateien/MB_Schlitzte.pdf).
- DETERS 1980 Deters, K.; Wente, E.: Nachuntersuchungen an den Wettbewerbsbauten "Flexible Wohnungsgrundrisse" und "ELEMENTA" Dortmund, Hamburg – Bonn, Hannover, Nürnberg. Institut für Bauforschung e.V. Hannover, Bericht Nr. F567 im Auftrag des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, 1980.
- DUFFY 1998 Duffy, F.; Greenberg, S.; Myerson, J.; Powell, K.; Thomson, T.; Worthington, J.: Flexible Gebäude- Die Architektur von DEG. Basel: Birkhäuser – Verlag für Architektur, 1998.
- DURMISEVIC 2005 Durmisevic, E.; Linthorst, P.: Industrialization of Housing (Building with Systems). Delft University of Technologie, Faculty of Architecture, Abhandlung, 2005.
- EHLTING 2001 Ehltling, D.: Vorfertigung komplexer Ausbau-Bausysteme für offene Bauweisen. Universität Dortmund, Dissertation, 2001.

- EICHENER 2007  
Eichener, V.: Microsoft PowerPoint - Zuk-CH-StGallen.  
<http://www.telefonplus.de/htm/aktuelles/Zuk-CH-StGallen.pdf>.
- FASSBINDER 1989  
Fassbinder, H.; van Eldonk J.: Flexibilität im niederländischen Wohnungsbau. In: Arch+, Zeitschrift für Architektur und Städtebau, Heft 100/101, Oktober 1989, S.65-73.
- FOX 1995  
Fox, U.: Haustechnik im Wohnungsbau- Planung, Ausführung, Verbrauch, Umnutzung. Stuttgart: W. Wohlkammer Druckerei GmbH + Co, 1995.
- FÜHRER 1962  
Führer, H.; Portmann, K. D.: Vorfertigung im Bauwesen- Möglichkeiten und Beispiele. 9. Spezialheft der Rationalisierungs-Gemeinschaft Bauwesen im RKW 11/1962, 1962.
- GAUPP-KANDZORA 1978  
Gaupp-Kandzora, R.; Merkel, H.: Flexible Wohnungen. Stuttgart: Karl Krämer Verlag Stuttgart, 1978.
- GEISSLER 2007  
Geissler, S.; Leitner, K.; Schuster, G.: Industriell produzierte Wohnbauten - Endbericht. [http://www.nachhaltigwirtschaften.at/hdz\\_pdf/endbericht\\_indprob\\_wohnbauten\\_id2799.pdf](http://www.nachhaltigwirtschaften.at/hdz_pdf/endbericht_indprob_wohnbauten_id2799.pdf).
- GOCKEL 1978  
Gockel, B.: Einsatzmöglichkeiten standardisierter Sanitärinstallationen in Geschoßbauten. Technische Universität Braunschweig, Lehrstuhl Technischer Ausbau, Forschungsbericht F3/77, 1978.
- GÖSELE 1993  
Gösele, K.: Holzbauhandbuch Reihe 3 Teil 3 Folge 3. München: Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der DGfH e.V., 1993.
- GÖTZ 1979  
Götz, L.; Huster, F.; Koblin, W.; Kerschbaumer, V.: Wohnungsnutzungsuntersuchungen am Wettbewerbsobjekt Geislingen (flexible Wohnungsgrundrisse). Abschlussbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, 1979.
- GREBE 2004  
Grebe, A.: Vom Installationskern zur „meta-box“. Vorgefertigte Technikelemente im Holzhausbau. In: Die Neue Quadriga Nr.6 (2004), S. 24-29.
- HAUSER 1992  
Hauser, G; Stiegel, H.: Wärmebrücken-Atlas für den Holzbau. Wiesbaden; Berlin: Bauverlag, 1992.
- HEINRICHS 2003  
Heinrichs, F.; Lippe, M.; Schütz, J.: Schallschutz bei haustechnischen Anlagen. In: Haustechnik IKZ Nr.6, Jg. 58 (2003), S.120-130.
- HERGERT 1990  
Hergert, W.; Ludwig, V.: Bau- und Wohnforschung- Rationalisierungselemente beim Sanitärentwurf im Wohnungsbau. Stuttgart: IRB Verlag Stuttgart, 1990.
- HOFFMANN 1976  
Hoffmann, K.-H.; Knier, G.: Handbuch der Elektro-Installation. Heidelberg: Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH Heidelberg, 1976.
- HOLEC HOLLAND 2007a  
Holec Holland N.V.:Technische Broschüre.  
<http://www.holec.com/pdfNL/Ls/Tiarabrochure.pdf>.
- HOLEC HOLLAND 2007b  
Holec Holland N.V.:Technische Broschüre.  
[http://www.et-installateur.nl/PDF/TA98\\_3.PDF](http://www.et-installateur.nl/PDF/TA98_3.PDF).
- INTILLE 2002  
Intille, S.: Designing a Home for the Future.  
In: Pervasive Computing, IEE Nr.2, April/Juni (2002), S. 76-82.

- KÄHLER 1989 Kähler, G.: Kollektive Struktur, individuelle Interpretation. In: Arch+, Zeitschrift für Architektur und Städtebau, Heft 100/101, Oktober 1989, S. 38-45.
- KAZI 2007 Kazi, A. S.; Hannus, M.; Boudjabeur, S.; Malone, A.: Open Building Manufacturing-Core Concepts and Industrial Requirements. Finnland: ManuBuild in collaboration with, VTT – Technical Research Centre of Finland, 2007.
- KENDALL 2000 Kendall, S; Teicher, J.: Residential Open Building. London: E & FN Spon London, 2000.
- KENDALL 2003 Kendall, S.: An Open Building of Converting Obsolete Office Buildings to Residential Uses. Ball State University, Building Future Institute, Präsentationspapier, 2003.
- KENDALL 2006 Kendall, S.: Open Building: An Architecture for the 21st Century. Ball State University, Building Future Institute, Powerpointpräsentation, 2006.
- KNAACK 2006 Knaack, U.; Hasselbach, R.: New Strategies for Systems The Universal Building Systems. Delft: Delft University of Technology, Faculty of Architecture Chair of Product Development, 2006.
- KNAUF 2007 Knauf: Brandschutz mit Knauf. [http://www.knauf.de/pdf/bilder/katalog/33769/prospekte/bs1\\_0407.pdf](http://www.knauf.de/pdf/bilder/katalog/33769/prospekte/bs1_0407.pdf).
- KRAUSE 2002 Krause, H.; Kirmayr, Th.: Holzbauhandbuch Reihe 3 Teil 2 Folge 3. München: DGfH Innovations- und Service GmbH, 2002.
- KURZ U. FISCHER 2002 Kurz u. Fischer GmbH Beratende Ingenieure: Schalldämmende Installationswand-Anwendungen in der Wohnbaupraxis. Stuttgart: IRB Verlag Stuttgart, 2002.
- LARSON 2004 Larson, K.; Intille, S.; McLeish, T. J.; Beaudin, J.; Williams, R. E.: Open Source Building: Reinventing Places of Living, Diskussionspapier 07/04, 2004.
- LARSON 2007 Larson, K.: OSBA white paper. [http://architecture.mit.edu/house\\_n/documents/OSBA%20white%20paper.pdf](http://architecture.mit.edu/house_n/documents/OSBA%20white%20paper.pdf).
- LARSON 2007 Larson, K.; Lawrence, T.; Seetharam, D.; Shrikumar, H.: A Network for Customizable + Reconfigurable Housing. <http://alumni.media.mit.edu/~deva/papers/hoit2003.pdf>.
- LAWRENCE 2003 Lawrence, T.: Chassis + Infill: A Consumer-Driven, Open Source Building Approach for Adaptable, Mass Customized Housing. Massachusetts Institute of Technologie, Departement of Mechanical Engineering, Masterarbeit, 2003.
- LEWITZKI 1997 Lewitzki, W.; Schulze, H.: Holzbauhandbuch Reihe 3 Teil 5 Folge 1. München: Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der DGfH e.V., 1997.
- MATURA INFILL 1987 Schutzrecht WO 88/04712 (1987-12-16). Infill Systems B.V. Delft (NL). Pr.: NL 8603201 1986-12-16, 8701196 1987-05-19.
- MATURA INFILL 1991 Schutzrecht WO 92/01130 (1991-07-05). Infill Systems B.V. Delft (NL). Pr.: NL 9001556 1990-07-06.
- MEPA 2007 MEPA- Pauli und Menden GmbH: VariVIT@II Vorwandinstallation – Technik. <http://www.mepa.de/vorwand/varivit/montageanleitungen/Montageanleitung%20VariVIT%20II.pdf>.
- MEYER-BOHE 1964 Meyer-Bohe, W.: Vorfertigung- Handbuch des Bauens mit Fertigteilen. Kiel: Vulkan-Verlag Dr. W. Classen Essen. 1964.

- MEYER-BOHE 1967 Meyer-Bohe, W.: Vorfertigung- Atlas der Systeme. Kiel: Vulkan-Verlag Dr. W. Classen Essen. 1967.
- MEYER-OTTENS 1994 Meyer-Ottens, K.: Holzbauhandbuch Reihe 3 Teil 4 Folge 2. München: Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der DGfH e.V., 1994.
- MISSEL 2007a E. Missel GmbH & Co. KG: Missel Dämmpass.  
<http://www.bosy-online.de/D%E4mmpass33.Auflage.pdf>.
- MISSEL 2007b E. Missel GmbH & Co. KG: Schallschutz neu 7/2004.  
<http://www.missel.de/downloads/de/ruheimhaus-klein.pdf>.
- MÜHLBAUER 1999 Mühlbauer, W.; Brech, J.: Rationalisierung und gewerkeübergreifende Vorfertigung in integrativen Planungs- & Produktionsprozessen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart, 1999.
- NEURA ELECTRONICS 2007 Neura Electronics GmbH: Handbuch Komfortlüftung (Auszug).  
[http://www.neura.at/download\\_de/planung.pdf](http://www.neura.at/download_de/planung.pdf).
- NISHIMOTO 2005 Nishimoto, K.; Yashiro, T.; Shida, H.; Otsuka, M.; Abiko, Y.; Tani, K.; Servizawa, K.: Development of Prefabricated Demountable Infill System Suitable for Leasing and Renting. Japan- Taiwan International Workshop on Urban Regeneration, 2005.
- OBISO 1997 Obiso, M. L.: Analysis of Means and Methods of Construction Improvement in Single Family Housing in Mid-Atlantic Rural University Towns, State University Virginia, Architecture and Construction Management, 1997.
- OECD 2007 Organisation for Economic Co-operation and Development OECD, International Energy Agency IEA: Joint Workshop on Sustainable Buildings: Towards Sustainable Use of Building Stock.  
<http://www.oecd.org/dataoecd/9/20/35896769.pdf>.
- ÖSTERREICHISCHES ÖKOLOGIE-INSTITUT 2007 Österreichisches Ökologie-Institut. Selbstbausiedlung Leberberg im Überblick.  
[http://www.nachhaltigwirtschaften.at/download/endbericht\\_tappeiner2.pdf](http://www.nachhaltigwirtschaften.at/download/endbericht_tappeiner2.pdf).
- ÖSTERREICHISCHER BAUSCHADENSBERICHT 2005 Balak, M.; Rosenberger, R.; Steinbrecher, M.: 1. Österreichischer Bauschadensbericht, 2005
- PAHL 1998 Pahl, B.; Varrentrapp, V.: Flex space. Universität Leibzig, Institut für Massivbau und Baustofftechnologie, Leipzig Annual Civil Engineering Report (LACER) No. 3, 1998.
- PATH 2007 PATH: Organized Accessible Systems- Concept Home.  
<http://209.85.129.104/search?q=cache:KrWDQOFfPGQJ:www.pathnet.org/si.asp%3Fid%3D1679+PATH:+Organized+Accessible+Systems&hl=de&ct=clnk&cd=1&gl=de>.
- PIEPER 2007a Pieper, K.: Viega Praxishandbuch 2005- Sanitärsysteme.  
[http://www.viega.com/servlet/PB/show/1008371/1\\_Trinkwasser\\_1\\_Viega\\_PHB\\_2005.pdf](http://www.viega.com/servlet/PB/show/1008371/1_Trinkwasser_1_Viega_PHB_2005.pdf).
- PIEPER 2007b Pieper, K.: Viega Praxishandbuch 2005- Werkzeugsysteme.  
[http://www.viega.se/servlet/PB/show/1004493/8\\_Werkzeugsysteme\\_Viega\\_PHB\\_2005\\_s.pdf](http://www.viega.se/servlet/PB/show/1004493/8_Werkzeugsysteme_Viega_PHB_2005_s.pdf).

- Pieper 2007c  
Pieper, K.: Viega Praxishandbuch 2005- Gasinstallation.  
[http://www.viega.hu/servlet/PB/show/1008372/5\\_Gas\\_Viega\\_PHB\\_2005\\_s.pdf](http://www.viega.hu/servlet/PB/show/1008372/5_Gas_Viega_PHB_2005_s.pdf).
- PISTOHL 1996  
Pistohl, W.: Handbuch der Gebäudetechnik : Planungsgrundlagen und Beispiele / Band 2 Heizung/Lüftung/Energiesparen. Düsseldorf: Werner Verlag, 1996.
- PISTOHL 1997  
Pistohl, W.: Handbuch der Gebäudetechnik : Planungsgrundlagen und Beispiele / Band 1 Sanitär/ Elektro/Förderanlagen. 2. Auflage. Düsseldorf: Werner Verlag, 1997.
- PROCHINER 2006  
Prochiner, F.: Zukunftsorientierte Fertigungs- und Montagekonzepte im industriellen Wohnungsbau. TU München, Dissertation, 2006.
- PÜTZ 1999  
Pütz, M.; Leppin, M.; Porschitz, H. R.; Schumacher, R.; Saß, B.; Lippe, M.: Entwicklung von Installationswänden und-systemen im mehrgeschossigem Holzbau. Fachhochschule Rosenheim, Konstruktionszentrum Holz, Abschlussbericht, 1999.
- PYPERS 2007  
Pypers, F.: I90/Installationsschächte nach DIN 4104-4-häufige Interpretations- und Planungsfehler.  
[http://www.licomtec.de/uploads/tx\\_DSlokalDokManager/I90\\_Installationsschaechte.pdf](http://www.licomtec.de/uploads/tx_DSlokalDokManager/I90_Installationsschaechte.pdf).
- RIEGLER 1994  
Riegler F.; Riewe R.: Konditionierte Offenheit – Interview mit Otto Kampfinger.  
In: Arbeiten seit 1987, Wien 1994, S. 74ff.
- RIEMANN 1980  
Büro Riemann + Partner (Riemann, D.; Nowara, H. G.; Riemann, G.): Entwicklung einer raumhohen Türzarge mit integrierter Elektroinstallation. Im Auftrag des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, 1980.
- SANDERSON 2007  
Sanderson, G.: A Strategic Review of Modern Methods of Constructuion in New-Build and Refurbishment Housing Projects.  
[http://www.hodkinsonconsultancy.com/pdf/mm\\_mmc.pdf](http://www.hodkinsonconsultancy.com/pdf/mm_mmc.pdf).
- SEDLBAUER 2003  
Sedlbauer, K.; Kießl, K.: Neue Erkenntnisse zur Beurteilung von Schimmelpilzen und Stand der Normenbearbeitung, 2003.
- SCHMITZ-RIOL 1998  
Schmitz-Riol, E.: Baukonstruktive Innovationen für den Geschosswohnungsbau unter nachhaltigen Kriterien. Bauhaus Universität Weimar, Dissertation, 1998.
- SCHULZ 2007  
Schulz, M.: Elektrotechnik.  
<http://www.uni-weimar.de/architektur/gebaeudetechnik/seiten/lehre/FB%20E-Technik.pdf>.
- SCHWARZ 1999  
Schwarz, B.: Das Rosenheimer Haus- ein Projekt der Fachhochschule Rosenheim in Kooperation mit 40 Unternehmen aus Handwerk und Industrie. Fachhochschule Rosenheim, Konstruktionszentrum Holz, 1999.
- SCHWARZ 1999  
Schwarz, B.; Pütz, M.; Porschitz, H. R.: Entwicklung neuer Konzepte der technischen Gebäudeausrüstung für den Holzhausbau. Stuttgart: IRB Verlag Stuttgart, 1999.
- SHARP 2007  
Sharp, M.: The Transformation of the Industry - Open Building Manufacturing. London: CIRIA, Classic House, London, 2007.
- SINUS-SOCIOVISION 2007  
Sinus Sociovision GmbH (Hrsg.): Sinus-Milieu-Studie, Heidelberg, 2007.

- SOHN 1998  
Sohn, M.; Fischer, H.M.: Installationsgeräusche im Fertigbau- Phase I. Stuttgart: IRB Verlag Stuttgart, 1998.
- SULZER 1990  
Sulzer, P.; Brandstetter, K.; Freund, H.-P.; Fütterer, N.: Bau und Wohnforschung- Vergleich der Kosten des Bauwerks und der Betriebs- bzw. Unterhaltungskosten für die Wasser- und Warmwasser- sowie für die Abwasserinstallationen in einem realen Reihenhaus. Stuttgart: IRB Verlag Stuttgart, 1990.
- SZ 20.05.2005  
Postmaterielle bevorzugen gediegenen Altbau. Auch die Bau- und Wohnungswirtschaft bedient sich jetzt der Psychogramme vom Milieus. In: Süddeutsche Zeitung, München, 20. Mai 2005.
- TAPPEINER 2007  
Tappeiner, G.; Schrottendecker, J.; Lechner, R.; Walch, K.; Stafler, G.; Sutter, P.; Oswald, P.; Koblmüller, M.: Wohnräume- Nutzerspezifische Qualitätskriterien für den innovationsorientierten Wohnbau.  
[http://www.nachhaltigwirtschaften.at/download/endbericht\\_tappeiner1.pdf](http://www.nachhaltigwirtschaften.at/download/endbericht_tappeiner1.pdf).
- TILL 2005  
Till, J.; Schneider, T.: Flexible Housing: The Means to the End. University of Sheffield, School of Architecture, 2005.
- UNGER 2006  
Unger, C.: Industrialised House Building- Fundamental Change or Buisness as Usual?. KTH Scool of Industrial Engineering and Management Stockholm, Dissertation, 2006.
- UNTERBURGER 2001  
Unterburger, S.: Träume und das Unvordenkliche. In: Arch+, Zeitschrift für Architektur und Städtebau, Heft 154/155, Januar 2001, S. 28-31.
- USEMANN 1992  
Usemann, K.W.; Brunck, H.F.: Untersuchung über Baumängel und Bauschäden in Anlagen der Technischen gebäudeausrüstung im Bereich der Heizungs- und Sanitärtechnik. Abschlussbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau B15-800189-4, 1992.
- VAN RANDEN 2007  
Van Randen, A.: Nodes And Noodles.  
<http://www.obom.org/DOWNLOADS2/Nodes&Noodles.pdf>.
- VDI 1998  
Verein Deutscher Ingenieure (VDI): Vorbeugender Brandschutz in der Gebäudetechnik. Düsseldorf: VDI Verlag GmbH Düsseldorf, 1998.
- VOGDT 2007  
Vogdt, F. U.: Dialog Bauqualität- Endbericht.  
[http://www.bbr.bund.de/cIn\\_005/nn\\_22148/DE/ForschenBeraten/Bauwesen/Bauqualitaet/DialogBauqualitaet/endbericht\\_\\_dialog,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/endbericht\\_dialog.pdf](http://www.bbr.bund.de/cIn_005/nn_22148/DE/ForschenBeraten/Bauwesen/Bauqualitaet/DialogBauqualitaet/endbericht__dialog,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/endbericht_dialog.pdf).
- VOLGER 1999  
Volger, K; Laasch, E.: Haustechnik - Grundlagen, Planung, Ausführung. 10., neubearbeitete Auflage. Leipzig: B. G. Teubner Stuttgart, 1999.
- WAGNER 1982  
Wagner, S.: Fertigteile in der Altbauerneuerung. Stuttgart: IRB Verlag Stuttgart, 1982.

WELLPOT 2000	Wellpot, E.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 8., überarbeitete Auflage. Stuttgart: W. Wohlkammer Druckerei GmbH + Co, 2000.
WERNER 1989	Werner, J.: Alltags-Anpassungen. In: Arch+, Zeitschrift für Architektur und Städtebau, Heft 100/101, Oktober 1989, S. 50-59.
WIRTH 2001	Wirth, H.; Wirth, S.: Schäden an Installationsanlagen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart, 2001.
WISCHERMANN 2006	Wischermann, C.: Die Entwicklung des modernen Wohnens. <a href="http://www.schader-stiftung.de/druck.php?pid=841">http://www.schader-stiftung.de/druck.php?pid=841</a> .
ZAPKE 1980	Zapke, W.: Installationsmodernisierung- Leitfaden für die Modernisierung der Elektro-, Sanitär- und Heizungs-Installation. Stuttgart: IRB Verlag Stuttgart, 1980.

## Abbildungen

Alle Abbildungen und Zeichnungen sind eigens für diese Forschungsarbeit angefertigt worden. Fotos, zu denen keine Quelle genannt ist, stammen von Christian Huber.

Abb. 2.2	Le Corbusier (Charles-Édouard Jenneret) Perspektivische Skizze für das Domino Housing Projekt, 1914
Abb. 2.3	PAHL 1998, S. 3
Abb. 2.4	KENDALL 2000, S. 6
Abb. 2.5	MATURA INFILL 1987 und MATURA INFILL 1991
Abb. 4.1	Mehrgeschossige Wohngebäude in Holzbauweise (zeilenweise von links oben): Wohngebäude Finkenweg in Köniz, Mosimann Architekten (CH) Wohngebäude Holzhausen in Steinhausen, Renggli AG (CH) Wohnbebauung Frauengasse in Judenburg, Manfred Seidl (A), Wohnanlage in Heinfels, Wolfgang Retter(A), Wohnanlage Samer Mösl in Salzburg, Paul Ott, Graz(A) Wohnanlage Schlichtling in Telfs, Bruno Klomfar (A) Wohnanlage Hofsteigstrasse Wolfurt, Bruno Klomfar (A) Wohnbau St. Magdalen in Villach, Paul Ott, Graz (A) Wohngebäude an der Lorze in Zug HEGI KOLB KOCH Architekten (CH)

# 6

## Technische Regeln für haustechnische Installationen

Brandschutz

Schallschutz

Wärmschutz

Hausanschluss, Technikraum

Platzbedarf, Einrichtungen

Estrich

Bauwerksabdichtung

Installation allgemein

Trinkwasser

Entwässerung

Lüftung

Heizung, Warmwasser

Elektro, Daten

Brennstoffleitungen, Gas

Brandschutzanlagen

Abgasanlagen

Blitzschutz

## Brandschutz

DIN 4102-1	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 1: Baustoffe Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.
DIN 4102-2	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.
DIN 4102-3	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Brandwände und nichttragende Außenwände, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen..
DIN 4102-11	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Rohrummantelungen, Rohrabschot- tungen, Installationsschächte und -kanäle sowie Abschlüsse ihrer Revisionsöffnungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.
DIN EN 1363-1	Feuerwiderstandsprüfungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN EN 1363-2	Feuerwiderstandsprüfungen - Teil 2: Alternative und ergänzende Verfahren
DIN EN 1363-4	Feuerwiderstandsprüfungen für Installationen - Teil 4: Abdichtungssysteme für Bauteilfugen
DIN EN 13501-1	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten
DIN EN 13501-2	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen
DIN EN 13501-3	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 3: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen an Bauteilen von haustechnischen Anlagen: Feuerwiderstandsfähige Leitungen und Brandschutzklappen
DIN EN 13501-4	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - eil 4: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen von Anlagen zur Rauchfreihaltung
DIN EN 13501-5	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 5: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus Prüfungen von Bedachungen bei Beanspruchung durch Feuer von außen

---

MBO 2002	Musterbauordnung, Fassung 2002
MLAR	Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen
LAR	Leitungsanlagen-Richtlinie
RbALei	Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen
SysBÖR	Systemböden-Richtlinie
EltBauVO	Elektrische Betriebsräume

## Schallschutz

DIN 4109	Schallschutz im Hochbau Anforderungen und Nachweise.
DIN 4109 Beiblatt 1	Schallschutz im Hochbau; Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren.
DIN 4109 Beiblatt 2	Schallschutz im Hochbau; Hinweise für Planung und Ausführung; Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz; Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich.
DIN 52221	Bauakustische Prüfungen - Körperschallmessungen bei haustechnischen Anlagen.
VDI 2081 Blatt 1	Geräuscherzeugung und Lärminderung in Raumluftechnischen Anlagen.
VDI 2566	Lärminderung an Aufzugsanlagen.
VDI 2711	Schallschutz durch Kapselung.
VDI 2715	Lärminderung an Warm- und Heißwasser-Heizungsanlagen.
VDI 4100	Schallschutz von Wohnungen - Kriterien für Planung und Beurteilung.

## Wärmeschutz

DIN 4108-1	Wärmeschutz im Hochbau; Größen und Einheiten.
DIN 4108-2	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.
DIN 4108-3	Wärmeschutz im Hochbau - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen und Hinweise für Planung und Ausführung.
DIN V 4108-4	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte.
DIN V 4108-6	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs.
DIN 4108-7	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie –beispiele.
DIN V 4108-10	Wärmeschutz- und Energie-Einsparung in Gebäuden - Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe - Teil 10: Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe.
DIN V 4108 Beiblatt 1	Wärmeschutz im Hochbau; Inhaltsverzeichnisse; Stichwortverzeichnis.
DIN V 4108 Beiblatt 2	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele.
DIN 18421	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Dämmarbeiten an technischen Anlagen.
EnEV	Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden: Energieeinsparverordnung – EnEV

## Hausanschluss, Technikraum

DIN 18012	Haus-Anschlusseinrichtungen in Gebäuden - Raum- und Flächenbedarf – Planungsgrundlagen.
DIN 18013	Nischen für Zählerplätze (Elektrizitätszähler).

## Platzbedarf, Einrichtungen

DIN 68905	Kücheneinrichtungen; Lüftungsgeräte, Begriffe.
DIN 13240-3	Rollstühle – Maße.
DIN 18022	Küchen, Bäder und WCs im Wohnungsbau; Planungsgrundlagen.
DIN 18025-1	Barrierefreie Wohnungen; Wohnungen für Rollstuhlbewohner; Planungsgrundlagen.
DIN 18025-2	Barrierefreie Wohnungen; Planungsgrundlagen.
DIN 44990-1	Elektrische Geschirrspülmaschinen für den Hausgebrauch; Gebrauchseigenschaften; Begriffe.
DIN 66354	Kücheneinrichtungen; Formen, Planungsgrundsätze.
DIN 68881-1	Begriffe für Küchenmöbel; Küchenschränke.
DIN 68904	Kücheneinrichtungen; Sanitärarmaturen, Begriffe.
DIN 68905	Kücheneinrichtungen; Lüftungsgeräte, Begriffe.
DIN 68935	Koordinationsmaße für Badmöbel, Geräte und Sanitäröbekte.
DIN EN 695	Küchenspülen - Anschlussmaße.
DIN EN 1116	Küchenmöbel - Koordinationsmaße für Küchenmöbel und Küchengeräte.

## Estrich

- DIN 18560-2 Estriche im Bauwesen; Estriche und Heizestriche auf Dämmschichten (schwimmende Estriche).
- DIN 18353 VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Estricharbeiten.
- DIN 18352 VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Fliesen- und Plattenarbeiten.

## Bauwerksabdichtung

- DIN 18195-5 Bauwerksabdichtungen - Teil 5: Abdichtung gegen nichtdrückendes Wasser auf Deckenflächen und in Nassräumen, Bemessung und Ausführung.
- DIN 18195-1 Bauwerksabdichtungen - Teil 1: Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten.

## Installationen allgemein

- DIN 18381 VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Gas-, Wasser- und Abwasser-Installationsarbeiten innerhalb von Gebäuden.

## Trinkwasser

DIN EN 806-3	Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Teil 3: Berechnung der Rohrrinnendurchmesser - Vereinfachtes Verfahren.
DIN 2000	Zentrale Trinkwasserversorgung - Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser, Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung der Versorgungsanlagen - Technische Regel des DVGW.
DIN 2001-1	Trinkwasserversorgung aus Kleinanlagen und nicht ortsfesten Anlagen - Teil 1: Kleinanlagen - Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser, Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung der Anlagen; Technische Regel des DVGW.
DIN 1988-1	Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Allgemeines; Technische Regel des DVGW.
DIN 1988-2	Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Planung und Ausführung; Bauteile, Apparate, Werkstoffe; Technische Regel des DVGW.
DIN 1988-2 Beiblatt 1	Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Zusammenstellung von Normen und anderen Technischen Regeln über Werkstoffe, Bauteile und Apparate; Technische Regel des DVGW.
DIN 1988-3	Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Ermittlung der Rohrdurchmesser; Technische Regel des DVGW.
DIN 1988-3 Beiblatt 1	Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Berechnungsbeispiele; Technische Regel des DVGW.
DIN 1988-4	Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwassergüte; Technische Regel des DVGW.
DIN 1988-5	Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Druckerhöhung und Druckminderung; Technische Regel des DVGW.
DIN 1988-6	Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI) - Teil 6: Feuerlösch- und Brandschutzanlagen - Technische Regel des DVGW.
DIN 1988-7	Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI) - Teil 7: Vermeidung von Korrosionsschäden und Steinbildung; Technische Regel des DVGW.

DIN 1988-8	Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Betrieb der Anlagen; Technische Regel des DVGW.
DIN 3266-1	Armaturen für Trinkwasserinstallationen in Grundstücken und Gebäuden; Rohrunterbrecher, Rohrtrenner, Rohrbelüfter.
DIN 4046	Wasserversorgung; Begriffe; Technische Regel des DVGW.
DIN 4067	Wasser; Hinweisschilder, Orts-Wasserverteilungs- und Wasserfernleitungen.
DIN 4810	Druckbehälter aus Stahl für Wasserversorgungsanlagen.
DIN 19630	Richtlinien für den Bau von Wasserrohrleitungen; Technische Regel des DVGW.
DIN EN 736-1	Armaturen - Terminologie - Teil 1: Definition der Grundbauarten.
DIN 3265-1	Sanitärarmaturen - Druckspüler - Druckspüler für Klosettbecken; Maße, Anforderungen.
DIN 3214-3	Sanitärarmaturen; Anschlußmaße für Verbindung Gehäuse-Oberteil.

## Entwässerung

DIN EN 12056-1	Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden - Teil 1: Allgemeine und Ausführungsanforderungen.
DIN 1301-1	Einheitennamen, Einheitenzeichen.
DIN 1301-1 Beiblatt 1	Einheiten; Einheitenähnliche Namen und Zeichen.
DIN 1301-2	Einheiten; Allgemein angewendete Teile und Vielfache.
DIN 1301-3	Einheiten; Umrechnungen für nicht mehr anzuwendende Einheiten.
DIN EN 1610	Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen.
DIN EN 1610 Beiblatt 1	Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen - Verzeichnis einschlägiger Normen und Richtlinien.
DIN 1986-3	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 3: Regeln für Betrieb und Wartung.
DIN 1986-4	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 4: Verwendungsbereiche von Abwasserrohren und -formstücken verschiedener Werkstoffe.
DIN 1986-30	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 30: Instandhaltung.
DIN 4040-1	Abscheideranlagen für Fette; Begriffe, Nenngrößen, Anforderungen, Prüfungen.
DIN 4040-2	Abscheideranlagen für Fette - Teil 2: Wahl der Nenngröße, Einbau, Betrieb und Wartung.
DIN 4043	Sperrungen für Leichtflüssigkeiten (Heizölsperrungen); Baugrundsätze, Einbau und Betrieb, Prüfungen.
DIN 4045	Abwassertechnik – Grundbegriffe.
DIN 19541	Geruchverschlüsse für Entwässerungsanlagen; Funktionsgrundsätze.
DIN EN 476	Allgemeine Anforderungen an Bauteile für Abwasserkanäle und -leitungen für Schwerkraftentwässerungssysteme.

## Lüftung

DIN 1946-6	Raumlufttechnik - Teil 6: Lüftung von Wohnungen; Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung.
DIN 18017-1	Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster; Einzelschachtanlagen ohne Ventilatoren.
DIN 18017-3	Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster, mit Ventilatoren.
DIN 1946-1	Raumlufttechnik; Terminologie und Symbole (VDI-Lüftungsregeln).
DIN 1946-2	Raumlufttechnik; Gesundheitstechnische Anforderungen (VDI-Lüftungsregeln).
DIN 1946-4	Raumlufttechnik - Teil 4: Raumlufttechnische Anlagen in Krankenhäusern.
DIN 1946-7	Raumlufttechnik; Raumlufttechnische Anlagen in Laboratorien (VDI-Lüftungsregeln).
DIN 4102-6	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Lüftungsleitungen, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.
DIN 4701-1	Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden - Grundlagen der Berechnung.
DIN 4701-2	Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden - Tabellen, Bilder, Algorithmen.
DIN 18017-1	Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster; Einzelschachtanlagen ohne Ventilatoren.
DIN 18017-3	Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster, mit Ventilatoren.
DIN 18379	VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Raumlufttechnische Anlagen.

## Heizung, Warmwasser

DIN 4703-1	Raumheizkörper - Teil 1: Maße von Gliedheizkörpern.
DIN 2404	Kennfarben für Heizungsrohrleitungen.
DIN 3368-2	Gasgeräte; Umlauf-Wasserheizer, Kombi-Wasserheizer; Anforderungen, Prüfung.
DIN 4701-3	Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden - Auslegung der Raumheizeinrichtungen.
DIN 4702-1	Heizkessel; Begriffe, Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung.
DIN 4702-3	Heizkessel; Gas-Spezialheizkessel mit Brenner ohne Gebläse.
DIN 4702-4	Heizkessel; Heizkessel für Holz, Stroh und ähnliche Brennstoffe; Begriffe, Anforderungen, Prüfungen.
DIN 4702-6	Heizkessel; Brennwertkessel für gasförmige Brennstoffe.
DIN 4702-7	Heizkessel - Teil 7: Brennwertkessel für flüssige Brennstoffe.
DIN 4703-3	Raumheizkörper - Begriffe, Grenzabmaße, Umrechnungen, Einbauhinweise.
DIN 4725-4	Warmwasser-Fußbodenheizungen - Aufbau und Konstruktion.
DIN 4747-1	Fernwärmanlagen; Sicherheitstechnische Ausführung von Hausstationen zum Anschluß an Heizwasser-Fernwärmenetze.
DIN 4750	Standrohre für Dampfabfuhr bei Drucküberschreitung aus Dampfkessel- und Heizungsanlagen mit zulässigem Betriebsüberdruck bis 0,5 bar; Anforderungen.
DIN 4751-1	Wasserheizungsanlagen - Offene und geschlossene physikalisch abgesicherte Wärmeerzeugungsanlagen mit Vorlauftemperaturen bis 120 °C - Sicherheitstechnische Ausrüstung.
DIN 4751-2	Wasserheizungsanlagen - Geschlossene, thermostatisch abgesicherte Wärmeerzeugungsanlagen mit Vorlauftemperaturen bis 120 °C - Sicherheitstechnische Ausrüstung.
DIN 4751-3	Wasserheizungsanlagen - Geschlossene, thermostatisch abgesicherte Wärmeerzeugungsanlagen mit 50 kW Nennwärmeleistung mit Zwangumlauf-Wärmeerzeugern und Vorlauftemperaturen bis 95 °C - Sicherheitstechnische Ausrüstung.
DIN 4752	Heißwasserheizungsanlagen mit Vorlauftemperaturen von mehr als 110 °C (Absi-

---

	cherung auf Drücke über 0,5 atü) - Ausrüstung und Aufstellung.
DIN 4755-1	Ölfeuerungsanlagen; Ölfeuerungen in Heizungsanlagen; Sicherheitstechnische Anforderungen.
DIN 4755-2	Ölfeuerungsanlagen; Heizöl-Versorgung, Heizöl-Versorgungsanlagen; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung.
DIN 4756	Gasfeuerungsanlagen - Gasfeuerungen in Heizungsanlagen - Sicherheitstechnische Anforderungen.
DIN 4757-1	Sonnenheizungsanlagen mit Wasser oder Wassergemischen als Wärmeträger - Anforderungen an die sicherheitstechnische Ausführung.
DIN 4757-2	Sonnenheizungsanlagen mit organischen Wärmeträgern; Anforderungen an die sicherheitstechnische Ausführung.
DIN 4787-1	Ölzerstäubungsbrenner; Begriffe, Sicherheitstechnische Anforderungen; Prüfung, Kennzeichnung.
DIN 4788-1	Gasbrenner; Gasbrenner ohne Gebläse.
DIN 4807-1	Ausdehnungsgefäße; Begriffe, gesetzliche Bestimmungen; Prüfung und Kennzeichnung.
DIN 4807-2	Ausdehnungsgefäße; Offene und geschlossene Ausdehnungsgefäße für wärmetechnische Anlagen; Auslegung, Anforderungen und Prüfung.
DIN 33830-1	Wärmepumpen; Anschlußfertige Heiz-Absorptionswärmepumpen; Begriffe, Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung.
DIN 33831-1	Wärmepumpen; Anschlußfertige Heiz-Wärmepumpen mit verbrennungsmotorisch angetriebenen Verdichtern; Begriffe, Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung.
DIN 51603-1	Flüssige Brennstoffe - Heizöle - Teil 1: Heizöl EL; Mindestanforderungen.
DIN EN 298	Feuerungsautomaten für Gasbrenner und Gasgeräte mit oder ohne Gebläse.
DIN EN 303-1	Heizkessel - Teil 1: Heizkessel mit Gebläsebrenner; Begriffe, Allgemeine Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung.
DIN EN 303-2	Heizkessel; Heizkessel mit Gebläsebrenner; Teil 2: Spezielle Anforderungen an Heizkessel mit Ölzerstäubungsbrennern.
DIN EN 442-1	Radiatoren und Konvektoren - Teil 1: Technische Spezifikationen und Anforderungen.

---

DIN EN 676	Automatische Brenner mit Gebläse für gasförmige Brennstoffe.
DIN EN 834	Heizkostenverteiler für die Verbrauchswerterfassung von Raumheizflächen - Geräte mit elektrischer Energieversorgung.
DIN EN 835	Heizkostenverteiler für die Verbrauchswerterfassung von Raumheizflächen - Geräte ohne elektrische Energieversorgung nach dem Verdunstungsprinzip.
DIN EN 1264-1	Fußboden-Heizung - Systeme und Komponenten - Teil 1: Definitionen und Symbole.
DIN EN 1264-3	Fußboden-Heizung - Systeme und Komponenten - Teil 3: Auslegung.
DIN EN 1434-1	Wärmezähler - Teil 1: Allgemeine Anforderungen.
DIN EN 1434-6	Wärmezähler - Teil 6: Einbau, Inbetriebnahme, Überwachung und Wartung.
VDI 2050 Beiblatt	Heizzentralen - Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln.
VDI 2050 Blatt 1	Anforderungen an Technikzentralen - Technische Grundlagen für Planung und Ausführung.
VDI 2067 Blatt 2	Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungsanlagen – Raumheizung.
DIN 3368-4	Gasverbrauchseinrichtungen; Durchlauf-Wasserheizer mit selbsttätiger Anpassung der Wärmebelastung; Anforderungen und Prüfungen.
DIN 3368-5	Gasgeräte; Wasserheizer mit geschlossener Verbrennungskammer und mechanischer Verbrennungsluftzuführung oder mechanischer Abgasabführung; Anforderungen, Prüfung.
DIN 3377	Gasverbrauchseinrichtungen - Vorrats-Wasserheizer.
DIN 4708-1	Zentrale Wassererwärmungsanlagen; Begriffe und Berechnungsgrundlagen.
DIN 4708-2	Zentrale Wassererwärmungsanlagen; Regeln zur Ermittlung des Wärmebedarfs zur Erwärmung von Trinkwasser in Wohngebäuden.
DIN 4753-1	Wassererwärmer und Wassererwärmungsanlagen für Trink- und Betriebswasser; Anforderungen, Kennzeichnung, Ausrüstung und Prüfung.
DIN 18380	VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Heizanlagen und zentrale Wassererwärmungsanlagen.

DIN 19635	Dosiergeräte zur Behandlung von Trinkwasser; Anforderungen, Prüfung, Betrieb; Technische Regel des DVGW.
DIN 19636	Enthärtungsanlagen (Kationenaustauscher) in der Trinkwasser-Installation; Anforderungen, Prüfungen; Technische Regel des DVGW.
DIN 44902-1	Elektrische Heißwasserbereiter; Heißwasserspeicher, Hängende Anordnung, 5 bis 15 Liter, Anschlussmaße.
DIN 44902-2	Elektro-Wassererwärmer; Warmwasserspeicher; Hängende Anordnung 30 bis 150 Liter; Anschlussmaße.
DIN 44902-3	Elektro-Wassererwärmer; Warmwasserspeicher, Hängende Anordnung, 5 bis 150 Liter Nennaufnahme.
DIN 44902-4	Elektrische Heißwasserbereiter; Boiler, Hängende Anordnung, Anschlußwerte für offene Boiler.
DIN EN 26	Durchlauf-Wasserheizer für die sanitäre Brauchwasserbereitung mit gasförmigen Brennstoffen.
VDI 2067 Blatt 4	Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungsanlagen; Warmwasserversorgung.

## Elektro, Daten

DIN 18015-1	Elektrische Anlagen in Wohngebäuden - Teil 1: Planungsgrundlagen.
DIN 18015-2	Elektrische Anlagen in Wohngebäuden - Teil 2: Art und Umfang der Mindestausstattung.
DIN 18015-3	Elektrische Anlagen in Wohngebäuden - Teil 3: Leitungsführung und Anordnung der Betriebsmittel.
DIN 40050	IP-Schutzarten; Berührungs-, Fremdkörper- und Wasserschutz für elektrische Betriebsmittel.
DIN 40705	Kennzeichnung isolierter und blanker Leiter durch Farben.
DIN 43870-1/A1	Zählerplätze - Maße auf Basis eines Rastersystems.
DIN VDE 0165	Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen.
DIN 40009	Elektrotechnik; Leiterkennzeichnung; Schilder.
DIN 43853	Zählertafeln; Hauptmaße, Anschlussmaße.
DIN 43870-2/A1	Zählerplätze – Funktionsplätze.
DIN 49800	Elektrische Lampen - Einteilung, Übersicht.
DIN EN 50083-1	Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste - Teil 1: Sicherheitsanforderungen.
DIN EN 60570-2-1	Elektrische Stromschienensysteme für Leuchten - Teil 2: Gemischte Stromschienensysteme; Hauptabschnitt 1: Schutzklassen I und III.
DIN EN 60598-1	Leuchten - Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen.
DIN EN 60617-2	Graphische Symbole für Schaltpläne - Teil 2: Symbolelemente, Kennzeichen und andere Schaltzeichen für allgemeine Anwendungen.
DIN EN 60617-3	Graphische Symbole für Schaltpläne - Teil 3: Schaltzeichen für Leiter und Verbinder.
DIN EN 60617-7	Graphische Symbole für Schaltpläne - Teil 7: Schaltzeichen für Schalt- und Schutzeinrichtungen.

---

DIN EN 60617-8	Graphische Symbole für Schaltpläne - Teil 8: Schaltzeichen für Meß-, Melde und Signaleinrichtungen (IEC 60617-8:1996).
DIN EN 60617-9	Graphische Symbole für Schaltpläne - Teil 9: Schaltzeichen für die Nachrichtentechnik; Vermittlungs- und Endeinrichtungen.
DIN EN 60617-10	Graphische Symbole für Schaltpläne - Teil 10: Schaltzeichen für die Nachrichtentechnik; Übertragungseinrichtungen.
DIN EN 60617-11	Graphische Symbole für Schaltpläne - Teil 11: Gebäudebezogene und topographische Installationspläne und Schaltpläne.
DIN VDE 0100	Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1.000 V.
DIN VDE 0100-410	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1.000 V - Teil 4: Schutzmaßnahmen; Kapitel 41: Schutz gegen elektrischen Schlag.
DIN VDE 0100-470	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1.000 V - Teil 4: Schutzmaßnahmen; Kapitel 47: Anwendung der Schutzmaßnahmen.
DIN VDE 0100-520	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1.000 V - Teil 5: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Kapitel 52: Kabel- und Leitungssysteme (-anlagen).
DIN VDE 0100-701	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1.000 V; Räume mit Badewanne oder Dusche VDE-Bestimmung.
DIN VDE 0100-702	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1 000 V; Überdachte Schwimmbäder (Schwimmhallen) und Schwimmbäder im Freien.
DIN VDE 0100-703	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1.000 V; Räume mit elektrischen Sauna-Heizgeräten.
DIN VDE 0100-732	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1.000 V - Teil 732: Hausanschlüsse in öffentlichen Kabelnetzen.
DIN VDE 0116	Elektrische Ausrüstung von Feuerungsanlagen.

---

DIN VDE 0165	Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen.
DIN VDE 0250-1	Isolierte Starkstromleitungen; Allgemeine Festlegungen.
DIN VDE 0293	Aderkennzeichnung von Starkstromkabeln und isolierten Starkstromleitungen mit Nennspannungen bis 1.000 V.
DIN VDE 0603	Installationsverteiler und Zählerplätze AC 400 V; Installationskleinverteiler und Zählerplätze.
DIN VDE 0800-1	Fernmeldetechnik; Allgemeine Begriffe, Anforderungen und Prüfungen für die Sicherheit der Anlagen und Geräte.
DIN VDE 0800-2	Fernmeldetechnik; Erdung und Potentialausgleich.
DIN VDE 0815	Installationskabel und -leitungen für Fernmelde- und Informationsverarbeitungsanlagen.
DIN VDE 0100-540	Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel - Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter.
DIN 18382	Verdingungsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Nieder- und Mittelspannungsanlagen mit Nennspannungen bis 36 kV.

## Brennstoffleitungen, Gas

DIN 3374	Gaszähler; Gaszähler mit verformbaren Trennwänden; Balgengaszähler.
DIN 3380	Gas-Druckregelgeräte für Eingangsdrücke bis 100 bar.
DIN 3383-1	Gasschlauchleitungen und Gasanschlußarmaturen; Sicherheits-Gasschlauchleitungen, Sicherheits-Gasanschlußarmaturen.
DIN 3383-2	Gasschlauchleitungen und Gasanschlußarmaturen - Teil 2: Gasschlauchleitungen für festen Anschluß.
DIN 3384	Gasschlauchleitungen aus nichtrostendem Stahl - Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung.
DIN 4815-1	Schläuche für Flüssiggas - Schläuche mit und ohne Einlagen.
DVGW G 459-1	Gas-Hausanschlüsse für Betriebsdrücke bis 4 bar - Planung und Errichtung.
DVGW G 626	Technische Regeln für die Abführung der Abgase von Gaswasserheizern über Zentralentlüftungsanlagen nach DIN 18017.
DVGW G 637-1	Anschluß von Gasfeuerstätten mit mechanischer Abgasführung ohne Strömungssi- cherung an Hausschornsteine.
DVGW G 660	bgasanlagen mit mechanischer Abgasabführung für Gasfeuerstätten mit Brennern ohne Gebläse; Installation.

## Brandschutzanlagen

DIN 14461-1	Feuerlöscher-Schlauchanschlüsseinrichtungen - Teil 1: Wandhydrant mit formstabilem Schlauch.
DIN 14461-2	Feuerlöscher-Schlauchanschlußeinrichtungen; Einspeiseeinrichtung und Entnahmeeinrichtung für Steigleitung „trocken“.
DIN 14462-1	Löschwassereinrichtungen - Teil 1: Planung und Einbau von Wandhydrantenanlagen und Löschwasserleitungen.
DIN 14462-1	Löschwasserleitungen; Begriffe, Schematische Darstellungen.
DIN 14489	Sprinkleranlagen; Allgemeine Grundlagen.
DIN 14494	Sprühwasser-Löschanlagen, ortsfest, mit offenen Düsen.
DIN EN 671-2	Ortsfeste Löschanlagen - Wandhydranten - Teil 2: Wandhydranten mit Flachschauch.
DIN 14675	Brandmeldeanlagen; Aufbau
DIN EN 54-1	Brandmeldeanlagen - Teil 1: Einleitung.
DIN VDE 0833-1	Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall - Teil 1: Allgemeine Festlegungen.
DIN VDE 0833-2	Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall; Festlegungen für Brandmeldeanlagen (BMA) .
DIN VDE 0833-3	Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall - Festlegungen für Einbruch- und Überfallmeldeanlagen VDE-Bestimmung.

## Abgasanlage

DIN 18150-1	Baustoffe und Bauteile für Hausschornsteine; Formstücke aus Leichtbeton, Einschalige Schornsteine, Anforderungen.
DIN 18160-1	Hausschornsteine - Anforderungen, Planung und Ausführung.
DIN 18160-2	Hausschornsteine - Verbindungsstücke - Anforderungen, Planung und Ausführung.

## Blitzschutz

DIN 18384	VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Blitzschutzanlagen.
DIN 48803	Blitzschutzanlage; Anordnung von Bauteilen und Montagemaße.
DIN 48806	Blitzschutzanlage; Benennungen und Begriffe für Leitungen und Bauteile.
DIN EN 60099-1	Überspannungsableiter - Teil 1: Überspannungsableiter mit nichtlinearen Widerständen und Funkenstrecken für Wechselspannungsnetze.
DIN VDE 0185-1	Blitzschutzanlage - Allgemeines für das Errichten.
DIN VDE 0185-2	Blitzschutzanlage - Errichten besonderer Anlage.
DIN VDE 0675-2	Überspannungsschutzgerät; Anwendung von Ventilableitern für Wechselspannungsnetze.
DIN VDE 0675-3	Überspannungsschutzgeräte - Schutzfunkenstrecken für Wechselspannungsnetze.
DIN VDE 0845	VDE-Bestimmung für den Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Überspannungen.
DIN VDE 0845-1	Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Blitzeinwirkungen, statische Aufladungen und Überspannungen aus Starkstromanlagen; Maßnahmen gegen Überspannungen.
DVGW GW 306	Verbinden von Blitzschutzanlagen mit metallenen Gas- und Wasserleitungen in Verbrauchsanlagen.



# Impressum

**Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik**

Technische Universität München

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Gerhard Hausladen

Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. Christan Huber

Dipl.-Ing. (FH) Michael Hilger

München, April 2008

