5 x BMBau, AG: Aubele, Gaigl, Hauser, E-96/19
Kessel, Moser, Rojer, / ATGE, BDZ

Fachhochschule Rosenheim
Hochschule für Technik und Wirtschaft

Strauß, Hörmann, Fels (H. Rohlfs)
Prof. Bock, Kirmayr, ljt (H. Schmidt

Abschlußbericht

„Entwicklung neuer Konzepte der technischen Gebäudeausrüstung für den Holzhausbau“

April 1999

gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
über Deutsche Gesellschaft für Holzforschung DGfH

Bearbeiter: Prof. Dr. Bernhard Schwarz
Dipl.-Ing. (FH) Markus Pütz
Dipl.-Ing. (FH) Hans R. Porschitz

Konstuktionszentrum Holz der FH Rosenheim; Marienberger Str. 26; 83024 Rosenheim

1. Einleitung 4

2. Ziel der Arbeit 4

3. Stand der Technik 5

4. Der zentrale Installationskern 5

4.1 Formen des Installationskernes 6
4.2 Abmessungen des Installationskernes 7
4.3 Grundrisse von Gebäuden mit zentralem Installationskern 7

5. Anforderungen an den Installationskern 7

5.1 Anforderungen an Rohrinstallationen und Einbauten 8
5.2 Statische Anforderungen an den Installationskern 10
5.3 Bauphysikalische Anforderungen an den Installationskern 10
5.3.1 Brandschutzanforderungen an den Installationskern 10
5.3.2 Schallschutzanforderungen an den Installationskern 11
5.3.3 Feuchteschutzanforderungen an den Installationskern 13
5.3.4 Wärmeschutzanforderungen an den Installationskern 13

6. Die Konstruktion des Installationskernes 14

6.1 Das Konstruktionsprinzip des vorgefertigten Installationskernes 14
6.2 Tragsystem des Installationskernes 15
6.3 Ständer- und Riegelwerk des Installationskernes 16
6.4 Beplankung des Installationskernes 17
6.5 Einbindung des Installationskernes in den Baukörper 18

7. Einbauten in den zentralen Installationskern 19

7.1 Montageelemente 19
7.2 Abwasserleitungen 19
7.2.1 Materialien und Verbindungssysteme 19
7.2.2 Einsatz und Vorfertigung von Abwasserleitungen im Installationskern 20
7.3 Versorgungsleitungen 21
7.3.1 Materialien und Verbindungssysteme 21
7.3.2 Einsatz von Versorgungsleitungen im Installationskern 22
7.4 Heiztechnische Einrichtungen 23
7.4.1 Materialien und Verbindungssysteme für Heizleitungen 23
7.4.2 Einsatz von Heizleitungen, Speichern und Wärmeerzeugern 23
7.4.3 Abgasleitungen 23
7.4.4 Solarleitungen 24

7.5 Elektroleitungen 24
7.6 Lüftungsleitungen 24
7.7 Zusätzliche Einbauten 25

8. Planung und Produktion des Installationskernes 26
8.1 Grundlagen der Planung 26
8.2 Planungshilfen 26
8.3 Fertigung des Installationskernes 27
8.4 Transport und Einbau des Installationskernes 28

9. Die Wirtschaftlichkeit des Zentralen Installationskernes 30
9.1 Allgemeines 30
9.2 Kostenstrukturen im Einfamilienhausbereich 30
9.3 Grundlagen zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung 30
9.4 Bewertung der Ergebnisse 31
9.4.1 Monetär direkt bewertbare Kriterien 31
9.4.1.1Lohnkosten 31
9.4.1.2Materialkosten 32
9.4.2 Monetär indirekt bewertbare Kriterien 34

10. Praxiserfahrungen bei der Planung, Fertigung und Montage eines Installationskernes 36
10.1 Grundlagen zur Konstruktion 36
10.2 Planung 37
10.3 Fertigung des Installationskernes 38
10.4 Einbau des Installationskernes auf der Baustelle 38
10.5 Probleme bei Planung und Ausführung 39

11. Bauphysikalische Untersuchungen an einem Installationskern 40
11.1 Untersuchungen über das Schalldämmverhalten eines vorgefertigten Installationskernes 40
11.1.1 Einleitung 40
11.1.2 Ziel der Untersuchung 40
11.1.3 Grundlagen Installationsschall 41
11.1.4 Gegenstand der Untersuchung 43
11.1.4.1 Beschreibung des Gebäudes 43
11.1.4.2 Beschreibung des Installationskernes 44
11.1.5 Schallmessung 46
11.1.5.1 Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Schalldämm-Maßnahmen 46
11.1.5.2 Das Schallmeßkonzept 48
11.1.5.3 Messung der Luftschalldämmung 49
11.1.5.4 Messung der Geräusche aus der Sanitärinstallation 49
11.1.6 Ergebnisse der Untersuchung 50

11.1.7 Bewertung der Ergebnisse 53
11.1.8 Empfehlungen für einen schalltechnisch günstigen Aufbau der Hausinstallation und des Zentralen Installationskernes 55
11.1.8.1 Empfehlungen für die Planung 55
11.1.8.2 Empfehlungen zur Ausführung 56
11.1.8.3 Empfehlungen zur Materialauswahl 57
11.1.8.4 Empfehlungen für weitere Schallschutzmaßnahmen 57
11.2 Untersuchungen über die wärme- und feuchtetechnischen Zustände in einem geschoßübergreifenden Installationskern 58
11.2.1 Problemstellung 58
11.2.2 Gegenstand der Untersuchungen 58
11.2.3 Durchführung der Untersuchungen 58
11.2.4 Ergebnisse der Untersuchungen 59
11.2.5 Folgerungen 60

12. Zusammenfassung 61

13. Literatur 62

1. Einleitung

Im Zweckbau und im mehrgeschossigen Wohnbau ist es heute üblich, die Haustechnik in Schächten oder Vorwandinstallationen zu bündeln und die Anbindewege zu den Installationsobjekten zu minimieren. Auf dem Markt werden dazu bereits hochentwickelte Installationssysteme, vorgefertigte Montageelemente und Module angeboten. Im privaten Hausbau wird dagegen die Haustechnik bislang noch weitgehend in traditioneller, handwerklicher Weise installiert. Das liegt in erster Linie an den individuellen Grundrissen der Wohngebäude, welche eine Zusammenfassung der Installationsleitungen in einem einzigen Schacht nicht zulassen. Ein Blick auf die Grundrisse in den Katalogen von Fertighausherstellern und Bauträgern zeigt eine oft willkürliche Anordnung der Sanitärräume und Küche im Haus und damit eine starke Zersplitterung der Haustechnikräume (Bad, WC, Küche). Zeitraubende und teure Installationsarbeiten vor Ort mit langen und teuren Verzugswegen und auch Baumängel sind die Folge dieser Praxis.

Es stellt sich die Frage, ob nicht durch veränderte Planungsmethoden und durch eine höhere Vorfertigung der Haustechnik eine Kostenreduzierung zu erreichen ist. Diese Frage wird immer wichtiger, da die Haustechnik künftig auch in Privathäusern einen höheren Stellenwert erhalten wird. Der Einbau intelligenter Heiz- und Lüftungssysteme, die Einbindung der Solartechnik und der Wunsch nach mehr Komfort werden künftig höhere Anforderungen an die Installationstechnik stellen. Hinzu kommt die Forderung, bestehende haustechnische Anlagen dem raschen Fortschritt der Technik entsprechend auszutauschen und zu modernisieren. Dazu müssen auch die Leitungssysteme zugänglich bleiben.
Es stellt sich die Aufgabe, durch eine intelligente Planung die Haustechnik so zu bündeln und zu standardisieren, daß eine weitgehende Vorfertigung möglich wird. Vorbild könnte dabei die Automobilindustrie sein, welche auch bei einer großen Typenvielfalt mit Erfolg modulare Baugruppen und vorgefertigte Versorgungsstränge einsetzt.

2. Ziel der Arbeit

Mit dem Projekt soll in Zusammenarbeit mit der Fertighausindustrie und mit Firmen der Installationstechnik und Sanitärtechnik ein vorgefertigter Installationsschacht für Fertighäuser entwickelt, gefertigt und unter Praxisbedingungen untersucht werden. Der geschoßübergreifende Installationsschacht (Installationskern) soll bereits bei Anlieferung an der Baustelle die Stränge, Leitungen und Armaturen der gesamten Haustechnik eines Einfamilienhauses enthalten: Wasser und Abwasser, Heizung, Lüftung, Warmwasser, Solartechnik, Abgaskamin, zentraler Staubsauger sowie die Leitungen für Elektrizität und Telekommunikation. An den Installationskern sollen die Sanitärelemente, Heizkörper etc. möglichst unmittelbar andockbar sein. Ein besonderer Wert ist darauf zu legen, daß der durchlaufende Schacht keine nachteiligen Auswirkungen auf den Wärme-, Feuchte- und Schallschutz des Gebäudes hat. Ziel der Entwicklung ist es, durch detaillierte, gewerkeübergreifende Planung unter Nutzung neuer Installationssysteme und durch weitgehende Vorfertigung zu einer deutlichen Kostenreduzierung zu gelangen.

3. Stand der Technik

Die Installationstechnik im Heizungs- und Sanitärbereich hat sich in den letzten Jahren verändert. Neuentwickelte Rohrwerkstoffe und Rohrverbindungen setzen sich - gemeinsam mit neuen, arbeitszeitsparenden Montagetechniken - immer mehr durch. Im Druckbereich (Frischwasser, Warmwasser, Heizung) werden Kunststoff- und Mehrschichtverbundrohre zusammen mit Kunststoff-Preßfittings die Installationsarbeiten wesentlich verändern. Im Abwasserbereich kommen neben herkömmlichen, dünnwandigen Abwasserrohren aus Kunststoff zunehmend mineralverstärkte Kunststoffrohrsysteme zum Einsatz. Diese Rohre zeichnen sich durch einen besseren Schallschutz aus. Die beschriebenen, neuen Rohrsysteme eröffnen nicht nur wegen ihres geringen Gewichtes und ihrer universellen Anwendbarkeit sondern auch wegen der zeitsparenden Montagemöglichkeiten neue Ansatzpunkte für eine Vorfertigung der Hausinstallation in einem zentralen Installationskern.
Auch bei den Tragelement-Konstruktionen zeichnen sich Weiterentwicklungen in Richtung zeitsparender Baukastensysteme ab. Unterschieden wird hier zwischen Innwandinstallationen und Vorwandinstallationen.

Bei einer Innwandinstallation sind die Versorgungs- und Entsorgungsleitungen der Hausinstallation im Wandhohlraum einer Trennwand angeordnet. Die Wand erfüllt gleichzeitig die Funktion der Raumtrennung und die Tragfunktion für die Installationsleitungen. Derartige Wandkonstruktionen kommen in der Regel beim Trockenausbau von Zweckbauten zum Einsatz.

Bei einer Vorwandinstallation werden die Versorgungs- und Entsorgungsleitungen vor der Wand montiert. Im Prinzip handelt es sich dabei um eine Aufputz-Installation mit nachträglicher Bekleidung durch Plattenwerkstoffe (in der Regel mit einer doppelten Lage von GKB-Platten). Das Tragelement – in der Regel aus Metall - nimmt die Rohre und die Installationselemente für Waschtisch, WC auf und dient gleichzeitig als Träger für die äußere Beplankung. Derartige Vorwandinstallationen in raumhoher oder teilhoher Ausführung werden gelegentlich in Fertighäusern leichter Bauart eingesetzt. Der Vorteil der Vorwandinstallation besteht darin, daß der Schallschutz der bestehenden Wand nicht durch die Installation beeinträchtigt wird. Nachteilig ist der aufwendige und teure Doppelwandaufbau und der Verlust an Wohnfläche.

4. Der zentrale Installationskern

Die Grundidee des zentralen Installationskernes geht aus den Bildern 4-1 und 4-2 hervor. Ein geschoßübergreifender Schacht, welcher bereits im Werk mit allen Leitungen, Rohren, Montageelementen, Haltevorrichtungen etc. für die Haustechnik ausgestattet ist, wird im Zuge der Montage als vorgefertigtes Bauteil in das Gebäude eingesetzt (Bild 4-3 und Bild 4-4). Im Kellergeschoß lassen sich an diesen Kern Heizung, Lüftung und Warmwasserversorgung anschließen und im Dachbereich sind bereits die Rohrleitungen für den Anschluß der Sonnenkollektoren vorbereitet. Bei einem geeigneten Wohnungsgrundriß können die sanitären Elemente, wie WC,

Waschbecken, Dusche, Wanne etc. unmittelbar an den Installationskern angeschlossen werden. Die entsprechenden Haltevorrichtungen sind bereits an der entsprechenden Stelle montiert. Im eingebauten Zustand erfüllt der zentrale Installationskern zwei Funktionen: er ist ein geschoßübergreifender Installationsschacht und gleichzeitig eine leichte Innenwand. In der Regel muß der Kern somit auch Schallschutzfunktionen übernehmen. Damit ergeben sich auch bauphysikalische Anforderungen an die Konstruktion. Als selbstverständlich sollte vorausgesetzt werden, daß – im Vergleich zu einer konventionellen Installation - durch Einsatz eines zentralen Installationskernes weder der Schallschutz noch der Wärme-, Feuchte- und Brandschutz für das Gebäude verschlechtert wird. Aus statischer Sicht ist die Konstruktion des Kernes selbsttragend ausgeführt. Er dient nicht zur Ableitung von Lasten aus Dach und Decken oder anderen angrenzenden Bauteilen.

4.1 Formen des Installationskernes

Die Grundform des Installationskernes wird durch den Wohngrundriß, die Abmessungen der angrenzenden Räume und durch die Einbauten vorgegeben. In Bild 4-5 sind einige typische Beispiele für Grundformen dargestellt. Im einfachsten Fall hat der Installationskern einen gleichbleibenden Querschnitt und gleichbleibende Nutzbreite über die Geschosse (Kern A). Als praktisches Anwendungsbeispiel für diesen Kerntyp zeigt Bild 4-6 das „Rosenheimer Haus", ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt der FH Rosenheim. In diesem Haus wurde erstmals ein vorgefertigter Installationskern eingesetzt und unter baupraktischen Bedingungen getestet. Die Einsatzmöglichkeiten dieses Kernes sind jedoch auf jene Grundrisse beschränkt, in denen die angrenzenden Räume in beiden Geschossen eine gleiche Nutzbreite haben. In vielen Fällen wird jedoch das Bad im Obergeschoß eine größere Installationsbreite benötigen als das darunterliegende Gäste-WC. Für diesen Anwendungsfall kann der geschoßübergreifende Kern im Untergeschoß schmäler ausgebildet sein als im Obergeschoß, so daß sich in der Ansicht eine L-Form ergibt (Kern B in Bild 4-5). Die praktische Anwendung dieses Kerntyps in einem Fertighaus zeigt Bild 4-7. Neben den beiden Grundformen kommen in Einzelfällen auch geteilte Kerne dann zum Einsatz, wenn die maximale Transportbreite von 3 m überschritten wird (Kern C und D in Bild 4-5) oder wenn ein Teil des Installationskernes als vorgefertigte Raumzelle mit bereits integriertem Wärmeerzeuger, Warmwasserspeicher, Lüftungsanlage, Hausanschlußblock etc. ausgebildet ist (Form E in Bild 4-5). Bei mehrteiligen Installationskernen stellt sich jedoch das Problem der Zusammenkopplung der beiden vorgefertigten Einzelkomponenten auf der Baustelle einschließlich einer schnellen und sicheren Verbindung von Abwasserstrang, Druckleitungen, Stromkabel etc. im Inneren des Kernes. Hier sind noch Entwicklungsarbeiten notwendig. Sofern im Bad eine mehrzeilige Ausstattung mit sanitärtechnischen Einrichtungsgegenständen gefordert ist, kann der geschoßübergreifende Installationskern auch mit einer vorgefertigten Vorwandinstallation gekoppelt werden (Kern F in Bild 4-5). Ein Anwendungsfall für eine mehrzeilige Badausstattung in einem Fertighaus ist in Bild 4-8 dargestellt.

4.2 Abmessungen des Installationskernes

Die lichte Weite des Installationskernes wird im wesentlichen durch die Größe der Einbauten an Kreuzungspunkten bestimmt. Solche maßgebenden Komponenten sind z.B. das Abwasserfallrohr, der Kamin oder Lüftungsleitungen, sowie zusätzliche Einbauten im Kern, wie Warmwasserbereiter, Warmwasserspeicher und andere Aggregate. Die Gesamtdicke des Kernes ist weiterhin von der Konstruktionsdicke der beiden Schalen und von den Abmessungen des Tragsystems abhängig. Mit Metallständern lassen sich schlankere Konstruktionen verwirklichen als mit Holzständern. Richtwerte für die Dicke von Installationskernen sind in Bild 4-9 enthalten. Übliche Installationskerne erreichen eine Dicke von 250 mm (bei Stahlprofilen) oder 350 mm (bei Holzständern).
Aus Transportgründen sollte die Breite von Installationskernen das Maß von rund 2,7 m nicht überschreiten. Sollte die Notwendigkeit eines breiteren Schachtes bestehen, muß der Kern vertikal unterteilt und beim Einbau gekoppelt werden.
Die Höhe des Installationskerns liegt bei zweigeschossigen Bauten zwischen 6 m und 7 m.

4.3 Grundrisse von Gebäuden mit zentralem Installationskern

Voraussetzung für den Einsatz eines Installationskerns ist ein angepaßter Grundriß des Gebäudes. Planungsgrundlage ist eine zentrale Lage des Kerns und die Anordung der Räume mit Installationsbedarf (Bad, WC, Küche) unmittelbar am Kern. Wie die Bilder 4-10 und 4-11 zeigen, kann der Kern in Firstrichtung oder auch quer zur Firstrichtung angeordnet sein. Bei der Planung ist jedoch auch auf die Richtung der Balkenlage in der Geschoßdecke zu achten (Bild 4-12). Günstige Voraussetzungen liegen vor, wenn der Kern parallel zur Balkenlage verläuft. In diesem Fall sind keine Auswechslungen erforderlich. Andererseits muß die Balkenlage auswechselt werden oder es ist ein in der Geschoßebene geteilter Kern zu verwenden, dessen beide Teile auf der Baustelle zu verbinden sind.
Die Bilder 4-13, 4-14 und 4-15 zeigen einige Beispiele für Typenhäuser mit einem zentralem Installationskern. Eine der häufigsten Grundriß-Varianten im Einfamilienhausbau ist die Anordnung der Küche, des Wohnzimmers und eines WC´s im Erdgeschoß, sowie der Schlaf- und Kinderzimmer und eines Bades im Obergeschoß.

5. Anforderungen an den Installationskern

Neben zahlreichen DIN-Vorschriften und VDI-Regeln gelten für die Konstruktion und den Einsatz von Installationskernen auch die Richtlinien und Empfehlungen von Verbänden und Herstellern. Die verbindlichen Regelungen im Bereich der Installation sind besonders detailliert und umfangreich.

5.1 Anforderungen an Rohrinstallationen und Einbauten

Für die Planung der Bäder und WC´s sind in DIN 18022 [5-1] Mindeststellflächen für Sanitärelemente und Mindestabstände der Elemente untereinander definiert Eine Übersicht ist in den Tabellen 5-1 und 5-2 enthalten.

Die Leitungen der **Trinkwasseranlage** sind nach DIN 1988 [5-2] und dem dazugehörigen Kommentar [5-3] auszuführen. Sie sind gegen Erwärmung und Tauwasserbildung zu schützen. Kaltwasserleitungen sind in ausreichend großem Abstand zu Wärmequellen im Kern anzuordnen. Sie sind so zu dämmen, daß die Wasserqualität nicht beeinträchtigt wird. Die erforderlichen Dämmschichtdicken gehen aus Tabelle 5-3 hervor. DIN 1988 [5-2] unterscheidet zwischen Leitungen, die in einem Kanal verlegt sind und Leitungen, die in einem beheizten oder unbeheizten Raum liegen. Nach übereinstimmender Meinung von befragten Sanitärfachleuten ist der hier angesprochene Installationskern als Kanal anzusehen. Damit sind alle Kaltwasserleitungen mit 13 mm Dämmschicht (WLG 040) zu ummanteln.
Abstände der Befestigungspunkte von Leitungen sind in der Norm aufgeführt.

Für die Dämmung von **Warmwasser-Leitungen** gelten die Anforderungen der Heizanlagen-Verordnung [5-4]. Anforderungen an die Dämmschichtdicke sind in Tabelle 5-4 enthalten. Ausgenommen dabei sind Brauchwasserleitungen bis Nennweite 20, welche in Wohnungen verlegt sind und weder in den Zirkulationskreislauf einbezogen, noch mit Begleitheizung ausgestattet sind..

Die Ausführung und Anordnung der **Abwasserleitungen** wird nach DIN 1986/T1-4 [5-5], bzw. nach den Normen, auf die dort verwiesen wird, geregelt. In Teil 1 werden Mindestgefälle von Leitungen, Einsatz und Anordnung von Formteilen und Mindesthöhen von Geruchsverschlüssen angegeben. Die Entlüftung des Abwassersystems muß nach dieser Norm über Dach nach außen erfolgen. Lüftungsventile zur Hauptlüftung sind nicht zugelassen, dürfen allerdings mit einer Sonderzulassung der zuständigen Baugenehmigungsbehörde eingebaut werden.
In DIN 1986, T2 sind Werte und Berechnungsverfahren zur Bemessung von Abwasserleitungen aufgeführt. DIN 1986, Teil 4, Tab. 1 gibt eine Übersicht über Rohrwerkstoffe, deren Brandverhalten und Einsatzbereiche. Abwassersysteme im Einfamilienhausbereich müssen heißwasserbeständig (max. Abwassertemperatur von 95°C)und bei einem äußeren oder inneren Überdruck von 0.5 bar dicht bleiben. Sie sind sicher zu befestigen. Daneben sind die Verlegerichtlinien der Rohrhersteller zu berücksichtigen.
Auch zu vorgefertigten Installationseinheiten gibt es verbindliche Regelungen.
In DIN1986, Teil 1, Absatz 4.4.ist festgelegt:

- „Vorgefertigte Installationseinheiten müssen so beschaffen sein, daß sie bei Transport, Lagerung und Einbau üblicherweise auftretende Beanspruchungen aufnehmen können, damit Schäden vermieden werden, die sowohl den Einbau der Installationseinheiten, als auch ihre Funktion nachteilig beeinträchtigen würden."

- „Die Verbindung von vorgefertigten Installationseinheiten untereinander oder zu anderen Anlagenteilen muß so gestaltet sein, daß sie nach Einbau der Installationseinheiten herstellbar ist. Die Verbindung muß so beschaffen sein, daß

der Ausgleich einer zu erwartenden Achsverschiebung bis zu 30 mm spannungsfrei, wasser- und gasdicht und ohne Verminderung des Leitungsquerschnitts möglich ist. Die erforderlichen Aussparungen müssen in den Installationseinheiten vorhanden sein."

- „Werden Bauteile zum Ableiten von Abwasser in geschlossene Installationseinheiten eingebaut, so müssen die bei Fertigung, Einbau und Betrieb auftretenden Beanspruchungen (Wärme, Druck, Stoß) schadlos aufgenommen werden können."

Für die **Gasinstallation** gelten die technischen Richtlinien der DVGW [5-6].
Die Gaszuleitungen von Gasgeräten können im Installationskern erfolgen. Der Kern wird als unbelüfteter Hohlraum angesehen. Deshalb müssen die Gasleitungen mit einem Mantelrohr versehen werden, welches evtl. ausströmendes Gas in belüftete Räume abführt, wo es durch Geruch wahrgenommen werden kann. Die Leitungen sind geradlinig zu führen. Als Materialien sind Kupfer und Stahl zugelassen. Für die Befestigung gelten die Abstände aus der Trinkwasserinstallation. Um eine „brandsichere Verlegung" der Leitungen zu gewährleisten müssen entweder „brandsichere Rohrverbindungen" oder „brandsichere Rohrbefestigungen" verwendet werden [5-7].

Für in den Kern eingebundene **Elektroleitungen und Geräte** gelten Bestimmungen der DIN VDE 0100 Teil 701 [5-8]. Darin sind Schutzbereiche in Bädern und WC´s formuliert (Bild 5-1). Danach dürfen Schalter und Steckdosen nur außerhalb der Schutzbereiche 0 bis 2 angeordnet werden. Im Bereich 3 sind Steckdosen nur dann zulässig, wenn sie einzeln von Trenntransformatoren gespeist oder besonders geschützt sind [5-8].
Im Kern dürfen Elektroleitungen verlegt werden, sofern sie außerhalb der Schutzbereiche liegen oder wenn sie mehr als 60 mm hinter der Vorderkante der Rohbeplankung geführt werden (Bild 5-2). In einem Installationskern ist die Verlegung der Elektroleitungen in einem separaten Schacht zu empfehlen.

Bei der Einbindung von **Energieanlagen und Hausanschlüssen** in den Kern müssen entsprechende Normen, wie z. B. DIN 4756 Gasfeuerungsanlagen [5-9], DIN 4755 -1/ -2 Ölfeuerungsanlagen [5-10], DIN 18160 –1 Hausschornsteine [5-11], Entwurf zur DIN 18012 Hausanschluß-Einrichtungen in Gebäuden, berücksichtigt [5-12] werden.
Neben diesen Normenwerken gelten die geforderten Mindeststellflächen und –abstände, bzw. andere sicherheitstechnische Anforderungen, die von Herstellern der Geräte gefordert sind.

In einem Kern können neben Leitungen auch Verteiler, Ventile, Sicherheitseinrichtungen und sonstige Aggregate eingebaut sein. Sie müssen für Wartungszwecke und für einen späteren Austausch zugänglich bleiben. Dafür sind z.B. nach DIN18160-1 oder DIN 4753-1 [5-13] entsprechende Revisionsklappen vorzusehen. Werden in den Kern Aggregate für Heizung und Lüftung eingebaut, muß die Zugänglichkeit gewährleistet sein. Anforderungen sind im Entwurf der DIN18012, Ziffer 5 formuliert.

5.2 Statische Anforderungen an den Installationskern

Auch der Installationskern muß die Anforderungen an die Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit erfüllen. Diese sind in DIN 1052 Teile 1-3 [5-14] formuliert. Für die Lastannahmen zur Berechnung gilt DIN 1055 [5-15]. Der Kern ist ein selbsttragendes Bauteil, welches in der Regel keine Lasten aus dem Gebäude aufnimmt.

Die Konstruktion des Kerns muß darüber hinaus für Transport und Montage geeignet sein, um eine Beschädigung der eingebauten Installationen zu vermeiden. Besonders beim Aufstellen des sehr großen und schweren Elements wirken erhebliche Lasten auf den Kern (Bild 5-3).

Für die Belastung von sanitärtechnischen Einrichtungsgegenständen (WC oder Waschbecken) haben die Keramikhersteller Anforderungen definiert. So gilt für das wandhängende WC und seine Verankerung an der Wand eine Last von 400 kg bei einem Hebelarm von 35 cm. Der Waschtisch muß 150 kg bei einem Hebelarm von 30 cm aufnehmen können. Bild 5-4 veranschaulicht die Anforderungen. Die angesetzten statischen Lasten sind deshalb verhältnismäßig hoch, weil sie die dynamischen Belastungen durch Personen beschreiben. Bei diesen Belastungen darf sich weder die Verankerung der Sanitärgegenstände lockern, noch dürfen unzulässige Durchbiegungen in der Beplankung auftreten. Gerade im Sanitärbereich mit seinen starren Keramikbelägen besteht die Gefahr, daß sich Fliesen von der Wand ablösen, oder Risse im Fliesenbelag entstehen. Nach Aussagen der einschlägigen Industrie sollte das Tragwerk eine Steifigkeit besitzen, die eine Durchbiegung der Beplankung über einen Wert von l/1000 nicht zuläßt.

5.3 Bauphysikalische Anforderungen an den Installationskern

5.3.1 Brandschutzanforderungen an den Installationskern

Im Bereich des Brandschutzes gelten auch für den Installationskern die Anforderungen der DIN 4102 [5-16], bzw. der Landesbauordnungen. Der Installationskern wird in Einfamilienhäuser eingebaut. Dabei handelt es sich vorwiegend um Gebäude geringer Höhe. Hierfür gilt die Feuerwiderstandsklasse F30 B. Das heißt, daß der Kern in der gleichen Bauart wie übliche Fertighauswände gebaut werden kann. Gesondert ist der Fall zu betrachten, wenn in den Installationskern Heizgeräte integriert werden. In diesem Fall gelten je nach Ausstattung höhere Anforderungen. Auch für den Einbau einer vorgefertigten Hausanschlußeinheit (Hausanschlußnische) gelten höhere Anforderungen. Der Einbaubereich muß für diesem Zweck aus nichtbrennbaren Materialien gemäß DIN 4102 bestehen.

5.3.2 Schallschutzanforderungen an den Installationskern

Auf einen Schutz vor Lärm besteht ein rechtlicher Anspruch, der aber durch die Bereiche des technisch Machbaren und des wirtschaftlich Zumutbaren deutlich eingeschränkt wird. Da der Installationskern ein geschoßübergreifender Schacht und im allgemeinen gleichzeitig ein raumtrennendes und flankierendes Bauteil ist, können sich mit dem Einbau des Kernes erhebliche Auswirkungen auf den Schallschutz des gesamten Gebäudes ergeben. Dem Schallschutz kommt daher eine zentrale Bedeutung zu.

Die allgemeinen Schallschutzanforderungen an Gebäudebauteile sind in DIN 4109 [5-17] geregelt. Da sich diese Norm aber ausdrücklich nur auf Räume bezieht, die nicht im eigenen Wohnbereich liegen, unterliegt der Installationskern in einem Einfamilienhaus keinen normantiven Anforderungen. DIN 4109 legt ausdrücklich fest „...Diese Norm gilt zum Schutz von Aufenthaltsräumen gegen Geräusche aus fremden Räumen ,...“ und „...Diese Norm gilt nicht zum Schutz von Aufenthaltsräumen gegen Geräusche aus haustechnischen Anlagen im eigenen Wohnbereich“ [5-17].
Geht man aber von einem neueren Urteil des Bundesgerichtshofes aus, wonach man sein Gewerk, im Sinne des geltenden Rechtes mängelfrei auszuführen hat, ist es nicht ausreichend, sich allein auf die bestehenden Normen zu berufen. Vielmehr ist es zwingend notwendig, „...die Werkleistung so auszuführen, das sie zum Zeitpunkt der Abnahme den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht“.... [5-18] Hier sind vor allem die Empfehlungen des Beiblattes 2 der DIN 4109 [5-18] und die Empfehlungen der VDI-Richtlinie VDI 4100 [5-20] zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang weist die VDI 4100 ausdrücklich darauf hin „...Um spätere Auseinandersetzungen über den geschuldeten Schallschutz zu vermeiden, wird dringend empfohlen, die gewünschte Schallschutzstufe (SSt) vertraglich zu vereinbaren.“, d.h. die Gewünschte Schallschutzgüte sollte in Einzahlwerten, schriftlich festgehalten werden. Folgende Kennwerte werden vom Beiblatt 2 der DIN 4109 und der VDI 4100 empfohlen:

Empfehlungen der DIN 4109, Beiblatt 2

	Bauteil	Empfehlungen für normalen Schallschutz		Empfehlungen für erhöhten Schallschutz		Bemerkungen
		erf. R'_w in dB	Erf. $L'_{n,w}$ in dB	erf. R'_w in dB	erf. $L'_{n,w}$ in dB	
1	Wand	40	-	>47	-	Keine
2	Decke	50	56	>55	<46	Keine

Für die Installation gelten folgende Empfehlungen:
Wasserversorgung:

- Anordnen eines schalltechnisch untergeordneten Raumes zwischen schutzbedürftigem Raum und Installationswand
- Einsatz schallentkoppelter Anschlüsse sowohl der Versorgungsleitungen als auch der Armaturen
- richtiger Fließdruck

Abwassersystem:

- bauakustisch günstiger Grundriß
- Vorsatzschale nach Beiblatt 1 der DIN 4109 [11-13]
- körperschallgedämmte Verlegung der Leitungen
- Vermeidung starker Richtungsänderungen

Heizungsanlage:

- Heizungsanlagen in höherliegenden Geschossen sollten körperschallentkoppelt gelagert werden
- spezielle Heizanlagen z.B. Wärmepumpen sollten im Einzelfall geprüft werden

Die VDI-Richtlinie 4100 ist als Empfehlung zu sehen und kann in Werkverträgen als Grundlage für Vereinbarungen über die Güte des geschuldeten Schallschutzes dienen. In der VDI-Richtlinie werden drei Schallschutzstufen (SSt) empfohlen, welche unterschiedlichen Komfortansprüchen genügen.

Empfehlungen der VDI-Richtlinie 4100

Nr.	Bauteile	Empfehlungen für SSt I	Empfehlungen für SSt II		Empfehlungen für SSt III	
			Erf. R'_w In dB	erf. $L'_{n,w}$ in dB	erf. R'_w in dB	Erf. $L'_{n,w}$ in dB
1	Wand, horizontal	wie DIN 4109	48	-	48	-
	Wand, vertikal	wie DIN 4109	55	-	55	-
2	Decke	wie DIN 4109	-	46	-	46
			L_{In} in dB(A)		L_{In} in dB(A)	
3	Wasserinstallation	wie DIN 4109	30		30	
4	sonst. haustechn. Anlagen	wie DIN 4109	30		25	

5.3.3 Feuchteschutzanforderungen an den Installationskern

Auch wenn Sanitärraume im privaten Wohnbau nur geringen Feuchtebelastungen unterliegen und gemäß [5-21] nur der Feuchtigkeits-Beanspruchungsklasse I zugeordnet werden, so sind doch spezielle Schutzmaßnahmen erforderlich, damit durch eindringendes Wasser keine Schädigungen oder unzumutbare Belästigungen entstehen. Zu den Schutzmaßnahmen gehören:

- eine Abdichtung von Anschlußfugen und Übergängen mit zugelassenen Dichtbändern (Bild 5-5) oder gleichwertigen Abdichtungen.
- eine Abdichtung von Rohrdurchführungen mit Manschetten (Bild 5-6) oder ähnlichem.
- ein Dichtungsanstrich des Kerns im Bereich erhöhter Feuchtebeanspruchung
- eine auf Dauer wirksame Randabdichtung der über Dach geführten Entlüftungsleitung für die Abwasseranlage und von Durchgängen der Solarleitungen durch die Dachhaut (Bild 5-7).

Zwischen dem durchlaufenden Kern und angrenzenden Bauteilen besteht trotz konstruktiver Anbindung eine gewisse Nachgiebigkeit. Der Boden kann sich stärker verformen, weil er im Bereich des Kernes aus Schallschutzgründen nicht starr angebunden ist. Insbesondere an der Schnittstelle zwischen Installationskern und Boden können Bewegungen auftreten, die speziell zu Rißbildungen in diesem Anschlußbereich führen.
DIN 18195, Teil 5 „Bauwerksabdichtungen - Abdichtung gegen nichtdrückendes Wasser" [5-22] legt fest:

- „Die Abdichtung darf bei den zu erwartenden Bewegungen der Bauteile, z.B. durch Schwingungen, Temperaturänderungen oder Setzungen ihre Schutzwirkung nicht verlieren."
- „Die Abdichtung muß Risse ..... überbrücken können."

Konstruktiv muß sichergestellt werden, daß Risse bei der Entstehung nicht breiter als 0.5 mm sind und bei weiterer Belastung nicht breiter als 2 mm werden und keinen größeren Versatz als 1 mm aufweisen.

5.3.4 Wärmeschutzanforderungen an den Installationskern

Da der Installationskern in der Regel im Inneren eines beheizten Gebäudes angeordnet ist, werden an seinen Oberflächen keine Transmissionsverluste auftreten können. Eine Wärmedämmung wird daher in der Regel nicht erforderlich sein. Wie später gezeigt wird, können dennoch erhebliche Wärmeverluste auftreten, wenn der geschoßübergreifende Schacht nicht ausreichend gegen den kalten Keller abgedichtet ist und damit Lüftungswärmeverluste entstehen (Kap.11.2).

6. Die Konstruktion des Installationskernes

6.1 Das Konstruktionsprinzip des vorgefertigten Installationskernes

Der Installationskern hat im Gebäude zwei Funktionen: Er nimmt als geschoßübergreifender Schacht Leitungen und Komponenten der Haustechnik auf und hat gleichzeitig eine raumtrennende Funktion im Haus. Aus dieser Doppelfunktion ergeben sich für den Kern vielfältige Formen und Größen. Die Variationsbreite wird weiter erhöht durch die individuelle Anordnung der Sanitärgegenstände (Dusche, WC, Waschbecken etc.) auf den Kern und durch unterschiedlichste technische Einbauten im Inneren des Kernes. Für die Konstruktion stellte sich die Aufgabe, trotz dieser Variantenvielfalt eine rationelle Vorfertigung zu ermöglichen. Erreicht wurde dies durch den Einsatz vorgefertigter Baugruppen und durch die Definition einzelner Funktionsschichten. Bild 6-1 verdeutlicht den prinzipiellen Aufbau des Installationskernes. Wie aus der Explosionszeichnung hervorgeht, besteht der Kern aus zwei Schalen, die über unterschiedlich breite Stirnplatten und ggf. auch über zusätzliche Stege miteinander verbunden sind. Mit diesem Konstruktionsprinzip lassen sich sehr einfach unterschiedliche Schachttiefen herstellen. Zudem hat diese „entkoppelte" Bauart schalltechnische Vorteile. Innerhalb des Kernes sind die Funktionsschichten einzelnen Ebenen zugeordnet.

- **Funktionsschicht (1)** mit vertikal durchlaufenden Rohrregistern
  Die vorgefertigten Rohrregister sind zwar über aufgeständerte Traversen auf der Sanitärseite des Kernes befestigt. Die Rohre verlaufen jedoch unmittelbar hinter der raumseitigen Beplankung (oberste Funktionsebene in Bild 6-1).

- **Funktionsschicht (2):** Die weitgehend freie Mittelebene des Kernes nimmt die größeren Rohre (Abwasserrohre, Lüftungsrohre, Abgaskamin ..) einschließlich der Querverzüge auf.

- **Funktionsschicht (3):** Zwischen den Ständern der badseitigen Beplankung sind die Montageelemente für die Sanitärgegenstände eingebaut (unterste Funktionsebene in Bild 6-1). Die relativ großen Lasten aus dem wandhängenden WC oder aus dem Waschbecken werden so direkt vom Ständerwerk abgetragen.

Damit auch eine möglichst große Flexibilität bei der Plazierung der sanitärtechnischen Einrichtungsgegenstände im Bad möglich ist, hat der Installationskern jeweils über der vollen Breite einen variablen Montagebereich, in dem z. B. ein WC oder ein Waschbecken an einer beliebigen Stelle - ohne jede Einschränkungen durch einen durchlaufenden Ständer - montiert werden kann. Unterhalb des variablen Bereiches ist genügend Freiraum vorhanden, um z. B. interne Querverzüge einzubauen oder Anschlußleitungen für die Horizontalverteilung in Deckenebene herauszuführen. In Bild 6-2 ist an einem Beispiel die Geometrie des Ständerwerks und der variable Montagebereich dargestellt.

6.2 Tragsystem des Installationskernes

Im Fertighausbereich kommen für den Bau eines Installationskernes Tragsysteme aus Holz oder aus Stahl in Betracht. Die folgenden Aufstellungen stellen die Vorteile und Nachteile der beiden Systeme gegenüber.

Holzkonstruktion

Vorteile	Nachteile
• Planung und Fertigung können in der eigenen Produktion in Zusammenarbeit mit einheimischen Installationsbetrieben ausgeführt werden • Ausbildung der Zweischaligkeit des Kerns zur Verbesserung des Schallschutzes einfacher realisierbar • Anfallende Lasten können direkt vom Tragwerk aufgenommen und abgeleitet werden • Einsatz von Holz als ökologischer Baustoff	• für das Tragwerk sind größere Querschnitte notwendig • Tiefe des Kerns größer, als bei Stahl • Brandschutzklassifizierung B2 (für den Einsatz einer Hausanschluß-nische nicht ausreichend)

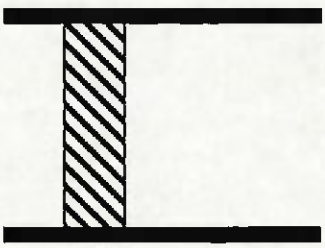
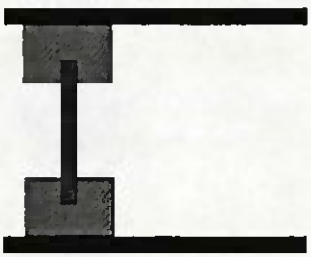
Stahlkonstruktion

Vorteile	Nachteile
• Kleine Querschnitte im Tragwerk durch schlanke Stahlprofile ergeben eine geringere Kerntiefe • Einbindung der Sanitärelemente ohne Zussatzmodule (wie z.B. Duofix-Elemente) • Externe Fertigung im Installationsfach-betrieb (Gewährleistungen!)	• Erhöhter Logistikaufwand bei der Montage • Externe Vorfertigung nur bei größeren Stückzahlen rentabel • Trennung der Wandschalen durch notwendige Verstrebungen nicht möglich • Stahl als schallhartes Material erfordert aufwendigeren Schallschutz

Stahlkonstruktionen werden im allgemeinen von Herstellern von Sanitärsystemen angeboten. Die kostengünstige Produktion von solchen vorgefertigten Elementen beruht auf großen Stückzahlen gleicher Ausführungen. Der große individuelle Gestaltungsfreiraum im Einfamilienhausbau bietet derzeit nur in Einzelfällen die Möglichkeit zum Einsatz solcher Serienbauteile. Eigene Vergleichsrechnungen auf der Basis kleiner Stückzahlen erbringen für die Stahlkonstruktion keinen Kostenvorteil im Vergleich zur Holzkonstruktion [11-12]. Für die weiteren Betrachtungen werden nur Tragkonstruktionen aus Holz bzw. aus Holzwerkstoffen einbezogen.

6.3 Ständer- und Riegelwerk des Installationskernes

Lasten aus dem Baukörper sind in der Regel nicht von einem Installationskern aufzunehmen. Aufgabe des Tragwerks ist es, die auftretenden Lasten bei Fertigung, Transport , Einbau und Nutzung abzuleiten. Dabei liegt der Schwerpunkt bei der Nutzung, da die übrigen Lasten im Vergleich dazu nur kurz befristet auftreten und durch lösbare Hilfskonstruktionen aufgenommen werden können.
Bei der Auslegung der Statik für den Installationskern ist die Lasteinleitung aus dem wandhängenden WC besonders zu beachten. Es gibt verschiedene Konstruktionen um die nötige Steifigkeit des Tragwerks zu erreichen:

Art des Tragwerkes	Vorteile	Nachteile
Vollholzständer über gesamte Tiefe des Kerns 	• Hohe Steifigkeit des Tragwerks in Beanspruchungsrichtung • Beidseitiger Anschluß von Sanitärelementen problemlos möglich • Geringe Lagerhaltung durch Nutzung von Wandständern	• Große Ständerdimensionen notwendig • Aufwendige Erstellung von Durchbrüchen bei Beibehaltung der Steifigkeiten • Durchfädeln von Leitungen erforderlich • Schalltechnische Entkopplung nur durch Vorsatzschale möglich
Stegträger aus Holzwerkstoffen 	• Hohe Steifigkeit des Tragwerks in Beanspruchungsrichtung • Formstabiler Werkstoff	• Teuer • Durchbrüche zur Rohrdurchführung notwendig • Spezielle Verbindungstechniken • Schalltechnische Entkopplung nur durch Vorsatzschale möglich
Zwei Schalen aus. Vollholzständern, verbunden mit Plattenstreifen	• Schalltechnische Entkopplung der beiden Schalen • Problemlose Führung von Leitungen ohne Erstellung von Durchbrüchen • Eingliederung in die Wandfertigung möglich • Materialeinsparung • Tiefe des Kerns variabel	• Bedingte Steifigkeit abhängig von Anzahl der Plattenstreifen und Verbindungsmittel • Zusätzliche Arbeitsschritte zur Verbindung der Schalen notwendig

Art des Tragwerkes	Vorteile	Nachteile
Eine Schale aus 6/12cm Vollholzständern (Sanitärseite) und eine zweite Schale mit 6/7 cm Vollholzständern (Rückseite) 	• 6/12 cm Vollholzständern bieten i.d.R. die geforderte Steifigkeit • gute schalltechnische Entkopplung der beiden Schalen • Problemloser Verzug von Querleitungen ohne Durchbrüche im Ständerwerk • Eingliederung in die Wandfertigung möglich • Tiefe des Kerns variabel • Einsatz der variablen Ebene zur individuellen Anordnung von Sanitär-elementen. Das Prinzip ist in Bild 4-1 dargestellt.	• Zusätzliche Arbeitsschritte zur Verbindung der Schalen notwendig • Beidseitige Anbindung von Sanitärelementen nur bedingt möglich

6.4 Beplankung des Installationskernes

Die Beplankungen müssen für die auftretenden Belastungen während der Montage und im Gebrauchszustand ausreichend dimensioniert werden. Gemäß DIN1052 [5-13] sind die Eigenlasten bei der Montage und die Lasten im eingebauten Zustand anzusetzen. Zur Aufnahme der Lasten bei der Nutzung von sanitären Einrichtungsgegenständen sollte aus Sicherheitsgründen die Beplankung nicht mit in Rechnung gestellt werden. Sie sollte sich unter maximaler Last nicht mehr als l/1000 durchbiegen.
Es gibt zwei Montagearten des Installationskerns. Zum einen kann der Kern hochkant transportiert und über die kurze Kante aufgestellt werden. Dabei übernimmt die Beplankung die Aussteifung des Ständerwerks (Bild 5-3). Eine Berechnung der Belastung bei dieser Montageart wurde durchgeführt. Mit Berücksichtigung der Nachgiebigkeit und einer Aufteilung der Lasten auf das Ständerwerk ergab sich folgendes Resultat: Die Beplankung mit einer 15 mm starken OSB-Platte ist zur Aussteifung ausreichend. Als Träger der Keramikbekleidung kann dann eine zusätzlich aufgebrachte Gipskartonplatte mit einer Dicke von 9,5 mm verwendet werden. Für diese Montageart ist es notwendig, den Kern beim Aufstellen durch den Kran gegen seitliches Kippen zu sichern.
Die andere Möglichkeit besteht darin, den Kern über die Breitseite aufzustellen. Hierbei ist die Steifigkeit des Ständerwerks ausschlaggebend. (vgl. Kap. 5.2)
Für die Oberflächenbeplankung gelten die Anforderungen der DIN 18195 [5-20], bzw. Angaben der Hersteller beim Einsatz in Feuchtbereichen. Die Beplankung muß sauber verfugt sein und sollte vollflächig mit einem Dichtstoffanstrich, z.B. mit einer Kunstharzdispersion versehen werden.

6.5 Einbindung des Installationskernes in den Baukörper

Der Installationskern ist in der Regel selbsttragend. Er kann unmittelbar auf der Kellerdecke aufstehen. Vorteilhafter ist es jedoch, den Kern mittels U-förmiger Stahlbügel in einer Aussparung der Kellerdecke zu montieren. Auf diese Weise bleiben alle Leitungen für eine Installation im Kellerraum frei zugänglich. Ein Anschlußbeispiel ist in Bild 6-3 dargestellt.
Zur horizontalen Fixierung des Kernes werden auf den Geschoßdecken im Bereich des Fußbodenaufbaus Stahlwinkel eingesetzt. Hierbei muß auf eine Schallentkopplung der Verbindungsmittel geachtet werden. Das kann zum Beispiel durch weiche Unterlagen erreicht werden (Bild 6-3).
Die Deckenaussparungen, durch die der Kern geführt wird, müssen groß genug sein, damit kein unmittelbarer Kontakt zwischen Kern und Baukörper auftritt. Der umlaufende Zwischenraum von etwa 2 cm muß ausgefüllt und abgedichtet werden (Bild 6-3). Eine weitere Fixierung erfolgt durch die Einbindung des Installationskerns in die angrenzenden Wände. Auch hier müssen ausreichende Toleranzen eingeplant werden, um eine Körperschallübertragung an angrenzende Bauteile zu reduzieren. Anschließende Innenwände können direkt an den Kern geschraubt werden. Der Kern kann mit Schrauben im Dachbereich an Pfetten oder Sparren befestigt werden. Dabei sollte für eine effektive Schallentkopplung des Schraubenbolzens eine Gummihülse - wie sie z. B. von Sanitäranbietern zur Befestigung von Sanitärelementen angeboten wird - verwendet werden.
Beispiele für einen Wandanschluß sind in Bild 6-4 und 6-5 dargestellt.
Zum Schutz der Einbauten und für eine sichere Abdichtung zum Dach ist es empfehlenswert, die Oberseite des Kernes zu schließen. Dabei müssen Durchbrüche für die Entlüftung des Abwasserstranges berücksichtigt werden. Die Abdichtung derartiger Dachdurchbrüche ist komplex und schadensträchtig. Es wäre vorteilhaft, für diese kritische Schnittstelle am Gebäude eine Alternative zu schaffen. Eine Lösung stellt der Einsatz eines Lüftungsventils aus Schweden dar. Mit diesem Ventil ist eine Belüftung des Abwassersystems aus dem Inneren des Installationskernes möglich [6-1]. Die Funktionsweise des Ventils ist in Bild 6-6 und Bild 6-7 dargestellt. Allerdings ist die Lösung der innenliegenden Entlüftung nach DIN 1986 in Deutschland nicht zulässig. Eine neue Europäische Norm, in welcher der künftige Einsatz dieses Ventils geregelt werden soll, ist in Ausarbeitung. Für Deutschland soll jedoch eine Ausnahmeregelung gelten, welche diese Belüftung generell nicht zuläßt. Der Einbau des Ventils ist jedoch mit Zustimmung der örtlichen Baubehörde zulässig.

7. Einbauten in den zentralen Installationskern

7.1 Montageelemente

Ziel des zentralen Installationskerns ist es, möglichst viele sanitärtechnische Einrichtungsgegenstände mit kurzen Leitungswegen an den Kern anzubinden. Wandhängende Elemente, wie das WC, müssen so befestigt werden, daß die erheblichen Belastungen (Anforderungen gemäß Kapitel 5.2) aufgenommen werden kann. Zur Befestigung im Holztragwerk des Installationskerns werden handelsübliche Montageelemente aus Stahl eingesetzt. Diese Montageelemente bestehen aus einem starren Metallrahmen, der die Lasten auf das Holztragwerk verteilt. Die Montageelemente sind mit Befestigungsbauteilen für sanitärtechnische Einrichtungsgegenstände sowie mit Rohranschlüssen für die Versorgung und Entsorgung versehen. Die Montageelemente werden von Sanitärherstellern für den Einsatz in der Vorwandinstallation angeboten. Diesem Verwendungszweck entsprechend sind die Montageelemente für eine Montage auf einer tragenden Wand konzipiert. Im Fertighausbau wird in der Regel das Montageelement von hinten in die Wand eingebaut. Dies ergibt sich aus dem Fertigungsablauf der Wandproduktion mit den Hauptschritten:

- Riegelwerk legen
- raumseitige Beplankung aufbringen
- Wenden des Bauteils
- Einbau der Dämmung und der technischen Einbauten
- außenseitige Beplankung aufbringen

Bild 7-1 verdeutlicht den Unterschied zwischen einer Vorwand- und einer Inwandinstallation. Lösungsansätze für fertighausspezifische Lösungen sind im Rahmen dieses Projektes entwickelt worden (Bild 7-2). Sie werden in Kap. 10.2 vorgestellt. Bislang fehlt jedoch noch der Markt für derartige Sonderelemente.

7.2 Abwasserleitungen

7.2.1 Materialien und Verbindungssysteme

Für den Abwasserbereich werden Abflußrohre aus Gußeisen und aus Kunststoff eingesetzt. Eine Übersicht über marktgängige Abflußrohre und ihre Systemeigenschaften enthält Tabelle 7-1. Abwasserleitungen aus Kunststoff sind in der Regel sogenannte HT-Rohre („HT-Rohre"= hot water tube)

Im Abwasserbereich haben sich folgende Kunststoffe durchgesetzt:

- Polyethylen hoher Dichte (PE-HD)
- Polypropylen (PP)
- Verschiedene Produkte aus Polyvinylchlorid (PVC)
- mineralisch beschwerte Kunststoffe

Der Vorteil des Gußeisens liegt in der erhöhten Masse des Rohres, die eine gute Luftschalldämmung bietet. Rohre aus Gußeisen werden daher vorwiegend bei hohen Schallschutzanforderungen im mehrgeschossigen Wohnungsbau eingesetzt.

Kunststoffrohre haben ein geringeres Flächengewicht. Allerdings bietet der Markt mittlerweile auch Rohre aus mineralisch beschwerten Kunststoffen an, deren Flächengewicht zwar bei nur etwa 30% des Gewichtes von Gußrohren liegt, deren Luftschalldämmmaß aber vergleichbar ist. Außerdem besitzen Kunststoffrohre durch ihren niedrigen Elastizitätsmodul bessere körperschalldämmende Eigenschaften.

Für Gußrohre gibt es nur die Verbindung durch muffenlose Spannverbinder. Das Ablängen und Verarbeiten der Rohre ist zeitaufwendig. Außerdem entsteht beim Bearbeiten mit Trennschleifern Funkenflug, der in holzbearbeitenden Betrieben kritisch sein kann. Kunststoffrohre können mit verschiedenen Verbindungssystemen gekoppelt werden. Eine Übersicht enthält Bild 7-3. Neben Stecksystemen und Spannverbindersystemen sind auch Schweißverbindungen möglich.

7.2.2 Einsatz und Vorfertigung von Abwasserleitungen im Installationskern

Für den Einsatz im Installationskern sind Kunststoffrohre besonders geeignet. Gründe dafür sind:

- leichterer Werkstoff
- schnellere Montage durch einfache Verbindungssysteme
- leichtere Bearbeitung des Werkstoffes
- mögliche Vorfertigung durch Schweißverbindung

Eine Vorfertigung von kompletten Abwassersträngen ist mit der Schweißverbindung möglich. Durch das Schweißen wird eine formstabile Verbindung zwischen den Rohren und Formteilen hergestellt. Für Typenhäuser mit standardisierten Installationen können so ganze Rohrstränge vorgefertigt werden. Ein Beispiel für einen vorgefertigten Abwasserstrang zeigt Bild 7-4. Für eine individuelle Vorfertigung eignen sich Steckmuffenverbindungen oder Spannverbinder.

Das Fallrohr der Abwasserleitung besteht aus einem DN100-Rohr und wird möglichst im äußersten Randbereich des Kernes angeordnet. Auf diese Weise lassen sich Kreuzungsstellen von Rohren mit großen Durchmessern vermeiden. Eine zentrische Lage des Rohres zwischen den beiden Schalen ermöglicht den beidseitigen Anschluß von Sanitärelementen mit gleichen Formstücken. Der Querverzug kann auch in der Nennweite DN80 ausgeführt werden. Zwar ist die Nennweite DN80 noch nicht in den bestehenden Normen vorgesehen, der Einsatz wird jedoch in Prüfbescheiden geregelt. Die darin festgelegten Anwendungsbeschränkungen sind zu beachten. Bedingungen für den Einsatz des DN80 Rohres ist eine Länge der Sammelanschlußleitung von höchstens fünf Metern. Daran dürfen maximal sechs Sanitärausstattungsgegenstände angeschlossen werden. Es ist nur eine Richtungsänderung von 90° zulässig.
Die Vorteile des DN80-Rohres liegen im geringeren Raumbedarf. Darüber hinaus können die Rohre mit kleinerem Gefälle (1:200) verlegt werden. Das Gefälle von Abwasserleitungen anderer Querschnitte (bis DN 100) liegt nach DIN 1986/1 [5-5] zwischen1:20 und 1:50. Die daraus resultierenden Vorteile bei der Planung von Sammelanschlußleitungen werden aus Bild 7-5 ersichtlich.

Die Befestigung der Abwasserrohre sollte in jedem Fall mit den zugehörigen Systemschellen erfolgen. Die Schellen werden auf der Installationsseite des Kernes – das ist die dem schutzbedürftigen Raum abgewandte Seite - mit Stockschrauben im Ständerwerk oder auf Montageschienen befestigt. Bei der Planung des Abwassersystems sind die Höhen der Abflüsse aufeinander abzustimmen.

Eckdaten für die Wahl und Anordnung von Abwasser-Anschlüssen:

Sanitäreinrichtung	Erforderliche Nennweite	Anordnung des Abflusses
Dusche /Badewanne:	DN50	Maßgebend für Höhe der Sammelanschluß-leitung Anschluß im Fußbodenaufbau, 10-15 cm exzentrisch von der Wannenachse
WC:	DN80	Anschlußhöhe 22 cm über OKF, zentrisch
Waschtisch:	DN50	Anschlußhöhe ca. 50 cm über OKF, zentrisch
Bidet:	DN50	Anschlußhöhe ca. 12 cm über OKF, zentrisch
Urinal:	DN50	Anschlußhöhe ca. 40 cm über OKF, zentrisch

Die Planung der Abwasserleitungen im Installationskern ist sehr aufwendig. Zur Vermeidung von Kollisionen des Abwasserrohres von tiefliegenden Duschabläufen mit Querriegeln sollte die Sammelanschlußleitung nicht auf gleicher Höhe liegen wie ein horizontaler Riegel des Tragwerks.

7.3 Versorgungsleitungen

7.3.1 Materialien und Verbindungssysteme

Für die Installation von Versorgungsleitungen gibt es verschiedene Systeme, die sich im Rohrwerkstoff und auch in der Verbindungstechnik unterscheiden. Die Bilder 7-6 und 7-7 geben eine Übersicht über die derzeit angebotenen Rohrwerkstoffe und Verbindungstechniken. Eine Marktanalyse [7-1] zeigt einen Trend zum Kunststoffrohr und zu Verbundrohrsystemen. Bild 7-8 veranschaulicht diese Entwicklung. In Tabelle 7-2 sind die Auswahlkriterien für die einzelnen Rohrwerkstoffe aufgelistet . In den Bereichen Umwelt/Ökologie zeigen Kunststoff- und Verbundrohrsysteme Vorteile gegenüber Metallsystemen. Die Vorteile liegen auch in der höheren Korrosionssicherheit und der höheren Inkrustationsbeständigkeit der Kunststoffoberfläche, was einen geringeren Fließwiderstand und damit eine geringere Schallentwicklung zur Folge hat. Ein universeller Einsatz in allen Regionen Deutschlands ist bei Systemen aus Kunststoff möglich und führt zu einem weiteren Vorsprung gegenüber Metallrohren. Bei reinen Kunststoffrohren wirkt sich die hohe Längenausdehnung und der Mehraufwand bei der Befestigung der relativ weichen Rohre nachteilig aus.
Vergleicht man die Verbindungstechnik und die notwendigen Arbeitsschritte bei der Herstellung einer Verbindung, so haben Systeme mit Pressverbindungen Vorteile, weil sie die wenigsten Arbeitsgänge erfordern. Eine Gegenüberstellung verschiedener Verbindungssysteme gibt Tabelle 7-3.

7.3.2 Einsatz von Versorgungsleitungen im Installationskern

Die enge Rohrleitungsführung im Zentralen Installationskern erfordert eine möglichst hohe Formstabilität des Rohres. Dadurch wird gewährleistet, daß das Trinkwassersystem schnell und sicher ohne langwierige und aufwendige Befestigungsmaßnahmen verlegt werden kann. Hier zeichnen sich die Eigenschaften des Kunststoff-Metall-Verbundrohres aus, das ohne Formteile einfach von Hand oder mit einer Biegezange verformt werden kann. Andererseits ist das Rohr so formstabil, daß auch größere Befestigungsabstände möglich sind. Für den Einsatz im zentralen Installationskern wird den Verbundrohrsystemen der Vorzug gegeben.
Versorgungsleitungen müssen in Abstimmung auf die besonderen Umgebungsverhältnisse im Installationskern gedämmt werden. Die Anforderungen sind in Kap. 3.1 formuliert.

Die Versorgungsleitungen werden im Kern auf der Seite angeordnet, die vom Bad abgewandt ist. Dort stören keine Sanitärelemente oder Querriegel den geraden Verlauf der Steigstränge (Bild 7-9). Die Leitungen werden auf Traversen mit Schellen befestigt, die wiederum auf der dem Bad zugewandten Seite befestigt sind (Bild 6-1). Aus Gründen des Wärme- und Schallschutzes kann an Losschellen die Dämmung mit in die Schelle eingelegt werden. Durch die beschriebene Anordnung wird eine Vorfertigung der Versorgungsleitungen zusammen mit Heizungsleitungen, Solarleitungen, etc. in einem Register möglich. Die benötigten Leitungen werden dann an die Verbraucher oder Wärmeerzeuger angeschlossen. Ähnlich wie beim Fahrzeugbau können nicht benötigte Leitungen weggelassen oder als Ersatzleitungen ungenutzt im Kern verbleiben.
Bei diesem System der rückseitigen Montage es ist wichtig, daß alle Anschlüsse rückseitig weggehen und dort mit einer einfachen Verbindungstechnik angeschlossen werden können. Presstechniken sind dafür besonders geeignet.
Für den Einfamilienhausbereich sind Rohrdurchmesser von maximal DN20 nötig. Bei einigen Verbundrohrsysteme können die Verpressungen dieser Rohre mit einer kleinen Handpresszange durchgeführt werden. Eine solche Zange ermöglicht - im Vergleich zu den recht sperrigen elektrischen Presswerkzeugen - das Verpressen auch an schwer zugänglichen Stellen.
Nach Einbau, Fixierung und Anschluß der Leitungen muß das System „abgedrückt", also unter Druck auf Dichtigkeit überprüft werden. Außerdem sollten freistehende Leitungsenden vor Schmutz und Beschädigung geschützt werden.

7.4 Heiztechnische Einrichtungen

7.4.1 Materialien und Verbindungssysteme für Heizleitungen

Die im Heizungsbereich eingesetzten Rohrwerkstoffe sind vergleichbar mit denen der Sanitärinstallation. Neben metallischen Werkstoffen wie Stahl und Kupfer werden für Heizungsleitungen verstärkt Kunststoffe, wie Polybutylen (PB), Polypropylen (PP) und vernetzte Polyethylen (PE-X) sowie zunehmend auch Kunststoff-Metall-Verbundsysteme verwendet. Auch die Verbindungstechniken der verschiedenen Systeme sind denen der Sanitärinstallation ähnlich (vgl. Kap 7.3.1).

7.4.2 Einsatz von Heizleitungen, Speichern und Wärmeerzeugern

Für den Einsatz im zentralen Installationskern eignen sich auch im Heizungsbereich die Rohrsysteme mit Pressverbindungen am besten. Abhängig vom eingesetzten Heizungssystem und der Anordnung des Wärmeerzeugers ergibt sich eine unterschiedliche Anzahl von Leitungen und von Verteilern.

Geht man von der einfachsten Variante eines Installationskernes aus (Bild 7-10, links), so werden darin lediglich die Leitungen für Vor- und Rücklauf der Heizung eingebunden. Das heißt, es werden parallel zu den Versorgungsleitungen die Heizungsleitungen mit Anschlüssen in den Stockwerken verlegt. Eventuell einzubindende Heizugsverteiler können in den Bereichen des Installationskernes untergebracht werden, die durch Revisionsklappen zugänglich sind. Die Anschlüsse für die Heizungs-Anbindeleitungen liegen im Bereich des Fußbodenaufbaus. Die Heizleitungen können über die im Kern vorgesehene Öffnungen angebunden werden. Da im Kern sowohl Kaltwasserleitungen als auch Leitungen mit warmen Medien verlegt sind, müssen Heizleitungen gemäß Heizanlagenverordnung [5-4] gedämmt sein. Die geforderten Dämmschichtdicken sind in Tabelle 5-4 zusammengestellt. Bei Nennweiten bis DN 20 sind 100% des Durchmessers als Dämmschicht gefordert, ab DN 22 bis DN 35 ist eine Mindestdämmschichtdicke von 30 mm nötig (alles bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von λ=0.035 W/m K).

Wird der zentrale Installationskern mit einem größeren Querschnitt ausgeführt und begehbar gemacht, so können in das Kerninnere kompakte Heizgeräte, Warmwasserboiler und Solarspeicher eingebaut werden. (Bild 7-10, rechts). Diese Variante für Häuser ohne Keller besonders interessant.

7.4.3 Abgasleitungen

In einem Installationskern kann werkseitig auch eine vorgefertigte Abgasleitung für die Abführung von Abgasen aus Feuerstätten eingebaut werden. Das auf dem bekannten Conit-Rohr basierende Abgassystem ist gemäß bauaufsichtlichem Prüfzeugnis [7-7] geeignet, Abgase aus Gaskesseln und Gasthermen mit Überdruckbetrieb abzuführen. Das sehr leichte Abgasrohrsystem mit einem Gewicht von 15 kg je Meter Schachtlänge besteht aus einem Conit-Rohr mit einem Außendurchmesser von 220 mm und einem zentrisch geführten Abgasrohr aus Kunststoff, Aluminium oder Edelstahl mit einer Nennweite von 70/80. Das Mantelrohr besteht aus einem mit Wasserglas gebundenen Schiefergranulat und erfüllt die Brandsschutzklasse F30 für Abgasanlagen. Die ein Meter langen

Mantelrohrelemente werden mit Spezialkleber und Spannschellen verbunden. und lassen sich auch in den liegenden Kern sehr einfach einbauen (Bild 7-11). Bei diesem Abgassystem kann anstelle eines gemauerten Schornsteinkopfes ein Kunststoff-Doppelrohr als vorgefertigte Dachdurchführung aufgesetzt werden.

7.4.4 Solarleitungen

Für die Speisung von Solarspeichern können auf sehr einfache Weise auch Solarleitungen im Kern geführt werden. Wegen der hohen Temperaturen bis zu 100°C werden im allgemeinen Kupferrohre eingesetzt. Solarleitungen müssen wegen der hohen Betriebstemperaturen gut gedämmt werden.

7.5 Elektroleitungen

Werden Elektroleitungen in der Nähe anderer Installationsleitungen verlegt, gelten besondere Anforderungen. (Kapitel 5.1). Aus diesem Grund sollten Elektroleitungen in einem eigenen Schacht geführt werden, der vom Installationskern abgetrennt ist. Dieser separate Elektroschacht kann entweder durch marktüblich Elektrokanäle oder auch durch Abteilung mit einer Gipswerkstoffplatte gebildet werden (Bild 10-13). Der abgetrennte Elektrobereich sollte außerhalb der geltenden Schutzbereiche angeordnet sein (siehe Bild 5-2).

7.6 Lüftungsleitungen

In Fertighäusern werden immer häufiger Lüftungsanlagen eingebaut. Diese lassen sich durch die zentrale Lage des Kerns effektiv und ohne große Rohrverzüge führen. Gerade im Lüftungsbereich ergeben sich bei Verwendung eines zentralen Installationskernes einige Vorteile

Grundsätzlich muß entschieden werden, ob eine Einzellüftungs- oder Zentralanlage geplant wird. Die Auslegung und Planung einer Lüftungsanlage wird nach DIN 18017 [7-2] VDI 3803 [7-3] und DIN1946 [7-4] unter Berücksichtigung des Schall- und Brandschutzes ausgeführt. Für die verschiedenen Anlagen sind unterschiedliche Rohrführungen notwendig, die im Kern untergebracht werden müssen. Nach Planungsunterlagen verschiedener Lüftungsanlagen-Hersteller werden im Einfamilienhaus bis zu einer Wohnfläche von 120 m² im allgemeinen Lüftungsrohre mit Nennweiten von 100 mm eingesetzt.

Für eine Abluftanlage mit Einzellüftergeräten in Küche, Bad und WC ist nur eine Hauptleitung im Kern notwendig, welche die Abluft über Dach abführt. Das Rohr wird neben den Steigleitungen des Kerns geführt. Die Kreuzungspunkte der Lüftungsleitung mit den Abwasserquerverzügen bestimmen die Bautiefe des Installationskernes. Die Lüftergeräte müssen entsprechend VDE 0100 [5-8] angeordnet sein. Die Lüfter sind größtenteils für den Einsatz im Schutzbereich 1 des Bades zugelassen (Bild 5-2).

Der Einbau einer Zuluft-Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung erfordert im allgemeinen einen begehbaren Installationskern mit größerem Querschnitt.

7.7 Zusätzliche Einbauten

Zentraler Staubsauger:

Durch die zentrale Lage des Installationskernes im Haus bietet sich die Integration einer Zentralen Staubsaugeranlage an. Die Rohrleitungen können parallel zu den übrigen Leitungen angeordnet und an die Steckdosen im Kern angebunden werden. Das Saugaggregat wird in der Regel im Keller installiert. Die Abluft des zentralen Staubsaugers wird über eine zusätzliche Leitung nach draußen abgeführt.

Hausanschlußkasten:

Mit der Neufassung der DIN 18012 , „Hausanschlußeinrichtungen in Gebäuden" [5-12] kann auch ein kompakter, vorgefertigter Hausanschlußkasten in einen begehbaren Installationskern integriert werden. Zwischenzeitlich werden vormontierte Hausanschlußkästen angeboten. Bild 7-12 zeigt ein Beispiel für eine solche kompakte Einheit, in der die Hausanschlüsse für Gas, Wasser, Elektro und Telekommunikation zusammengefaßt sind. Bei der Planung sind die unterschiedlichen Brandschutzverordnungen der Länder zu beachten.

8. Planung und Produktion des Installationskernes

8.1 Grundlagen der Planung

Der Installationskern bildet eine in der Praxis noch wenig beachtete Schnittstelle zwischen der Hauskonstruktion und der Haustechnik. Die Planung eines Installationskernes sollte in enger Zusammenarbeit mit den ausführenden Handwerkern erfolgen, um durch ständigen Rückfluß von Informationen eine Optimierung des Planungs- und Fertigungsprozesses zu erreichen.
Der Planungsaufwand bei Einführung einer Fertigung von Installationskernen ist zunächst sehr hoch. Durch eine konsequente, rechnergestützte Planung und den Einsatz standardisierter, modularer Baugruppen lassen sich jedoch erhebliche Rationalisierungseffekte erzielen.

8.2 Planungshilfen

Eine rechnergestützte Planung von Fertighäusern gehört heute bereits zum Standard. Weniger verbreitet ist jedoch eine detaillierte Haustechnikplanung. Die auf dem Markt angebotenen Zusatzpakete für Haustechnikplanung erweisen sich als wenig hilfreich, weil sie in erster Linie für die Auslegung größerer haustechnischer Anlagen konzipiert wurden, wobei konstruktiven Aspekte eine untergeordnete Bedeutung haben. Bei der Planung eines Installationskernes kommt es darauf an, unter Verwendung standardisierter Baugruppen (Konstruktionsmakros) mit wenigen Schritten einen Plan zu erstellen, eine möglichst vollständige Stückliste auszugeben und die erforderlichen Daten für die computergesteuerte Fertigung bereitzustellen.

Im Rahmen dieses Projektes wurde sowohl eine zweidimensionale als auch eine dreidimensionale Planung für den Installationskern eingesetzt. Dabei ergab sich folgende Bewertung:

	2D-Planung	3D-Planung
Vorteile	• Schnell und relativ einfach • vordefinierte Blöcke in Bibliotheken der Hersteller • Anwendung von Haustechnik-Applikationen möglich • Geringe Rechnerkapazität notwendig	• Erleichtert räumliche Vorstellung • Kollisionsprüfung möglich • Abrufen verschiedenster Ansichten schnell möglich • Visualisierung des Sachverhalts
	2D-Planung	3D-Planung
Nachteile	• Erfordert hohes räumliches Vorstellungsvermögen • Keine Kollisionsprüfung möglich • Anfertigung mehrerer Ansichten notwendig	• Aufwendige Erstellung • Erfordert einen leistungsfähigen Rechner • Kaum Bibliotheken im Bereich Haustechnik vorhanden

8.3 Fertigung des Installationskernes

Für die Eingliederung des Installationskerns in die Fertigung ist die Montageart von großer Wichtigkeit. Es gibt verschiedene Arten die Kernwände zu fertigen:

1. Montage der Installationen in das Tragwerk des Registers
   Anbringung der Beplankung auf der Baustelle

Diese Art der Montage wird vorwiegend im Stahlregisterbau angewandt. Das Tragwerk aus Stahlprofilen ist durch viele Verstrebungen starr genug, um die Sanitärelemente und Leitungen aufzunehmen. Auf der Baustelle wird dann nach Zusammenschluß der Einzelelemente die Beplankung angebracht. Vorteil ist die gute Zugänglichkeit beim Anschluß der Leitungen und des Elementes an den Baukörper.

2. Montage der Installation von vorne in ein Holzständerwerk mit anschließender Beplankung entsprechend der üblichen Vorwandinstallation im Massivbau

Dabei werden Elemente und Leitungen in das teilweise beplankte Ständerwerk von vorne eingebaut. Diese Montagetechnik wird häufig in Fertighausbetrieben eingesetzt. Sie erfolgt meist an der vertikal gelagerten Wand im Werk oder auch an der eingebauten Wand auf der Baustelle. Vorteil ist, daß der Installateur die Komponenten in die vorhandene Konstruktion einpassen kann.

3. Rückseitige Montage der Installationskomponenten in die einseitig beplankte Wand

Für die Montage des Installationskernes hat sich diese Art als effektive Variante auch im Bezug auf die Eingliederung in eine vorhandene Fertigung erwiesen. Das Prinzip beruht auf dem schichtweisen Einbau der Sanitärelemente und Leitungen in die fertig beplankte Sanitärseite des Kernes (Bild 8-1und 8-2). Die Montage erfolgt in das liegende Bauteil. Alle Einbauten werden an der Beplankung und am Tragwerk der Sanitärseite befestigt.
Beispielhafter Ablauf:

1. Fertigung des Ständerwerkes
2. Beplankung der Installationsseite (in der Regel Badseite)
3. Bohren der Anschlußdurchbrüche mit Hilfe von Schablonen
4. Wenden der Schale
5. Einbau der Montageelemente für WC und Waschtisch
6. Einbau und Anschluß von Abwasserrohren
7. Einbau und Anschluß von Versorgungsleitungen, etc.
8. Fertigung der Rückseite des Kerns
9. Beplankung der Rückseite

Diese Art der Montage erlaubt eine problemlose Eingliederung in eine Wandfertigung eines Fertighausbetriebes. Die Vorder- und Rückseite werden normal gefertigt. Sanitärelemente können schon eingelegt werden. Die zeitintensivere Verlegung von Leitungen kann auf einem ausgelagerten Arbeitsplatz erfolgen.

4. Fertigung als Raumzelle (Funktionskern)

Für den Funktionskern gilt ein anderes Fertigungsprinzip. Der Teil im Obergeschoß kann analog zu Pkt. 3 erfolgen. Der untere Teil enthält die großen Haustechnik-Komponenten wie Speicher, Lüftungsanlage, etc. Dafür werden Boden und Wände als Tafelelemente mit Sanitärelementen vorgefertigt (vgl. Pkt. 3) und zu einer Raumzelle zusammengebaut. Darin werden die Komponenten eingebaut und angeschlossen. Die Kopplung der Bauteile erfolgt nach Einbau in den Baukörper.

8.4 Transport und Einbau des Installationskernes

Der Transport eines vorgefertigten Installationskernes zur Baustelle erfolgt wie bei den übrigen Hausbauteilen mit dem LKW. Mit üblichen Transportfahrzeugen (Ladehöhe ca. 1,3 m) lassen sich maximale Baubreiten von 2,70 m transportieren. Für größere Abmessungen sind Tieflader erforderlich, welche in der Regel einen höheren Kostenaufwand verursachen.
Beim Transport müssen ausreichende Schutzmaßnahmen für das Bauteil getroffen werden. Primär gilt es hervorstehende Anschlüsse oder Leitungen zu vermeiden oder entsprechend zu verkleiden [5-2].

Der Installationskern ist als weiteres, vorgefertigtes Bauelement für den Fertighausbereich entwickelt worden. Er wird wie die übrigen Bauelemente mit dem Kran aufgestellt. (Bild 8-3). Dafür sind Aufhängepunkte festgelegt. Kritisch ist das Aufstellen des 7 m langen Elements (zweigeschossiger Installationskern). Dabei wirken erhebliche Lasten auf den Installationskern (Bild 8-4).
Es gibt zwei Möglichkeiten:

1. Aufstellen des Kerns über die Breitseite
- Absetzen des Kerns vom LKW und auf die Breitseite legen
- Umhängen der Schlaufen
- Aufstellen über die Kante der Breitseite
- Einfahren in die Bauöffnung

2. Aufstellen des Kerns über die Schmalseite
- Direktes Aufstellen des Kerns vom LKW über die Schmalseite mit Aufstellhilfen, die ein seitliches Kippen verhindern
- Einfahren in den Baukörper

Die erste Lösung ermöglicht das Aufstellen ohne separate Hilfsmittel. Allerdings sind hierbei zur Herstellung einer ausreichenden Steifigkeit die beiden Schalen des Kerns mit Holzwerkstoffstreifen, die über die ganze Fläche verteilt sind, starr verbunden. Dies wirkt sich negativ auf die schalltechnischen Eigenschaften des Bauteils aus (Kap 11.1). Außerdem sind dafür mehrere Arbeitsschritte und zusätzlicher Arbeitsraum notwendig.

Die 2. Lösung hat den Vorteil, daß die Beplankung alle auftretenden Kräfte aufnimmt und ein separates Absetzen und Umhängen nicht notwendig sind.
Nachteil ist, daß eine Aufstellhilfe geplant und eingesetzt werden muß, die ein seitliches Kippen des Kerns beim Aufstellen über die kurze Kante verhindert.

Der Kern wird durch die Decke des aufgestellten Erdgeschosses eingefahren. Für eine einfache Montage unter Berücksichtigung möglicher auftretender Toleranzen muß die Öffnung in der Decke mindestens 4 cm größer sein als die Außenabmessungen des Kernes. Verbleibende Fugen werden anschließend mit weichem Material ausgefüllt. Dadurch werden unerwünschte Anlagepunkte, die Körperschall übertragen können, vermieden. (Bild 6-3).
Nach der horizontalen Fixierung des Kerns im Baukörper (Kap.6.3) erfolgt der Anschluß der Hauptleitungen zum Keller und die Anbindung von Satelliten-Modulen. Im Rahmen des Innenausbaus erfolgt das Verfliesen und die Befestigung von sanitärtechnischen Einrichtungsgegenständen, Armaturen und anderen Anbauten.

9. Die Wirtschaftlichkeit des Zentralen Installationskernes

9.1 Allgemeines

Ziel der Entwicklung eines Zentralen Installationskerns ist vor allem die Reduzierung von Kosten im Bereich der Haustechnik. Einsparungen sollen bei den Materialkosten und den Lohnkosten erreicht werden. In Zusammenarbeit mit einem bedeutenden Fertighaushersteller sind Vergleichsuntersuchungen für zwei unterschiedliche Installationsmethoden durchgeführt worden:

- Traditionelle Installation auf der Baustelle
- Installation in einem werkseitig vorgefertigten Installationskern

9.2 Kostenstrukturen im Einfamilienhausbereich

Zur Abschätzung möglicher Sparpotentiale wird zunächst die Kostenstruktur eines Fertighauses dargestellt. Die angegebenen Kosten können nur als grobe Anhaltswerte angenommen werden, da sich jedes Bauvorhaben in seiner Kostenstruktur anders darstellt. Die Grundstückskosten unterliegen starken regionalen Schwankungen und bleiben daher unberücksichtigt. Grundlage dieser Daten sind die Gesamtkosten für ein Reihenhaus in einer mittleren Großstadt in Höhe von 290.000.- DM [9-1]
Dabei ergibt sich eine Kostenverteilung, bei der ca. 69% der Kosten auf das Bauwerk selbst veranschlagt werden. Der Rest teilt sich in Baunebenkosten, Außenanlage und Erwerb, bzw. Erschließung auf (Bild 9-1).
Rund 6% der Bauwerkskosten entfallen auf die Sanitärinstallation. Hinzu kommen außerdem etwa gleiche Anteile für Heizung und Elektroinstallation. Somit bleiben im angeführten Beispiel rund 17.400 DM als Kosten für Sanitärarbeiten, sowie Teile der Kosten für Heizung und Elektro die als Potential für eventuelle Einsparungen durch den Einsatz des Zentralen Installationskernes zur Verfügung stehen (Bild 9-2).
Da es im Fertighausbereich keine großflächigen Untersuchungen über Kostenstrukturen gibt, wurden o.a. Zahlen aus dem Massivbau in den Fertigbaubereich übertragen. Dies ist in guter Näherung möglich, da sich o.a. Prozentsätze nach Auskunft großer Fertighaushersteller auch im Fertighausbau in solch einer Größenordnung wiederfinden.

9.3 Grundlagen zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Basis eines theoretischen Vergleiches bilden zwei in ihrem Raumangebot nahezu identische Hausgrundrisse von Typenhäusern eines Fertighausherstellers.
Schwerpunkt der Untersuchung wurde auf die Sanitärinstallation gelegt, da sie den Hauptanteil der im Installationskern integrierten Haustechnik darstellt.
Um eine Aussage über die Wirtschaftlichkeit der beiden Installationssysteme treffen zu können, wurden Bewertungskriterien festgelegt, die sich in monetär direkt bewertbare und monetär indirekte Kriterien aufgliedern. Sie sind in Bild 9-3 dargestellt. Zu den monetär bewertbaren Kriterien zählten die zur Herstellung der Zu- und Abwasserinstallation benötigte Zeit - differenziert nach Halle und Baustelle - und der Materialeinsatz. Beide Größen können bei beiden Installationssystemen im Rahmen der Genauigkeit eines theoretischen Modells aufgenommen und direkt in Kosten umgesetzt werden.

Monetär indirekt bewertbare Kriterien sind nicht unmittelbar in Kosten umrechenbar. Dazu gehören zum Beispiel die Erhöhung des Vorfertigungsgrades, bessere Ausführungsqualität und Erhöhung von Rationalisierungspotential.

Grundlage für die Materialkostenermittlung sind Großhandels-Bruttorichtpreise für das Trinkwasser-Installationssystem Mepla und das PE-Abwassersystem der Firma Geberit. Diese Preise sind lediglich als Richtpreise und nicht als allgemeingültige Festpreise zu verstehen.
Der Massenauszug für Frisch- und Abwasser wurde zeichnerisch jeweils anhand eines CAD-3D-Modells des Haustyps ermittelt. In diesem Rahmen wurden Rohrlängen und Rohrverbinder aufgenommen. Befestigungsmittel (Rohrschellen) und Hilfsstoffe (Schrauben, Dübel, etc.) sind in dieser Kalkulation nicht berücksichtigt.

9.4 Bewertung der Ergebnisse

9.4.1 Monetär direkt bewertbare Kriterien

9.4.1.1 Lohnkosten

Der Einsatz des Zentralen Installationskernes ist in jedem Fall mit einem erhöhten Planungsaufwand, vor allem im Bereich der Haustechnik, verbunden. Entscheidungen, die zuvor Installateuren auf der Baustelle überlassen wurden, müssen nun im Vorfeld detailliert überdacht werden. Besonders beim ersten Kern ist ein erhöhter Planungsaufwand notwendig. In diesem Stadium ist aber die Möglichkeit gegeben, durch konsequente Systematisierung eine reproduzierbare Grundkonstruktion zu schaffen. Sie kann für folgende Projekte individuell modifiziert angewandt werden.
Dabei verkürzt sich dann der Planungsaufwand wieder erheblich und es kann auch weniger qualifiziertes Fachpersonal dafür eingesetzt werden.
Mit erhöhter Planung ergeben sich bessere Grundlagen für eine reibungslose Produktion. Detaillierte Zeichnungen und Arbeitspläne reduzieren die Nachfragen durch Unstimmigkeiten bei der Montage und somit die damit verbundenen Zeiten und Kosten.

- Planungszeit

Im Rahmen des vorliegenden theoretischen Vergleiches kann keine explizite Aussage getroffen werden, da sich keine planerischen Daten erheben ließen. Dies liegt vor allem an dem Sachverhalt, daß im Sanitärbereich derzeit ein minimaler Planungsaufwand in der Fertighausindustrie praktiziert wird.

- Produktionszeit in der Halle

Eine Gegenüberstellung der Haustypen mit Zentralem Installationskern und konventionellem Installationssystem ergibt beim Einsatz eines Zentralen Installationskern eine Steigerung der Produktionszeiten in der Halle um 58% im Bezug auf den Aufwand bei herkömmlicher Installation (Bild 9-4).
Diese Steigerung ist die Konsequenz der Verlagerung von Montagezeiten, die beim konventionellen Installationssystem auf der Baustelle anfallen, vom Bau in die Halle.

- Montagezeit auf der Baustelle

Durch die Verlagerung von Montagezeiten von der Baustelle in die Halle, durch Zeitersparnis aufgrund von Verkürzung der Anschlußleitungslängen und das Wegfallen von Installationsarbeiten beim Haustyp mit Zentralem Installationskern, verringert sich die Zeit, die zur Montage auf der Baustelle benötigt wird.
Hier zeigt sich beim Zentralen Installationskern eine Reduzierung durch Verlagerung und Einsparung von 47% im Bezug auf die herkömmliche Installation (Bild 9-5).
Sie wird im Kellerbereich durch Einsparungen bei der Verlegung von Frischwasserleitungen unter der Kellerdecke und durch die Vermeidung von langen Sammelanschlußleitungen unter der Kellerdecke erreicht.
Bei der sanitären Rohmontage liegen die Einsparungspotentiale hauptsächlich im Abwasserbereich, der bis auf die Abwasser-Einzelanschlußleitung der Spüle im Erdgeschoß und im Obergeschoß, komplett in der Halle in den Zentralen Installationskern eingebracht wird.
Eine Begleiterscheinung der Reduzierung von Montagezeiten auf der Baustelle ist, daß die Zahl der Anfahrten verringert werden kann. Kosten, die für lange Anfahrtswege, Übernachtungen und die Auslöse für Monteure entstehen, können reduziert werden.

Insgesamt lassen sich beim Einsatz eines Zentralen Installationskerns im Vergleich zur heute üblichen Hausinstallation die Montagezeiten um ca. 20% reduzieren (Bild 9-6).

9.4.1.2 Materialkosten

Ein wichtiges Argument für den Einsatz des Zentralen Installationskerns sind erzielte Materialeinsparungen durch Vermeidung langer Installationswege. Eine durchgeführte Kostenanalyse im Frischwasser- und Abwasserbereich ergab eine Materialkosteneinsparung von 25% (Bild 9-8). Für den Installationskern stellen diese Gewerke den Hauptanteil und somit den stärksten Kostenfaktor dar. Übertragen auf andere Installationen lassen sich dort Einsparungen in ähnlicher Größenordnung vermuten.

Bei der Untersuchung ergaben sich:
Für den **Abwasserbereich**

- Einsparungen von 45% der gesamten Rohrlänge der Fallrohre und Sammelanschlußleitungen
- Materialkosteneinsparungen von 11%.

Dieses unproportionale Verhältnis kommt durch die Zusammensetzung der Materialkosten im Abwasserbereich zustande. Zu den Materialkosten für die Abwasserrohre wurden zusätzlich auch die Kosten für die Montageelemente der Sanitärkeramiken und die der daran befestigten Armaturenanschlüsse gerechnet.

Im **Frischwasserbereich** ergaben sich

Für den Kaltwasserbereich

- Einsparungen von 46% der gesamten Rohrlänge der Kaltwasserleitungen
- Materialkosteneinsparungen von 31%.

Die Umplazierung der Küche und des Heizraumes an den Kern ist zu einem großen Teil für die Reduzierung der Leitungslängen verantwortlich. Sie wird durch die allgemein kürzeren horizontalen Installationswege ergänzt.

Für den Warmwasserbereich
- Einsparungen von 45% der gesamten Rohrlänge der Warmwasserleitungen
- Materialkosteneinsparungen von 49 %.

Hier zeigt sich der gleiche Sachverhalt wie beim Kaltwasser.
Für den Regenwasserbereich
- Einsparungen von 24% der gesamten Rohrlänge der Regenwasserleitungen
- Materialkosteneinsparungen von 18 %.

Der Regenwasserbereich umfaßt den Anschluß der WC´s im Erdgeschoß und im Obergeschoß. Da es sich hier nur um sehr kurze absolute Leitungslängen handelt, ist die negative Materialkostenersparnis die Folge von Ungenauigkeiten im Modell. Es handelt sich hier um eine Längendifferenz von 2 m bei ca. 10 m Gesamtlänge der Regenwasserleitungen.

Eine Betrachtung der Materialkostenstruktur in Bild 9-10 zeigt im Bereich der Rohrleitungen Materialeinsparungen durch kürzere Leitungswege. Den größten Materialkostenanteil stellen aber Einbauten wie Montageelemente und Verteiler dar (Bild 9-9). Solche Komponenten werden in der herkömmlichen Installation genauso wie im Zentralen Installationskern benötigt. Dabei kann also durch Einsatz eines Zentralen Installationskernes keine Kosteneinsparung erreicht werden. Die Grafik in Bild 9-9 zeigt aber, daß gerade in diesem Bereich zum Teil noch große Einsparpotentiale vorhanden sind, speziell wenn hier fertighausspezifische Module verwendet werden. Auf Grund der Untersuchung konnten einige Ansatzpunkte für weitere Einsparmaßnahmen gefunden werden:

1. Der große Kostenblock der Montageelemente (=Metallrahmen zur Befestigung der Sanitärkeramiken und Armaturen) muß in der Weiterentwicklung des Zentralen Installationskernes optimiert werden. Dies könnte durch die genaue Abstimmung der Montageelemente auf die Anforderungen des Einbaus im Zentralen Installationskern realisiert werden. In dieser Richtung sind nach Aussagen der Geberit GmbH bereits erste Unternehmungen angelaufen. Eine weitere Möglichkeit wäre die Entwicklung von Montageelementen aus hochfesten Holzwerkstoffplatten, wie z. B. Furnierschichtholz.

2. Für die Verbindung oder den Abzweig von Leitungen benötigte Fittings sollten günstigere Alternativen entwickelt werden. Hier könnte der Einsatz von Kunststoff-Fittings als Alternative zu den herkömmlichen Rotguß-Fittings eine Kostensenkung herbeiführen. Nach Auskunft von Sanitärherstellern sind hier Preisdifferenzen bis zu 40% möglich.

3. Die kostenintensive Belüftung des Abwasserfallrohres über Dach muß überdacht werden. Der Markt bietet hier bereits Produkte an, die eine Belüftung mittels eines speziellen Ventils erlauben. Das Ventil könnte im zentralen Installationskern eingebaut werden und das Abwassersystem belüften. Einem breiten Einsatz steht jedoch bislang die fehlende bauaufsichtliche Zulassung entgegen.

4. Der Einsatz von teuren Dämmschläuchen zur Dämmung der Kalt- und Warmwasserleitungen muß kritisch betrachtet werden. Die Dämmschläuche kosten teils genauso viel wie die Rohrleitung selbst. Ein wirtschaftlicher Nutzen, in der Einsparung von Wärmeenergie begründet, ist jedoch im Einfamilienhaus selten gegeben. Hier betragen die Amortisationszeiten für die Dämmung von Warmwasserleitungen in manchen Fällen mehrere hundert Jahre. Daher sollte genau untersucht werden, an welchen Stellen Dämmung aus bauphysikalischer Sicht (Tauwasserausfall) unbedingt erforderlich ist und an welchen Stellen auf Rohr-in-Rohr-Systeme zurückgegriffen oder ganz auf Dämmung verzichtet werden kann.

9.4.2 Monetär indirekt bewertbare Kriterien

Zu den monetär indirekt bewertbare Kriterien zählt vor allem der Vorfertigungsgrad bei der Produktion. Anhand der Produktionszeiten in der Halle und der Montagezeiten auf der Baustelle kann der Vorfertigungsgrad bestimmt werden:

$$\text{Vorfertigungsgrad} = \frac{\text{Produktionszeit in der Halle}}{(\text{Produktionszeit in der Halle} + \text{Montagezeit auf der Baustelle})}$$

Bei der Auswertung der Zeitaufnahme ergab sich ein Vorfertigungsgrad von rund 25 % für die herkömmlichen Installation und von etwa 50 % für den Einsatz eines zentralen Installationskerns. Die Bilder 9-4, 9-5 und 9-7 verdeutlichen diesen Sachverhalt.
Ein höherer Vorfertigungsgrad bietet Vorteile, die in ihrer Gesamtheit zu Kostensenkungen führen. Beispiele dafür sind:

- bessere Möglichkeit der Güteüberwachung und Qualitätskontrolle als auf der Baustelle
- Vermeidung von Improvisationen,
  damit Senkung der Reklamationen und der Kulanzkosten
- kompakte, übersichtliche Einbausituation
- Möglichkeit der Nachrüstung oder Modernisierung durch einfache Zugänglichkeit
- genau definierte Lage von Rohren
- kurze Wege für den Installateur,
  damit kaum noch „Wanderungen" durch den Rohbau nötig
- optimale Umgebungsbedingungen zu jeder Jahreszeit
- gute Unterstützung durch Handlingstechnik, Vorrichtungen, stationäre Maschinen
- sofortige Verfügbarkeit von Zubehör und Material,
  damit keine Sonderfahrten von der Baustelle in die Werkstatt
- Reduzierung der Fahrtkosten und der Auslöse bei mehrtägigen Montagen durch Verkürzung der Baustellenzeit
- Nutzung definierter Wertstoffkreisläufe und Entsorgungsmöglichkeiten für Installationsreststoffe im Betrieb

Alle Punkte tragen dazu bei, daß der Einbau der Haustechnik für die Arbeitskräfte einfacher ist und unter besseren Arbeitsbedingungen stattfinden kann. und durch Verbesserung der Einbauqualität günstiger und weniger schadensanfällig ist.

Mit dem Einsatz eines zentralen Installationskerns verringert sich außerdem die Anzahl an Wand- und Deckendurchbrüchen, die für eine herkömmliche Installation notwendig wären (Bild 9-11). Sie erfordern auf der Baustelle eine fachlich einwandfreie Ausführung und sind daher mit einem hohen Kostenaufwand verbunden.

Durch eine weitgehende Vorfertigung in der Halle kann die Qualitätskontrolle besser durchgeführt werden. Der erhöhte Planungsaufwand reduziert Fehler aus Unwissenheit und Improvisation durch unklare Vorgaben. Auf lange Sicht können so Kulanzkosten und Kosten aus Reklamationen reduziert werden. Außerdem bewirkt gute Qualität ein positives Firmenimage.

Mit der Verlagerung der Produktion in die Halle ergibt sich auch in erhöhtem Maße die Möglichkeit, Fertigungsabläufe zu standardisieren und in weiteren Schritten zu rationalisieren. Eine Möglichkeit hierzu bietet z.B. der Zukauf von vorgefertigten Baugruppen und Modulen für bestimmte Komponenten des Kernes oder die Verwendung alternativer und besser geeigneter Bauteile.

Die bisherigen Betrachtungen beschränkten sich allein auf die Kosteneinsparung bei der vertikalen Installation in einem zentralen Installationskern. Ein weiteres, großes Einsparpotential liegt in der Optimierung der Installations-Horizontalverteilung. In derzeit laufenden Folgeprojekten werden diese Einsparmöglichkeiten näher untersucht.

10. Praxiserfahrungen bei der Planung, Fertigung und Montage eines Installationskernes

Im Rahmen des Projektes wurden parallel zu theoretischen Arbeiten auch praktische Untersuchungen durchgeführt. Die Arbeiten erfolgten an konkreten Teilprojekten in enger Zusammenarbeit mit Partnern aus der Industrie. Dazu zählen auf der einen Seite Fertighaushersteller und auf der anderen Seite Partner aus der Haustechnik-Branche, wobei hierbei vorwiegend Firmen aus dem Sanitär- und Heizungsbereich beteiligt waren.

10.1 Grundlagen zur Konstruktion

Mit der Konstruktion, Prototyp-Fertigung und der Montage eines gebäudehohen, vorgefertigten Installationskernes für ein Fertighaus sollten erste Praxiserfahrungen gesammelt werden. Die Arbeiten sind in Kooperation mit einigen Firmen aus der Sanitär- und Elektrobranche sowie mit einem Fertighaushersteller durchgeführt worden. Aus den Ergebnissen und Erfahrungen dieser Zusammenarbeit sind die folgenden Empfehlungen und Ausführungsregeln für die Planung, die Fertigung und den Einbau vorgefertigter Installationsmodule abgeleitet worden.

Für die Prototypentwicklung wurde ein Fertighaus in Holztafelbauweise ausgewählt. Grundriß und Ansichten des Gebäudes sind in Bild 10-1 und 10-2 dargestellt. Der Gebäudegrundriß erlaubt die Bündelung der gesamten Haustechnik in einem geschoßübergreifenden Installationskern. Erdgeschoß hat der Kern eine Breite von 1,58 m. Im Obergeschoß ist wegen dem größeren Installationsbedarf eine Breite von 2,82 m erforderlich. Damit hat der Installationskern die Form eines umgekehrten L. Bei dieser Lösungsvariante ist das WC im Erdgeschoß und das Bad im Obergeschoß übereinander angeordnet.

Das Grundgerüst der Konstruktion besteht aus einem Ständerwerk aus Vollholz, NH S10. Die Schale der tragenden Seite mit Sanitärkeramiken und den darauf einwirkenden Belastungen besteht aus 6/12 cm Kanthölzern. Die andere Seite ist mit 6/7 cm Hölzern ausreichend dimensioniert. Der lichte Abstand zwischen den Ständern beträgt 150 mm.

Neben der Möglichkeit, die Sanitärelemente direkt zwischen die aufrechten Ständer einzubinden, wobei die Abstände der Ständer neben Plattenmaßen auch nach den Maßen von Sanitär-Montageelementen (z.B. Geberit Duofix, Viega swift, etc.) zu richten sind, gibt es auch die Möglichkeit einen Sanitärbereich durch zwei horizontale Querriegel abzugrenzen. Dazwischen können die Elemente variabel und unabhängig vom Rest des Ständerwerks auf die Breite des Kernes verteilt werden. Problematisch dabei ist jedoch, daß der Querriegel dem Abwasserfallstrang und einem evtl. eingebauten Abgasschacht im Weg ist, was die Breite des Kernes vergrößert.

Für beide Wandschalen des Kernes können auch Kanthölzer mit kleineren Holzquerschnitten (≤6/12cm) verwendet werden. Um dabei die nötige Steifigkeit der Konstruktion zu erreichen, müssen die Schalen miteinander verbunden werden. Hierzu eignen sich Streifen aus Holzplattenwerkstoffen, die an gegenüber liegenden Ständern befestigt werden.

Für den Prototyp wurde eine Mischform der zwei o.a. Holzbauweisen gewählt um die Sicherheit zu gewährleisten, daß beim Aufstellen des Kerns über die Breitseite keine unzulässige Durchbiegung auftritt bei der Einbauten beschädigt werden könnten.
Bei dieser Lösungsmöglichkeit werden allerdings auf die gesamte Fläche des Kerns schallharte Verbindungspunkte zur anderen Wandseite verteilt. Diese wirken sich negativ auf die Schalldämmung des Bauteils aus.
Die schalltechnische Auswirkung einer solchen aussteifenden Maßnahme wurde bei einer Schallmessung am Prototypen im eingebauten Zustand untersucht (Kap 10.2).

10.2 Planung

Mit Rücksicht auf seitliche Mindestabstände werden Sanitärkeramiken passend ausgewählt und angeordnet. Der Sitz von Heizungsverteilereinheiten wird festgelegt. Bild 10-3 zeigt die angeschlossenen Komponenten und ihre Anordnung.
Aus den gegebenen Achsmaßen, Breiten der Montageelemente und Höhen der Anschlüsse wird das Riegelwerk für Vorder- und Rückseite geplant. Die ist in den Bildern 10-4 bis 10-6 dokumentiert.
Im Laufe des Projektes wurden in enger Zusammenarbeit mit Sanitärherstellern und einem Fertighaushersteller Ansatzpunkte für Änderungen solcher Montageelemente erarbeitet, um eine rückseitige Montage in das schon beplankte Ständerwerk zu ermöglichen. Darunter fiel auch die Kürzung der Rahmen für Waschtisch und Armaturen (Bild 5-2). Die Lasten, die an solchen Einbauten auftreten, können in das Ständerwerk eingeleitet und abgetragen werden. Die Befestigung muß mit Holzschrauben nach DIN 571[10-1] erfolgen.
Als nächstes muß noch die Zugänglichkeit der Anschluß-Fittings für die Montage der Versorgungsleitungen von hinten ermöglicht werden.

Mit Hilfe von Bohrschablonen werden die Bohrbilder erstellt und auf die Beplankung übertragen. Bild 10-7 zeigt das bemaßte Bohrbild der Sanitärseite.

Die Höhen- und Achsmaße der Abläufe dienen als Fixmaße für die Planung des Abwasserfallstrangs und der Sammelanschlußleitungen. Hierzu wurde ein Schallschutzrohr aus mineralisch beschwertem Kunststoff mit Schnellverbindern eingesetzt. Bild 10-8 zeigt den bemaßten Abwasserbaum.
In Bild 10-9 zeigt sich der Unterschied zwischen einer Verbindung mit Spannverbindern und einer Schweißverbindung. Abstände von Formstücken können bei Schweißsystemen geringer gehalten werden.
Im Vertikalschnitt in Bild 10-10 ist die zentrische Lage des Abwasser-Fallstrangs erkennbar. Damit ist es möglich, Abwasseranschlüsse problemlos auf beide Seiten des Kerns zu legen.

In weiteren Planungsschritten folgen die Anordnung von Kaltwasser, Warmwasser und Regenwasser (Bild 10-11). Für diese Leitungen im Druckrohrbereich wurde ein Kunststoff-Aluminium-Verbundrohr-System gewählt.
Des weiteren erfolgt die Integration von Heizungsleitungen (Bild 10-12), Verteilerventilen, Solarleitungen und der Gasleitung im Bereich der Steigleitungen. Auch die Rohre und Steckdosen für eine Zentrale Staubsaugeranlage wurden mit eingeplant.

Der Horizontalschnitt in Bild 10-13 zeigt die Belegung der Steigleitungen und den geringen Spielraum für Leitungen von Horizontalverteilungen.
Beim Bau des Prototyps in L-Form stellte sich folgendes Problem heraus:
Alle Ver- und Entsorgungsleitungen für das Obergeschoß müssen durch den geringeren Querschnitt im EG-Bereich geführt werden. Dabei können in Kreuzungsbereichen Körperschallbrücken auftreten, und es bleibt wenig Platz für Absorptionsmaterial.

Zu allen Planungsphasen wurden detaillierte Werkpläne und ein Arbeitsablaufplan erstellt. Mit Hilfe der Pläne konnten genaue Materiallisten erstellt werden.

10.3 Fertigung des Installationskernes

Analog zu in den Kap 10.1.3 beschriebenen Planungsabschnitten erfolgte die Fertigung des Installationskernes in folgenden Einzelschritten:

1. Fertigung des Riegelwerks für Sanitär- und Rückseite
2. Aufbringen der Beplankung
3. Bohren der Anschlußdurchbrüche
4. Einlegen und Befestigen der Montageelemente an den seitlichen Ständern
5. Anschluß des Abwasserrohres an die Montageelemente und Befestigung
6. Einbau der Rohre für die Staubsaugeranlage
7. Einbau der Versorgungsleitungen
8. Einbau der Heizungsleitungen
9. Einbau der Solarleitungen
10. Einbringen von schallabsorbierendem Material
11. Schließen des Kerns durch Montage der Rückseite
12. Anbringen von Hebepunkten zur Verladung und zum Einbau auf der Baustelle
13. Verschluß der Rohre gegen Schmutz und Beschädigung bei Transport und Einbau

Die Bilder 8-1 und 8-2 zeigen die Fertigung des Installationskerns in schematischer Form und als Foto. Der Installateur montiert die Einbauten von hinten in die liegende Sanitärschale.

10.4 Einbau des Installationskernes auf der Baustelle

Bild 5-3 zeigt das Aufstellen des Kernes über die breite Seite mit Hilfe des Krans. Das Einsetzen erfolgt dann in die Öffnung der Decke des Erdgeschosses (Bild 8-3 und 8-4).
Nach Fertigstellung des Rohbaus wurde der Installationskern mit dem Hauptanschluß des Gebäudes verbunden und die angeschlossenen Badezimmer und WC–Räume eingerichtet.

10.5 Probleme bei Planung und Ausführung

Im Laufe des Projektes stellten sich durch Erfahrungen aus Planungsabläufen und durch Gespräche mit Architekten, Handwerkern, Planern und Vertrieb auch Schwachstellen und Problempunkte des Zentralen Installationskerns heraus. Nachfolgend sind die wichtigsten Punkte angeführt:

1. Eingefahrene Planungs- und Produktionsstrukturen lassen Neuentwicklungen nur schwer zu.
2. Die Kommunikation als Grundlage für die Zusammenarbeit der beteiligten Gewerke war aus Sicht der Planung nur unzureichend gegeben.
3. Verschiedene Interessenlagen sind nur bedingt aufeinander abstimmbar.
4. Unsicherheit bei Normen und Richtlinien.
5. Vertrieb von Fertighäusern fühlt sich in seiner Möglichkeit eingeschränkt, individuelle Grundrisse anbieten zu können und sieht Kostensenkung nicht als vorrangiges Verkaufsargument an.
6. Marktgängige Systemlösungen sind nur teilweise für die vorgeschlagene Inwandmontage einsetzbar.

11. Bauphysikalische Untersuchungen an einem Installationskern

11.1 Untersuchungen über das Schalldämmverhalten eines vorgefertigten Installationskernes

11.1.1 Einleitung

Der Einbau eines leichten, geschoßübergreifenden Installationsschachtes in ein Fertighaus leichter Bauart stellt für den Schallschutz eine besondere Herausforderung dar, will man doch durch den Einsatz von vorgefertigten Installationssystemen eine Verbesserung des Schallschutzes - im Vergleich zu einer herkömmlichen Hausinstallation - erreichen. Bei der leichten Bauweise treten andere schalltechnische Probleme auf, die man mit den aus dem Massivbau bekannten Methoden nicht immer lösen kann. Da bislang nur wenige Erkenntnisse, z.B. [11-1], über den Installationsschall in derartigen, leichten Konstruktionen vorliegen, sollten Messungen erste Anhaltspunkte über das schalltechnische Verhalten bringen.

11.1.2 Ziel der Untersuchung

Die Untersuchungen haben das Ziel, erste orientierende Werte über die bauakustischen Eigenschaften eines geschoßübergreifenden Installationskernes leichter Bauart zu erhalten. Dazu soll ein Installationskern in ein Einfamilien-Fertighaus leichter Bauart eingebaut und schalltechnisch untersucht werden. Durch stufenweise Veränderung des Schalldämmniveaus ist die Wirkung einzelner Schallschutzmaßnahmen zu ermitteln. Basierend auf den Ergebnissen dieser Schallmessungen sollen Empfehlungen für die Konstruktion von vorgefertigten Installationsmodulen abgeleitet werden.

11.1.3 Grundlagen Installationsschall

Die Geräusche, die in einem Gebäude auftreten, sind sehr vielfältig, ebenso die Geräuschquellen und ihre Form der Schallübertragung in andere Räume. Immer wieder kommt es zu Streit zwischen Bewohnen oder gar zu gerichtlichen Auseinandersetzungen, weil sich Menschen durch Geräusche aus der Sanitärinstallation in ihrer Intimsphäre belästigt fühlen. Daher ist es notwendig, Installationssysteme im Bezug auf das bauakustische Verhalten genauer zu analysieren.
Im Installationsbereich treten sowohl Luft- als auch Körperschall auf. Der Luftschall entsteht hauptsächlich durch betriebsbedingte Vorgänge im Installationssystem. Der Körperschall entsteht zum einen im Installationssystem selbst, wird aber auch durch Betätigung und Nutzung von Sanitärobjekten verursacht. Die Schallarten unterscheiden sich durch ihre Anregungsart und das Übertragungsmedium. Als Übertragungsmedien kommen für den Luftschall Luft und für den Körperschall Feststoffe in Frage. Da sich die Übertragungsmedien der verschiedenen Schallarten so gravierend unterscheiden, müssen die Schallschutzmaßnahmen ebenso unterschiedlich sein. Die physikalischen Zusammenhänge sind sehr komplex und lassen ein breites Spektrum unterschiedlichster schalldämmender Maßnahmen zu. Prinzipiell unterscheidet man primäre und sekundäre Schallschutz- Maßnahmen (Bild 11-1). Vorrangiges Ziel sollte es sein, die Schallemissionen an der Quelle zu reduzieren. Erst wenn die primären Maßnahmen ausgeschöpft sind, sollte man auf die sekundären Maßnahmen zurückgreifen, die sich im wesentlichen auf die Dämmung und Dämpfung der bereits entstandenen Schallwellen beschränken. Bild 11-2 stellt dar, welche Schallquellen im Installationskern Geräusche erzeugen und auf welchen Wegen der Luft- und Körperschall in die angrenzende Räume gelangt. Folgende Schallquellen sind im oder am Installationskern wirksam:

- Schallquelle Spülkasten, hier speziell Spül- und Füllgeräusche (1)
- Schallquelle WC (2)
- Fließ- und Prallgeräusche im Rohrsystem (3)
- Nutzergeräusche aus dem Bad (4)
- Schallemissionen von heiz- und lüftungstechnischen Anlagen (5)

Der entstehende Schall wird auf folgenden Wegen übertragen:

- über die Verschraubungen der Sanitärelemente an der Wand (6)
- über die Körperschallbrücke zwischen WC- Schüssel und der Wand (7)
- über eine Körperschallweiterleitung über flankierende Bauteile (8)
- über undichte Fugen und Anschlüsse (Fugenschall) (9)

Schließlich ist noch auf eine Schallpegelerhöhung im Schacht aufgrund von Schallreflexion (10) [11-15] zu achten. Das Schema in Bild 11-2 zeigt auch, daß auf den Installationskern installationsspezifische, aber auch externe Faktoren einwirken. Zu den installationsspezifischen Geräuschen zählen:

Betriebsgeräusche
- Fließ- und Prallgeräusche in der Rohrinstallation
- Ventilgeräusche
- Geräusche von Pumpen, Ventilatoren etc.

Betätigungsgeräusche
- Öffnen und Schließen von Armaturen
– Auslösen des Spülvorganges am WC

Nutzergeräusche
- Hantierungsgeräusche
- Plätschern, Rutschen in der Badewanne
- Spureinlauf etc.

Die genannten Geräuscharten gehen nach DIN 52219 [11-2] unterschiedlich in die Bewertung des Installationsschallpegels L_{IN} ein. Die Betriebsgeräusche werden als Hauptbeurteilungskriterium für den Installationsschallpegel herangezogen. Die überwiegende Zahl der Betätigungs- und Nutzergeräusche dagegen stellen im Sinne der Bauakustik sogenannte kurzzeitige Geräuschspitzen dar. Auch wenn für diese Geräuscharten derzeit noch keine zahlenmäßigen Anforderungen festgelegt sind, so können sie dennoch die Wohnqualität in einem hohen Maße beeinträchtigen und auch zu Streitfällen führen. Das gilt insbesondere bei niedrigem Grundgeräuschpegel. In die Messungen wurden daher nicht nur die in der Normung benannten Betriebsgeräusche, sondern orientierend auch die Betätigungs- und Nutzergeräusche einbezogen. Von besonderem Interesse ist dabei der Einfluß jener externen Faktoren, welche die Schallübertragung beeinflussen. Hierzu zählen die Schallängsleitung, vertikal, über den Installationskern vom OG ins EG, die Schallübertragung über flankierende Bauteile, die Schallübertragung über offene Anschlußfugen sowie konstruktionsbedingte und materialbedingte Eigenarten des Kerns.

11.1.4 Gegenstand der Untersuchung

11.1.4.1 Beschreibung des Gebäudes

Die Untersuchungen wurden in einem üblichen Einfamilien-Fertighaus leichter Bauart mit Keller durchgeführt. Alle Räume mit höherem Installationsbedarf (Bad, WC, Küche) grenzen unmittelbar an den Installationskern an (Bild 11-3). Die Sanitärelemente (Waschbecken, WC, Dusche etc.) sind unmittelbar an den Kern angedockt. An den Installationskern grenzt im Obergeschoß das Kinderzimmer als schutzbedürftiger Raum an. Im Erdgeschoß befindet sich ein einziger großer Raum für die Funktionen Kochen, Essen und Wohnen.

Die wichtigsten Bauteile des Hauses haben folgenden Schichtaufbau und folgendes Flächengewicht:

Material	Dicke in mm	Flächenbezogene Masse m´ in kg/m² (im Gefachbereich)
Außenwand (von Innen nach Außen):		
Gipskartonplatte	18	
Installationsebene	30	
Gipskartonplatte	12,5	
Holzspäne	190	
Außenbohle (Fichte)	50	
Gesamtdicke	300	ca. 80
Innenwand:		
Gipskartonplatte	9,5	
Gipskartonplatte	9,5	
Holzspäne	120	
Gipskartonplatte	9,5	
Gipskartonplatte	9,5	
Gesamtdicke	158	ca. 50
Fußboden (von oben nach unten):		
Belag		
Trockenunterboden	2 x 12,5	
Weiche Holzfaserplatte	22	
Betonplatte	50	
Harte Holzfaserplatte	6	
Rauschalung (Fichte)	24	
Holzspäne	220	
Harte Holzfaserplatte	6	
Installationsebene	24	
Gipskartonplatte	18	
Gesamtdicke	395	ca. 240

Das Haus war in folgendem Ausbauzustand:

- Zum Meßzeitpunkt waren noch keine Innentüren eingebaut.
- Alle Wände waren auf der Raumseite verspachtelt, ebenso die Seiten des Installationskerns im Kinderzimmer (OG) und der Wohnküche (EG).
- Die Anschlußfugen zwischen Installationskern und flankierenden Bauteilen waren zunächst noch offen.
- Der Installationskern war durch Montagewinkel akustisch schallhart mit der Decke verbunden.
- Im Erdgeschoß lag der Installationskern akustisch schallhart am Unterzug an.
- Die an den Kern anschließenden Innenwände waren schallhart angeschraubt. Zwischen der Außenwand und dem Installationskern bestand ein Luftspalt mit etwa 1 cm Breite. Der Spalt war nicht mit Dämmmaterial ausgestopft.

Um eine möglichst gute Körperschallentkopplung des Installationskernes vom Baukörper zu erzielen, wurde der Kern im Bereich der Aufstandsflächen im OG und EG auf einem dämpfenden Material gelagert. Als Auflagermaterial wurde Regupol 6010 SH eingesetzt. Die dynamische Steifigkeit des Materials lag - unter Berücksichtigung der Belastung durch den Installationskern - bei rund 50 MN/m³.

11.1.4.2 Beschreibung des Installationskernes

Der Installationskern, hatte folgenden Aufbau (von der Sanitärseite zur Seite des schutzbedürftigen Raumes):

Material	Dicke in mm	Flächenbezogene Masse m´ in kg/m² (im Gefachbereich)
Gipskartonplatte	18	
OSB Platte	22	
Installationsebene (100% Absorptionsmaterial)	345	
Gipskartonplatte	18	
Gesamtdicke	403	ca. 60

Um das Schallverhalten des Installationskernes zu verbessern, wurde bei der Konstruktion ganz besonders auf eine konsequente akustische Entkopplung der beiden gegenüberliegenden Wandscheiben geachtet. Durch diese Trennung sollte eine Minimierung der Schallübertragung von einer Schale auf die andere Schale erreicht werden. Dazu mußte die Tragkonstruktion so dimensioniert werden, daß jede Scheibe für sich allein alle statisch relevanten Kräfte aufnehmen konnte. Das sind zum einen die Biegespannungen, die beim Transport und der Montage des Kernes wirken, zum anderen die recht hohen dynamischen Belastungen, welche bei der Nutzung entstehen. Eine weitere Schallschutzmaßnahme besteht darin, alle Installationsleitungen auf der Sanitärseite des Kernes zu montieren. So wurden die Versorgungsleitungen auf einer Traverse aus Holz (Schellenriegel) vormontiert und

dann auf der Seite des Installationskernes befestigt, der dem schutzbedürftigen Raum gegenüber liegt (Bild 11-4). Um auch eine bauakustische Entkopplung der übereinanderliegenden Räume zu erhalten, wurden die Beplankungen des Kernes in der Höhe der Geschoßdecke, horizontal, durch einen etwa 2 cm breiten Spalt getrennt. Der Spalt wurde mit weichem Füllmaterial (Dichtungsband aus Schaumkunststoff) ausgefüllt. Diese Trennfuge in der Beplankung sollte die Schallübertragung vom Obergeschoß in das Erdgeschoß über die Schalen des Installationskernes reduzieren.

Resonanzen
Bei einschaligen Wänden ist für eine gute Schalldämmung zwangsläufig eine große flächenbezogene Masse nötig. Bei zweischaligen Konstruktionen sind andere physikalische Mechanismen für die Schalldämmung maßgebend. Man spricht bei zweischaligen Wänden von einem Masse-Feder-Masse-System, wobei die Schalen als Masse dienen und der Füllstoff zwischen den Schalen die Aufgabe der Feder übernimmt. Im wesentlichen beeinflussen nach [11-3] folgende Parameter das Schalldämm-Maß:

- die dynamische Steifigkeit der Feder,
- die Masse der Schalen,
- die Biegesteifigkeit der Schalen,
- der Aufbau der Schalen und
- der Schalenabstand.

Bei ungünstigen Konstruktionen liegen die bei zweischaligen Konstruktionen auftretenden Doppelwand - Resonanzen in einem, für die Beurteilung nach DIN 4109, relevanten Bereich. Daher ist man immer bestrebt, die Resonanzenfrequenz - resultierend aus der Zweischaligkeit - in einen Bereich unter 60 Hz zu verschieben. Die Biegewellenresonanz, verursacht durch das Beplankungsmaterial, sollte hingegen durch Auswahl geeigneten Materials, d.h. durch ausreichend biegeweiche Schalen [11-3], nach oben verschoben werden. Außerdem sind bei einer Schachtkonstruktion, wie es der Installationskern darstellt, auch die Luftschallpegel-Erhöhungen von bis zu 10 dB(A), durch Schallreflexion, zu berücksichtigen [11-15].

Betrachtet man die Konstruktion des untersuchten Installationskernes im Hinblick auf die oben erwähnten Resonanzfälle und die Konstruktionsparameter, so ist festzustellen, daß durch den großen Schalenabstand von ca. 40 cm der Doppelwand- Resonanzeinbruch der Konstruktion in dem bauakustisch nicht relevanten Frequenzbereich unter 30 Hz liegt. Dieser Wert wurde an einem stark vereinfachten System überschlägig gemäß einem Berechnungsverfahren von Gösele [11-3] ermittelt.
Die Luftschallpegelerhöhungen, durch Schallreflexion, im Schacht, können durch das Einbringen von Absorptionsmaterial wirkungsvoll unterdrückt werden.

11.1.5 Schallmessung

11.1.5.1 Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Schalldämm-Maßnahmen

Da es über Installationsgeräusche in einem Fertighaus leichter Bauart bis heute nur wenige Daten gibt [z.B. 11-1], wurden an einem eingebauten Installationskern Baumessungen durchgeführt. Die Messungen sollen erste Anhaltspunkte über die schalltechnischen Problemstellen in einem geschoßübergreifenden, zentralen Installationskern leichter Bauart geben. Dazu wurde in einen aufbauenden Verfahren das Schalldämmniveau stufenweise von einem Minimalwert auf ein höheres Niveau angehoben. Die folgende Aufstellung gibt eine Übersicht über die untersuchten Schallschutzmaßnahmen und die angestrebten Ziele.

Nr.	Schallschutzmaßnahme	Angestrebtes Ziel
1	Entfernen der statisch notwendigen Hartfaserstreifen zwischen den beiden Schalen des Installationskernes	Konsequente Zweischaligkeit
2	Hohlraumbedämpfung des Schachtes. Füllungsgrad 100% Füllungsgrad 30%	Resonanzverhalten und Luftschalldämmung verbessern
3	Austausch des PE-Abwasserrohres gegen ein mineralisch beschwertes Abwasserrohr	Reduzierung des in den Installationskern eingeleiteten Luftschalles
4	Abdichten der Anschlußfugen zwischen Installationskern und Baukörper	Reduzierung des Fugenschalls
5	Einsatz von Schallschutz-Sets für WC und Waschbecken	Minderung der Nutzergeräusche
6	Körperschallentkopplung des Halterahmens der WC-Schüssel	Reduzierung der Installations- und Nutzergeräusche
7	Einbringen eines horizontalen Schotts in den Installationskern im Bereich der Geschoßdecke zwischen EG und OG.	Reduzierung der Luftschallübertragung und des Kamineffektes (zusätzlich Verhinderung der Luft-Konvektion im Schacht)
8	Montage einer Vorsatzschale auf der schutzbedürftigen Seite	Verbesserung der Luft- und Längsschall-dämmung; Minderung des Installations-geräuschpegels

Im einzelnen sind folgende aufbauende Schallschutzmaßnahmen näher untersucht worden:

Ausgangszustand:
Der Installationskern war vollständig beplankt. Für die Schallmessung konnte die Doppelbeplankung des Kernes im Bad und im WC teilweise demontiert werden, um verschiedene Änderungen vornehmen zu können. Im Ausgangszustand waren zunächst die beiden Schalen des Installationskernes durch einzelne Hartfaserstreifen mit einer Dicke von 6 mm miteinander verbunden (Bild 11-4). Die Hartfaserstreifen dienten der statischen Aussteifung des Kernes während des Transportes und bei der Montage. Im eingebauten Zustand hatten diese Versteifungen keine Funktion mehr zu erfüllen und konnten daher ausgebaut

werden. Hinter den Versorgungsleitungen und dem Abwasserrohr war im voraus Absorptionsmaterial eingebaut worden, da diese Stellen später schlecht zugänglich waren (Bild 11-5 und 11-6).

Maßnahme 1:
Entfernen der aus statischer Sicht notwendigen Hartfaserstreifen. Diese Hartfaserstreifen wurden für eine spätere Vergleichsmessung (Maßnahme 8) nochmals montiert. Das Entfernen der Hartfaserstreifen, die als Körperschallbrücken den Schallschutz negativ beeinflussen, sollte den höchstmöglichen Entkopplungsgrad der beiden Schalen bewirken. Dadurch sollte die Schallweiterleitung in die Schale der schutzbedürftigen Seite minimiert und die Körperschalldämmung erhöht werden.

Maßnahme 2:
Hohlraumdämpfung des Installationskernes mit Absorptionsmaterial (Baumwolle, DMB 20). Ziel war es, das Resonanzverhalten und die Luftschalldämmung des Kerns zu verbessern. Der Hohlraum wurde im ersten Schritt vollständig mit Absorptionsmaterial ausgefüllt. In einem weiteren Schritt wurde die Füllung auf etwa 30% der ursprünglichen Menge reduziert. Mit diesen beiden Ausführungsvarianten sollte festgestellt werden, ob ein völliges Befüllen des Hohlraums zu einer wesentlichen Verbesserung des akustischen Bauteilverhaltens führt.

Maßnahme 3:
Austausch des üblichen, dünnwandigen Kunststoff-Abwasserrohrs gegen ein mineralisch beschwertes Abwasserrohr (Bild 11-7). Mit dieser Maßnahme sollte - untersucht werden, ob sich die guten Schalldämm-Werte, die im Labor unter Meßbedingungen auf einer Installationswand von 180 kg/m² Flächengewicht [11-4] erzielt wurden, unter bauüblichen Bedingungen in einem Fertighaus in Leichtbauweise bestätigen.

Maßnahme 4:
Abdichtung aller Anschlußfugen und Stoßfugen auf der Sanitärseite des Installationskerns mit einem dauerelastischen Dichtstoff (Terostat IX). In einem weiteren Schritt wurde die Fuge zwischen Installationskern und Firstpfette mit dem gleichen Material verschlossen. Die Fugenundichtigkeiten sollten beseitigt werden, um eine bessere Aussage über das Schalldämm-Maß des Kerns zu erhalten.

Maßnahme 5:
Entkopplung von Waschbecken und WC-Schüssel vom Installationskern mit handelsüblichen Schallschutz-Sets. Auf diese Weise sollten Nutzergeräusche soweit wie möglich reduziert werden. Auch hier war zu überprüfen, ob vorliegende Laborwerte aus dem Massivbau, zum Beispiel [11-5], auf den Leichtbau übertragbar sind.

Maßnahme 6:
In einem weiteren Schritt wurde der Metallrahmen des WC-Montageelementes über zwischengelegte EPDM-Streifen vom Ständerwerk des Installationskernes entkoppelt. Die Schraubenköpfe wurden ebenfalls mit EPDM-Material unterlegt, die Schäfte aber nicht durch Dämmhülsen isoliert. Die Schrauben wurden dabei ihrer

Aufgabe entsprechend stark angezogen (Bild 11-8 und 11-9). Mit dieser Maßnahme sollte versucht werden, den vom WC ausgehenden Körperschall nicht in den Baukörper einzuleiten.

Maßnahme 7:
Einbau eines horizontalen Schotts in Höhe der Zwischendecke zwischen Erdgeschoß und Obergeschoß. Für das 8 cm dicke Schott wurde ein weicher, offenzelliger Melaminharzschaum mit einer Dichte von 9,8 kg/m³ gewählt (Bild 11-10 und 11-11). Das allseitig eng anliegende und dicht abschließende Schott soll gleichzeitig den Luftschallschutz verbessern und eine mögliche Kaminwirkung mit nachteiliger Luftkonvektion im Inneren des Installationskernes verhindern.

Maßnahme 8:
Zusätzliche Montage einer schallentkoppelten Vorsatzschale auf der Wandung des Installationskernes im Bereich des Wohnraumes und des Kinderzimmers. Die Vorsatzschale besteht aus einer 12,5 mm dicken Gipskartonplatte und einer Unterkonstruktion, bestehend aus emfa Schwinghölzern. Der Hohlraum ist mit 50 mm dicker Baumwolle DMB 20 ausgefüllt (Bild 11-12). Die Vorsatzschale dient auch dazu, die Längsschalldämmung des geschoßübergreifenden Installationskernes zu verbessern.
Nach der ersten Messung mit Vorsatzschale, wurden die in Maßnahme 1 entfernten Hartfaserstreifen zwischen den beiden Schalen des Installationskernes wieder montiert. Die nachfolgende Vergleichsuntersuchung sollte zeigen, inwieweit die Vorsatzschale den nachteiligen, schalltechnischen Einfluß der verbindenden Hartfaserstreifen kompensieren kann.

11.1.5.2 Das Schallmeßkonzept

Das Schallmeßkonzept wurde in Zusammenarbeit mit dem Schallabor des Instituts für Fenstertechnik, Rosenheim, erarbeitet und umgesetzt. In dem Konzept sind die wichtigsten Schallarten und Schallwege berücksichtigt. Es wurden Messungen über die Luft- und Längsschalldämmung sowie über die Höhe der Installationsschallpegel und Nutzergeräusche durchgeführt. Aus Bild 11-13 wird das Meßkonzept ersichtlich. Gemessen wurde die Schallübertragung aus dem Kinder- und Badezimmer im Obergeschoß. Als Empfangsräume dienten Räume die horizontal (Kinderzimmer), diagonal (Wohnbereich im Erdgeschoß) und vertikal (Wohnbereich im Erdgeschoß) zu den Senderäumen hin angeordnet waren.
Gemäß Normbezeichnung handelte es sich um eine Schallprüfung nach DIN 52 210-03-G-L-B, wobei die Kurzzeichen folgende Bedeutung haben:

- 03 Teil 3 der DIN 52210
- G als Güteprüfung
- L zur Bestimmung der Luftschalldämmung
- B durchgeführt am Bau

11.1.5.3 Messung der Luftschalldämmung

Die Luftschallmessungen wurden gemäß der DIN 52210 Teil 3 [11-6] durchgeführt. Zur Messung der Luftschalldämmung zwischen zwei Räumen wurde über einen Dodekaeder-Lautsprecher rosa Rauschen erzeugt. Mit einem Bauakustik-Meßsystem wurden die Werte des Schallpegels im Senderaum (L_1) und im Empfangsraum (L_2) nach DIN 52210 Teil 1 [11-7] ermittelt. Aus den Meßwerten errechnet sich das Schalldämm-Maß R´ nach DIN 52210 Teil 1 zu

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{S}{A} \quad \text{in dB}$$

Bei der Messung zwischen versetzten Räumen bzw. zur Beurteilung der Schallängsdämmung wird anstelle des Schalldämmaßes R´ die Norm- Schallpegeldifferenz D_n nach DIN 52210 Teil 1 [11-7] bestimmt zu

$$D_n = L_1 - L_2 - 10 \cdot \lg \frac{A}{A_0} \quad \text{in dB}$$

bzw.

$$R_L = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{S_0}{A} \quad \text{in dB}$$

L_1	Schallpegel im Senderaum	dB
L_2	Schallpegel im Empfangsraum	dB
S	Fläche des dem Sende- und Empfangsraum gemeinsamen Bauteils, wobei vorausgesetzt wird, daß diese in beiden Räumen gleich groß ist	m²
A	äquivalente Absorptionsfläche im Empfangsraum	m²
A_0	Bezugs- Absorptionsfläche. Sofern nicht anderes festgelegt ist, wird A_0 =10 m² gesetzt.	m²
S_0	Bezugs- Trennfläche (=10 m²)	
R_L	Labor- Schallängsdamm-Maß	

Das Labor- Schallängsdamm-Maß R_L nach DIN 52210 Teil 7 [11-9] entspricht im Ergebnis der Norm- Schallpegeldifferenz D_n, da sich beide Größen auf A_0 =10m² beziehen.

11.1.5.4 Messung der Geräusche aus der Sanitärinstallation

Die Messungen der A- Schallpegel der Geräusche der Haustechnik, insbesondere der Sanitärinstallation, wurden nach DIN 52219 (7/93) [11-2] durchgeführt. Die Messungen der Nutzungsgeräusche im Sanitärbereich wurden ebenfalls nach dieser Norm ausgeführt, auch wenn keinerlei Anforderungen und Anregungsformen in der DIN 52219 definiert sind. Zur Beurteilung eines ausreichenden Schallschutzes gegenüber den Geräuschen aus der Sanitärtechnik wird der A-bewertete Luftschallpegel in dB(A) im betrachteten Aufenthaltsraum mit einem Präzisionschallpegelmesser nach DIN 45633 gemessen. Der A-bewertete Meßwert L wird in der Zeitfunktion „Fast" als Maximalwert $L_{A,F,max}$ ermittelt. Bei einer Unterschreitung des Mindest- Störpegelabstandes von 10 dB, wurde eine automatische Pegelkorrektur durchgeführt.

Zur Schallpegelerzeugung kamen folgende Geräte zum Einsatz:

- Lautsprecher Dodekaeder	Typ 229, 96 Ohm
- Missel Hammerwerk	System Gösele
- Installationsgeräuschnormal (IGN)	nach DIN 52218 [11-10]

Die Meßdaten wurden erfaßt mit:

- Vierkanal- Echtzeit- Analysator	Typ Nortronic 840
- Geeichtes Handschallpegelmeßgerät	Typ Nortronic 116

11.1.6 Ergebnisse der Untersuchung

Die Tabellen 11-1 bis 11-3 enthalten die Ergebnisse der durchgeführten Vergleichsuntersuchungen an verschiedenen Ausbauvarianten. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchte Konstruktion. Sie gelten nicht für andere Installationswände, da sowohl Konstruktion als auch Einbauzustand stark von dem untersuchten System abweichen können.

Die einzelnen Schalldämm-Maßnahmen und deren Kombinationen erbrachten folgende Ergebnisse:

Entkoppeln der Schalen

Generell kann festgestellt werden, daß bei zweischaligen Raumtrennwänden die Trennung der Schalen zu einer besseren Schalldämmung führt. Bild 11-14 macht deutlich, daß die Hartfaserstreifen das bauakustische Verhalten des Installationskernes im tieffrequenten Bereich negativ beeinflußt. Objektiv gesehen bleibt das Schalldämm-Maß mit 40 dB unverändert. Der subjektiv, vom Hörer, wahrgenommene Lärmpegel erscheint aber höher, da tiefe Frequenzen als störender empfunden werden.

Noch deutlicher wird es, wenn man diese Ergebnisse mit den Ergebnissen in einem Stadium mit besserem Dämmniveau vergleicht. In Bild.11-15 werden die Einflüsse der Hohlraumdämpfung, der eingebauten Hartfaserstreifen und der montierten Vorsatzschale auf das Luftschalldämm-Maß erkennbar. Es fällt auf, daß mit Vorsatzschale (Variante 7 und Variante 8) zwischen 125 Hz und 4000 Hz die Kurven fast deckungsgleich sind und erst im Frequenzbereich unter 125 Hz eine Verschlechterung durch die Hartfaserstreifen erkennbar wird. Ohne Vorsatzschale beeinflussen die Hartfaserstreifen den Luftschall über das gesamte Frequenzspektrum und reduzieren das Luftschalldämm-Maß um 3 dB, von 54 dB auf 51 dB.

Inwieweit die Hartfaserstreifen die Längsschalldämmung des Schachtes beeinflussen, konnte mit der hier durchgeführten Untersuchung nicht eindeutig quantifiziert werden, da die gemessenen Differenzen im Bereich der Meßtoleranzen einer Baustellenmessung lagen.

Betrachtet man die Installationsgeräusche, so erhöhen die Hartfaserstreifen den Schallpegel um bis zu 3 dB(A) (Tab 11-4). Wie hoch die jeweilige Pegelreduzierung ist, hängt sehr stark von der untersuchten Geräuschquelle und der Anregungsart ab. Die Hartfaserstreifen stellen Körperschallbrücken dar, welche die Weiterleitung der Schallwellen des Installationsgeräusches begünstigen. Im hochgedämmten

Zustand (Variante 7) spielen jedoch die Hartfaserstreifen für die Installationsgeräusche eine untergeordnete Rolle.

Abdichten der Fugen

Entscheidend für das Luftschalldämm-Maß ist ein dichter Abschluß der Anschlußfugen zwischen flankierendem und trennendem Bauteil (Bild 11-2, Punkt 9). Bei den hier durchgeführten Messungen wurde allein durch die Fugenabdichtung zwischen Installationskern und Baukörper eine Verbesserung der Schalldämmung um 6 dB erreicht. Das Ergebnis ist in Bild 11-16 dargestellt.

Hohlraumdämpfung

Aus Bild 11-17 wird deutlich, daß durch Einbringen von Absorptionsmaterial in den Hohlraum des Installationskerns das Luftschalldämm-Maß wirksam verbessert wird. Eine Befüllung des Hohlraumes zu ca. 30% mit Absorptionsmaterial erbrachte ein Verbesserungsmaß von 7 dB. Eine weitergehende Befüllung ergab keine signifikante Verbesserung des Schalldämmverhaltens.

Schalldämmendes Abwassersystem

Eine der größten Geräuschquellen im Bereich der Gebäudeinstallation sind die Geräusche aus durchströmten Abwassersystemen. Dabei setzt sich das Abwassergeräusch aus einem Luft- und Körperschallanteil zusammen. Um die Geräuschquelle Abwasserrohr genauer untersuchen zu können, wurde im Laufe der Messungen das dünnwandige Standard-Abwasserrohr aus Kunststoff teilweise gegen ein Schallschutzrohr ausgetauscht. Als Austauschrohr wurde ein mineralisch beschwertes Abwasserrohrsystem gewählt (System Geberit). Die Vergleichsmessungen erbrachten im vorliegenden Fall nur ein Verbesserungsmaß von 2 dB(A).

Die Ursache für die relativ geringe Verbesserung ist in dem vorgefundenen Meßaufbau zu suchen. Die baulichen Gegebenheiten erlaubten keinen kompletten Austausch des Abwasserstranges aus dünnwandigen Rohren gegen ein schallgedämmtes Rohrsystem. Bild 11-7 veranschaulicht, welche Teile des Abwasserstranges ausgetauscht werden konnten. Durch bauliche Zwänge war es weiterhin nicht möglich, die zugehörigen Systemschellen zur Befestigung des schallgedämmten Abwasserrohres einzusetzen. Weitere negative Einflüsse auf die Schallpegel hatten der als 88° Einzelbogen ausgeführte Kellerbogen aus einem dünnwandigen Standard-Abwasserrohr und ein noch offene Kellerabgang.

Körperschallentkopplung

Neben den störenden Betriebsgeräuschen der Abwasser- und Versorgungsleitungen sind auch Geräuschspitzen der Nutzer- und Betätigungsgeräusche relevant für die Beurteilung der Schallgüte einer Sanitärinstallation. So wie das Abwassergeräusch durch schalltechnische Entkopplung des Abwasserstrangs vom Baukörper reduziert werden kann, ist auch bei den Sanitärobjekten selbst eine wirksame Körperschallentkopplung möglich.

Wie wichtig diese Entkopplungen sind und wie stark sich unterschiedliche Sanitärelemente schalltechnisch beeinflussen, wurde bereits detailliert am Fraunhofer Institut für Bauphysik, Stuttgart untersucht [11-11].

Um Sanitärelemente, wie WC oder Waschtisch, vom Baukörper zu entkoppeln, werden auf dem Markt Schallschutzsysteme angeboten. Das Prinzip beruht darauf, sowohl zwischen Sanitärelement und Baukörper als auch zwischen Befestigungssystem und Sanitärelement eine Zwischenlage einzubringen, um die sanitärtechnischen Einrichtungsgegenstände akustisch vom Untergrund zu entkoppeln. Die Wirksamkeit dieser Entkopplungsmaßnahmen ist aber in starkem Maße vom Anzugsmoment der Befestigungsschrauben abhängig. Bei Untersuchungen des Fraunhofer Institutes für Bauphysik, Stuttgart [11-5] wurden mit solchen Entkopplungssystemen im Labor Verbesserungsmaße bis zu ΔL_A= 11 dB(A) erreicht. Bei den eigenen Untersuchungen wurde neben der Entkopplung des WC´s durch ein handelsübliches Schallschutz-Set, auch eine Entkopplung des WC-Montageelementes vom Installationskern mittels EPDM-Streifen erprobt.
Wie aus den Tabellen 11-5 und 11-6 ersichtlich wird, ist die Wirksamkeit der beiden Entkopplungsmaßnahmen abhängig von der Anregungsart und dem Dämmstadium. Mit den Schallschutz-Set werden vor allem die Geräusche gemindert, die direkt am oder im WC erzeugt werden (Tab 11-5, Maßnahme Nr. 3). Die akustische Entkopplung des WC-Montageelementes vom Installationskern reduziert wirksam die Schalleinleitung vom Spülkasten in die Tragkonstruktion
(Tab 11-6, Nr. 5 und Nr. 6). Die besten Werte werden erzielt, wenn beide Entkopplungsmaßnahmen zusammenwirken. Bei WC-Einlauf und Spureinlauf werden Verbesserungen bis zu ΔL_A= 8 dB(A) erzielt (Tab 11-6 Nr. 3 und Nr. 7).

Schallschutzschott

Um die Weiterleitung des Luftschallanteils aus den Installationsgeräuschen über den geschoßübergreifenden Installationskern vom OG ins EG zu reduzieren, wurde im Bereich der Geschoßdecke zwischen Erdgeschoß und Obergeschoß ein Schallschutzschott eingebaut (Bilder 11-10 und 11-11). Die Messungen zeigen, daß aus bauakustischer Sicht eine Abschottung des Installationskernes zwischen den Geschossen nicht erforderlich ist. Die Übertragung des Installationsschalls in die unteren Räume erfolgt vorwiegend als Körperschall über das durchlaufende Tragwerk und über die Beplankung. Die Luftschallübertragung kann dabei vernachlässigt werden. Die Einzelergebnisse der Vergleichsmessung gehen aus Tabelle 11-3 hervor.

Vorsatzschale

Welchen Einfluß zusätzliche Vorsatzschalen haben, wird aus Bild 11-18 ersichtlich. Die Montage von Vorsatzschalen auf der Wandung des Kernes im Kinderzimmer (OG) und im Wohnraum (EG) verbessert die Schalldämmung um 9 dB. Die Norm-Schallpegeldifferenz $D_{n,w}$ steigt von 47 dB auf 56 dB. Mit Vorsatzschale könnten also auch die erhöhten Anforderungen an den Luftschallschutz - in vertikaler Richtung - von 55 dB nach VDI 4100 SSt III erfüllt werden. Wie in Bild 11-18 weiterhin zu erkennen ist, glättet die Vorsatzschale den durch die

Standardbeplankung verursachten Frequenzeinbruch bei 2000 Hz. Die zusätzliche Vorsatzschale hat auch einen Einfluß auf das Luftschalldämm-Maß des Installationskernes in horizontaler Richtung. Wie ein Vergleich der beiden Dämmvarianten 6 und 7 in Tabelle 11-1 zeigt, verbessert sich der Wert um 2 dB auf R'_w= 55 dB.

Durch die Flankenübertragung im Kern beeinflußt der Installationskern die Schalldämmung zwischen oberem und unterem Raum. Zusätzliche Vorsatzschalen auf der Wandung des Kernes im Kinderzimmer (OG) und im Wohnraum (EG) erhöhen scheinbar die Schalldämmung der Decke um 9 dB. Dadurch verbessert sich die Norm- Schallpegeldifferenz $D_{n,w}$ von 47 dB auf 56 dB. Mit Vorsatzschale könnten als so auch die erhöhten Anforderungen an den Luftschallschutz, vertikal, von 55 dB nach VDI 4100 SSt III, erfüllt werden. Wie in Bild.11-18 deutlich zu erkennen ist, glättet die Vorsatzschale den durch die Standardbeplankung verursachten Frequenzeinbruch bei 2000 Hz. Weiterhin verbessert die Vorsatzschale das Luftschalldämm-Maß, horizontal, der Installationswand um 2 dB auf einen Wert R'_w= 55 dB.

Trotz des positiven Ergebnisses ist eine Vorsatzschale zur Verbesserung des Schalldämm-Maßes des Installationskernes nur bedingt einsetzbar, da erstens das Ziel des größtmöglichen Vorfertigungsgrades eingeschränkt wird und nicht unerhebliche Zusatzkosten durch Material und Montage entstehen.

11.1.7 Bewertung der Ergebnisse

Das Bauaufsichtsrecht verzichtet darauf, im eigenen Wohnbereich Anforderungen zum Mindestschallschutz festzulegen. So gilt DIN 4109 ausdrücklich „....nicht zum Schutz von Aufenthaltsräumen gegen Geräusche aus haustechnischen Anlagen im eigenen Wohnbereich." Obwohl keine Schallschutzanforderungen an einen zentralen Installationskern festgelegt sind, sollten dennoch im Hinblick auf die erhöhten Ansprüche der Bauherren, alle Möglichkeiten ausgeschöpft werden, die bereits existierenden Empfehlungen, z.B. der VDI 4100, für einen erhöhten Schallschutz zu erreichen. Die Ergebnisse der durchgeführten Schallmessungen werden daher auch auf der Basis dieser Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz bewertet.

Luftschall
Der Kern ist in Bezug auf die erzielte Luft-Schallschutz- Güte, bauakustisch besser einzustufen, als eine herkömmliche Raumtrennwand. Der Installationskern erreicht als raumtrennendes Bauteil ein Schalldämm-Maß von wenigstens 53 dB und erfüllt damit höchste Ansprüche.

Längsschall

Der Einfluß des Installationskernes auf das Schalldämm-Maß zwischen oberem und unterem Raum ist sehr groß. Ohne zusätzliche Maßnahmen verschlechtert der geschoßübergreifende Kern als flankierendes Bauteil das Dämmaß der Decke um 9 dB. Durch eine konsequente Trennung des Kernes in der horizontalen Ebene

kann die Schallängsleitung vom OG ins EG reduziert werden. Es reicht dabei nicht aus, lediglich die Beplankung zu unterbrechen, da der größte Schallanteil über die durchgehende Tragkonstruktion übertragen wird. Bei flankierenden Wänden wurde mit Konstruktionen, die sowohl unterbrochene Beplankung, wie auch getrenntes Tragwerk hatten, sehr gute Längsschalldämm- Werte erzielt [11-14].Zwar ließe sich die Schwachstelle durch die Montage einer zusätzlichen Vorsatzschale auf dem durchlaufenden Installationskern beheben. Die Kosten für diese Maßnahme sind jedoch verhältnismäßig hoch.

Installationsschall

Bei der Bewertung der erzielten Schallschutzgüte muß zwischen den Ergebnissen der Horizontalmessungen und den Ergebnissen der Diagonalmessungen differenziert werden.
Bei den Horizontalmessungen wurden gemäß Bild 11-19 Pegel von 28 dB(A) im schutzbedürftigen Raum ermittelt. Mit diesem Wert übertrifft man noch die Empfehlungen der DIN 4109 (A1) [11-8] und erfüllt auch die Empfehlungen der VDI 4100 in der SSt II.

Bei den Diagonalmessungen vom Badezimmer (OG) in den Küchen- und Wohnbereich (EG) liegen die Schalldruckpegel zum Teil erheblich höher. Wie Bild 11-20 zeigt, überschreiten die Installationsschallpegel einen Wert von 37 dB (A).

Die Gründe dafür lagen darin,

- daß der Kern eine geschoßübergreifende Schachtkonstruktion ist
- daß das Abwassersystem nicht komplett gegen ein schalldämmendes System ausgetauscht werden konnte
- daß bei der Montage des Kernes Körperschallbrücken zwischen Kern und dem Unterzug im Erdgeschoß entstanden sind
- daß eine Bekleidung des Installationskernes mit der Vorsatzschale nicht vollflächig möglich war. Bei der Verschalung des Kernes im EG konnte die Schmalseite des Kernes nicht berücksichtigt werden. Damit war eine verhältnismäßig große Abstrahlfläche nicht durch eine Vorsatzschale abgedeckt
- daß eine exakte Bestimmung des bauakustisch relevanten Raumvolumens , auf Grund des sehr offenen Erdgeschoß- Grundrisses, nicht möglich war und
- daß der Grundgeräuschpegel - auf Grund des größeren Fensterflächenanteils - im Erdgeschoß höher war.

In einem Folgeprojekt [11-12] wurde die Problematik des Abwassersystems, die Verbesserung des Längsschalldämm-Maßes und die Entkopplung der Installationswand vom Baukörper konsequent umgesetzt und anschließend auch näher überprüft. Die Bilder 11-19 und 11-20 zeigen die wichtigsten Ergebnisse aus dieser Versuchsreihe zum Vergleich. Hier wird deutlich, daß die Erfahrungen aus den vorliegenden Untersuchungen wirkungsvoll umgesetzt wurden. Es ist zu erkennen, daß bei sorgfältiger Planung und konsequenter Entkopplung der Konstruktion vom Baukörper die Schalldämmung gegenüber Installations-

geräuschen ausreichend ist. In einem Fertighaus leichter Bauart mit einem leichten Installationskern können die Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz gemäß DIN 4109 (A1) bzw. der VDI 4100 SSt II erreicht werden.

11.1.8 Empfehlungen für einen schalltechnisch günstigen Aufbau der Hausinstallation und des Zentralen Installationskerns

11.1.8.1 Empfehlungen für die Planung

- Ein bauakustisch günstiger Gebäudegrundriß sollte angestrebt werden. Räume der gleichen Art und Nutzung sollten an der selben Trennwand angeordnet sein.

- Die erste Maßnahme zur Reduzierung der Installationsschallpegel sollte immer darin liegen, die Geräuschpegel der Geräuschquellen so weit wie möglich zu reduzieren (primärer Schallschutz). Daher muß z.B. bei der Auswahl von Spülkästen und Armaturen darauf geachtet werden, daß diese in der Armaturengruppe 1 nach DIN 52218 [11-10] eingestuft sind. Auf Prüfzeichen an den Armaturen ist zu achten.

- Angaben von Herstellern über erreichte Schalldruckpegel im Bereich der Installationsgeräusche sind nicht ohne weiteres auf den Holzhausbau übertragbar. Zum einen werden in den herausgegebenen Prüfzeugnissen Laborwerte angegeben, zum anderen wurden diese Werte unter Bedingungen ermittelt, wie sie im Massivbau herrschen. Im Holzhausbau sind höhere Schalldruckpegel zu erwarten. An Abwasserrohren wurden bei eigenen Baumessungen Schalldruckpegel gemessen, die bis zu 15 dB(A) über den Herstellerangaben lagen.

- Eine möglichst detaillierte Vorplanung und eine weitestgehende Vorfertigung des Installationskernes sollte angestrebt werden, um Ausführungsfehler auf der Baustelle zu minimieren.

- Bei der Planung ist darauf zu achten, daß im Abwasserbereich starke Richtungsänderungen durch 88°-Bögen, zu eng geführte Radien oder senkrecht auftreffende Wasserzuläufe (T-Stücke) vermieden werden. Alternativ könnte man z.B. bei einem Übergang von Vertikal zu Horizontal anstatt eines 88°-Bogens zwei 45°-Bögen einsetzen. Bei diesem Planungsabschnitt ist unbedingt das gesamte Abwassersystem, vor allem der Ablauf im Kellerbereich mit zu berücksichtigen, da dort durch Prallgeräusche hohe Schallpegel erzeugt werden.

- Bei der Auslegung des Kerns muß darauf geachtet werden, daß die einzelnen Rohre untereinander, aber auch zum Tragwerk und zur Beplankung hin, ausreichend Platz haben oder mit geeigneten Materialien körperschallentkoppelt sind. Ansonsten besteht die Gefahr, daß Körperschallbrücken entstehen [11-11] oder nicht ausreichend Absorptionsmaterial hinter der Verrohrung eingebracht werden kann. Hier wegen Zentimetern zu feilschen, kann die gesamte Konstruktion schalltechnisch verschlechtern und teure Schallschutzmaßnahmen zunichte machen.

- Durchbrüche durch die Beplankung des Installationskernes, z.B. für Steckdosen, Verteilerkästen etc. sollten möglichst vermieden werden. Die Elektroinstallationen sind in einem eigenen, schalltechnisch getrennten Kanal zu führen. Durch diese Maßnahme wird eine direkte Luftschallübertragung aus dem Kern über die Öffnungen vermieden.

- Um Öffnungen (z. B. Revisionsklappen) in der Beplankung des Installationskernes zu vermeiden, sollten Installationskomponenten, die zugänglich bleiben müssen oder wartungsbedürftig sind (z.B. Heizungsverteiler, Zentralstaubsauger etc.) im Kellerraum angeordnet werden.

- Um eine schalltechnische Verbindung der beiden Schalen des Kernes zu verhindern, sollten alle Sanitäreinbauten (z.B. die Verrohrung, die Spülkästen und sonstige Einbauten) nur auf der Seite des Sanitärraumes befestigt werden und möglichst keine Verbindung zur anderen, dem schutzbedürftigen Raum zugewandten Schale haben.

- Im Einfamilienhaus sollte der Ruhedruck im Versorgungssystem 0,3 MPa (3bar) nicht überschreiten.

11.1.8.2 Empfehlungen zur Ausführung

- Bei der Montage des Installationskerns in das Bauwerk ist für ausreichend Abstand in den Anschlußbereichen zwischen Kern und Baukörper zu sorgen, um eine schnelle, körperschallbrückenfreie Montage zu gewährleisten. Zu diesem Zweck sollte man mit Distanzstücken als Montagehilfe arbeiten, die den erforderlichen Luftzwischenraum zwischen Installationskern und flankierenden Bauteilen gewährleisten. Diese Distanzstücke sind nach Beendigung der Montage wieder zu entfernen. Der Anschluß des Installationskerns an den Baukörper sollte möglichst schallweich erfolgen.

- Auf ein sorgfältiges Ausstopfen und Abdichten aller Anschlußfugen zwischen Installationskern und Baukörper ist zu achten.

- Die Rohrdurchführungen sind so groß auszuführen, daß das Rohr weder die Beplankung noch das Tragwerk berührt.

- Beim Verlegen der Fliesen ist darauf zu achten, daß weder die Fliesen, noch der Kleber oder die Spachtelmasse das Rohr berühren.

- Eine Schulung bzw. eine Aufklärung der Montagegruppen im Hinblick auf die besonderen schalltechnischen Anforderungen des Holzbaues und der Sanitärinstallationen sollten durchgeführt werden, damit die geplanten Schallschutzmaßnahmen auch wirklich umgesetzt werden.

- Auf ein konsequentes Vermeiden von Körperschallbrücken ist zu achten.

11.1.8.3 Empfehlungen zur Materialauswahl

- Die Beplankung des Installationskernes oder der Installationswand sollte anstatt aus einer dicken Platte aus zwei dünneren Platten bestehen, welche wiederum aus unterschiedlichen Materialien zusammengesetzt sind. Als Materialien käme z.B. eine Kombination von Gipskarton- oder Gipsfaserplatten mit OSB-Platten in Frage. Auf eine Abstimmung der Plattendicke ist dabei zu achten [11-3].

- Bei der Wahl des Abwasserrohres sollte darauf geachtet werden, daß das Rohrmaterial eine ausreichende hohe Masse besitzt. Auf dem Markt werden verschiedene Systeme aus mineralisch beschwerten Kunststoffen angeboten. Ein besonderes Augenmerk ist auf eine körperschallentkoppelte Halterung der Rohre zu legen. Rohrschellen zur Befestigung von Abwasser- und Versorgungsleitungen müssen immer mit elastischen Gummiprofilen versehen sein. Von der häufig angewandten schallharten Befestigung mit Stahlbändern ist dringend abzuraten.

- Die Materialien für das Ausstopfen der Anschlußfugen und das Absorptionsmaterial für den Kerninnenraum sollten einen längenbezogenen Strömungswiderstand ≥ 5 kN·s/m^4 [11-13] haben.
Bei den Auflagermaterialien zur Körperschall- Entkopplung sollte die dynamische Steifigkeit unter 50 MN/m^3 liegen.

11.1.8.4 Empfehlungen für weitere Schallschutzmaßnahmen

- Im Kerninneren sollten auch die Montageelemente für wandhängendes WC oder Waschtisch mit geeigneten Polymeren körperschallentkoppelt werden.

- Der Einsatz von handelsüblichen Schallschutz-Sets an WC´s zur Verringerung der Betriebs- und Nutzergeräusche ist sinnvoll. Bei Messungen wurden für die Nutzergeräusche Verbesserungen um bis zu 7 dB(A) erreicht. Bei Installationsgeräuschen ergaben sich Verbesserungen von ca. 3 dB(A). Diese Maßnahme ist zwar bekannt, hat sich aber in der Praxis noch nicht durchgesetzt.

- In das Innere des Installationskernes sollte eine ausreichende Menge eines geeigneten Absorptionsmaterials, mit einem längenbezogenen Strömungswiderstand ≥ 5 kN·s/m^4 [11-13], eingebracht werden. Eine Befüllung des Raumes zu etwa 30% ist ausreichend.

- Ein zusätzliches Umwickeln des Abwasserstrangs mit luft- und körperschalldämmenden Materialien ist empfehlenswert, um die abgestrahlten Luftschallpegel zu reduzieren.

11.2 Untersuchungen über die wärme- und feuchtetechnischen Zustände in einem geschoßübergreifenden Installationskern

11.2.1 Problemstellung

Der Installationskern bildet im Inneren eines Fertighauses einen stockwerkübergreifenden Schacht. Es stellt sich die Frage, ob dieser rund 6 Meter hohe, durchlaufende Schacht besonders abgedichtet oder abgeschottet werden muß, damit der Wärme-, Feuchte- und Schallschutz des Gebäudes nicht beeinträchtigt wird. Zur Klärung dieser Frage wurden in einem typischen Fertighaus leichter Bauart mit eingebautem Installationskern bauphysikalische Messungen unter winterlichen Bedingungen durchgeführt.

11.2.2 Gegenstand der Untersuchungen

Die Untersuchungen wurden im „Rosenheimer Haus", Typ 2 durchgeführt. Eine detaillierte Beschreibung des Hauses wird in [11-16], gegeben. Kennzeichnend für das Versuchshaus ist eine sehr gute Wärmedämmung der Außenhülle, einschließlich der Kellerdecke. Der ungedämmte Keller mit üblichen Einfachglas-Metallkellerfenstern hatte einen Außenzugang. Damit erklären sich die relativ tiefen Lufttemperaturen im Kellerraum. Der Zentrale Installationskern hat eine Höhe von 6,3 Meter und durchzieht das Haus von der Kellerdecke bis zum Dach. Das Raumvolumen des Kernes beträgt 3,4 m³. In dem Kern sind alle Leitungen für die Versorgung und Entsorgung des Gebäudes untergebracht (Heizung, Lüftung, Solartechnik, Frischwasser, Warmwasser, Abwasser, Heizung, zentraler Staubsauger). Zum Kellerraum hin ist der Installationskern in Höhe der Kellerdecke durch eine 19 mm dicke OSB-Platte abgeschlossen.

Diese Platte hat eine Reihe von Öffnungen für Rohr- und Leitungsdurchführungen mit „bauüblichen" Toleranzen. Im Bereich der Rohrdurchbrüche treten in der Platte zum Teil offene, ringförmige Fugen bis zu einer Breite von 15 mm auf. Die zum Teil offenen Fugen waren zunächst nicht abgedichtet. Den Abschluß des Installationskernes zum beheizten Wohnraum bilden zweilagige Gipsfaserplatten mit je 12,5 mm Dicke ohne jede zusätzliche Dämmung. Dieser raumseitige Abschluß des Installationskernes wurde weitgehend luftdicht ausgeführt.

11.2.3 Durchführung der Untersuchungen

In den Installationskern wurden eine Reihe von Sensoren zur Erfassung der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeit installiert. Über eine Periode mit hochwinterlichen Außenklimabedingungen wurden zunächst Messungen an dem bauüblich abgedichteten Installationskern durchgeführt. Eine zweite Meßserie mit einem zum Kellerraum hermetisch abgedichteten Installationskern schloß sich an.

11.2.4 Ergebnisse der Untersuchungen

Einen Einblick in die Temperatur- und Feuchteverhältnisse im Wohnraum und im Inneren des geschoßübergreifenden Installationskernes während eines kalten Wintertages (Außenlufttemperatur –6°C) vermittelt Bild 11-21. Erkennbar ist ein Temperaturgefälle zwischen der Lufttemperatur im Wohnraum und im Installationskern. Besonders ausgeprägt sind die Temperaturdifferenzen im Erdgeschoß. Über der Schachthöhe stellen sich folgende Klimabedingungen ein:

Lage der Meßstelle	Höhe über OK FFB im EG m	Luft-temperatur °C	rel. Luft-feuchtigkeit %	Wasser-dampf-teildruck Pa
im Kellerraum	- 0,50	+ 8	46	494
EG	0,10	+ 9	42	482
OG	2,00	+ 19	22	483
OG	4,00	+ 19	22	483

Unter stationären Verhältnissen stellt sich im „undichten" Kern eine ausgeprägte Temperaturschichtung ein. Dagegen ist der Wasserdampfpartialdruck über der Schachthöhe fast konstant und nahezu identisch mit dem Dampfdruck der Luft im Kellerraum. Dieses Ergebnis weist auf einen deutlichen Luftwechsel zwischen dem Schachtinneren und dem Kellerraum über die Undichtheiten in der Abdeckung hin. Zur Klärung der Frage, welche Wärmeverluste über diesen Luftwechsel am relativ undichten Schacht entstehen, wurde der untere Schachtabschluß durch Ortschaum hermetisch gegen den kalten Kellerraum abgedichtet und anschließend Vergleichsmessungen durchgeführt.

Die Ergebnisse der Vergleichsmessung zwischen dem zum Kellerraum „undichten" und dem hermetisch abgedichteten Installationskern erbringen folgende Ergebnisse: Unter Winterbedingungen stellen sich im Schacht sehr unterschiedliche Temperaturprofile ein. Bild 11-22 zeigt in einer Gegenüberstellung die Temperatur-schichtungen im Kern vor und nach der Abdichtung des unteren Schacht-abschlusses. Bei dem nicht abgedichteten Schacht bildet sich über der Schachthöhe eine annähernd lineare Temperaturschichtung mit einer Spreizung von 10 Kelvin aus. Bei dem abgedichteten Schacht liegt hingegen die Spreizung nur bei rund 3,5 K. Wie Bild 11-22 zeigt, verändert sich durch die Abdichtmaßnahmen nicht nur das Temperaturprofil über der Schachthöhe, sondern es kommt insgesamt zu einer Erhöhung der Mitteltemperatur im Inneren des Schachtes von 15°C auf 18°C. Die Temperaturen im Schacht gleichen sich immer mehr der Raumtemperatur an. Lediglich im Nahbereich des unteren, nicht gedämmten Schachtabschlusses zum Kellerraum fällt die Temperatur noch stark ab. Eine zusätzlich Dämmschicht oberhalb oder unterhalb des Schachtabschlusses würde auch an dieser Grenzschicht die Temperatur anheben.

Im gleichen Maße wie die Temperaturen im Schacht ansteigen, reduzieren sich auch die Wärmeverluste des Hauses über die Schachtoberflächen. Unter den dargestellten Randbedingungen würden sich allein durch die Abdichtungsmaßnahme die Wärmeverluste über den geschoßübergreifenden Installationskern um rund 70%

reduzieren. Auf das Jahr hochgerechnet entspricht das einer Energieeinsparung für das Gebäude von etwa 5%.

11.2.5 Folgerungen

- Eine möglichst wirksame Luftdichtung des unteren Schachtabschlusses zum kalten Kellerraum ist aus Wärmeschutzgründen erforderlich. Der Schachtanschluß sollte auch zum kalten Kellerraum hin wärmegedämmt sein.

- Im abgedichteten Schacht stellen sich nahezu Raumtemperaturen ein. Die Temperaturschichtung über der Schachthöhe ist nur schwach ausgeprägt. Im Inneren des Kernes ist weder mit einer nennenswerten Luftkonvektion noch mit einer Feuchtekonvektion zu rechnen. Eine zusätzliche, horizontale Abschottung des Kernes in Höhe der Geschoßdecke ist weder aus thermischen, feuchtetechnischen noch aus akustischen Gründen erforderlich.

- Die Schalen des Installationskernes sollten möglichst luftdicht ausgeführt sein, damit über den geschoßübergreifenden Schacht kein unerwünschter, interner Luftaustausch zwischen den Räumen stattfindet und damit im Haus keine Gerüche, Tabakrauch etc. übertragen werden.

12. Zusammenfassung

Fertighäuser bieten durch ihren hohen Vorfertigungsgrad sehr gute Voraussetzungen für eine rationelle Bauweise. Die Kostensenkungsspielräume sind jedoch noch nicht ausgeschöpft. Speziell im Bereich der Hausinstallation liegt noch ein erhebliches Rationalisierungspotential. Das vorliegende Projekt bildet einen ersten Entwicklungsschritt in Richtung einer vorgefertigten Gebäude-Installation für das Einfamilien-Fertighaus. Der Bauablauf mit der heute noch weithin üblichen, zeit- und kostenintensiven Baustelleninstallation soll künftig durch den Einsatz vorgefertigter Installationsmodule vereinfacht und beschleunigt werden. Wichtigstes Ziel ist es, mit einer rationellen Gebäude-Installation die Baukosten zu senken und mögliche Fehlerquellen an den Schnittstellen der Gewerke zu vermeiden

Wichtigste Voraussetzung für eine Vorfertigung der Haustechnik ist eine Bündelung aller Leitungen für die Versorgung und Entsorgung des Hauses in einem zentralen, geschoßübergreifenden Installationskern. Bereits bei der Anlieferung auf der Baustelle soll der Kern alle Leitungen, Armaturen, Verteiler etc. für die Haustechnik enthalten (Heizung, Lüftung, Solartechnik, Frischwasser, Warmwasser, Heizung, Strom, zentraler Staubsauger usw.). Der zentrale Kern übernimmt im Gebäude zwei Funktionen, er ist ein stockwerksübergreifender Installationsschacht und gleichzeitig auch Raumtrennwand. Diese Doppelfunktion stellt für den Konstrukteur eine Herausforderung dar. Soll doch durch den Einsatz eines weitgehend vorgefertigten, geschoßübergreifenden Installationsschachtes leichter Bauart der Schallschutz des Gebäudes nicht beeinträchtigt werden.

In enger Zusammenarbeit mit der Fertighausindustrie und mit Firmen aus der Sanitär- und Heizungstechnik ist der Prototyp eines vorgefertigten, geschoß-übergreifenden Installationskernes entwickelt worden. Die Entwicklungsarbeiten umfaßten die Konstruktion, Fertigung, Montage und schließlich eine Praxiserprobung mit bauphysikalischen und wirtschaftlichen Untersuchungen. Aus den Ergebnissen und gesammelten Erfahrungen sind Ausführungsempfehlungen für die Konstruktion, Fertigung und Montage eines gebäudehohen Installationskernes abgeleitet worden.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß der entwickelte Installationskern bereits heute bei Einfamilienhäusern, speziell bei Typenhäusern, eingesetzt werden kann. Die Schallschutz-Problematik wurde weitgehend gelöst durch eine konsequente, zweischalige Konstruktion des Kernes und durch den Einsatz schalldämmender Maßnahmen im Installationsbereich. In Einzelfragen sind jedoch noch Entwicklungsarbeiten notwendig, so zum Beispiel zur weiteren Reduzierung der Schallemissionen aus dem Abwasserbereich.

Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit zeigen, daß bereits mit der vorliegenden Konstruktion der Materialanteil für die Installation um rund 25% und der Lohnanteil um rund 20% gesenkt werden kann. Die Vorfertigung der Gebäudeinstallation steigt von jetzt 25% auf etwa 50%. Die Wirtschaftlichkeit der neuen Installationstechnik ist noch verbesserungsfähig z. B. durch den Einsatz fertighausspezifischer Montageelemente oder durch die Verwendung vorgefertigter Rohrstränge und modularer Baugruppen.

13. Literatur

[5-1] DIN 18022 Küchen, Bäder und WC´s im Wohnungsbau; Planungsgrundlagen (11/1989)

[5-2] DIN 1988 Technische Richtlinien zur Wasserinstallation (TRWI)
T1 Allgemeines, Technische Regel des DVGW (12/1988)

T2 Planung und Ausführung; Bauteile, Apparate, Werkstoffe Technische Regel des DVGW

Beiblatt 1/T2 Zusammenstellung von Normen und anderen Technischen Regeln über Werkstoffe, Bauteile und ApparateTechnische Regel des DVGW

[5-3] Beuth-Kommentar zur DIN 1988 T1-8 Technische Regeln für Trinkwasser-Installation (Ausgabe 8/89)

[5-4] Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser (1980)

[5-5] DIN 1986 Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke

T1 Technische Bestimmungen für den Bau (06/88)

T1/A1 Technische Bestimmungen für den Bau, Änderung 1 (06/95)

T2 Ermittlung der Nennweiten von Abwasser- und Lüftungsleitungen (03/95)

T4 Verwendungsbereiche von Abwasserrohren und –formstücken verschiedener Werkstoffe

[5-6] DVGW- Technische Richtlinien zur Gasinstallation TRGI`86 (Ausg.`96)

[5-7] Sander, J. und Wüst, H. Zingreve, H.:
Handbuch zu den technischen Regeln für Gasinstallationen, Der Kommentar DVGW (11/96)

[5-8] DIN 57100/ VDE 0100 Errichten von Starkstromanlagen mitNennspannungen bis 1000 V,

Teil 701 Räume mit Badewanne oder Dusche (05/89)

[5-9] DIN 4756 Gasfeuerungsanlagen; Gasfeuerungen in Heizungsanlagen; Sicherheitstechnische Anforderungen (2/1986)

[5-10] DIN 4755 Ölfeuerungsanlagen

T1 Ölfeuerungen in Heizungsanlagen; Sicherheitstechnische Anforderungen (9/1981)

[5-11] DIN 18 160 Hausschornsteine

T1 Anforderungen, Planung und Ausführung (02/87)

T2 Verbindungsstücke; Anforderungen, Planung und Ausführung (05/89)

[5-12] DIN 18 012 Hausanschlußeinrichtungen in Gebäuden (Entwurf 12/1998)

[5-13] DIN 4753 Wassererwärmer und Wassererwärmungsanlagen für Trink- und Betriebswasser

T1 Anforderungen, Kennzeichnung, Ausrüstung, Prüfung (03/88)

[5-14] DIN 1052 Holzbauwerke (04/88)

[5-15] DIN 1055 Lastannahmen für Bauten

T1 Lagerstoffe Baustoffe und Bauteile;Eigenlasten und Reibungswinkel

[5-16] DIN 4102 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen

[5-17] DIN 4109 Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweis (11/89)

[5-18] Gerichtsurteil des Bundesgerichtshofes -VII ZR 184/97- vom 14.5.1998

[5-19] Beiblatt 2 zu DIN 4109, Schallschutz im Hochbau, Hinweise für Planung und Ausführung, Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz, Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich (11/89)

[5-20] VDI-Richtlinie 4100, Schallschutz von Wohnungen, Kriterien für Planung und Beurteilung (09/94)

[5-21] Bundesarbeitskreis Trockenbau (BAKT), Bäder im Trockenbau, (03/93)

[5-22] DIN18 195 Bauwerksabdichtung

T5 Bemessung und Ausführung (Entwurf 09/98)

T8 Abdichtung über Bewegungsfugen (08/83)

T9 Durchdringungen / Übergänge / Anschlüsse (12/86)

T10 Schutzschichten und Schutzmaßnahmen (08/83)

[6-1] Soethout,F.: Durgo-Studie, Schmidt Reuter Ingenieurgesellschaft für technische Gesamtplanung

[7-1] Breukelman,H. :Moderne Rohrsysteme mit arbeitszeitsparenden Montagetechniken für Komfort und Sicherheit im Bad; Beitrag zum IBK-Bäder-Kongreß 1998, Darmstadt

[7-2] DIN 18 017 Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster

T1 Einzelschachtanlagen ohne Ventilatoren (02/87)

T3 Einzelschachtanlagen mit Ventilatoren (08/90)

[7-3] VDI 3803 Raumlufttechnische Anforderungen, Bauliche und technische Anforderungen (11/86)

[7-4] DIN 1946 Raumlufttechnik

T6 Lüftung von Wohnungen, Anforderungen, Ausführung, Abnahme (VDI-Lüftungsregeln) (09/94)

[7-5] Geberit, Aerotec 90 Technische Information (1998)

[7-6] Material-Prüfanstalt Dortmund
ABP Nr.: P-MPA-E-98 - 010

[9-1] Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau; Bau- und Wohnfibel – Wie man beim Bauen Kosten sparen kann

[10-1] DIN 571 Sechskant-Holzschrauben (12/86)

[11-1] Fischer H. M. und Sohn, M.:
„Installationsgeräusche im Fertighaus; Phase I", IBP- Bericht B-BA 11/1992 ; IRB Verlag, Stuttgart (11/92)

[11-2] DIN 52219 Messung von Geräuschen der Wasserinstallation in Gebäuden (7/93)

[11-3] Gösele/ Schüle, Bauverlag GmbH, Wiesbaden / Berlin (89)
„Schall, Wärme, Feuchte", Grundlagen, Erfahrungen und praktische Hinweise für den Hochbau, 10. Auflage

[11-4] Geberit, technische Informationen (1998)
„dB20, das schalldämmende Abwassersystem"

[11-5] Fischer, H.M. und Mell, J.:
„Körperschallentkoppelnde Schallschutz- Sets – ein Beitrag zur Minderung störender Geräusche aus WC- Einrichtungen
IBP- Mitteilung 247

[11-6] DIN 52210, T3, Luft- und Trittschalldämmung, Prüfung von Bauteilen in Prüfständen und am Bau (7/85)

[11-7] DIN 52210, T1, Luft- und Trittschalldämmung, Meßverfahren (8/84)

[11-8] DIN 4109, A 1,Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweis (4/98)

[11-9] DIN 52210, T7,Messung von Geräuschen der Wasserinstallation in Gebäuden (Entwurf 3/96)

[11-10] DIN 52218, T1, Prüfung des Geräuschverhaltens von Armaturen und Geräten der Wasserinstallation im Laboratorium, Meßverfahren und Prüfanordung (12/76)

[11-11] Fischer, H.M. und Stromski K.und Klöppner U.:
„Kostengünstiger Schallschutz durch vorgefertigte Sanitär-Installation", IBP-Bericht BS 182/88 (3/88)

[11-12] Abschlußbericht „Installationswände im mehrgeschossigen Holzbau" (in Vorbereitung)

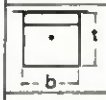
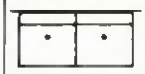
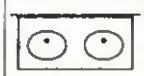
[11-13] Beiblatt 1 zu DIN 4109, Schallschutz im Hochbau, Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren (11/89)

[11-14] Meyer, W.: „Doppellage schützt vor Schall" , mikado (12/96),

[11-15] Geberit, Planungshandbuch „Sanitär/ Architektur" (1995)

[11-16] Schwarz, B.: Das Rosenheimer Haus - Ideen für den Fertighausbau, Rosenheimer Holzbautage 1996

Tabelle 5-1: Mindeststellflächen von Einrichtungen in Bädern und WC's (in Anlehnung an Tabelle 2, DIN 18 022)

Einrichtungen		Stellflächen (in cm) nach DIN 18022 b	t	handelsübliche Modelle b	t
Waschtische, Hand- und Sitzwaschbecken					
	Einzelwaschtisch	≥ 60	≥ 55	55...120	43... 60
	Doppelwaschtisch	≥ 120	≥ 55	94...130	55... 60
	Einbauwaschtisch mit 1 Becken und Unterschrank	≥ 70	≥ 60	siehe Hersteller-unterlagen	
	Einbauwaschtisch mit 2 Becken und Unterschrank	≥ 140	≥ 60		
	Handwaschbecken	≥ 45	≥ 35	40... 55	32... 42
	Sitzwaschbecken (Bidet), bodenstehend oder wandhängend	40	60	35... 40	57... 66
Wannen					
	Duschwanne	≥ 80 (90)	≥ 80 (75)	80...120	75... 90
	Badewanne	≥ 170	≥ 75	160...200	70...120
Klosettbecken und Urinale					
	Klosettbecken mit Spülkasten oder Druckspüler vor der Wand	40	75	35... 40	53... 60
	Klosettbecken mit Spülkasten oder Druckspüler für Wandeinbau	40	60	35... 40	66... 75
	Urinal	40	40	29... 40	21... 40
Wäschepflegegeräte					
	Waschmaschine	60	60	Kompaktmodelle siehe Hersteller-unterlagen	
	Wäschetrockner				
Badmöbel					
	Hochschrank (Unterschrank, Oberschrank)	≥ 30	≥ 40	siehe Hersteller-unterlagen	

Die Anordnung von Schaltern, Steckdosen, Leuchten und Lüftungseinrichtungen sowie von Warmwasserbereitern und Heizkörpern ist zu berücksichtigen

Tabelle 5-2: Seitliche Mindestabstände von Stellflächen (in Anlehnung an Tabelle 3, DIN 18 022)

											Seitenwand[3]
	20	–	–	25	20[1]	20	20	20	20	5	20
	–	0	–	25	15[1]	15[1]	20	20	15	0	0 15[2]
	–	–	–	25	20	20	20	20	20	20	20
	25	25	25	–	25	25	25	25[6]	25	25	25
	20[1]	15[1]	20	25	–[5]	0 15[4]	20	20	0	0	0
	20[1]	15[1]	20	25	0 15[4]	–[5]	20	20	0	0	0
	20	20	20	25	20	20	–[5]	20	20	20	20 25[2]
	20	20	20	25[6]	20	20	20	–[5]	20	20	20 25[2]
	20	15	20	25	0	0	20	20	0	0	3
	5	0	20	25	0	0	20	20	0	0	3
Seitenwand[3]	20	0 15[2]	20	25	0	0	20 25[2]	20 25[2]	3	3	–

Der Abstand zwischen Stellflächen und Türleibungen beträgt 10 cm.

[1] Der Abstand kann bis auf 0 verringert werden.
[2] Bei Wänden auf beiden Seiten.
[3] Auch bei Duschabtrennungen.
[4] Bei Anordnung der Versorgungsarmaturen in der Trennwand.
[5] Im Wohnungsbau nicht üblich.
[6] Nicht empfehlenswert.

Tabelle 5-3: Mindestdämmschichtdicken zur Dämmung von Trinkwasserleitungen (kalt) Tabelle 9, DIN 1988/2

Einbausituation	Dämmschichtdicke bei $\lambda = 0{,}040$ W/(mK)*) mm	Einsatz Mepla Dämmschlauch 16, 20, 26 $\lambda = 0{,}040$ W/mK
Rohrleitung frei verlegt, in nicht beheiztem Raum (z.B. Keller)	4	X
Rohrleitung frei verlegt in beheiztem Raum	9	–
Rohrleitung im Kanal, ohne warmgehende Rohrleitungen	4	X
Rohrleitung im Kanal, neben warmgehenden Rohrleitungen	13	–
Rohrleitung im Mauerschlitz, Steigleitung	4	X
Rohrleitung in Wandaussparung, neben warmgehenden Rohrleitungen	13	–
Rohrleitung auf Betondecke	4	X

*) Für andere Wärmeleitfähigkeiten sind die Dämmschichtdicken, bezogen auf einen Durchmesser von $d = 20$ mm, entsprechend umzurechnen.

Tabelle 5-4: Wärmedämmung von Wärmeverteilungsanlagen Tabelle nach §6 der HeizAnlV (März 1994)

Zeile	Nennweite (DN)	Mindestdicke der Dämmschicht bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 $Wm^{-1}K^{-1}$
1	bis DN 20	20 mm
2	ab DN 22 bis DN 35	30 mm
3	ab DN 40 bis DN 100	gleich DN
4	über DN 100	100 mm
5	Rohrleitungen und Armaturen nach den Zeilen 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchführungen im Kreuzungsbereich von Rohrleitungen, an Rohrleitungsverbindungsstellen, bei zentralen Rohrnetzverteilern, Heizkörperanschlußleitungen von nicht mehr als 8 m Länge als Summe von Vor- und Rücklaufleitungen	1/2 der Anforderungen der Zeile 1 bis 4

Tabelle 7-1: Vergleich verschiedener Abwassersysteme

Hersteller	Produkt	Material		Verbindungssystem				Systemeigenschaft		
		Kunststoff	Gußeisen	Steckmuffen-verbindung	Spannschellen-verbindung	Schweiß-verbingung	Klebverbindung	erhöhter Schallschutz	Brandschutz-klassifizierung	Beständigkeit bei aggressivem Abwasser
ako	SML		■		■			■	A1	■
Wavin	Wavin-PE	PE		■						
	Wavin-AS	PP*		■				■	B1	
	Wavin-ED	PP		■		■			B1	■
Co.E.S.	Coesprene	PP		■					B1	
Uponor	Uponal-HT	PP		■					B1	
	Uponal-dB	PP*		■				■	B2	■
Düker	SML		■					■	A1	
	MLK		■		■			■	A1	■
Alphacan	Omniplast	PP		■					B1	■
Akatherm	Aketherm-Rohr	PP				■				■
		PE-HD				■				■
Friatec	Friaphon			■		■	■	■	B1	
Geberit	dB-20 System	PE*			■	■		■		
	PE-Rohr-System	PE		■	■	■				
Rehau	Raupiano	RP		■				■		

* mineralisch verstärkt

Tabelle 7-2: Installationswerkstoffe und Beurteilung der Auswahlkriterien für den Einsatz im Zentralen Installationskern

Werkstoff	Kupfer	Stahl, nichtrostend	Stahl, verzinkt	Verbund-werkstoff	PE-X	PB	PP	PVC-C
universeller Einsatz	-[1]	-[2]	-[3]	+	+	+	+	+
Verbindungs-technik	L, P	P	R	P	K, P	K, HM, HW	HM	KM
Flexibilität	-	-	-	+	+	+	+	+
Form-stabilität	+	+	+	+	-	-	-	-
Korrosions-anfälligkeit	+	+	+	-	-	-	-	-
Anfälligkeit für Inkrustationen	+	+	+	-	-	-	-	-
Umwelt-belastung	hoch	hoch	hoch	niedrig	niedrig	niedrig	niedrig	hoch

[1] Einschränkung: K_B<1,0 mol/m³
[2] Einschränkung: Empfindlichkeit gegen Chlorid-Ionen
[3] Einschränkung: K_B<0,5 mol/m³

L Lötverbindung
P Preßverbindung
R Rohrgewinde
K Klemmverbindung
HM Heizelement-Muffenschweissung
HW Heizwendelschweissen
KM Klebemuffen
+ trifft zu
- trifft nicht zu

Tabelle 7-3: Übersicht der Arbeitsgänge verschiedener Verbindungstechniken in der Trinkwasserinstallation

AG	Lötverbindung Kupfer	Preßverbindung Kupfer, Edelstahl	Preßverbindung Verbundwerkstoff	Klemmverbindung PE-X	Heizelement-Muffenschweißung PB	Heizwendel-Schweißung PB	Klebemuffen-verbindung PVC
1.	Rohr ablängen	Rohr ablängen	Rohr ablängen	Rohr ablängen	Rohr ablängen	Rohr ablängen	Rohr ablängen
2.	Innen und außen entgraten	Innen und außen entgraten	Rohrende entgraten und kalibrieren	Rohr auf Kalibrier-werkzeug stecken	Innen und außen entgraten	Innen und außen entgraten	Innen und außen entgraten
3.	Rohr kalibrieren	Korrekten Sitz des Dichtelementes prüfen	Rohrende auf den Fitting schieben	Einstecktiefe anzeichnen	Rohrende und Formteilmuffe reinigen	Rohrende und Formteilmuffe reinigen	Klebefläche reinigen
4.	Rohr und Fitting reinigen	Fitting bzw. Rohr aufschieben	Preßbacken ansetzen	Rohrende kalibrieren	Rohr und Muffe auf Schweißgerät stecken	Einstecktiefe der Rohre markieren	Einstecktiefe der Rohre markieren
5.	Flußmittel auftragen	Einstecktiefe markieren	Verpressung durchführen	Rohr in Klemmverbin-der einstecken	Anwärmzeit abwarten, Teile abziehen	Rohre in Formteil einstecken	Klebstoff vollflächig auf Rohr auftragen
6.	Lötverbindung zusammenfügen	Preßbacken ansetzen		Klemmverbinder anziehen	Muffe und Rohr ineinander fügen, 15 s halten	Schrauben der integrierten Rohr-fixierung anziehen	Klebstoff in Muffen-kante auftragen
7.	Flußmittelreste entfernen	Verpressung durchführen			Abkühlzeit abwarten (≈2 min)	Schweißkabel an-stecken, Schweis-sung auslösen	Rohr einstecken, ausrichten und 5 s fixieren
8.	Verbindungsstelle erwärmen					Schweißkabel lösen	Verbindung ca. 1 min ruhen lassen
9.	Lot zugeben						
10.	Flußmittelreste entfernen						

Tab. 11-1: Luftschalldämm-Maß: Einfluß der verschiedener Schalldämmmaßnahmen auf die Luftschalldämmung

	Hartfaser-streifen	Hohlraumbedämpfung mit Baumwolle		Vorsatz-schale	Senkrechte Fugen abgedichtet	Firstfuge abgedichtet	Luftschall-dämm-Maß R'_w in dB
		100%	30%				
Variante 1	X						40
Variante 2							40
Variante 3		X					47
Variante 4		X			X		49
Variante 5		X			X	X	53
Variante 6			X		X	X	53
Variante 7			X	X	X	X	55
Variante 8	X		X	X	X	X	54
Variante 9	X		X		X	X	51

Tab. 11-2: Längsschalldämm-Maß: Einfluß der verschiedener Schalldämmmaßnahmen auf die Längsschalldämmung

	Hartfaser streifen	Hohlraumbedämpfung mit Baumwolle		Vorsatz-schale	Fugen abgedichtet	Schall-schutzschott	Norm-Schallpegel-differenz $D_{n,w}$ in dB
		100%	30%				
Variante 1	X						46
Variante 2							45
Variante 3		X					46
Variante 4		X			X		46
Variante 5		X			X	X	48
Variante 6			X		X	X	47
Variante 7			X	X	X	X	56

Tab.11-3: Installationsgeräusche: Einfluß der verschiedener Schalldämmmaßnahmen auf den Installationsgeräuschpegel L_{IN}. Es wurde der Installationskern als Gesamtbauteil bewertet.

	Hartfaserstreifen	Hohlraumbedämmpfung		Vorsatzschale	Schallschutzschott	Abwasserrohr		Schalldämm-Set		EPDM-Entkoppelt	Schalldruckpegel L_{IN} in dB(A) (horizontal)	Schalldruckpegel L_{IN} in dB(A) (diagonal)
		100%	30%			PE	dB 20	WC	WT			
Variante 1	X					X					41	43
Variante 2						X					41	43
Variante 3		X				X					34	40
Variante 4		X					X				30	-
Variante 5		X					X	X	X		31	38
Variante 6		X			X		X	X	X		-	37
Variante 7			X		X		X	X	X	X	28	40
Variante 8			X	X	X		X	X	X	X	29	40
Variante 9	X		X	X	X		X		X	X	32	37
Variante 10	X		X		X		X		X	X	31	38

Tab.11-4: Vergleich des Schalldruckpegels, mit und ohne Hartfaserstreifen, bei verschiedenen Geräuschquellen und Anregungsarten

Nr.	Geräuschquelle	Schalldruckpegel in dB(A)	
1		mit Hartfaserstreifen	ohne Hartfaserstreifen
2	Minihammerwerk auf WT[1)]	59	56
3	Spureinlauf	42	36
4	Minihammerwerk auf WC	54	52
5	Spülvorgang WC spülen	41	41
6	WC Auslösen	41	39
7	WC Einlauf	32	30

[1)] WT Waschtisch

Tab. 11-5: Schalldruckpegel am WC Element, bei unterschiedlicher Anregung, mit und ohne Schallschutz- Set

Nr.	Geräuschquelle	Schalldruckpegel in dB(A)	
1		ohne Schallschutz-Set	mit Schallschutz-Set
2	Spureinlauf	32	31
3	Minihammerwerk auf WC	45	38
4	Spülvorgang WC spülen	34	31
5	WC Auslösen	30	-
6	WC Einlauf	29	28

Tab. 11-6: Schalldruckpegel am WC Element, bei unterschiedlicher Anregung, in Abhängigkeit von der Entkoppelungmaßnahme

Nr.	Geräuschquelle	Schalldruckpegel in dB(A)		
1		Montageelement schallhart befestigt	Montageelement schallweich befestigt	
2			ohne Schallschutz-Set	mit Schallschutz-Set
3	Spureinlauf	31	30	23
4	Minihammerwerk auf WC	38	38	34
5	Spülvorgang WC spülen	31	24	28
6	WC Auslösen	30	32	28
7	WC Einlauf	28	24	22

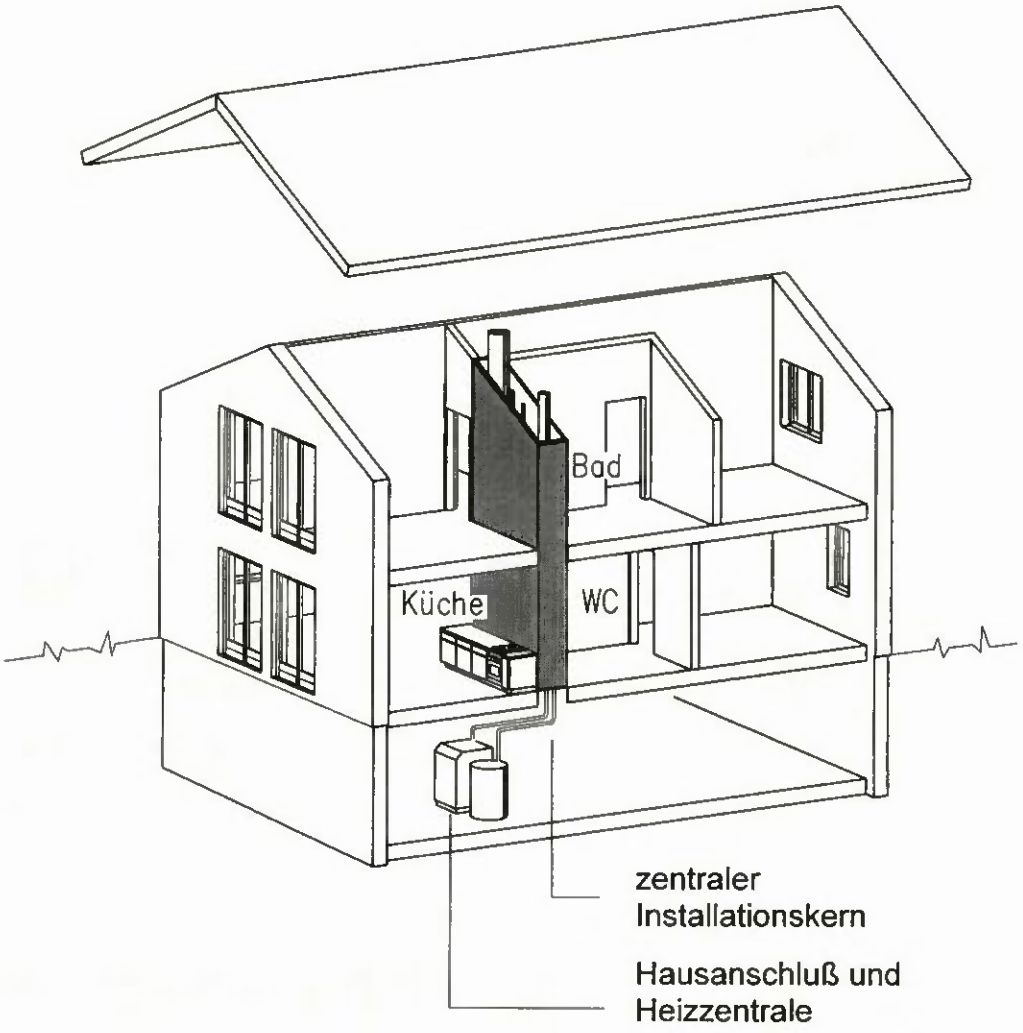


Bild 4-1: Prinzip des zentralen Installationskernes. Der Kern bündelt die Rohrleitungen für die Versorgung und Entsorgung des Hauses.

Installationskern

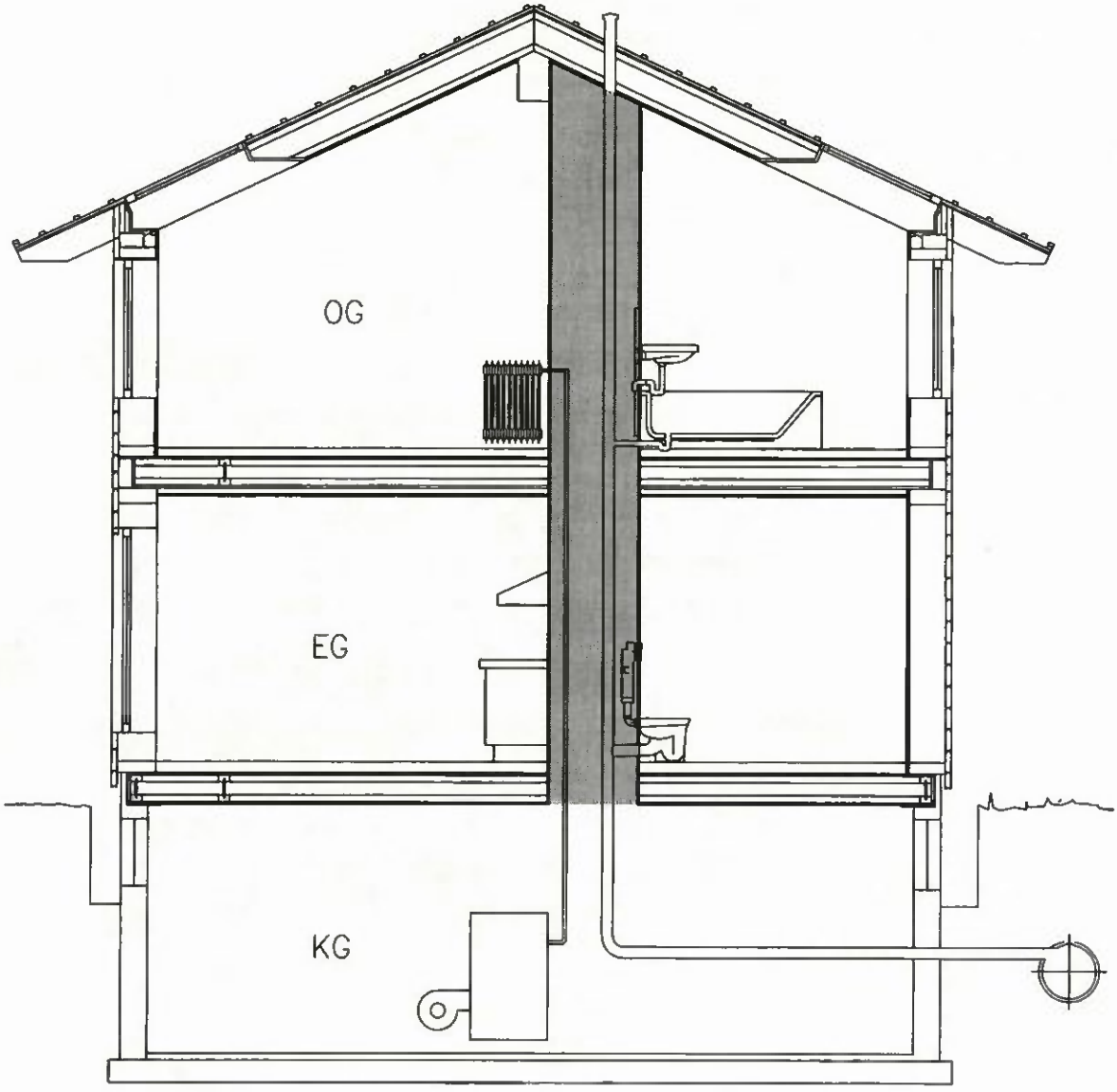


Bild 4-2: Schnitt durch ein Fertighaus mit zentralem Installationskern. Die sanitärtechnischen Einrichtungsgegenstände (WC, Waschtisch, etc.) sind unmittelbar an den Kern angedockt.

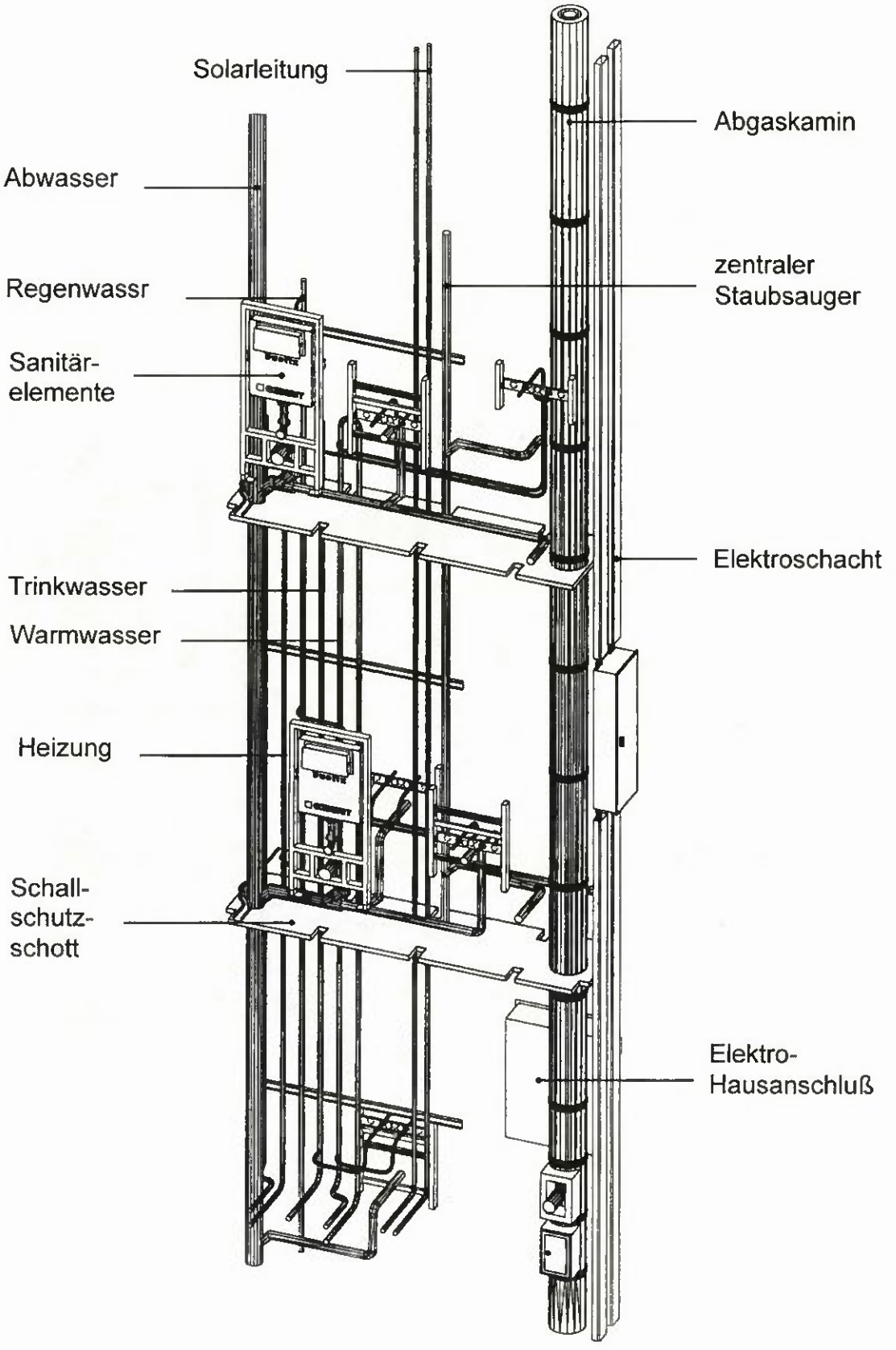


Bild 4-3: Rohrsysteme, Elektroleitungen und Montageelemente im Inneren eines zentralen Installationskernes.

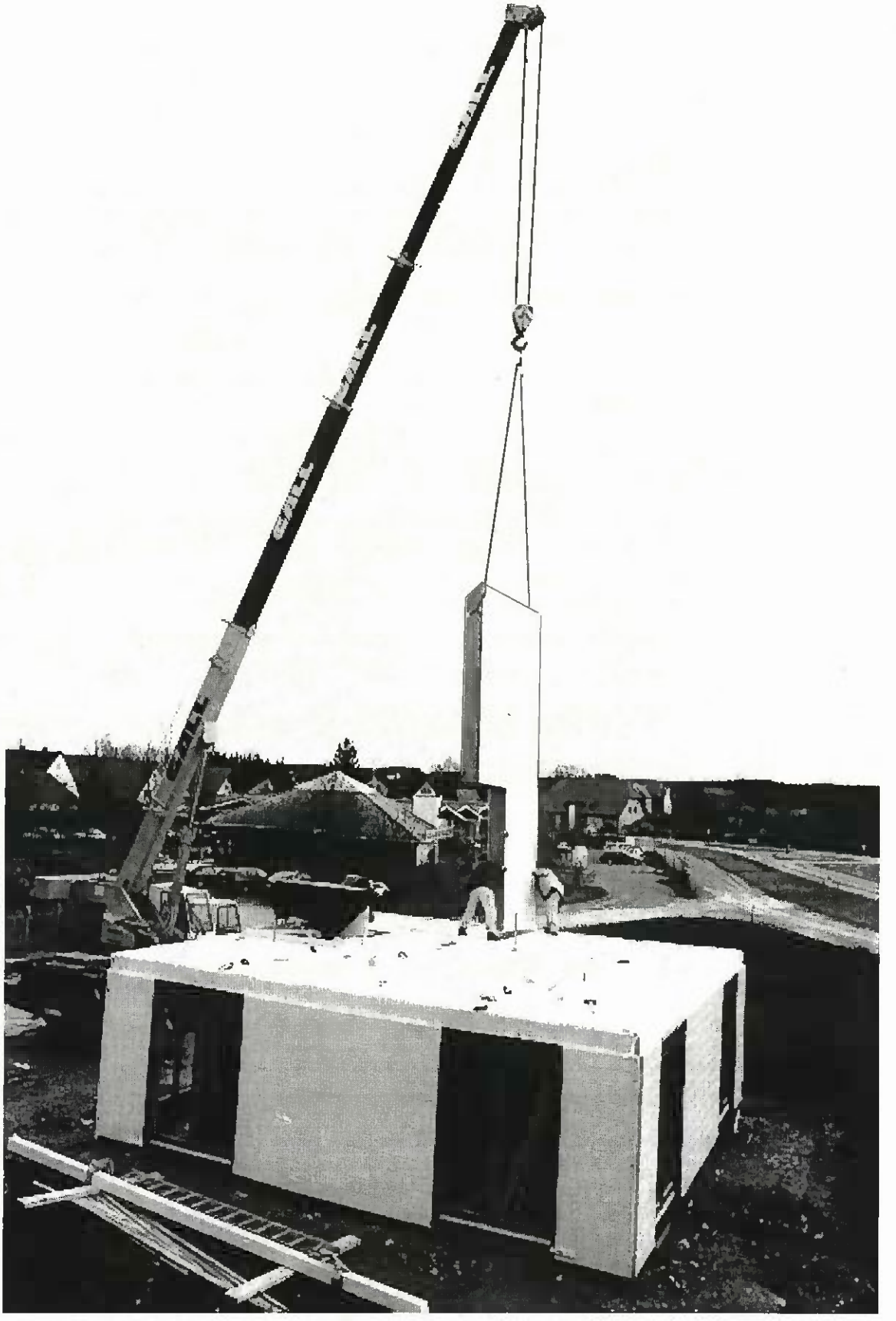
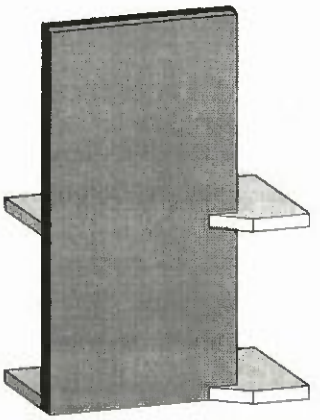
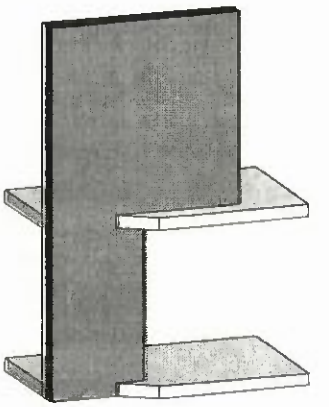


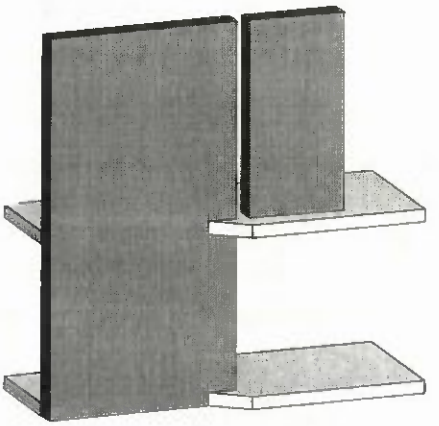
Bild 4-4: Einsetzen des vorgefertigten Installationskernes in das Gebäude.



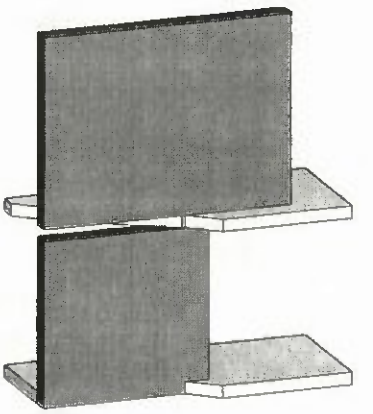
A geschoßübergreifender Installationskern Grundform



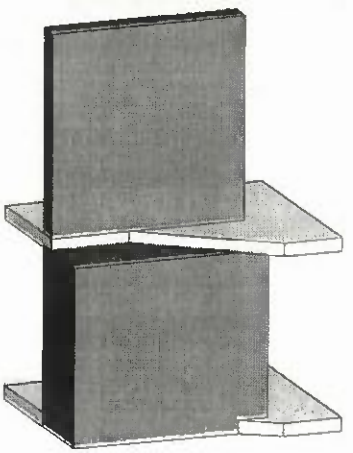
B geschoßübergreifender Installationskern L-Form



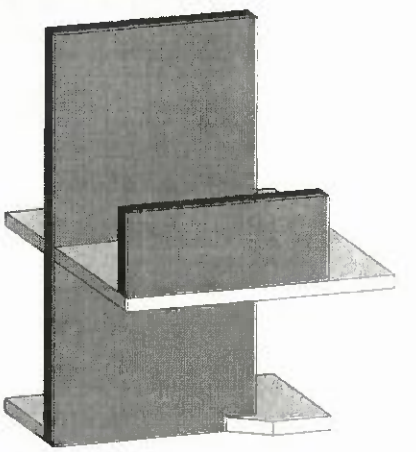
C Installationskern vertikal geteilt



D Installationskern horizontal geteilt



E zweiteiliger Installationskern mit Querschnittsänderung



F Installationskern mit Satellit (Vorwandinstallation)

Bild 4-5: Bauformen eines zentralen Installationskernes.

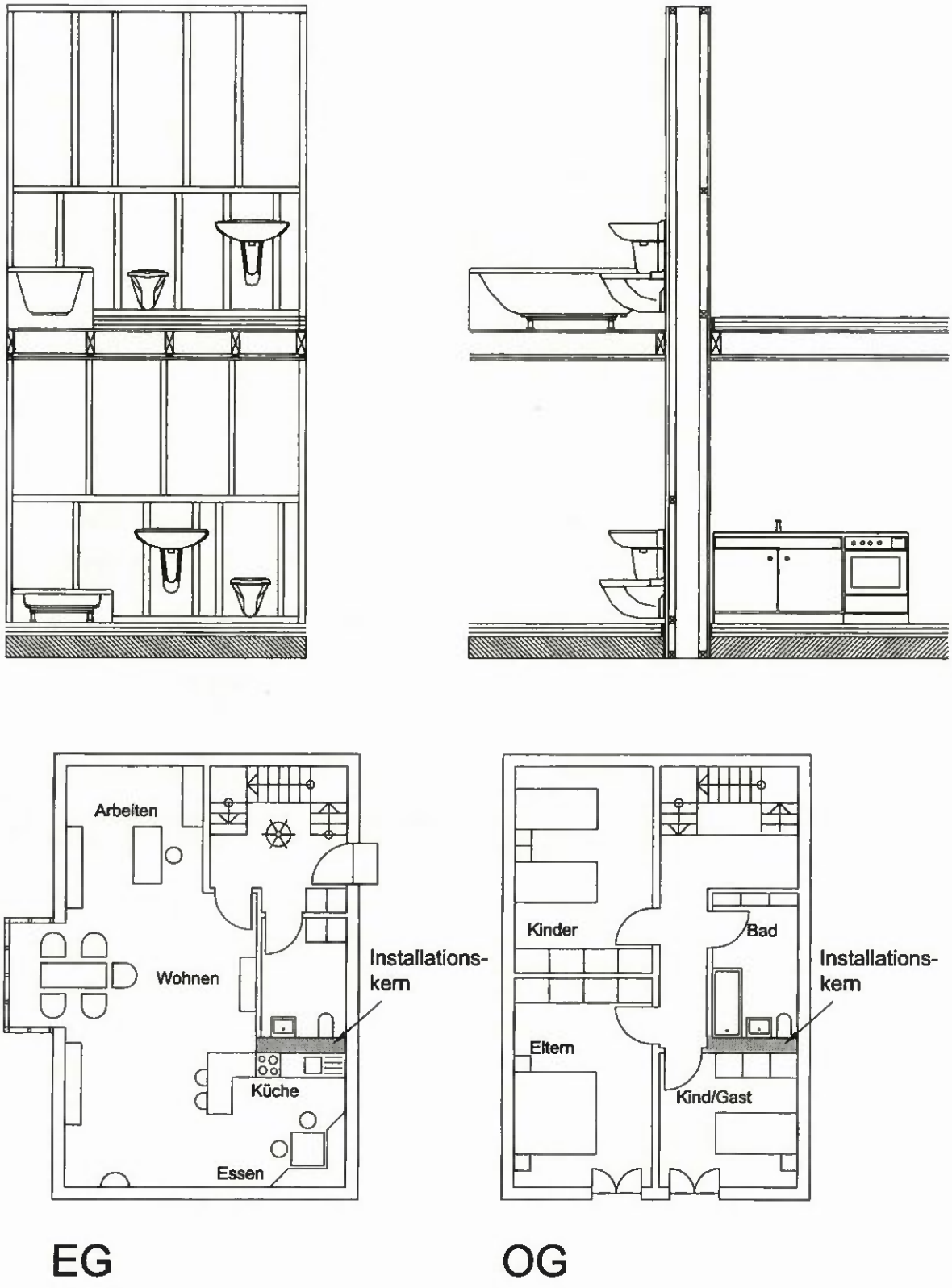


Bild 4-6: Beispiel 1 für einen zentralen Installationskern:
Geschoßübergreifender Installationskern im „Rosenheimer Haus“

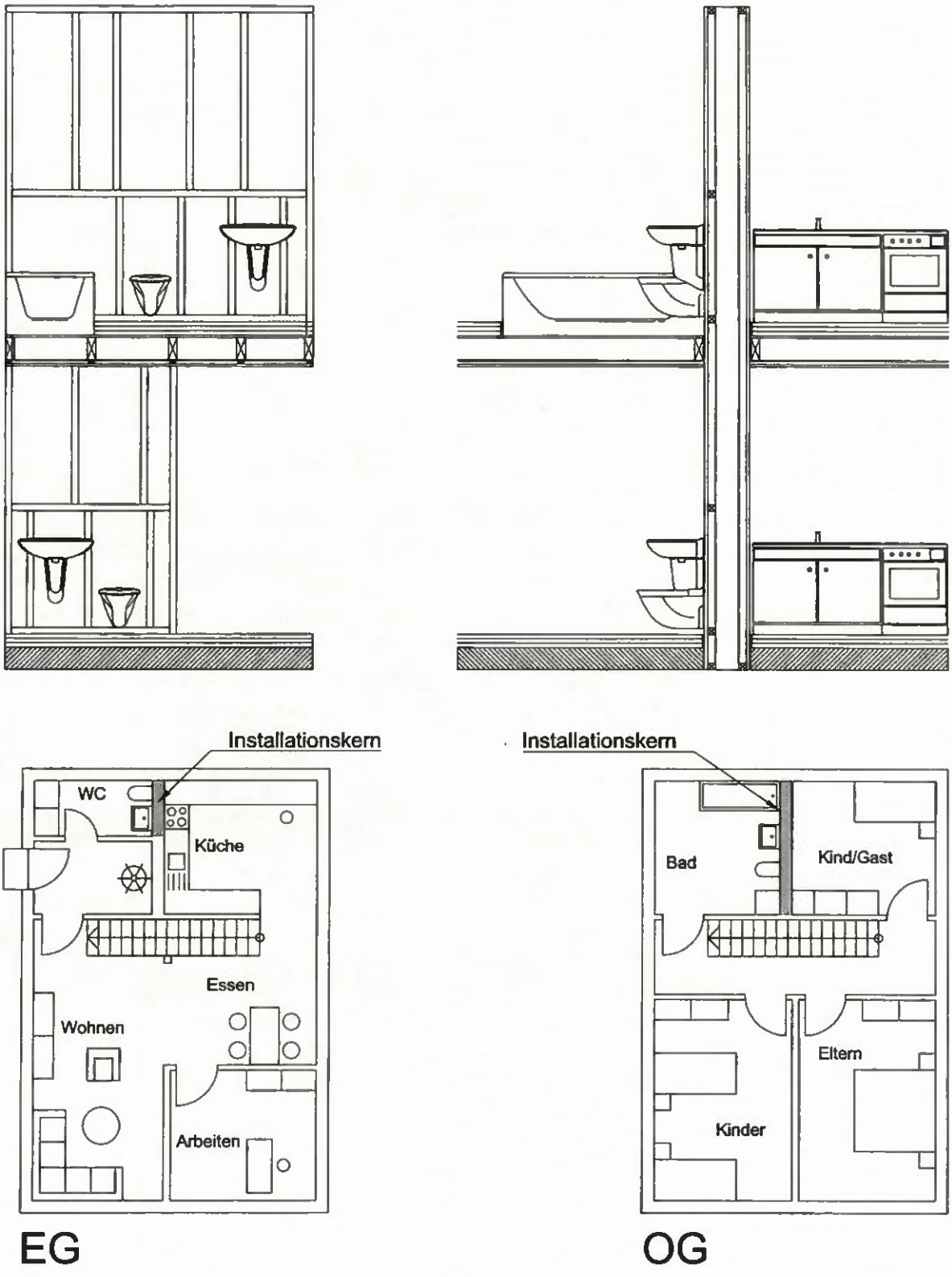


Bild 4-7: Beispiel 2 für einen zentralen Installationskern:
Geschoßübergreifender Installationskern mit unterschiedlicher Nutzbreite im Erdgeschoß und im Obergeschoß.

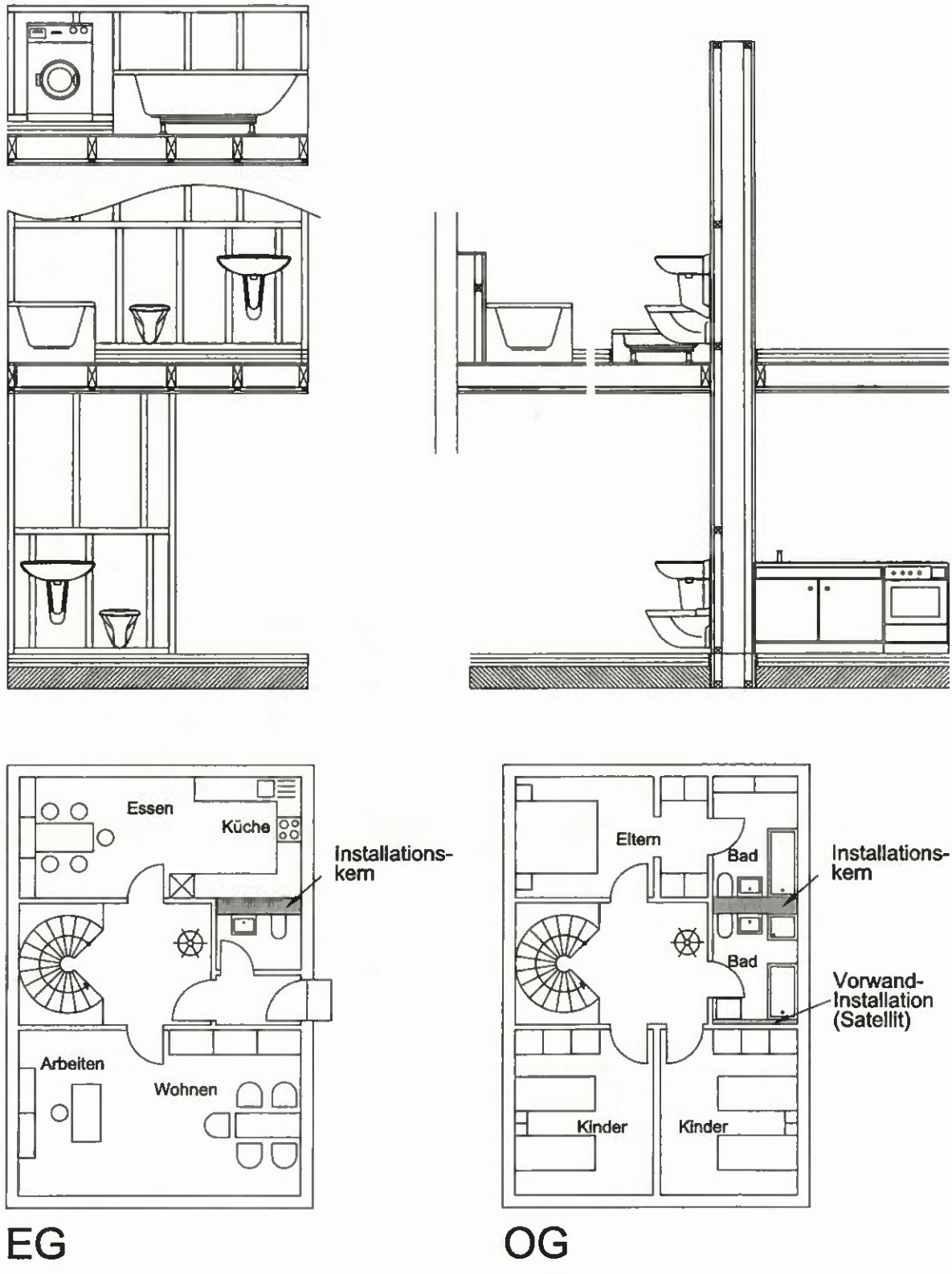
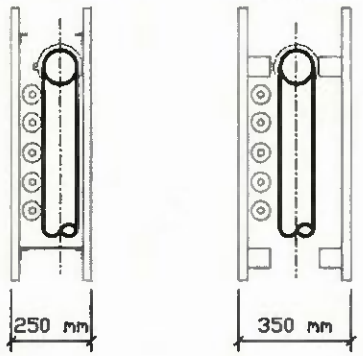
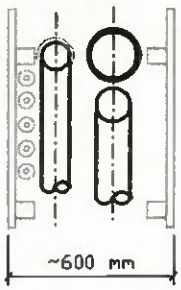
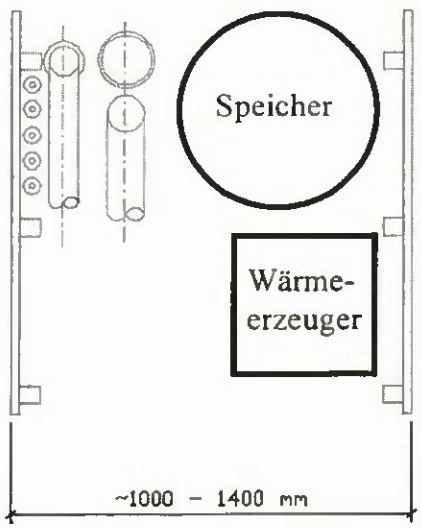


Bild 4-8: Beispiel 3 für einen zentralen Installationskern:
Geschoßübergreifender Installationskern gekoppelt mit einer Vorwandinstallation (Installationskern mit Satellit).

Varianten	Einbauten
Minimale Ausführung Stahlprofile Holzständer 	➢ **Abwasserleitung*** • Kaltwasserleitung • Warmwasserleitung • Regenwasserleitung • Heizungsleitungen • Solarleitungen • Leitung für zentralen Staubsauger • Elektrokanal
Erweiterte Ausführung 	➢ **Lüftungsrohre*** ➢ **Kamin / Abgasleitung*** ➢ **Wäscheschacht*** ➢ **Kleine Anlagen / Geräte*** (z. B. Lüfter) ➢ **Abwasserleitung*** • Kaltwasserleitung • Warmwasserleitung • Regenwasserleitung • Heizungsleitungen • Solarleitungen • Leitung für zentralen Staubsauger • Elektrokanal
Ausführung als Funktionskern 	➢ **Wärmeerzeuger*** ➢ **Speicher / Puffer*** ➢ **Lüftungsanlage*** ➢ **Hausanschluß*** • Lüftungsrohre • Kamin / Abgasleitung • Wäscheschacht • Kleine Anlagen / Geräte (z. B. Lüfter) • Abwasserleitung • Kaltwasserleitung • Warmwasserleitung • Regenwasserleitung • Heizungsleitungen • Solarleitungen • Leitung für zentralen Staubsauger • Elektrokanal

* maßgebend für die Breite des Kerns

Bild 4-9: Richtwerte für die Bautiefe von Installationskernen.

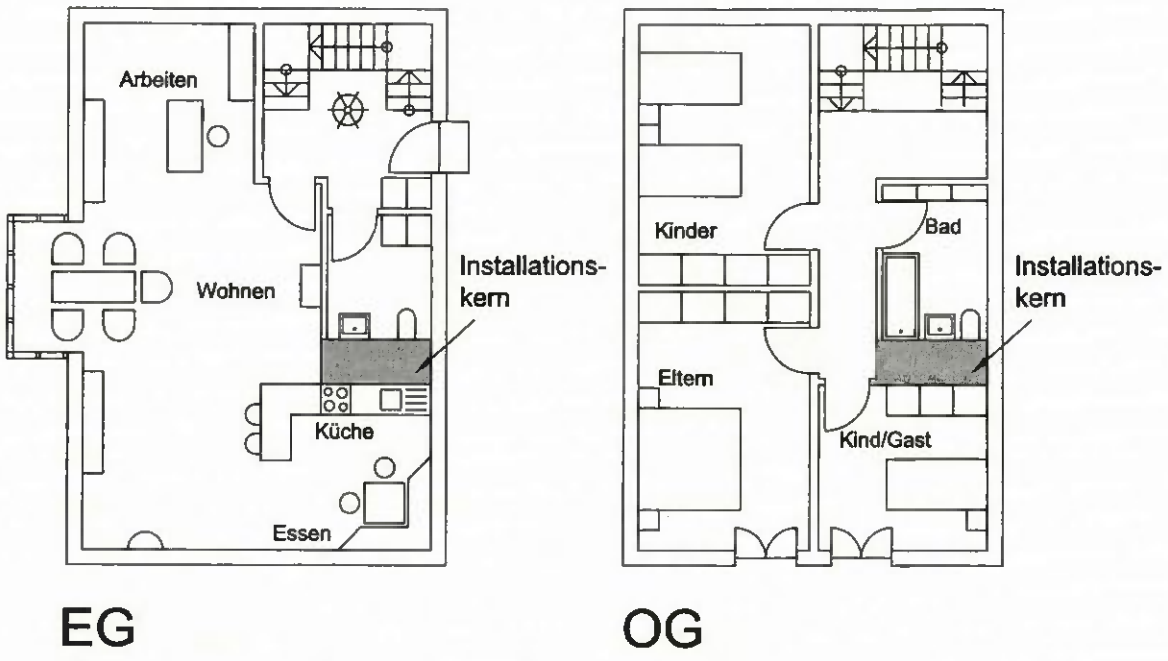


Bild 4-10: Beispiel für ein Fertighaus mit zentralem Installationskern. Der Kern mit einer Lage quer zum First nimmt Heizungs- und Lüftungsgeräte auf. (Projekt: Rosenheimer Haus)

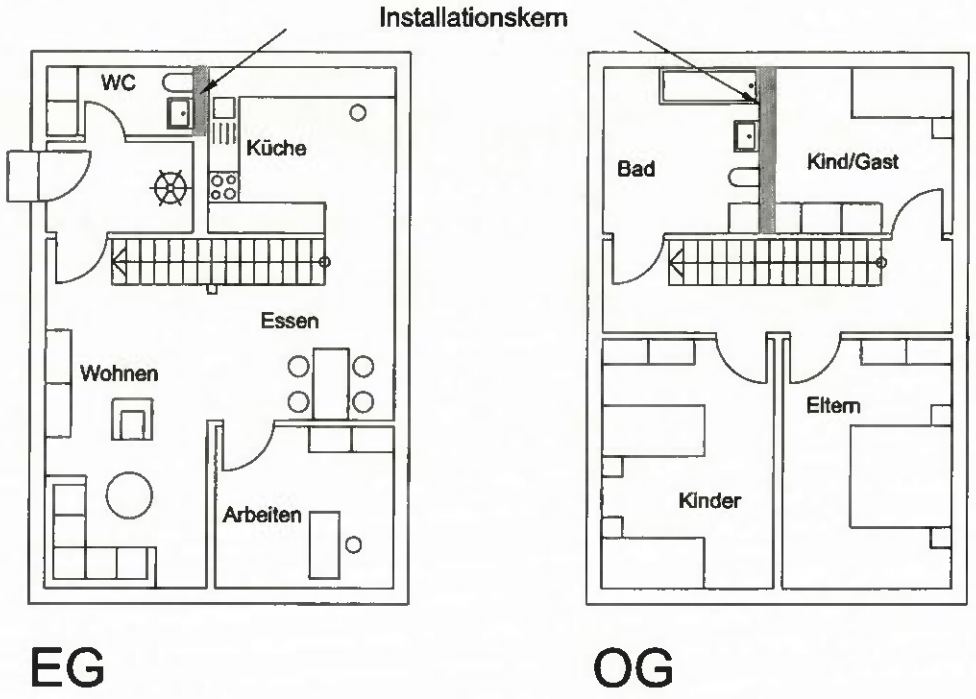
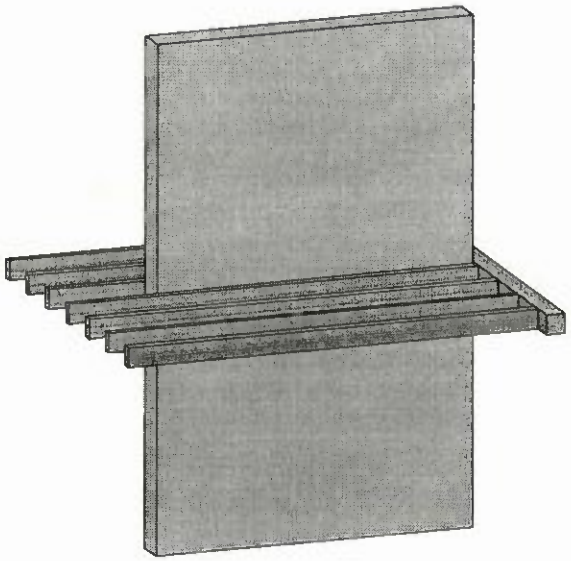


Bild 4-11: Beispiel für ein Fertighaus mit zentralem Installationskern. Der Kern ist in Firstrichtung eingebaut.

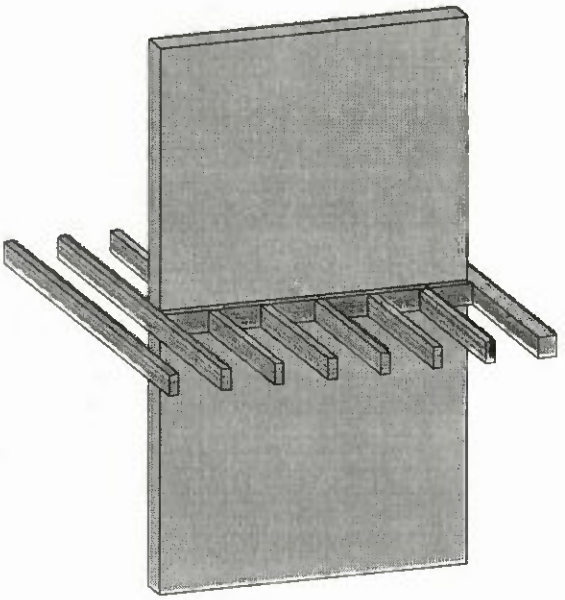


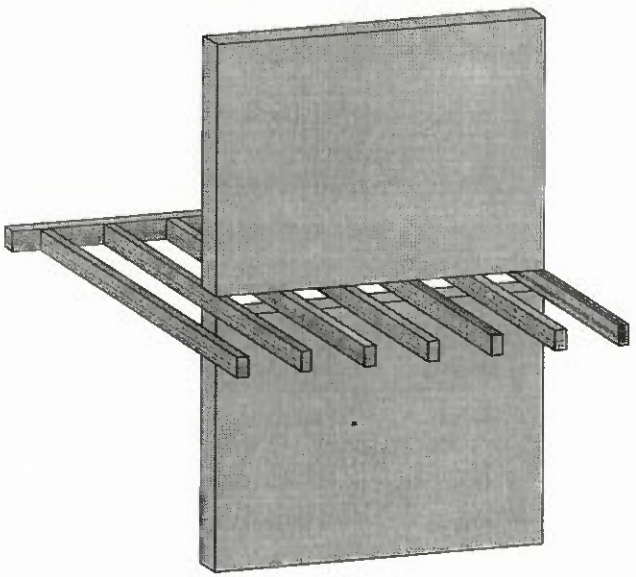
Fall A:

- Kern parallel zur Balkenlage
- durchgängiger Kern
- bei richtiger Einteilung keine Auswechslung der Balkenlage nötig

Fall B:

- Kern Senkrecht zur Balkenlage
- durchgängiger Kern
- Auswechslung der Balkenlage





Fall C:

- Kern senkrecht zur Balkenlage
- geteilter Kern
- keine statisch aufwendige Auswechslung
- aufwendigere Planung und Ausführung der Koppelstellen

Bild 4-12: Ausrichtung des Installationskernes zur Balkenlage der Geschoßdecke.

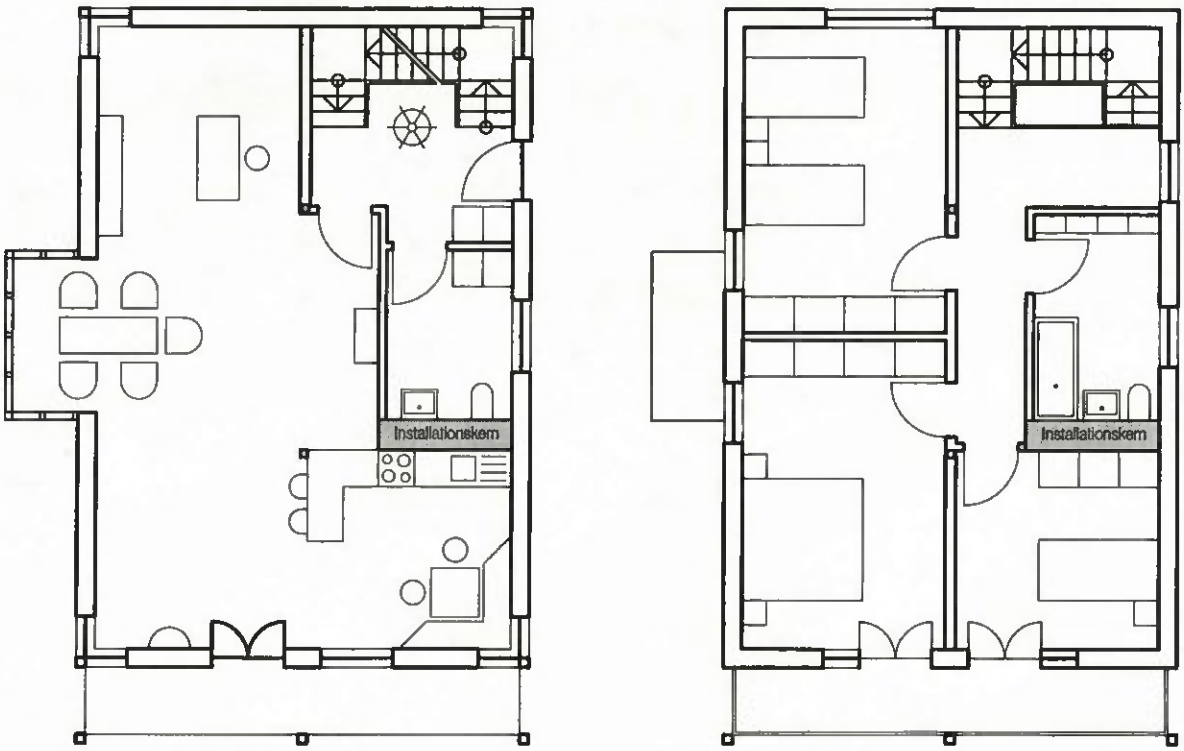
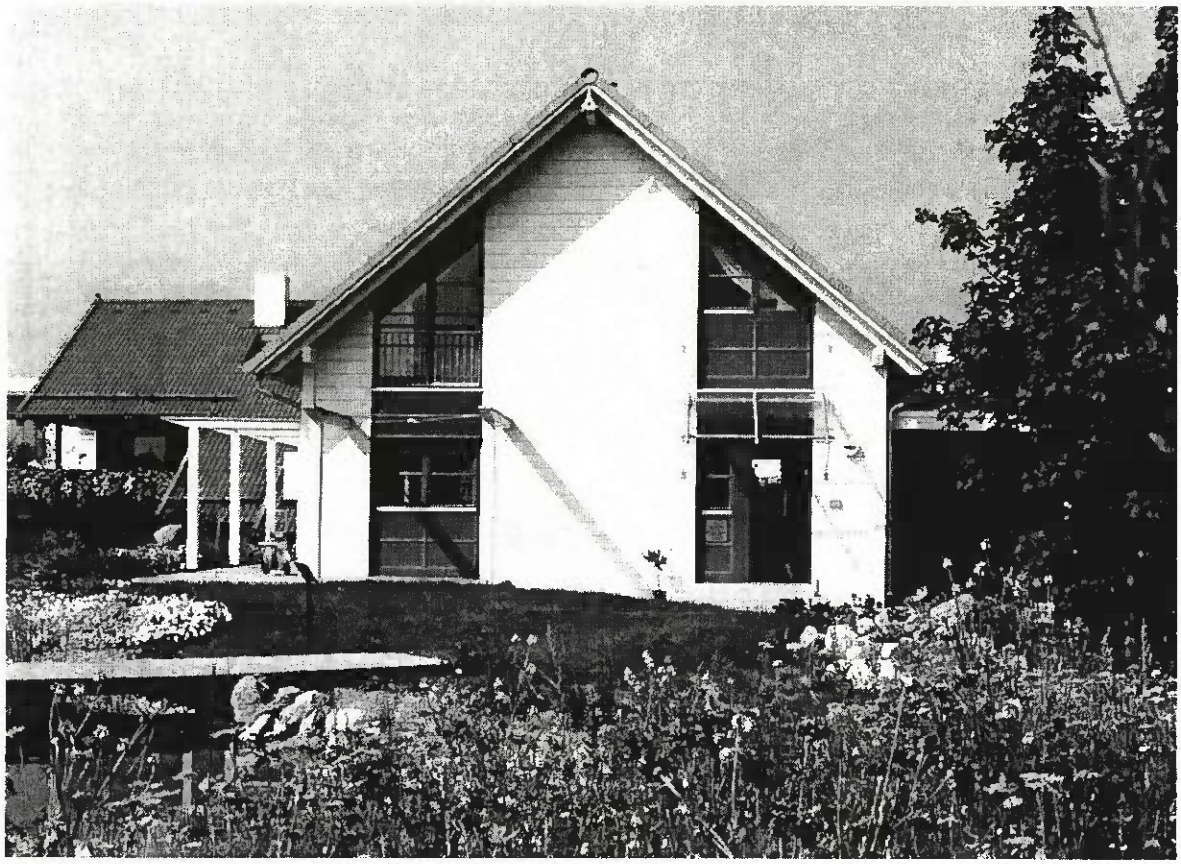


Bild 4-13: Projekt „Rosenheimer Haus“. In den drei Experimentierhäusern wurden erstmals vorgefertigte Installationskerne eingebaut und unter Praxisbedingungen getestet.



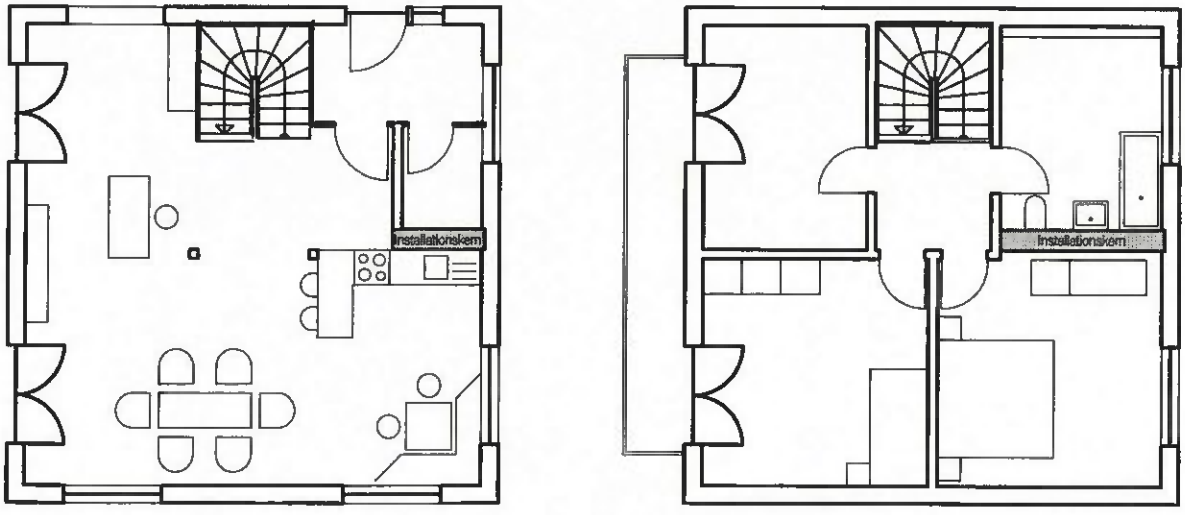


Bild 4-14: Beispiel für einen zentralen Installationskern in einem Typenhaus der Firma Baufritz, Erkheim (Typ 100+1).

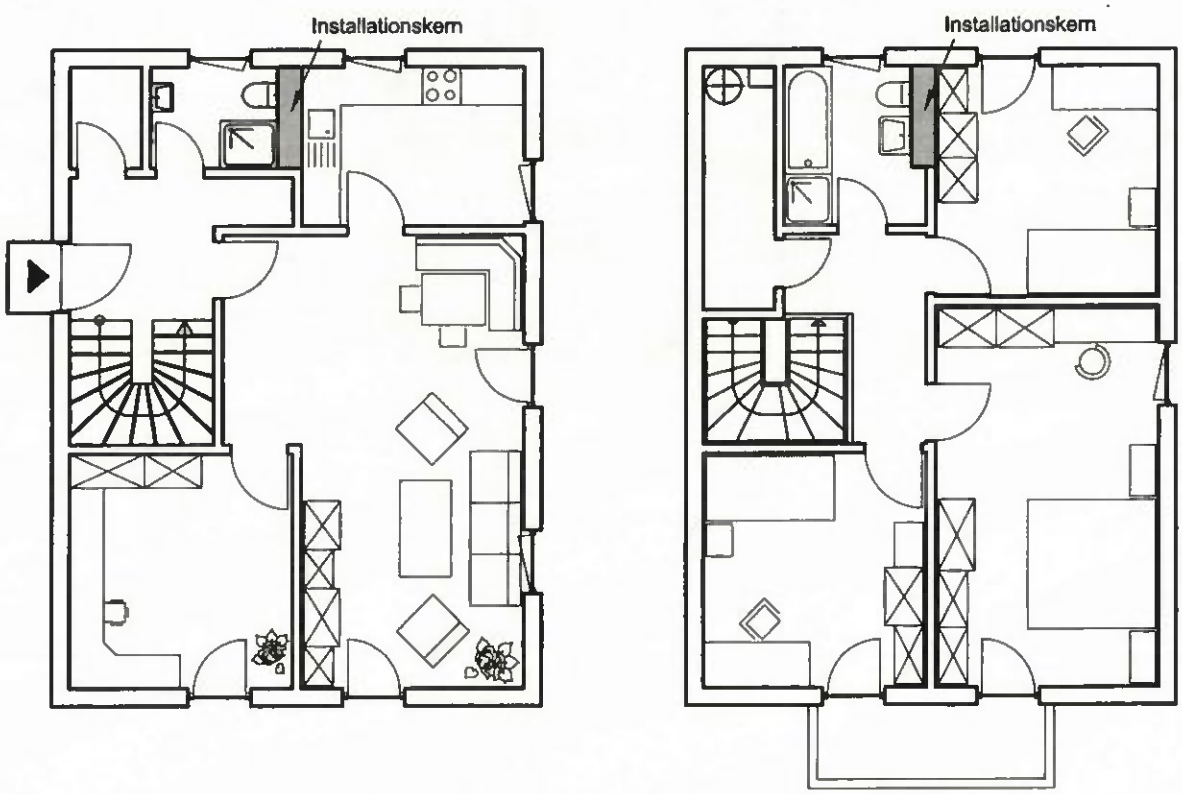


Bild 4-15: Beispiel für den Einsatz eines zentralen Installationskernes in einem Typenhaus der Firma Regnauer Fertigbau, Seebruck (Typ ECO-Line).

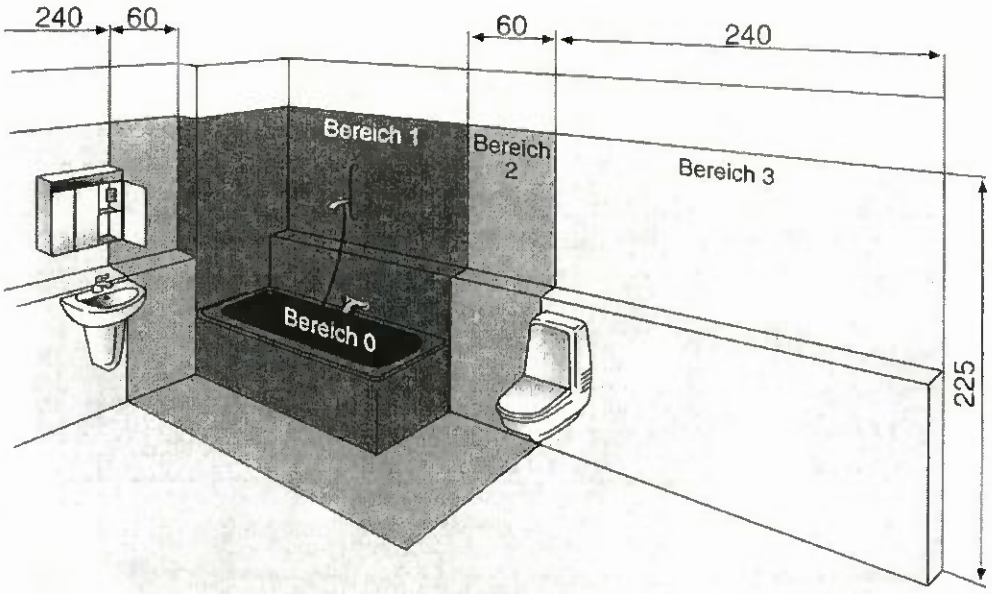


Bild 5-1: Für die Verlegung von Elektrokabeln und elektrischen Einrichtungen gelten Schutzbereiche nach DIN VDE 0100, Teil 701

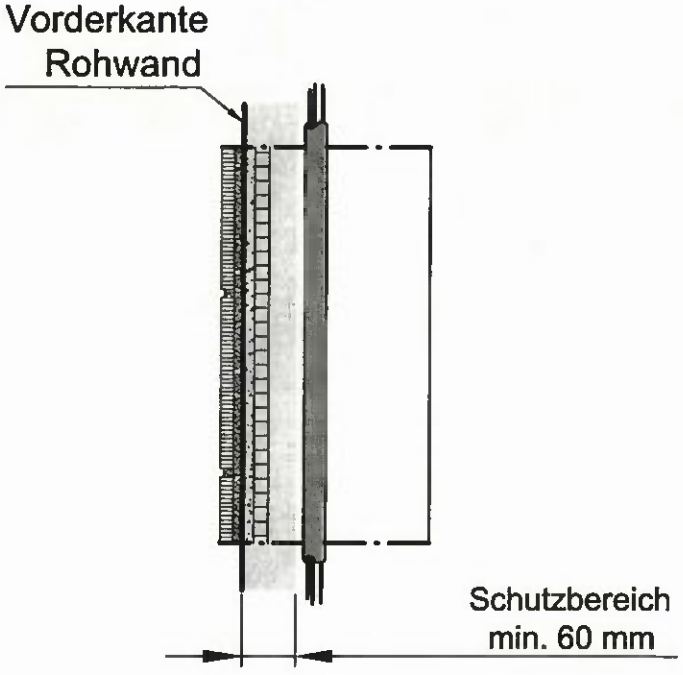
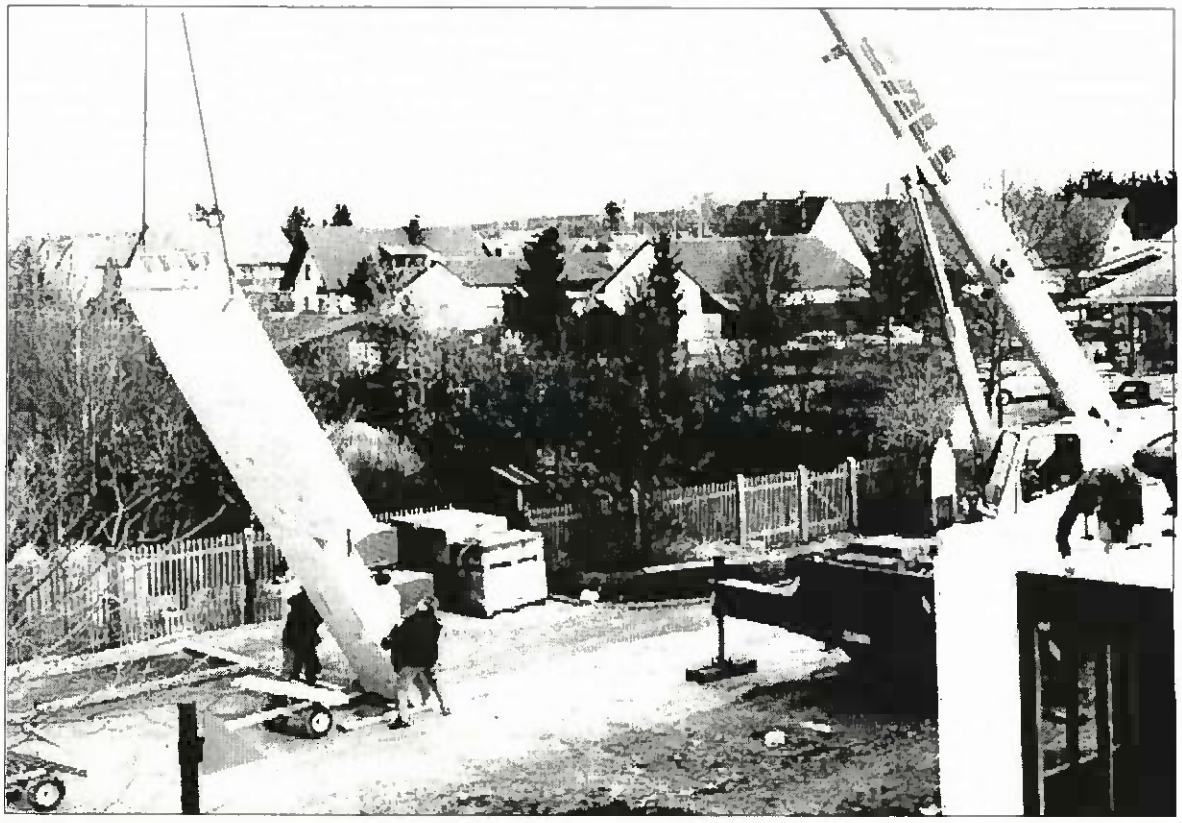


Bild 5-2: Elektrische Leitungen, die nicht zur Versorgung von Verbrauchern im Sanitärbereich, sondern für andere Räume dienen, müssen mindestens einen Abstand von 60mm von der Rohwandvorderkante haben.



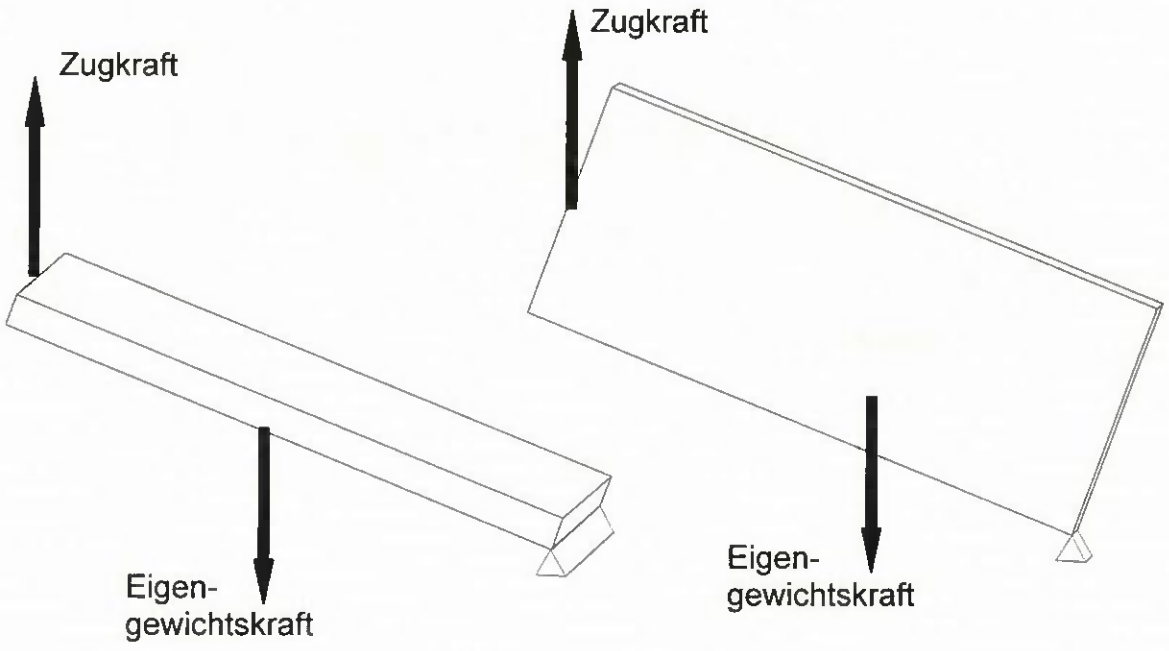


Bild 5-3: Aufstellen des Installationskernes.
Beim Aufstellen ist die Konstruktion besonders beansprucht. Wird der Installationskern über die breite Kante aufgestellt, muß die Konstruktion durch zusätzliche Stege zwischen den Schalen ausgesteift werden. Wird er über die kurze Kante aufgestellt, kann die Beplankung die Aussteifung übernehmen.

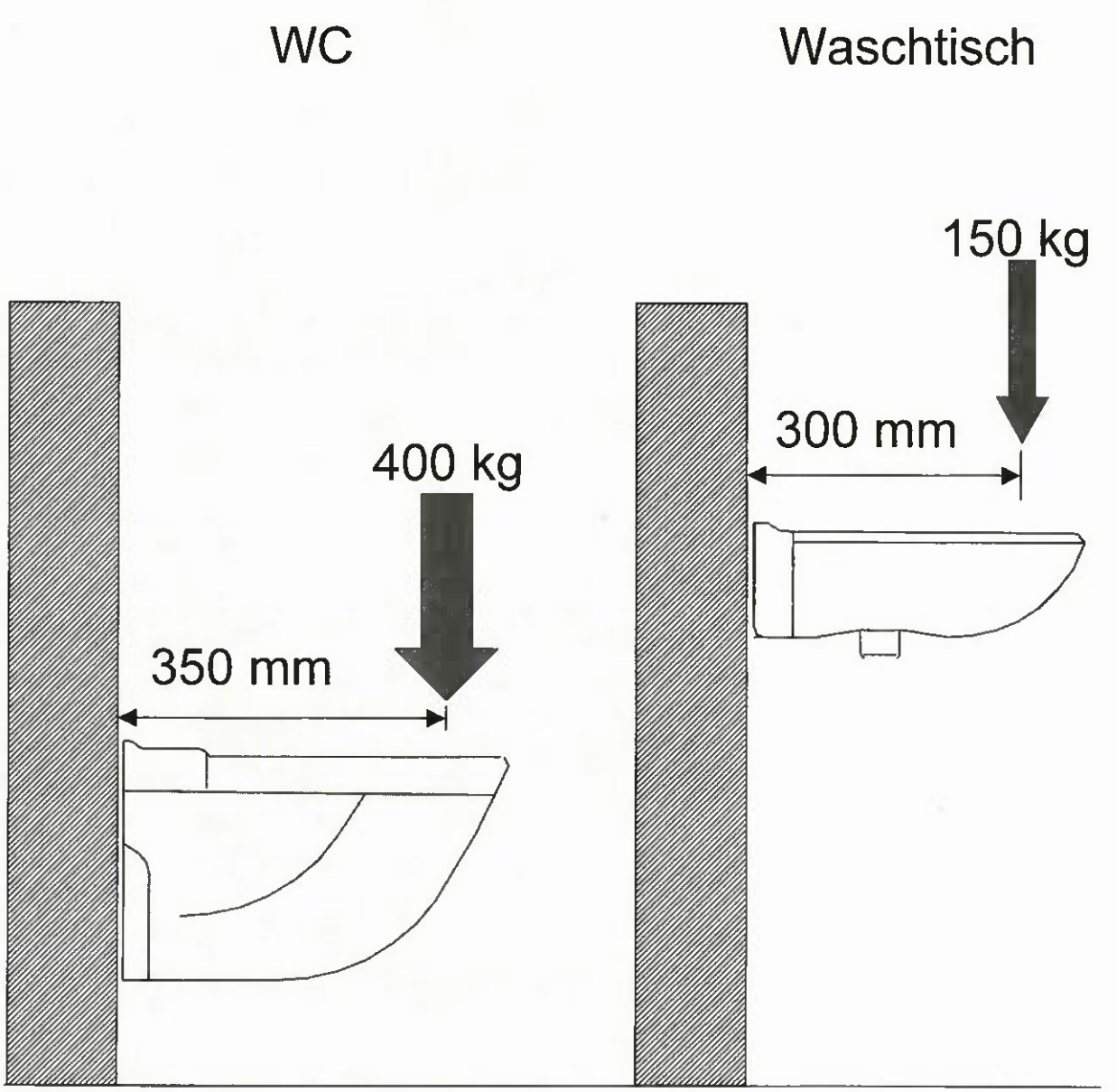


Bild 5-4: Lastannahmen der Keramikindustrie für Sanitärkeramiken. Diese Lasten müssen von der Wand aufgenommen und ohne unzulässige Verformung der Wandfläche weitergeleitet werden.

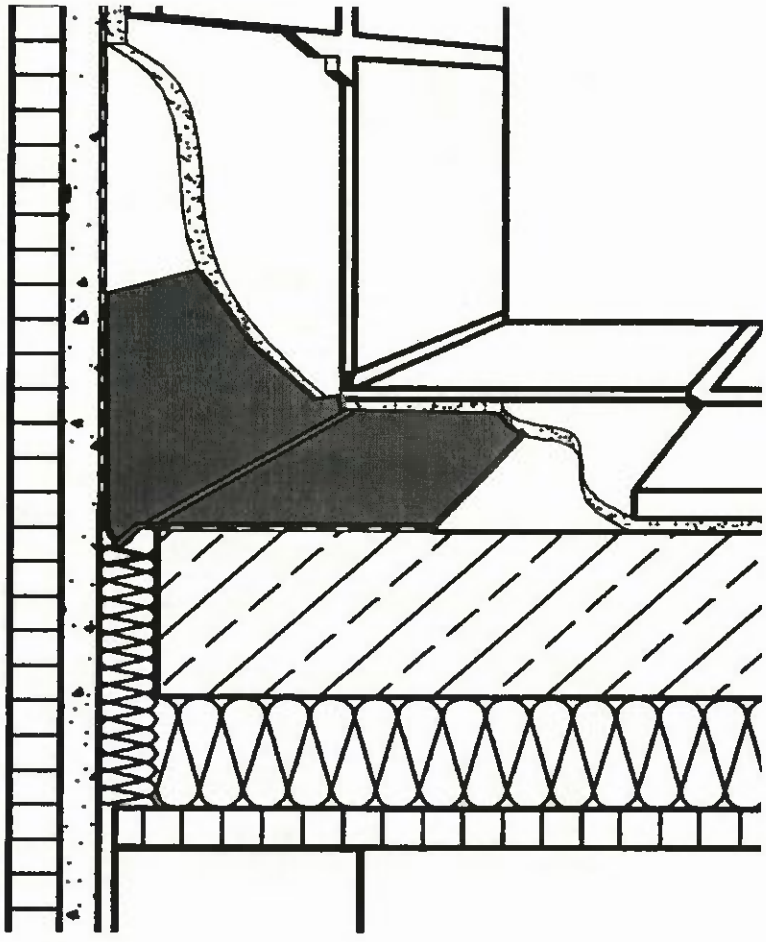


Bild 5-5: Abdichtung der Bewegungsfuge zwischen Installationskern und Geschoßdecke mit einer Dichtbandeinlage. Im Eckbereich ist eine Schlaufe auszubilden.

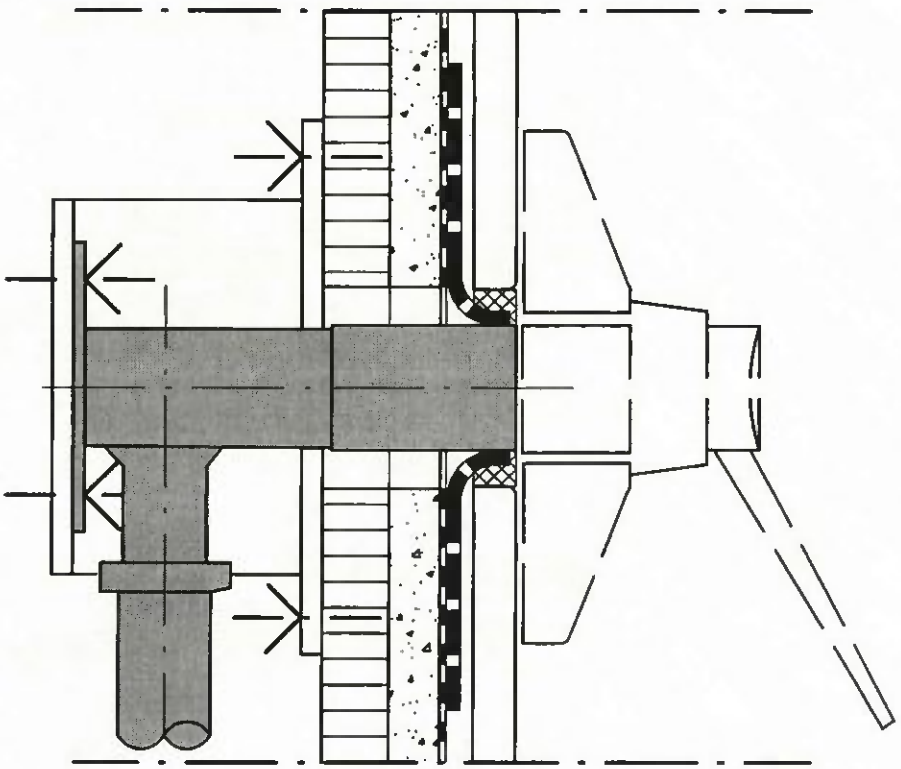


Bild 5-6: Einsatz einer Dichtmanschette zur dauerhaften Feuchtigkeitsabdichtung von Durchbrüchen im Naßbereich (z. B. bei einer Duscharmatur).

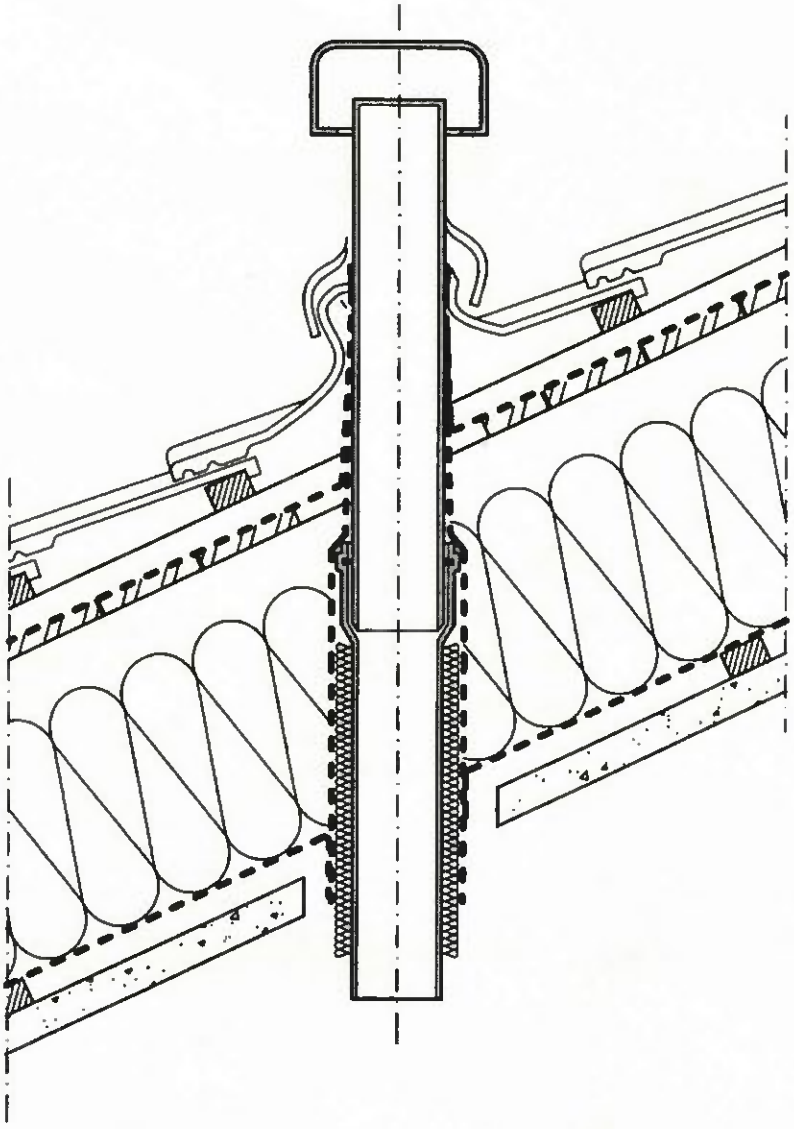
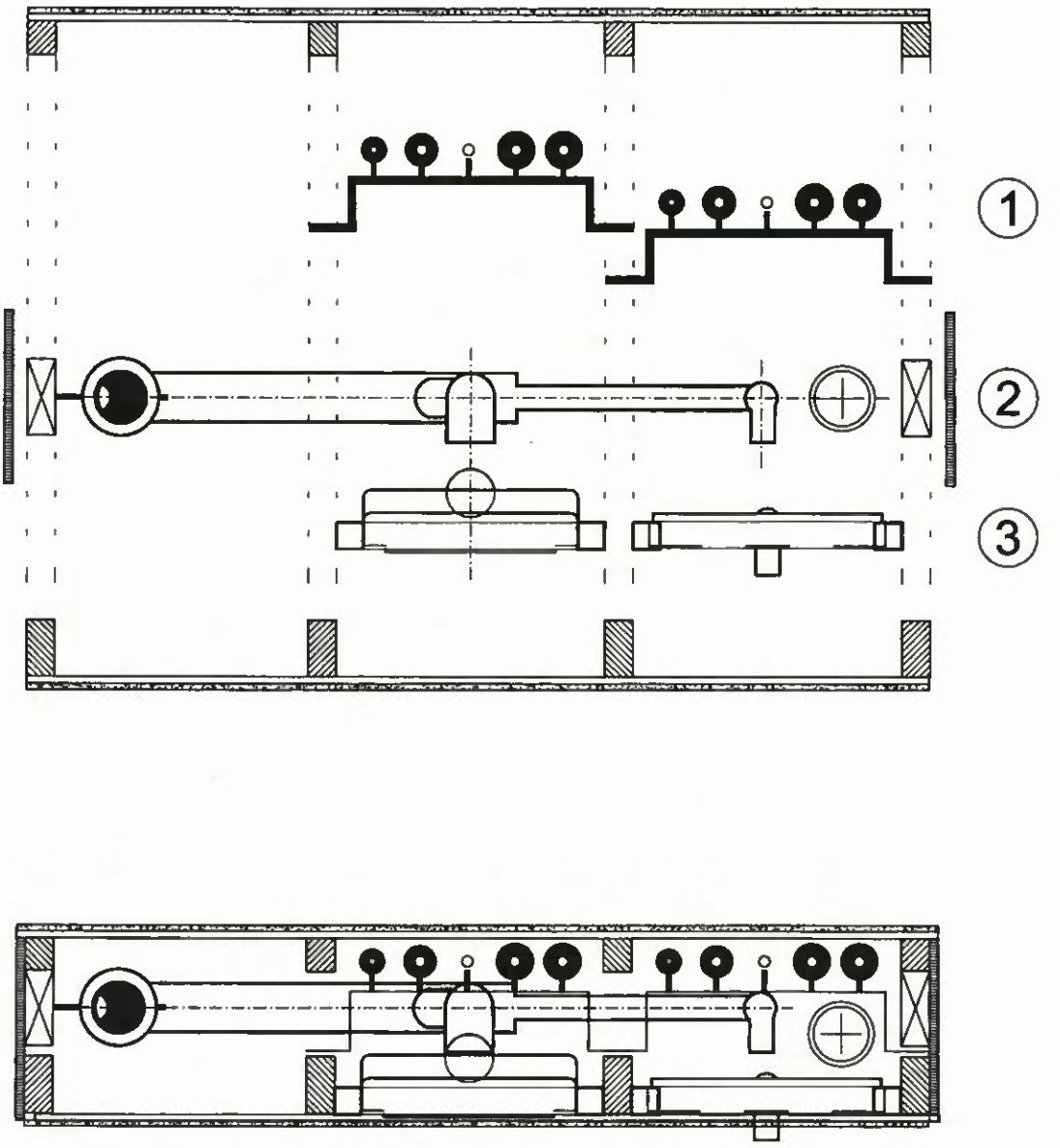


Bild 5-7: Dachdurchführung einer Belüftungsleitung für einen Abwasserfallstrang. Gemäß DIN 1986 ist bei Abwasseranlagen die Lüftungsleitung über das Dach zu führen.



① Rohrregister auf Traversen vormontiert
② Abwasserstrang und Lüftungsrohr
③ Montageelemente für WC, Waschtisch, etc.

Bild 6-1: Aufbau des Installationskernes aus vorgefertigten Baugruppen.
oberes Bild: Explosionszeichnung des Kernes
unteres Bild: Querschnitt durch den Kern

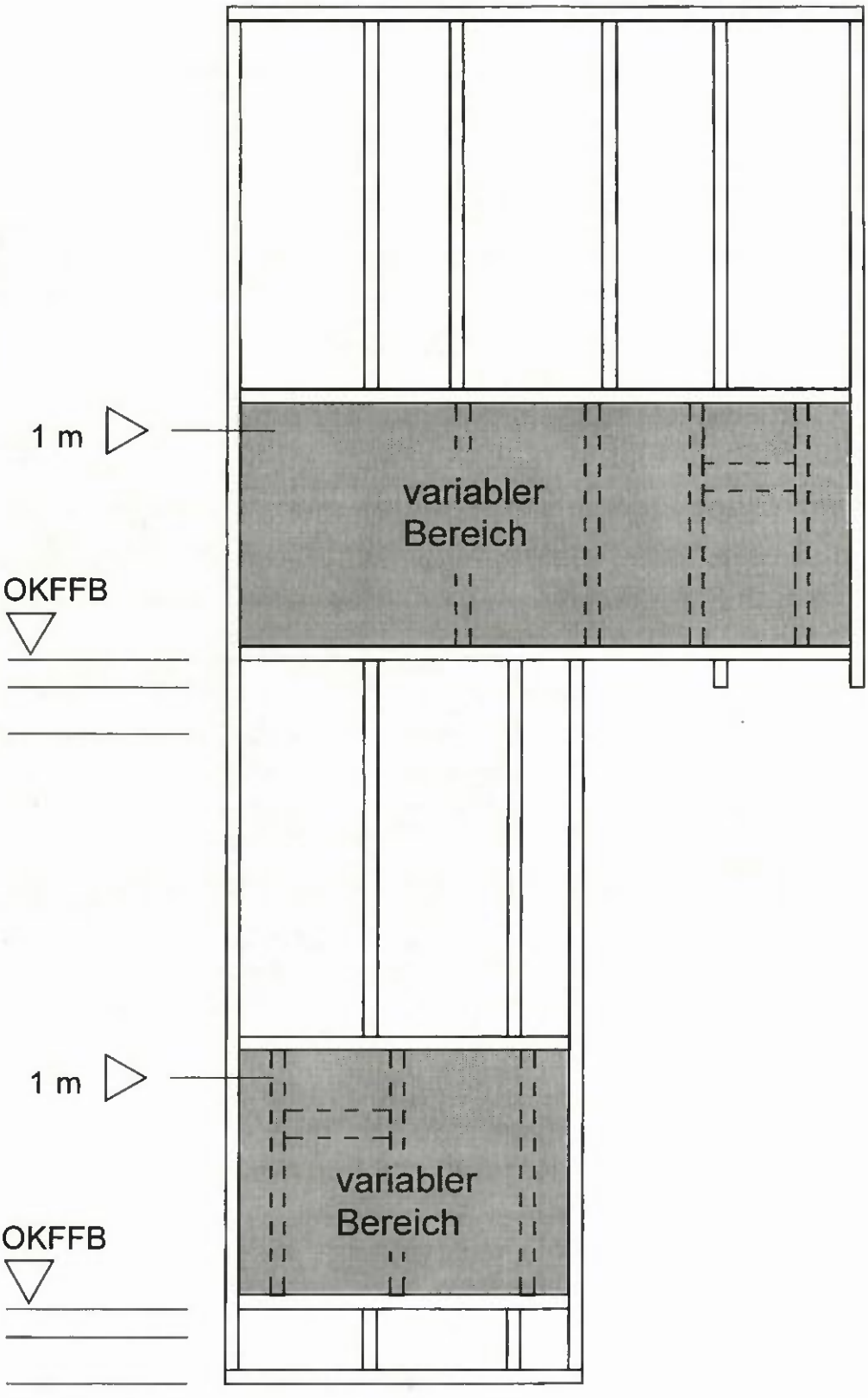


Bild 6-2: Der variable Bereich des Installationskernes (graues Feld) dient zur individuellen Anordnung von Sanitäreinrichtungsgegenständen.

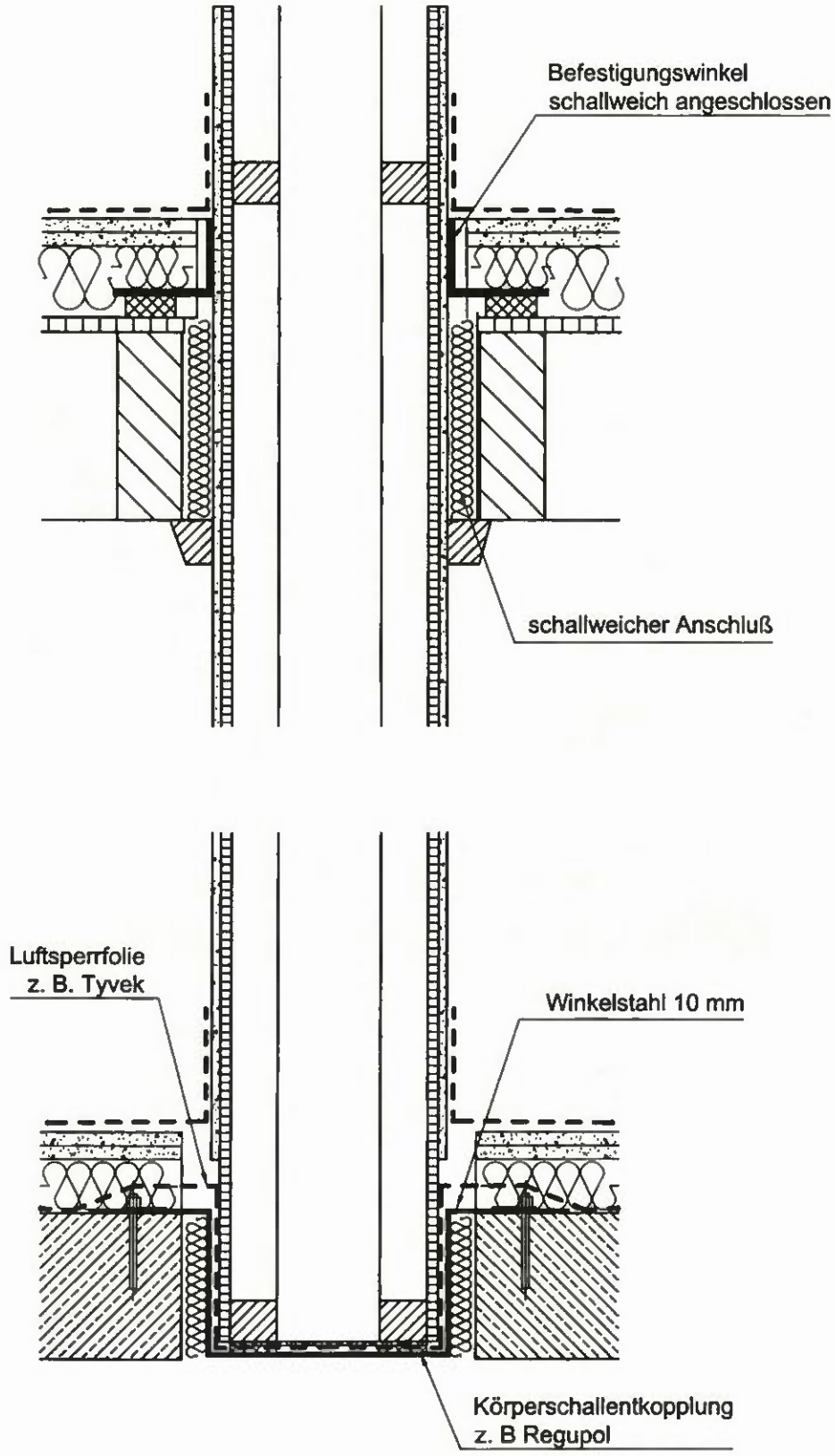


Bild 6-3: Durchführung des Installationskernes durch eine Holzbalkendecke (oben) und Anschluß des Installationskernes im Bereich der Kellerdecke (unten).

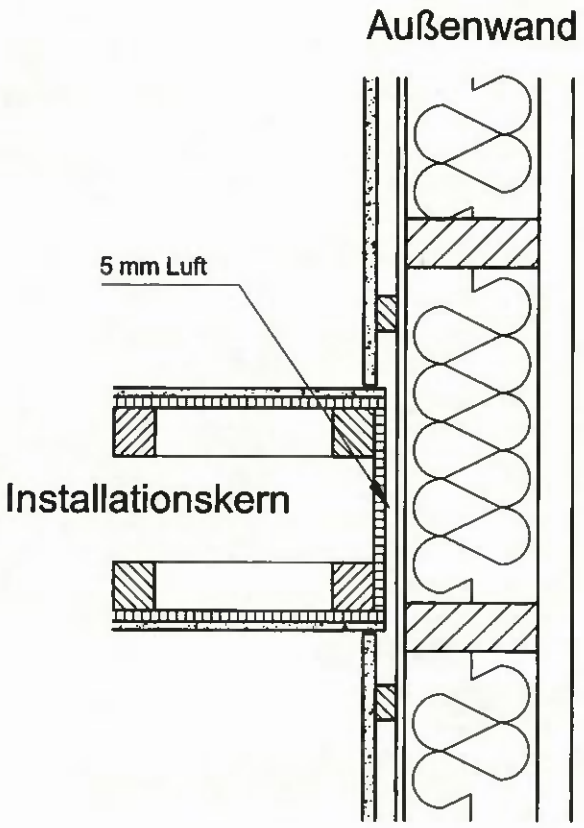


Bild 6-4: Anschluß des Installationskerns an eine Außenwand mit Installationsebene (Horizontalschnitt).

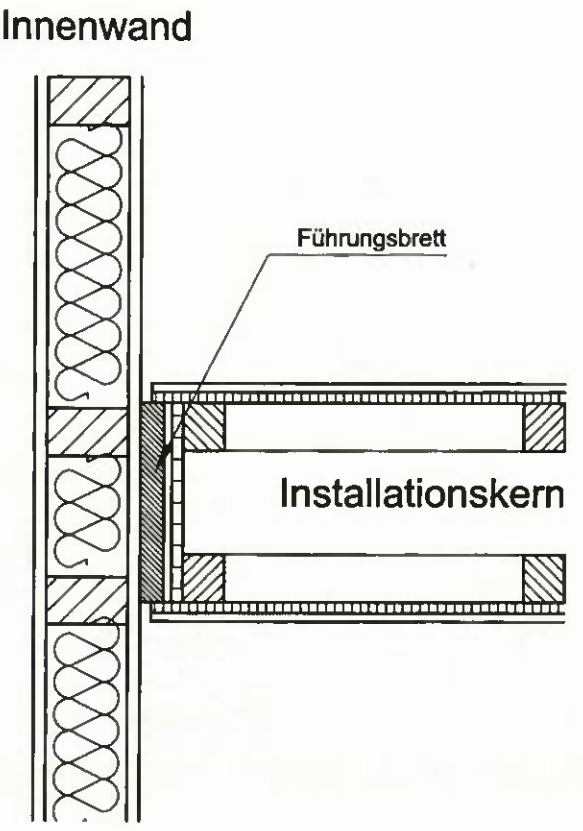
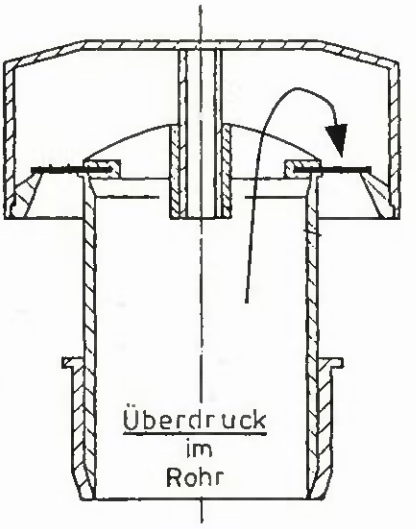
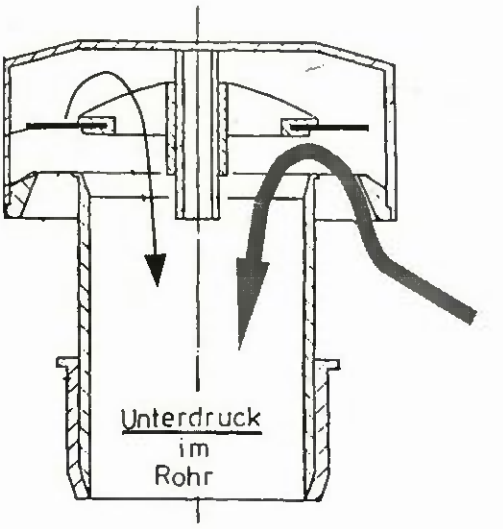


Bild 6-5: Anschluß des Installationskerns an eine Innenwand (Horizontalschnitt). Der Kern wird durch ein Führungsbrett fixiert.



Dichtungsfunktion



Belüftungsfunktion

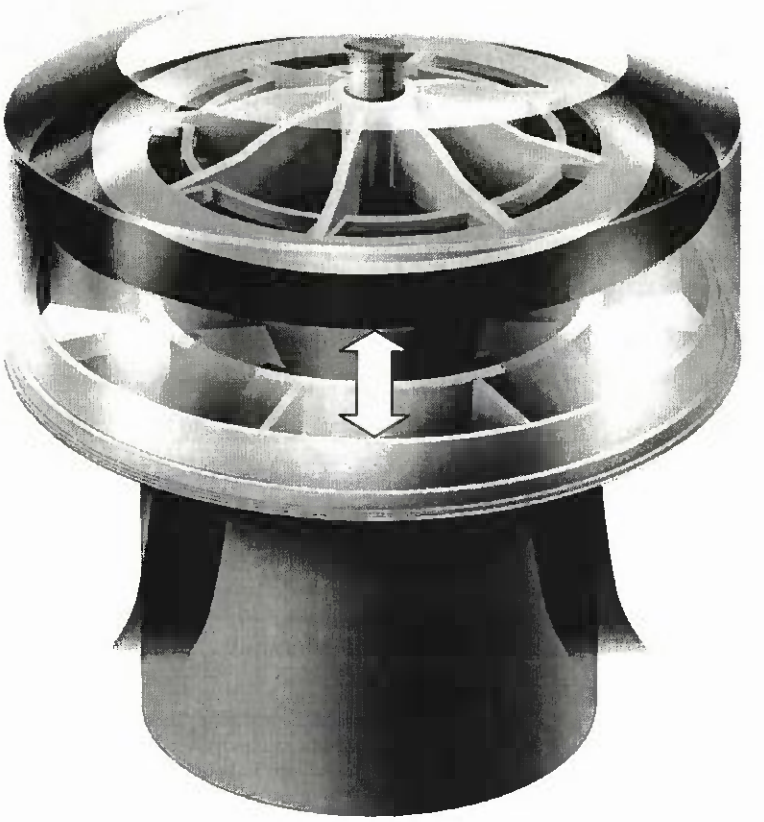


Bild 6-6: Funktionsprinzip des DURGO - Lüftungsventils. Bei Unterdruck öffnet sich das Ventil und belüftet das Abwasserrohr. Bei Überdruck schließt das Ventil hermetisch ab.

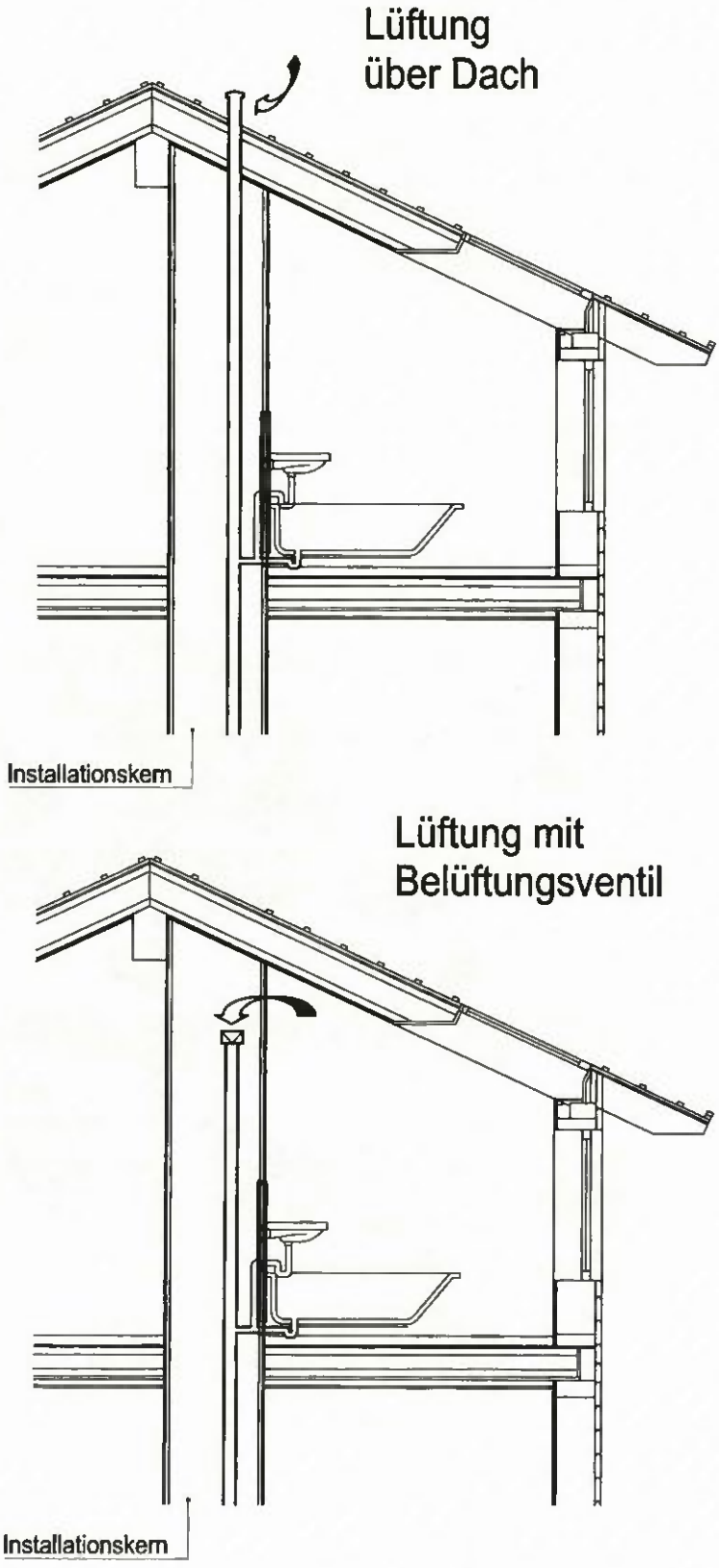
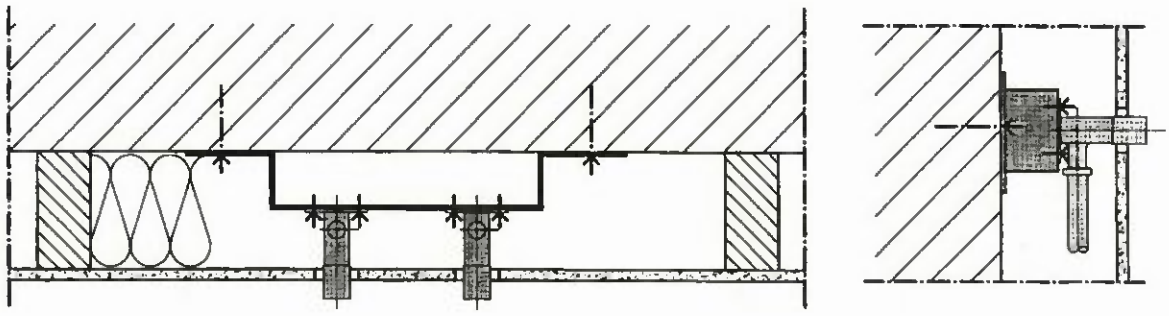
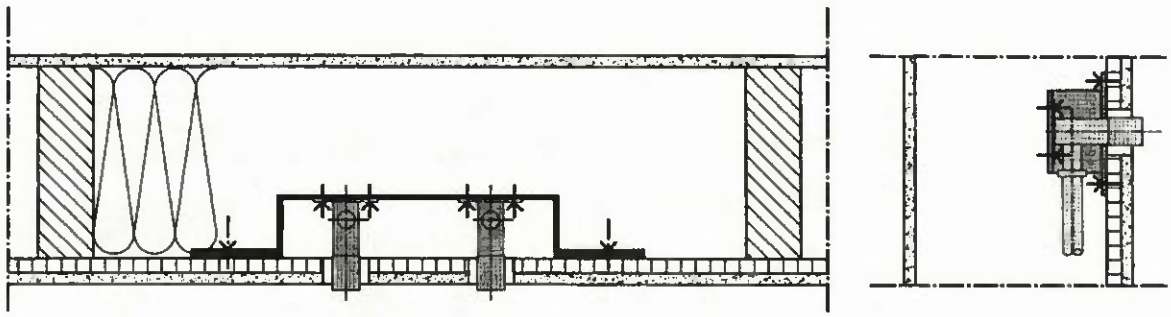


Bild 6-7: Möglichkeit der Belüftung von Abwasserfalleitungen.
oben: Lüftung über Dach gemäß DIN 1986
unten: Lüftung mit einem DURGO - Belüftungsventil

Vorwandinstallation



Inwandinstallation



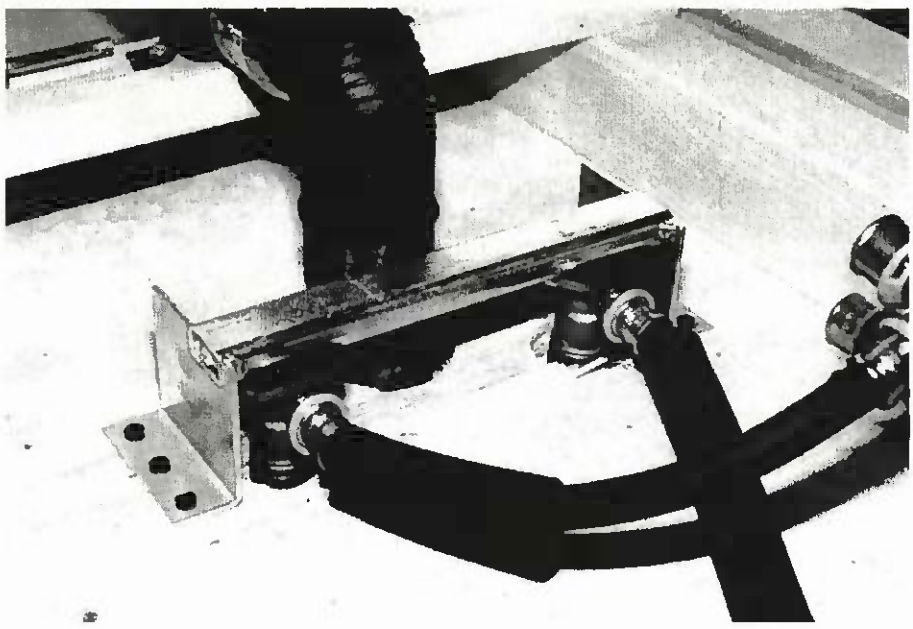
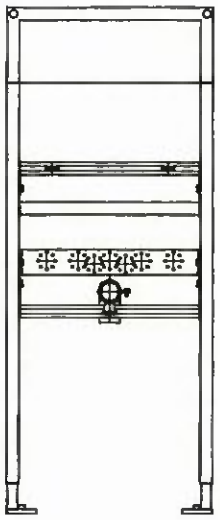
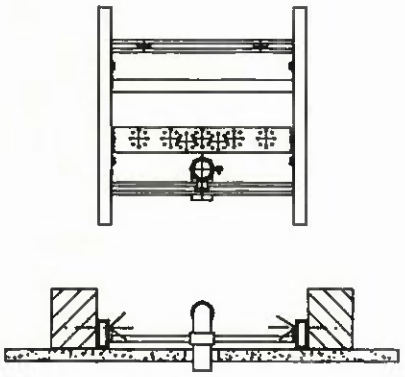


Bild 7-1: Vergleich der Montagearten für Inwand- und Vorwandinstallation (Bild oben).
Beispiel für ein Montageelement zur rückseitigen Montage auf der Beplankung (Bild unten).



Handelsübliches Montageelement für einen Waschtisch im Trockenbau



Gekürztes Montageelement für den Einbau in eine Holzständerwand. Die Lasten werden über Befestigungsmittel in die Holzständer eingeleitet.

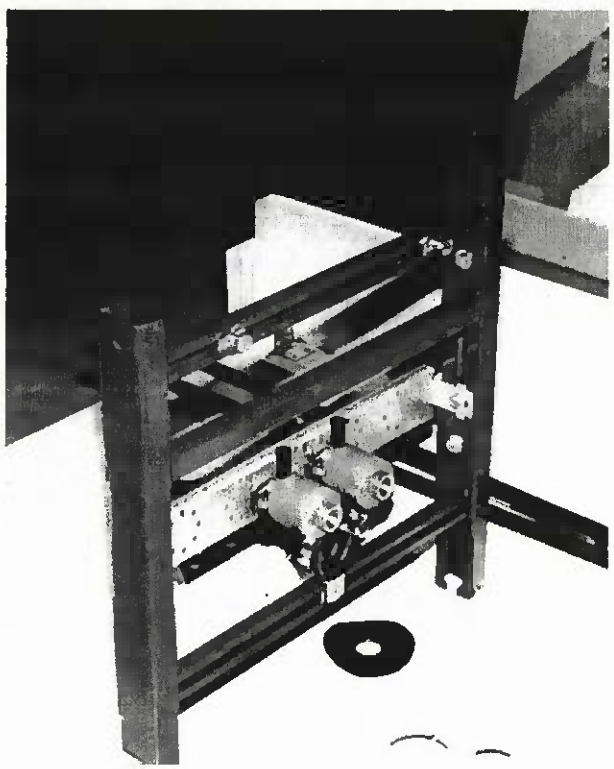


Bild 7-2: Gekürztes Waschtisch - Montageelement zum Einbau in Holzständerwände. (Quelle: Geberit)

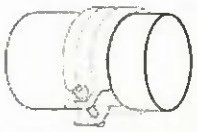
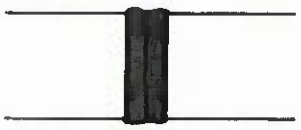
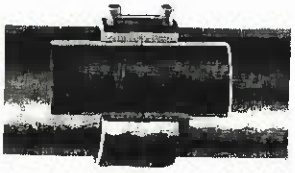
Verbindungssystem	Kriterien zum Einsatz im Installationskern
Steckverbindung 	- kurze Montagezeit pro Verbindung - geringer Werkzeugbedarf (Rohrschneider) - nicht geeignet zur Vorfertigung ⇨ nicht formstabil - zerstörungsfrei lösbar - axialer Platzbedarf durch die Steckmuffe: dadurch erhöhter Platzbedarf bei Aneinanderreihung mehrerer Formstücke - Formstücke können nicht verändert werden - Fixlängen führen zu erhöhtem Verschnitt - bei der Montag zusätzlicher axialer Platzbedarf für Steckweg
Verbindung mit Schnellspann verbinder 	- hoher Preis für Spannverbinder - günstige Formstücke - geringer Werkzeugbedarf (Rohrschneider, Schraubenzieher) - Rohr in Meterware beziehbar (ohne Muffe) dadurch geringer Verschnitt - zerstörungsfrei lösbar
Schweißverbinung 	- hoher Werkzeugaufwand für die Verschweißung - günstige Geometrie der Formstücke - geeignet für Vorfertigung ⇨ formstabil - dichte Aneinanderreihung von Formstücken möglich - Montagezeitaufwand pro Verbindung: relativ hoch - nicht zerstörungsfrei lösbar - Rohr in Meterware beziehbar (ohne Muffe)
alternativ: Elektroschweiß-muffe 	- Einsparung bei der Montagezeit pro Verbindung - Spezialgerät notwendig - hoher Preis für Schweißmuffen

Bild 7-3: Verschiedene Verbindungssysteme für Abwasserrohre.

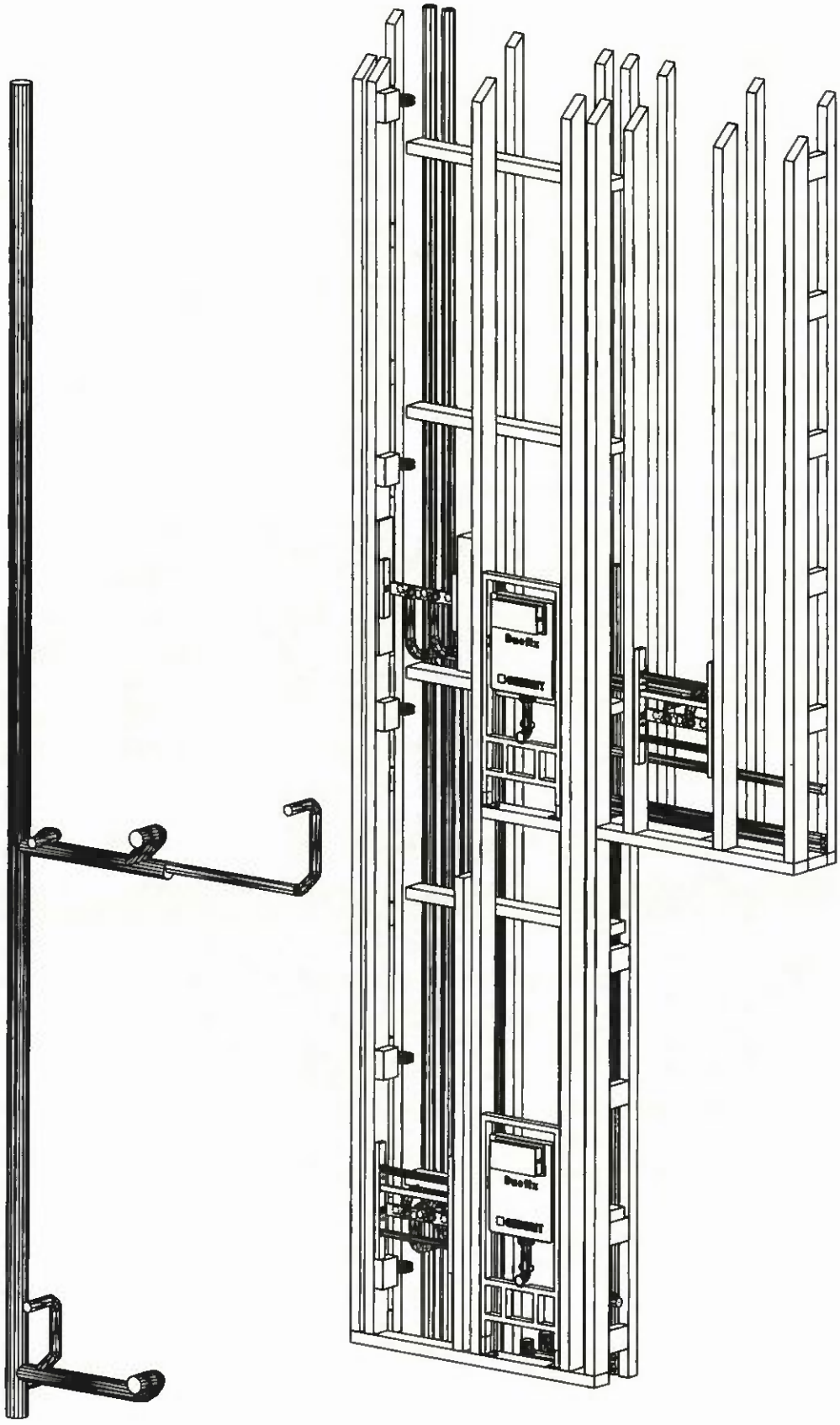
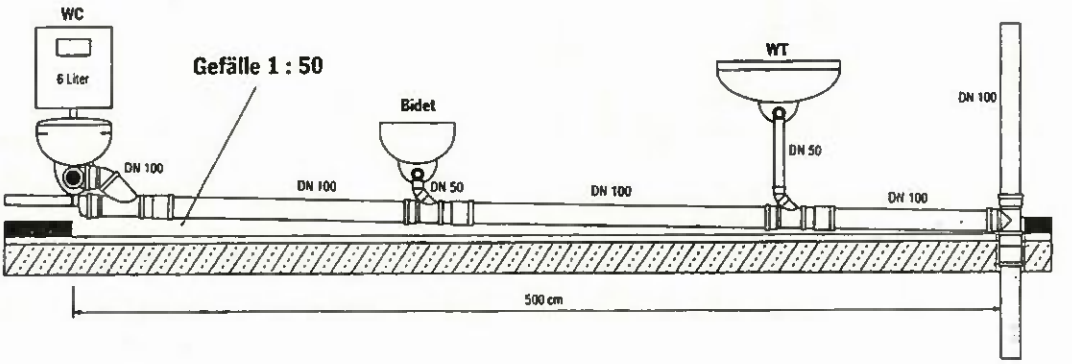


Bild 7-4: Mögliche Vorfertigung der Abwasserleitung. Sammelanschlußleitungen je Geschoß werden einbaufertig geschweißt.

Nennweite DN 100



Nennweite DN 80

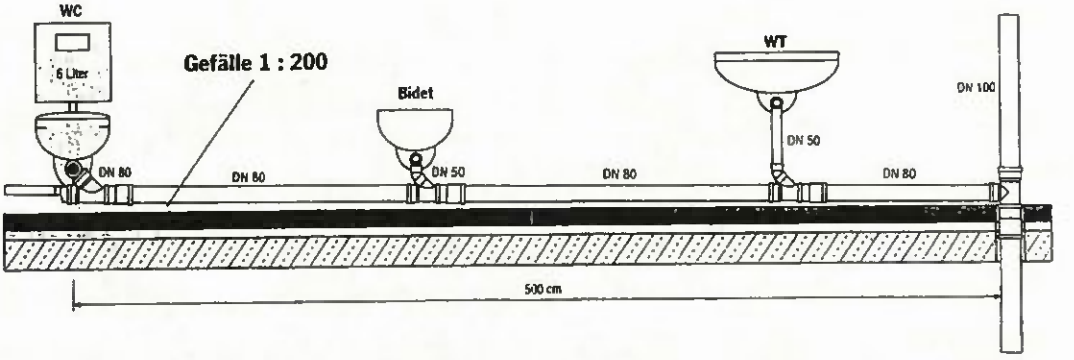


Bild 7-5: Platzbedarf für die Verlegung von Sammelanschlußleitungen mit Nenndurchmesser DN 80 und DN 100. Sammelanschlußleitungen in DN 80 können mit geringerem Gefälle (1 : 200) verlegt werden.

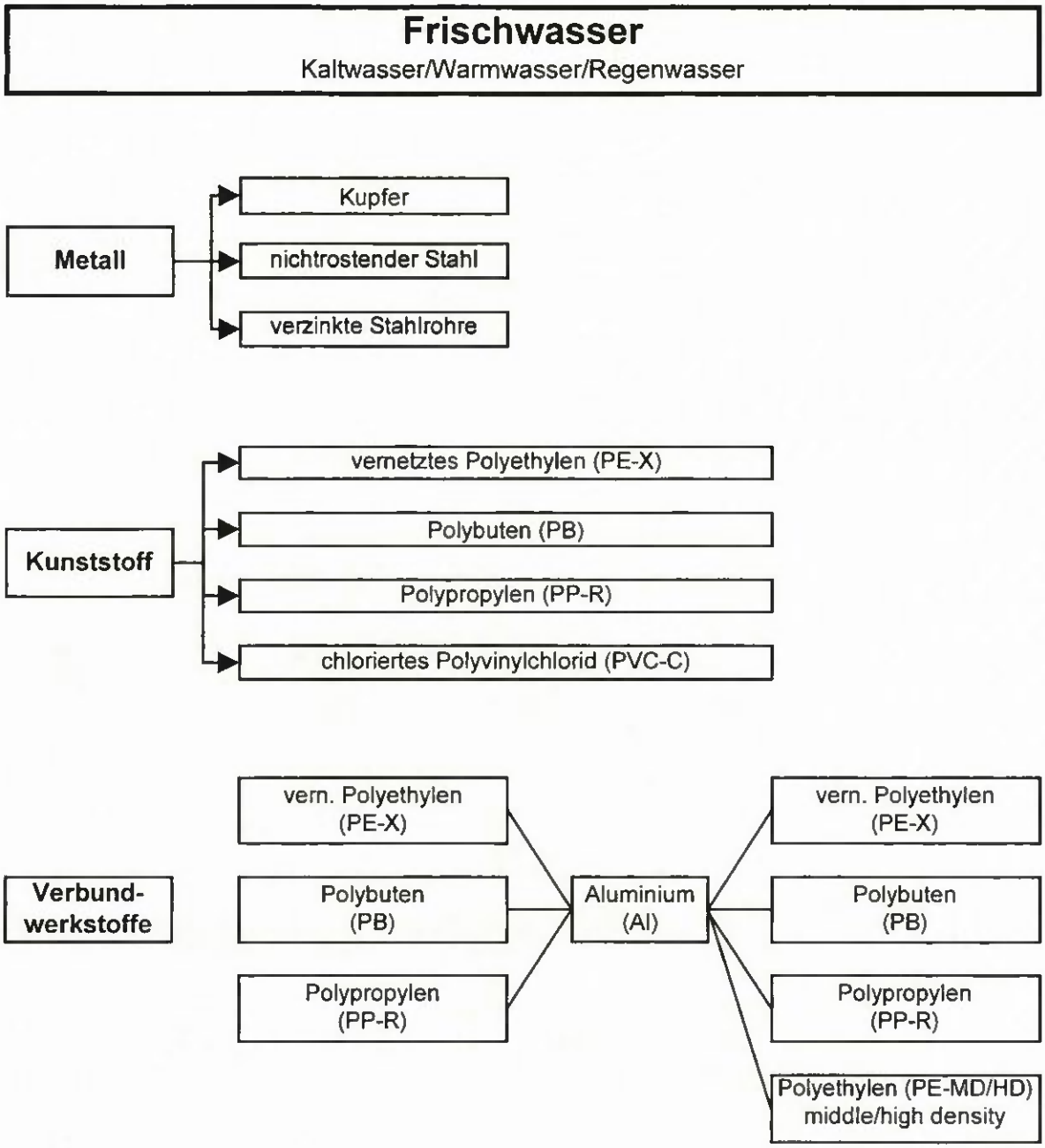


Bild 7-6: Übersicht über handelsübliche Rohrwerkstoffe für Versorgungsleitungen.

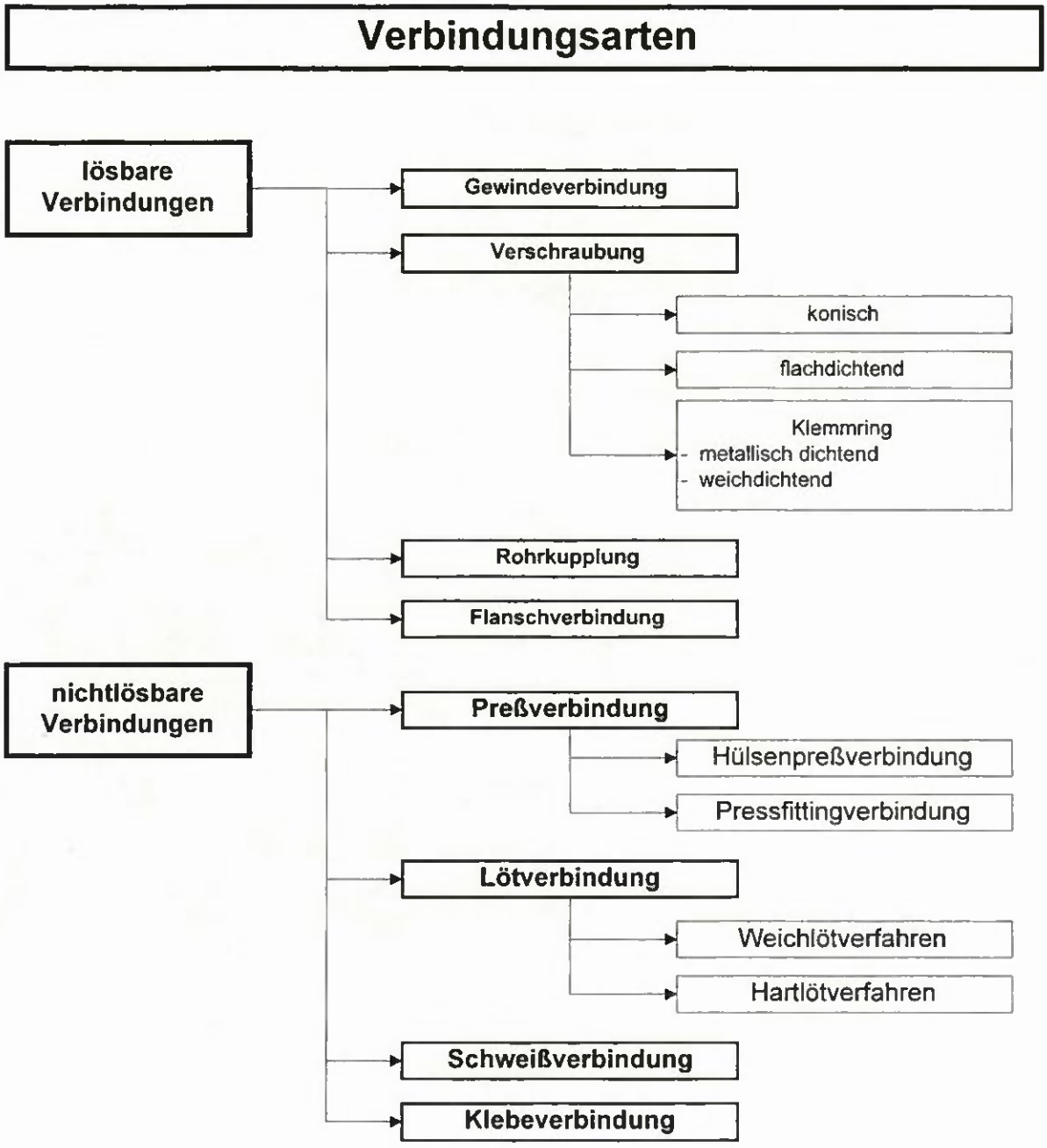


Bild 7-7: Verbindungssysteme für Versorgungsleitungen.

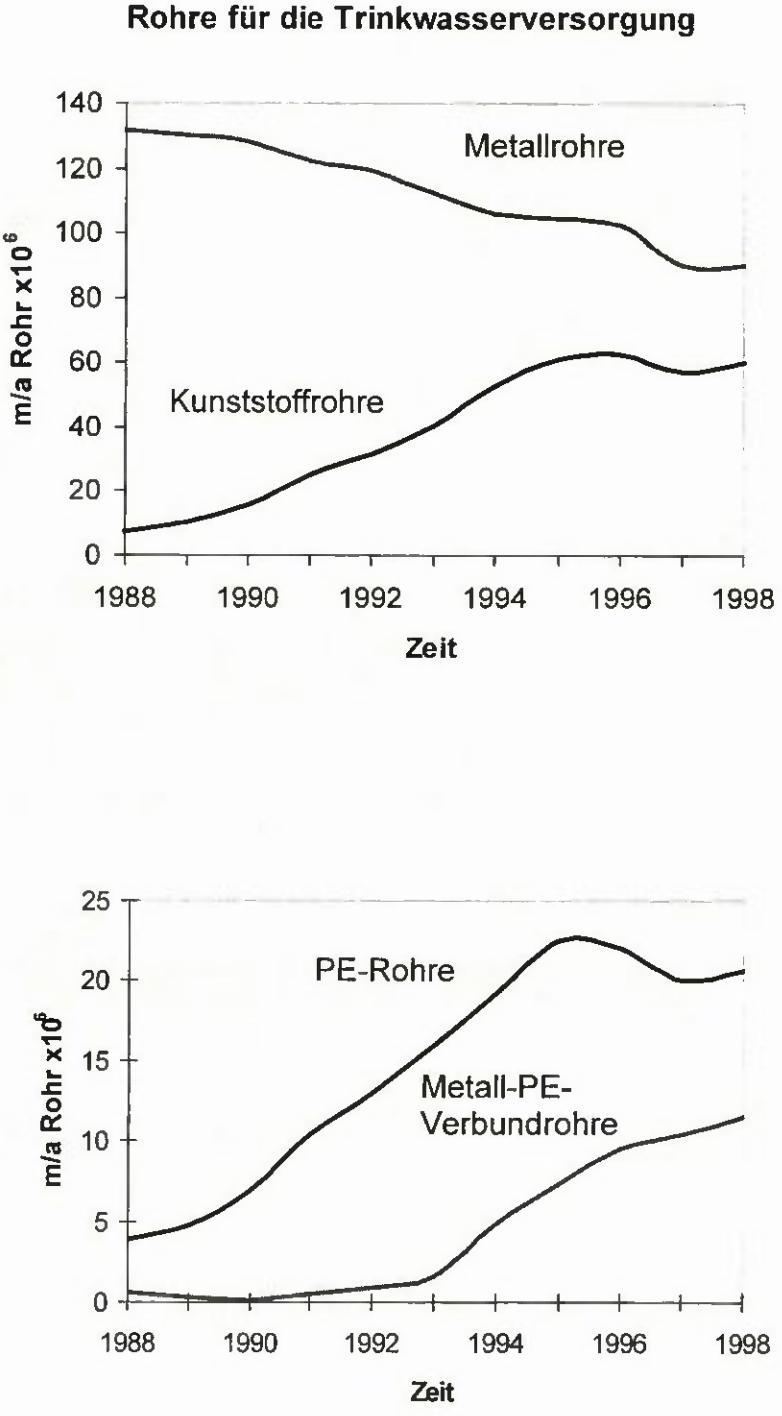


Bild 7-8: Marktentwicklung der Rohrwerkstoffe für die Trinkwasserversorgung.
oben: Metallrohre und Kunststoffrohre
unten: PE-Rohre und Metall-PE-Verbundrohre

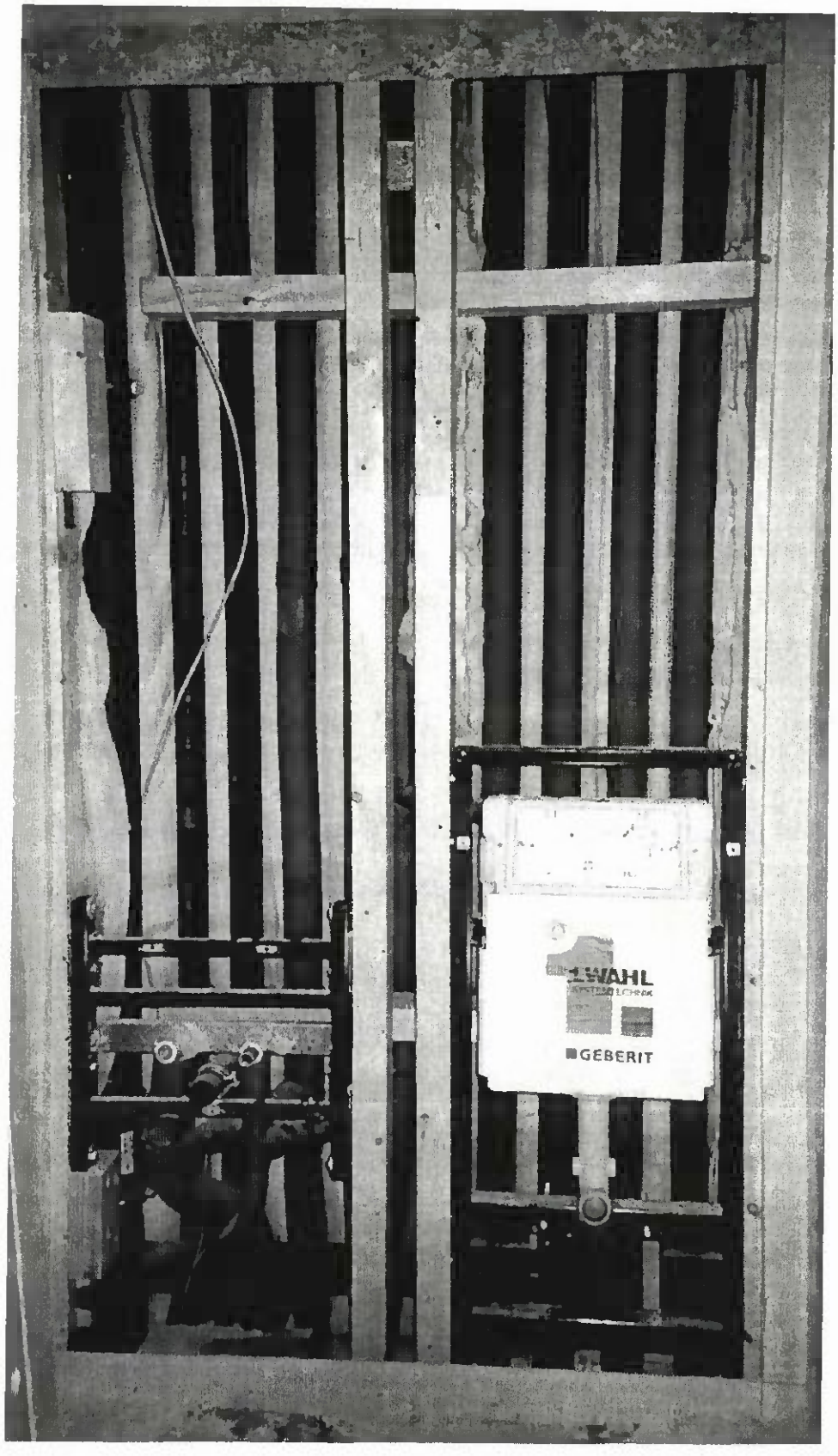


Bild 7-9: Steigleitungen in einem Installationskern.
Die Montageelemente für Waschtisch (links) und WC (rechts) sind seitlich an die Holzständer geschraubt.

Installationskern

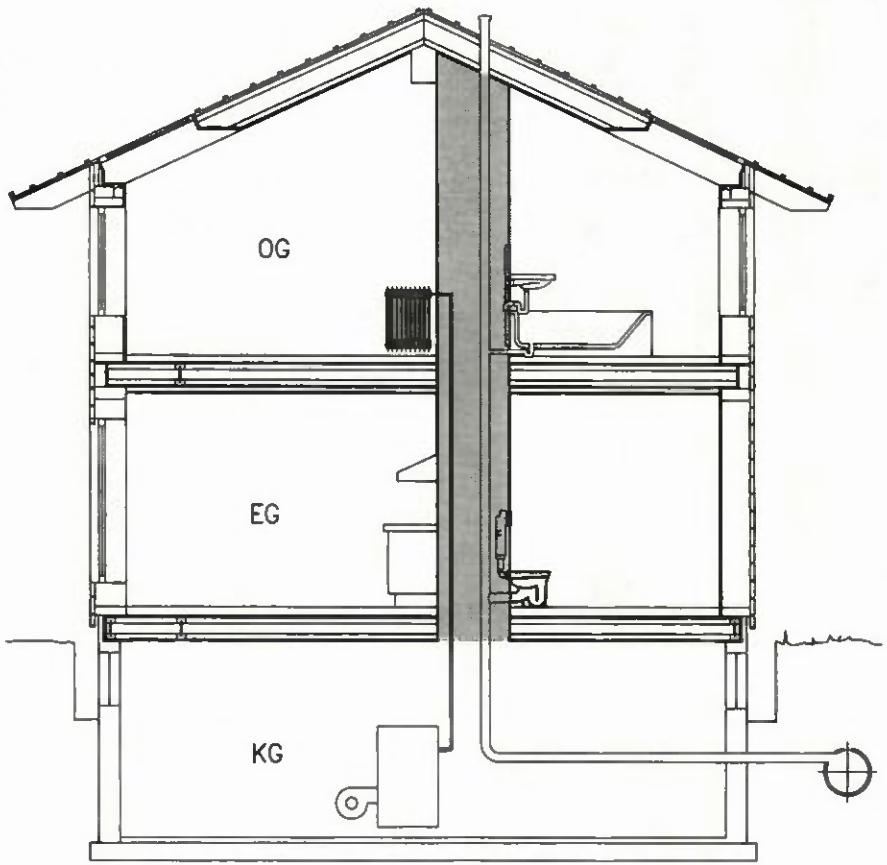
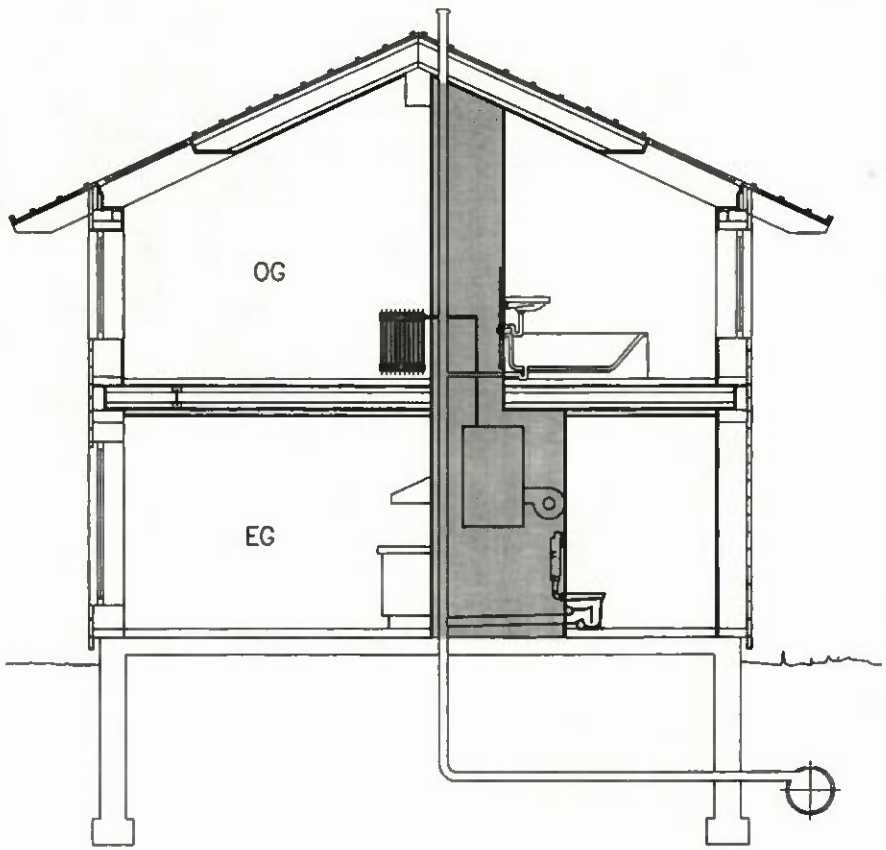


Bild 7-10: Schnitt durch ein Gebäude mit einem zentralen Installationskern. Bei geeigneter Grundrißgestaltung können die Sanitärelemente unmittelbar an den Kern angedockt werden.

Funktionskern



Durch die Erweiterung des Installationskernes im Erdgeschoß ist es möglich, Wärmeerzeuger, Wärmespeicher und andere Haustechnik-komponenten im Kern zu integrieren.

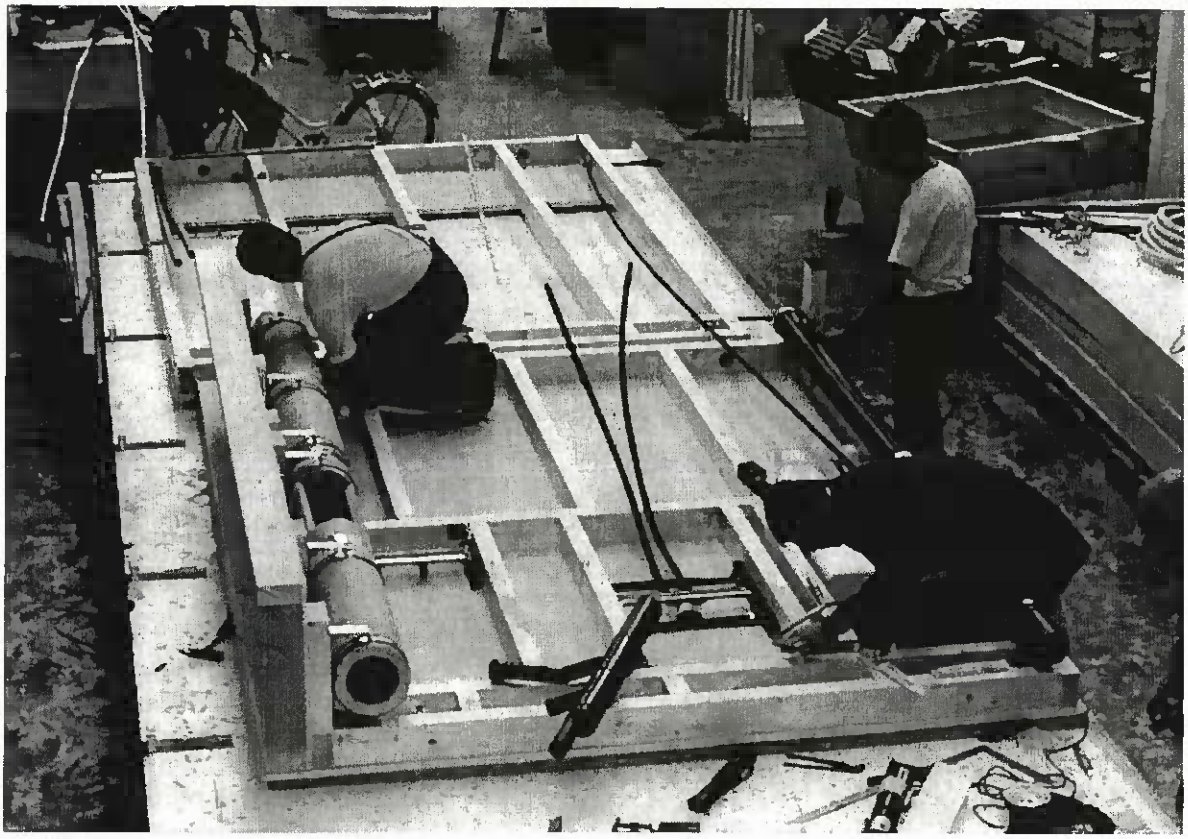


Bild 7-11: Einbau des Conit® - Abgasschachtes in den Installationskern.

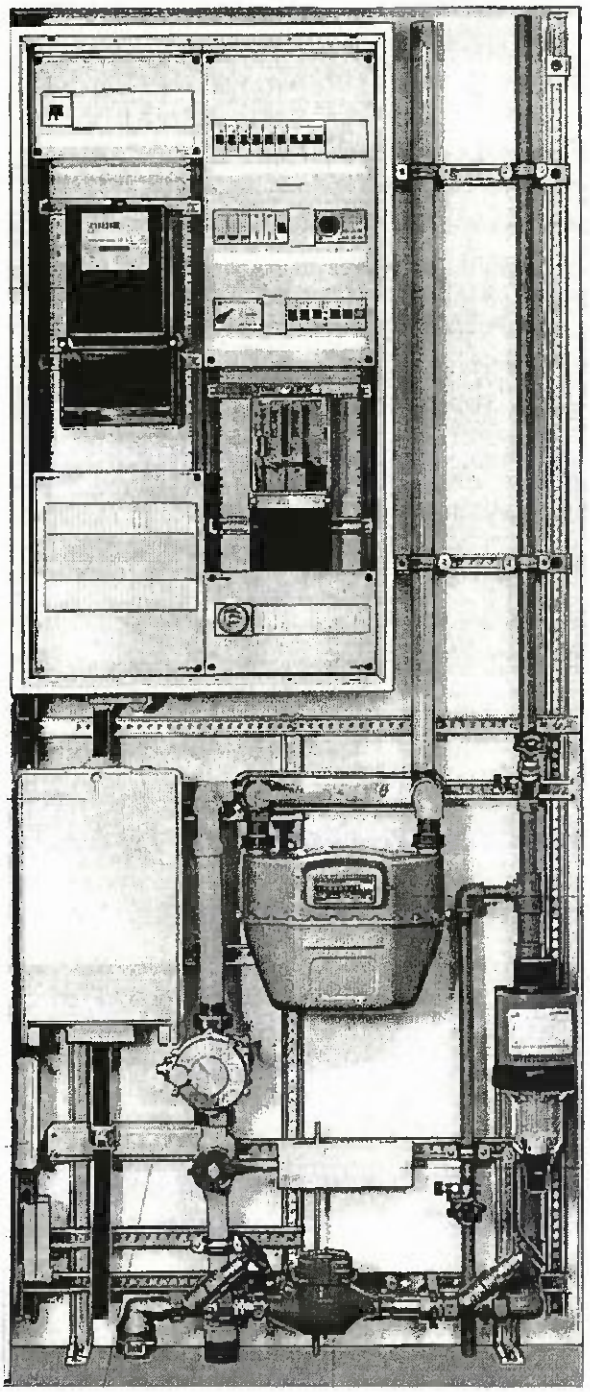


Bild 7-12: Ansicht eines vorgefertigten Hausanschlußkastens mit Hauptanschlüssen und Einrichtungen für Wasser-, Gas-, Telekommunikation- und Elektroinstallation. (Quelle Geyer)

6. Ständerwerk mit Beplankung

4. Versorgungsleitungen vormontiert auf Traversen

3. Abwassersteigstrang mit Querverzug

2. Einbau der Montage-elemente

1. Ständerwerk mit Beplankung

Sanitäreinrichtungs-gegenstände

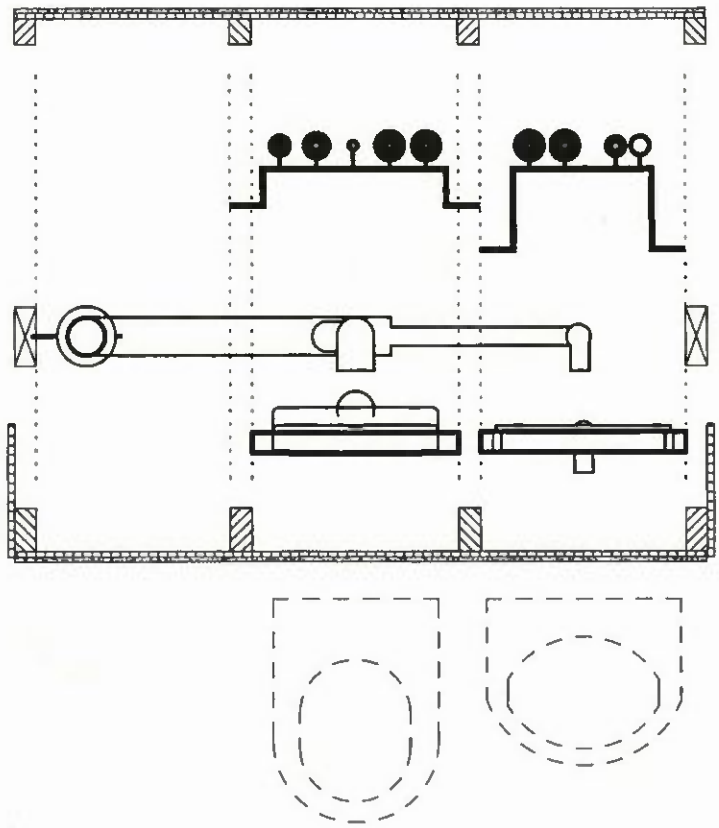


Bild 8-1: Montagereihenfolge bei der Fertigung von Installationskernen.

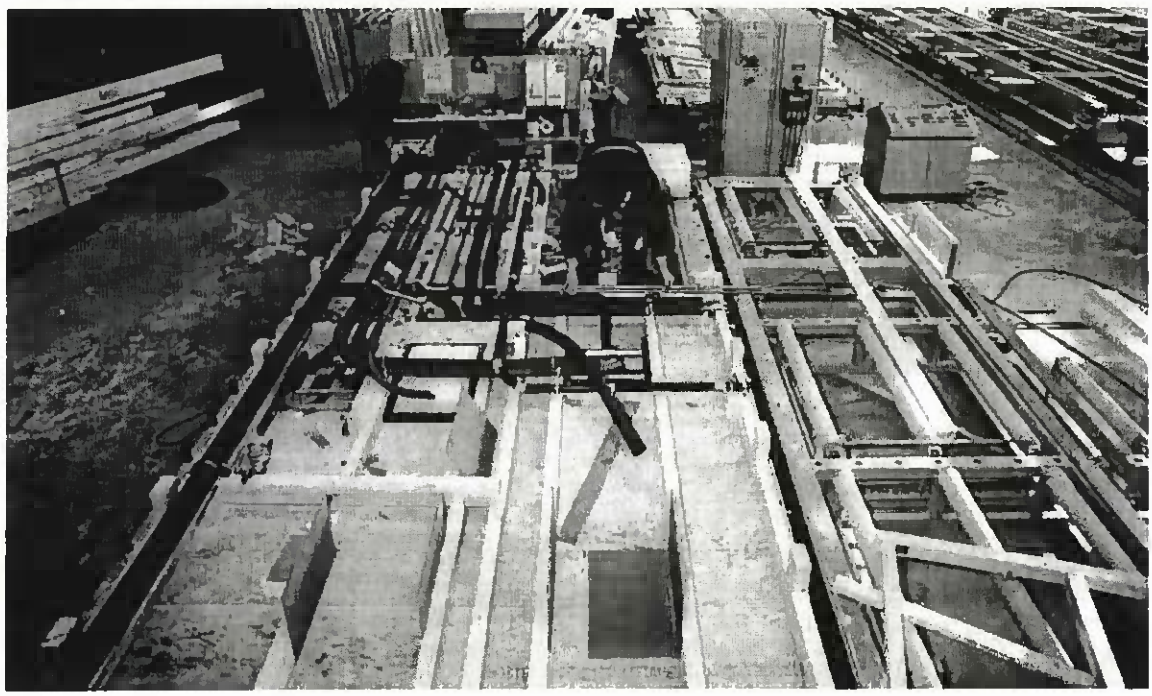
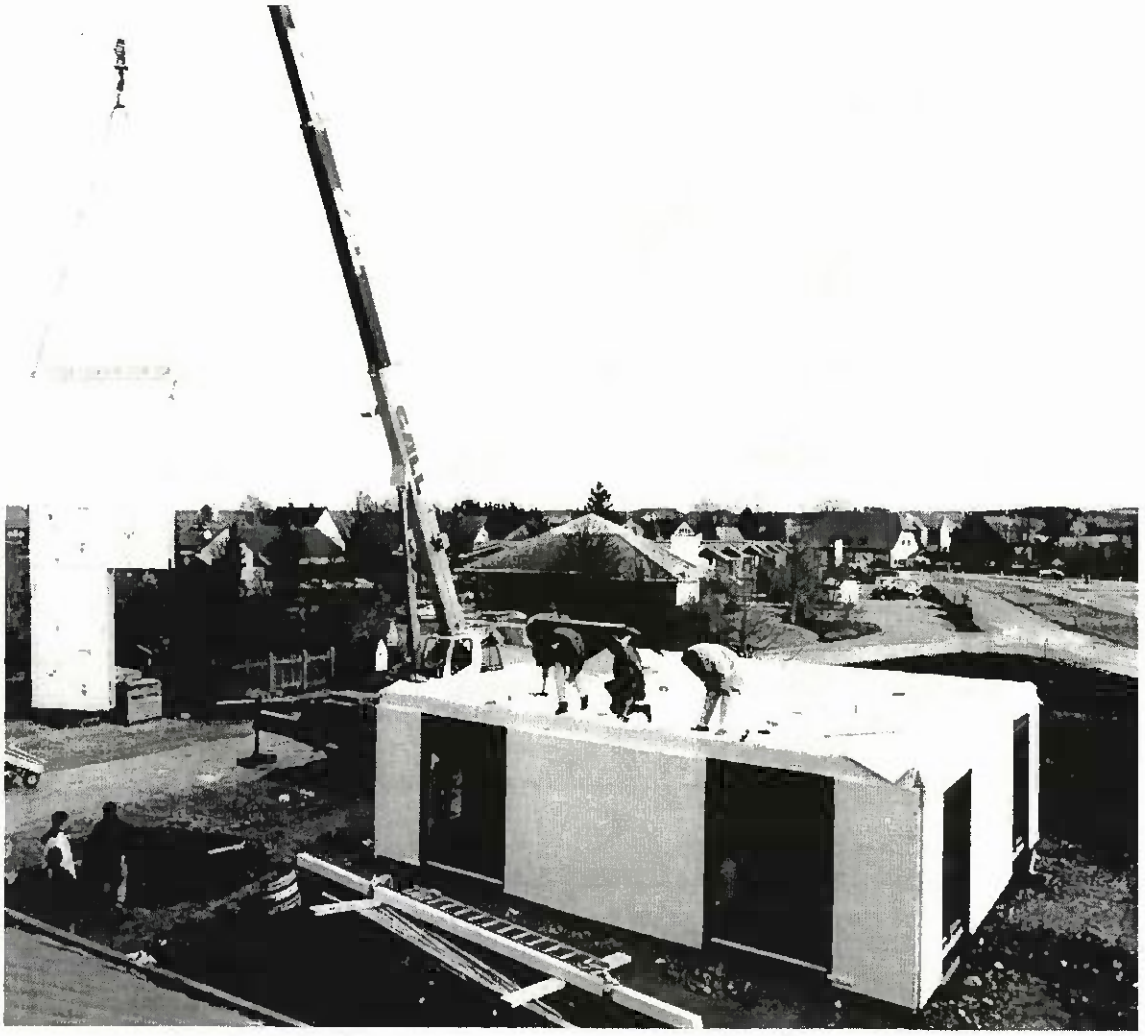


Bild 8-2: Einbau der Leitungen in den liegenden Installationskern.



Quelle: Fa. Baufritz

Bild 8-3: Montage eines vorgefertigten, geschoßübergreifenden Installationskernes.

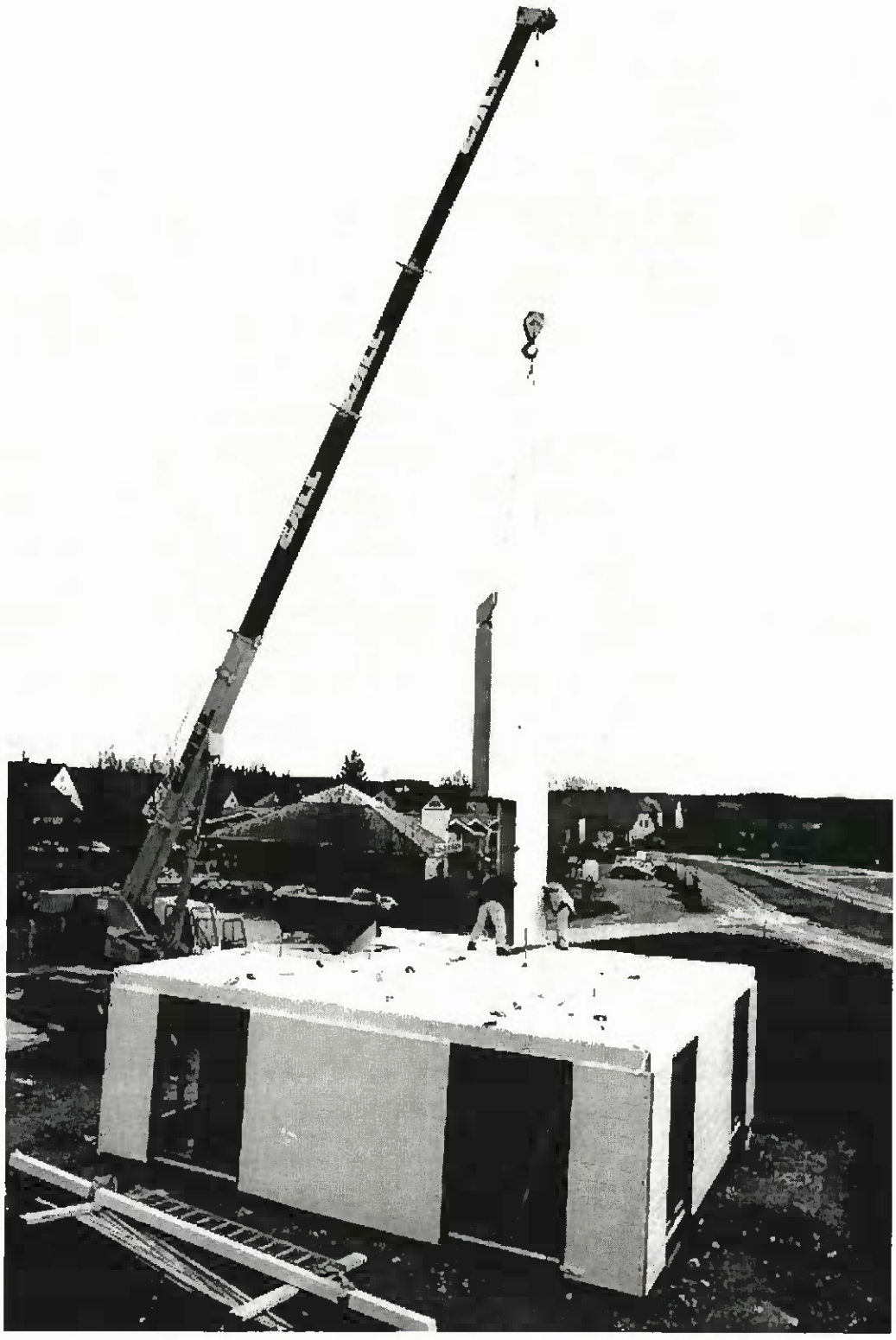


Bild 8-4: Einsetzen des vorgefertigten Installationskernes in die Aussparung der Geschoßdecke.

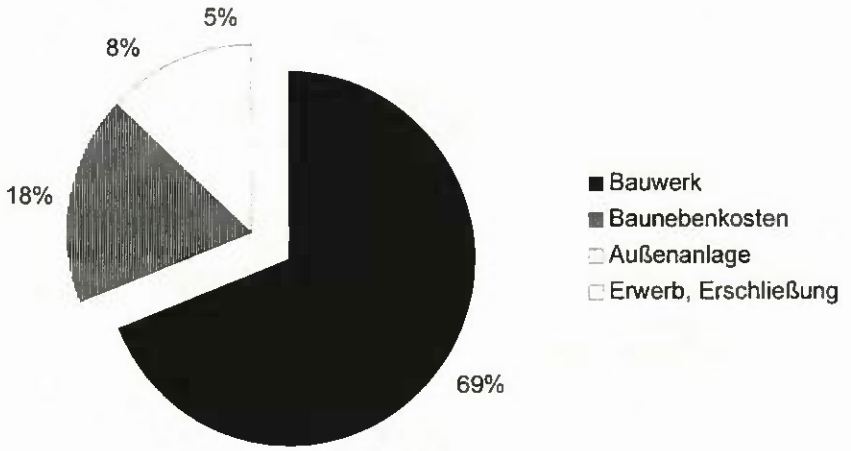


Bild 9-1: Aufteilung der Baukosten eines Reihenhauses (ohne Grundstückskosten) Quelle [9-1].

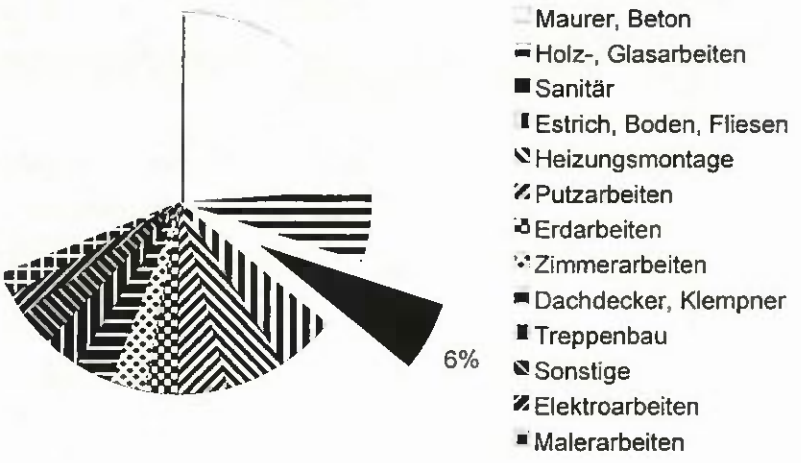


Bild 9-2: Kostenanteile der verschiedenen Gewerke an den Baukosten. Dabei liegen die Kosten für die Sanitärinstallation bei ca. 6%. Weitere Installationsarbeiten, wie z. B. im Bereich von Elektro und Heizung liegen ungefähr in der gleichen Größenordnung.

Indirekt bewertbare Kriterien des Installationskernes

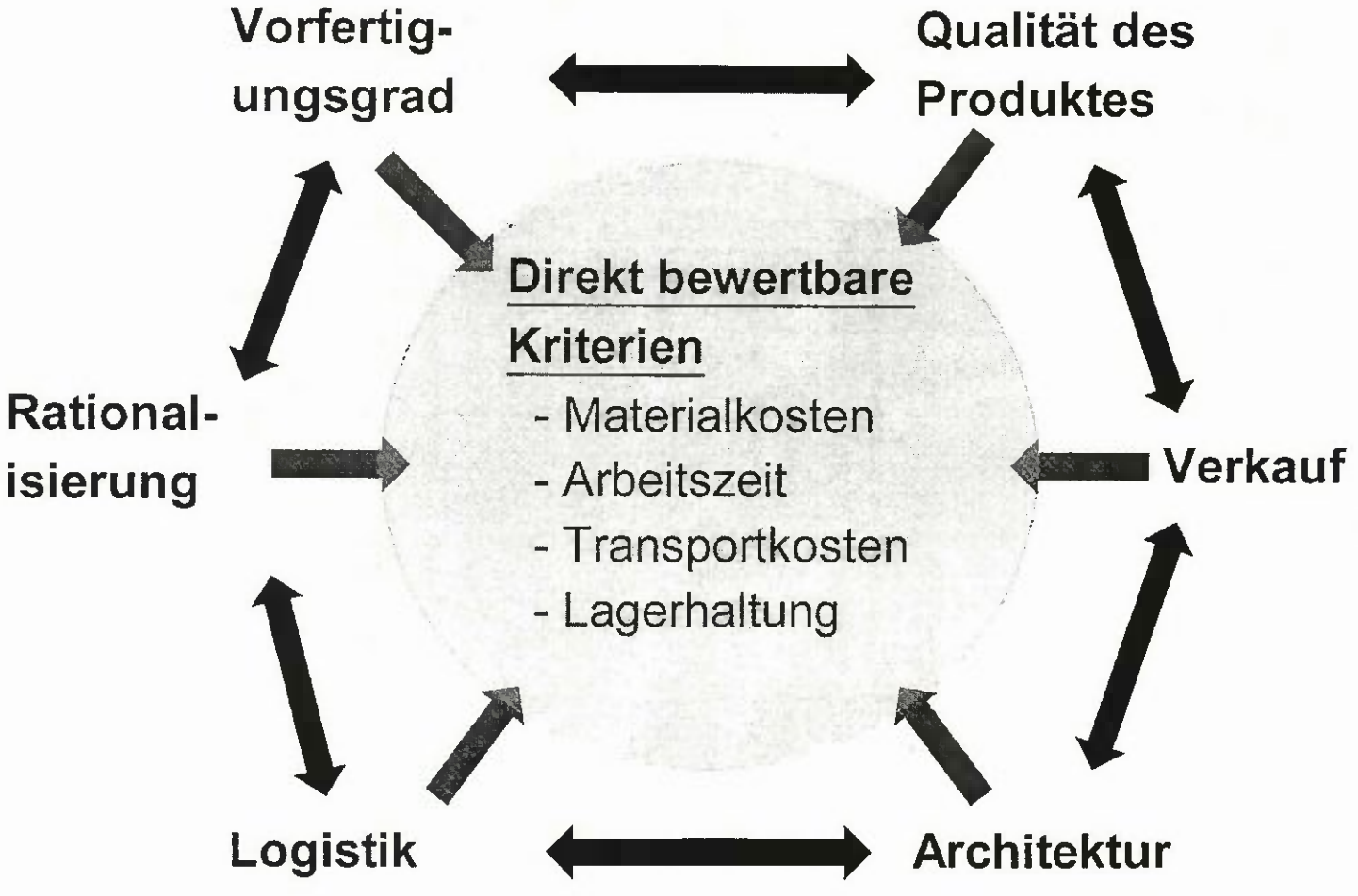


Bild 9-3: Bewertungskriterien für den wirtschaftlichen Vergleich einer herkömmlichen Installation und einer Installation mit vorgefertigtem Installationskern.

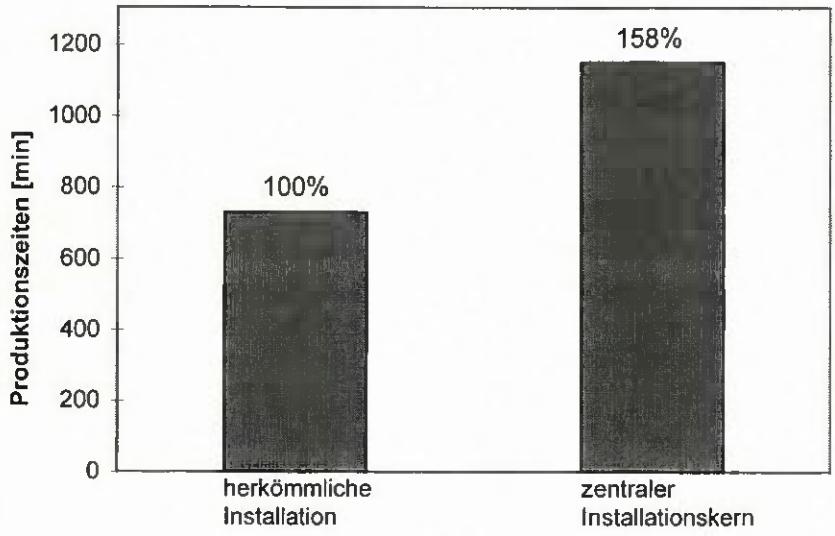


Bild 9-4: Gegenüberstellung der Produktionszeiten in der Halle:
Beim zentralen Installationskern steigt die Produktionszeit um 58% in Bezug auf eine herkömmliche Installation.

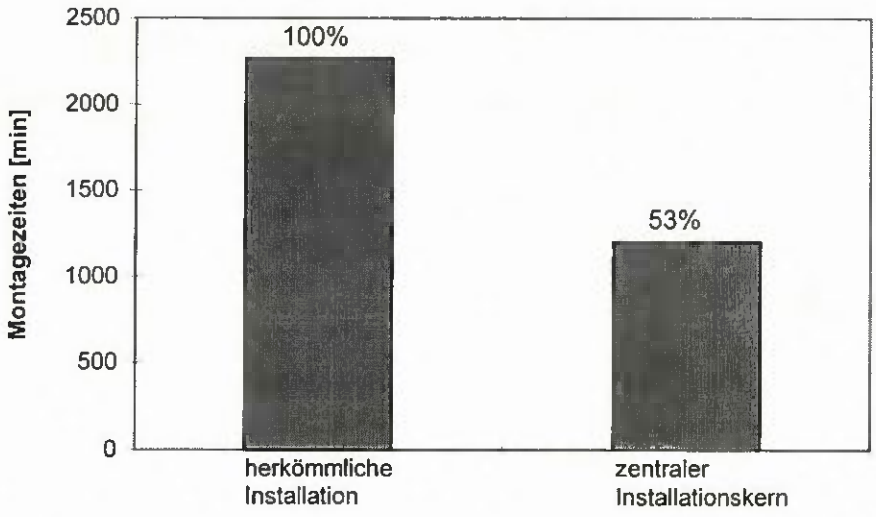


Bild 9-5: Gegenüberstellung der Montagezeiten auf der Baustelle:
Beim zentralen Installationskern sinkt die Montagezeit um 47% in Bezug auf eine herkömmliche Installation.

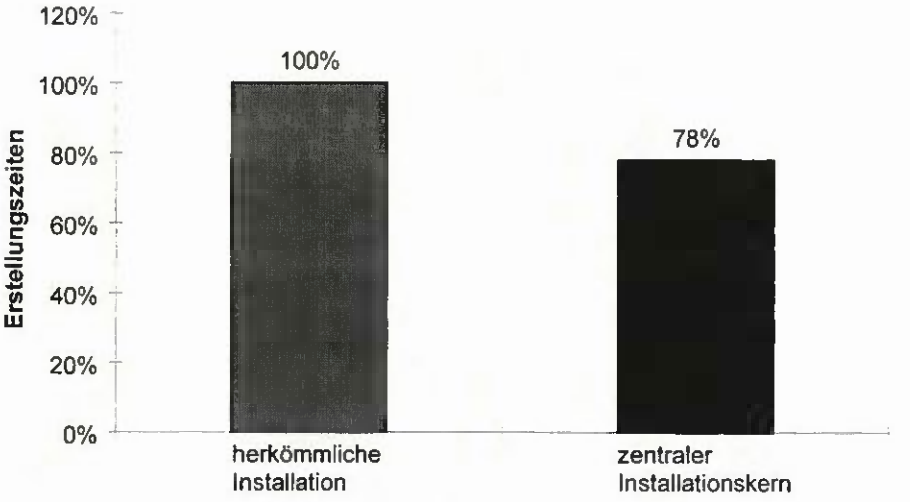


Bild 9-6: Vergleich der Produktions- und Montagezeiten zwischen einer herkömmlichen Installation und einem zentralen Installationskern. Bei einem Installationskern reduzieren sich die Gesamterstellungszeiten um 22%. Entsprechend verringern sich die damit verbundenen Kosten.

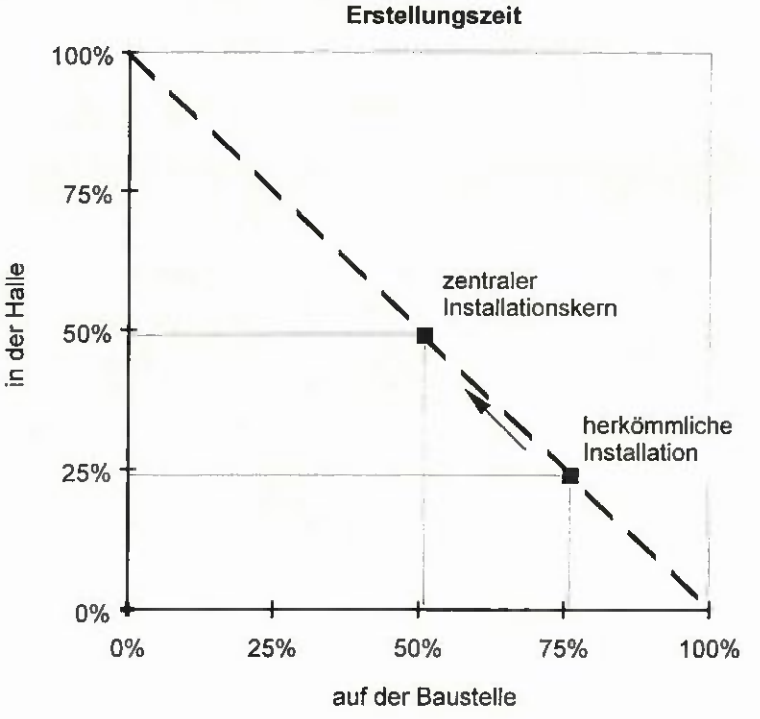


Bild 9-7: Mit dem zentralen Installationskern wird der Vorfertigungsgrad im Haustechnikbereich von jetzt 25% auf 50% erhöht.

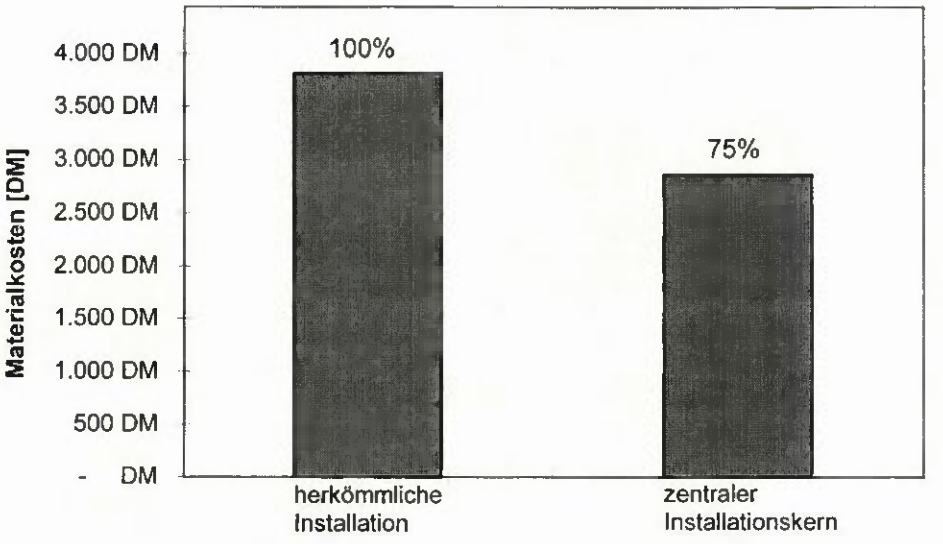


Bild 9-8: Vergleich der Materialkosten im Frischwasser- und Abwasserbereich. Die Einsparung von 25% ist vor allem durch kürzere Leitungswege erreicht worden.

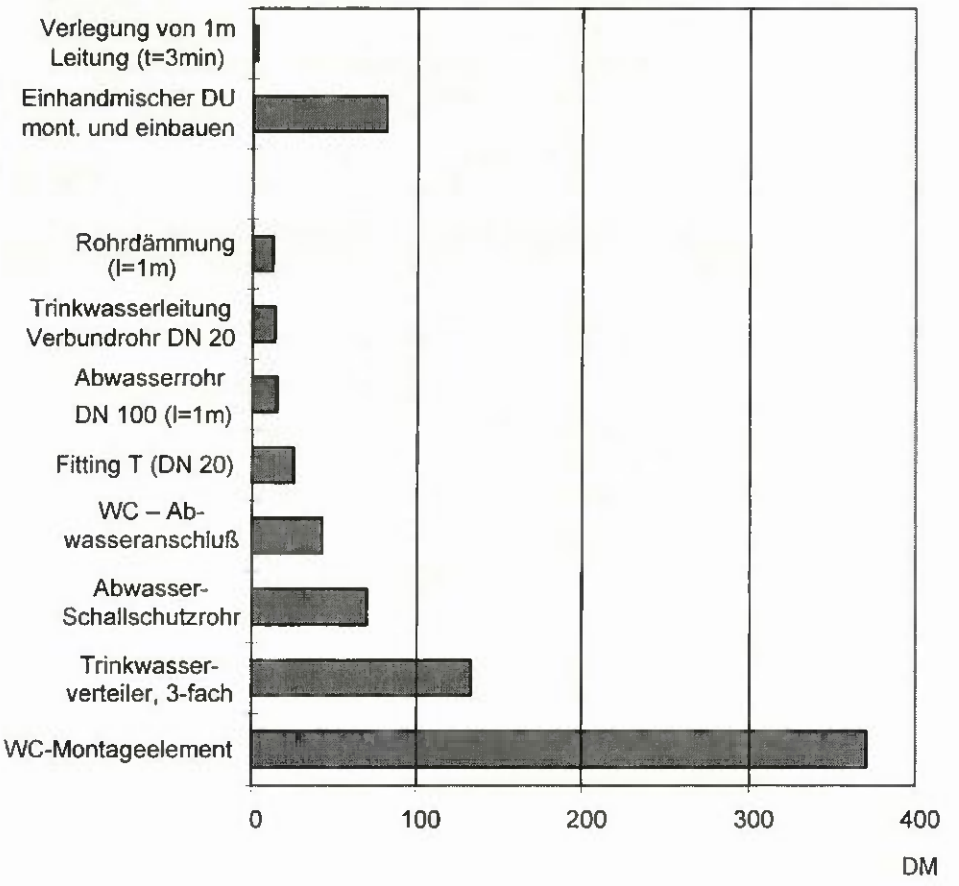


Bild 9-9: Einzelkosten der Sanitärinstallation

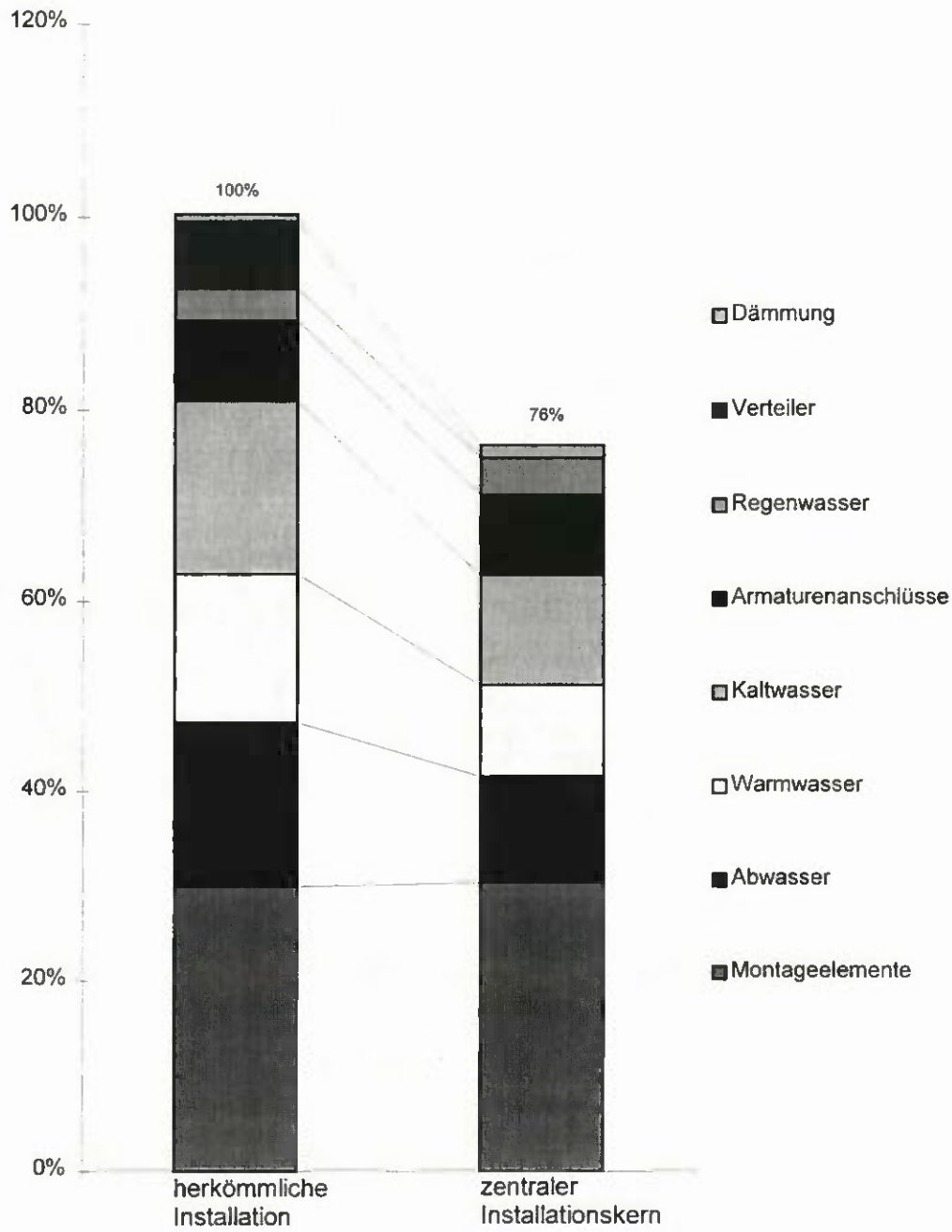


Bild 9-10: Die Materialkostenstruktur macht deutlich, daß die erzielten Einsparungen vor allem durch verkürzte Leitungswege und den Wegfall von Verteilern erreicht wird. Den höchsten Kostenanteil mit 25 % nehmen die Montageelemente ein.

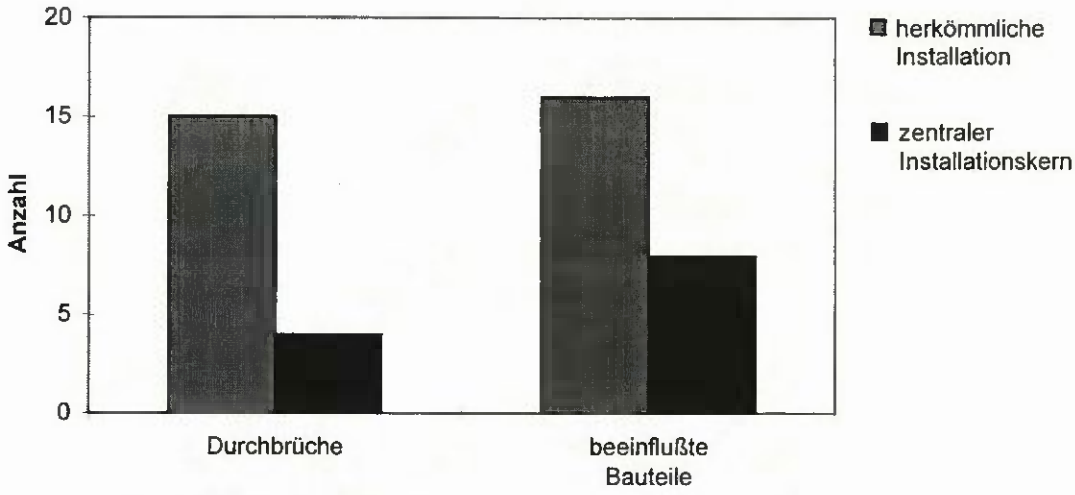


Bild 9-11: Mit dem Einsatz eines zentralen Installationskernes reduziert sich die Anzahl der Durchbrüche.

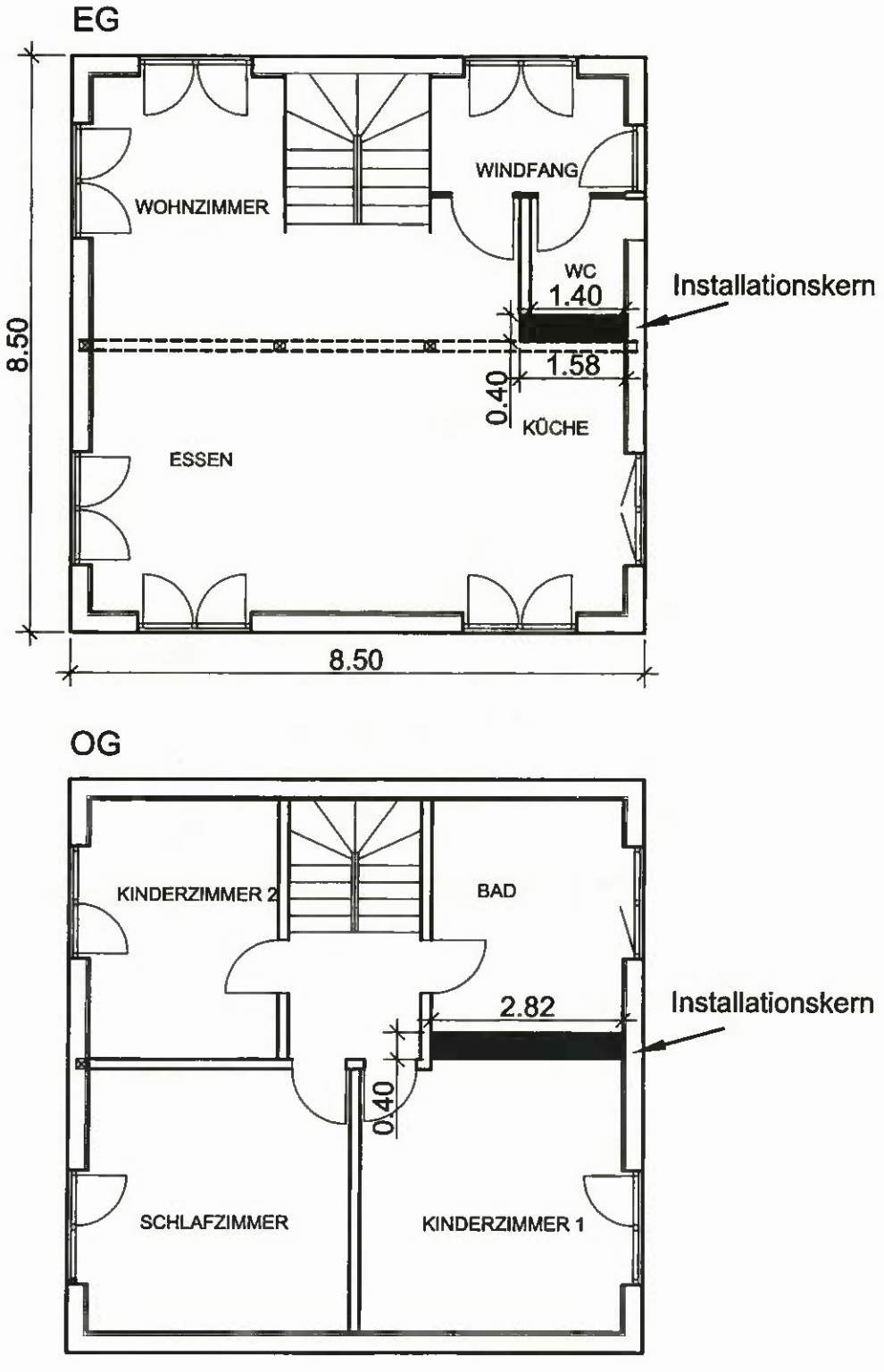


Bild 10-1: Erster Planungsschritt: Grundrißplanung mit zentralem, geschoß-übergreifendem Installationskern.

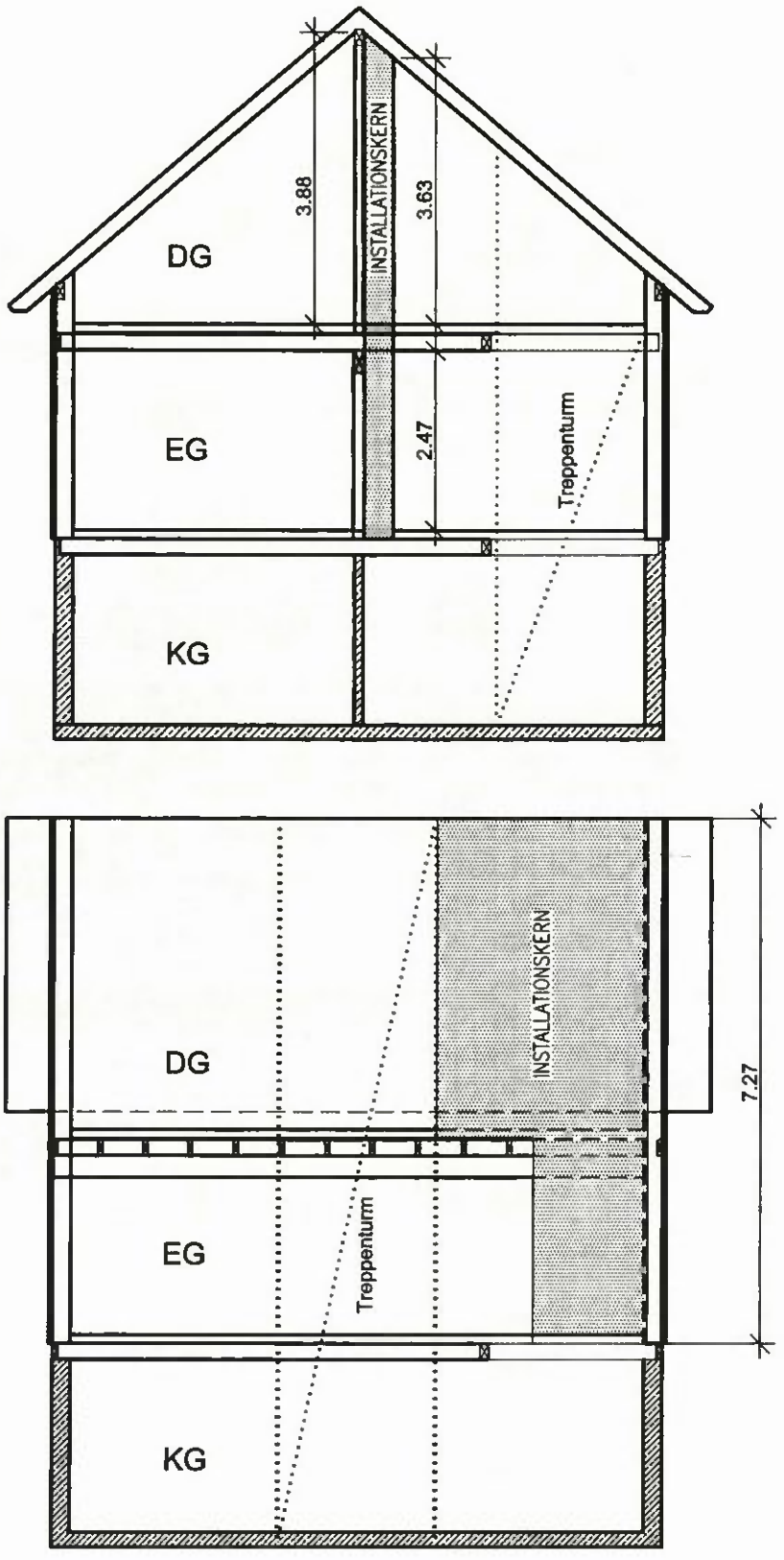


Bild 10-2: Planungsschritt 2: Abstimmung der Geometrie und Lage des Installationskernes im Hauskörper.

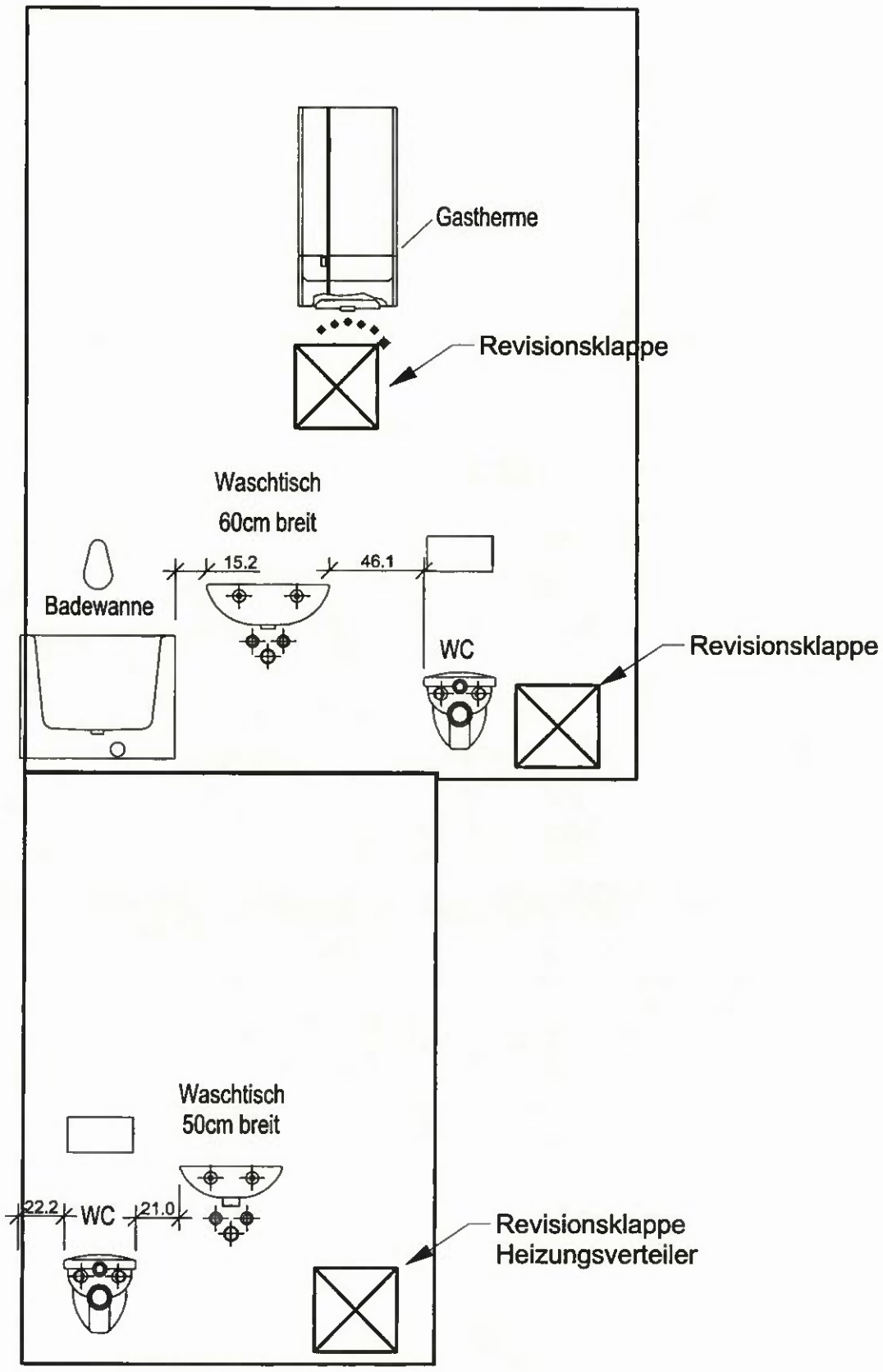


Bild 10-3: Anordnung der sanitärtechnischen Einrichtungsgegenstände und der Gastherme unter Berücksichtigung der Mindestabstände. Weiterhin sind Revisionsklappen vorzusehen.

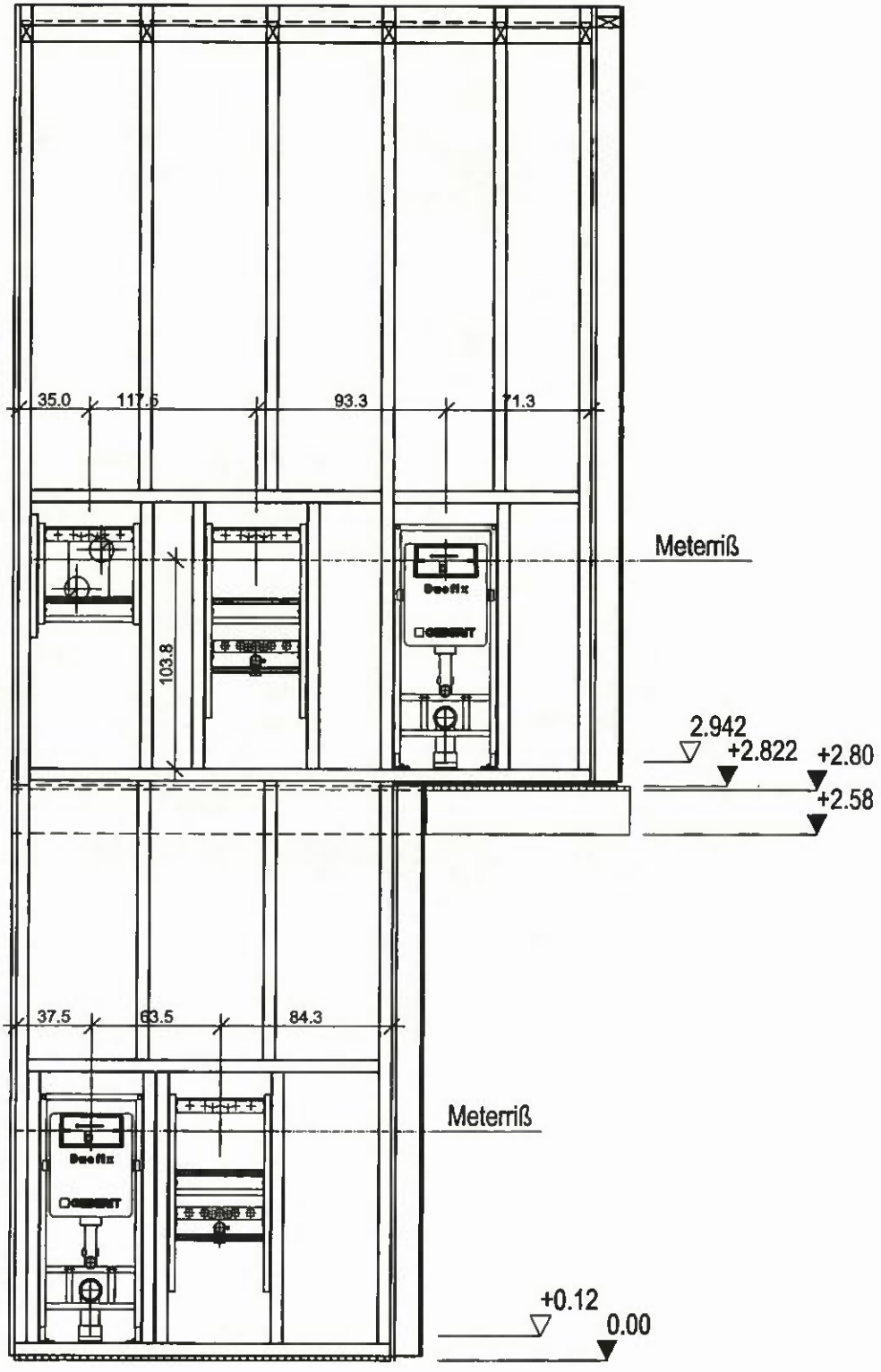


Bild 10-4: Anordnung der Montageelemente zur Aufnahme von wandhängenden Sanitärkeramiken und Armaturen.

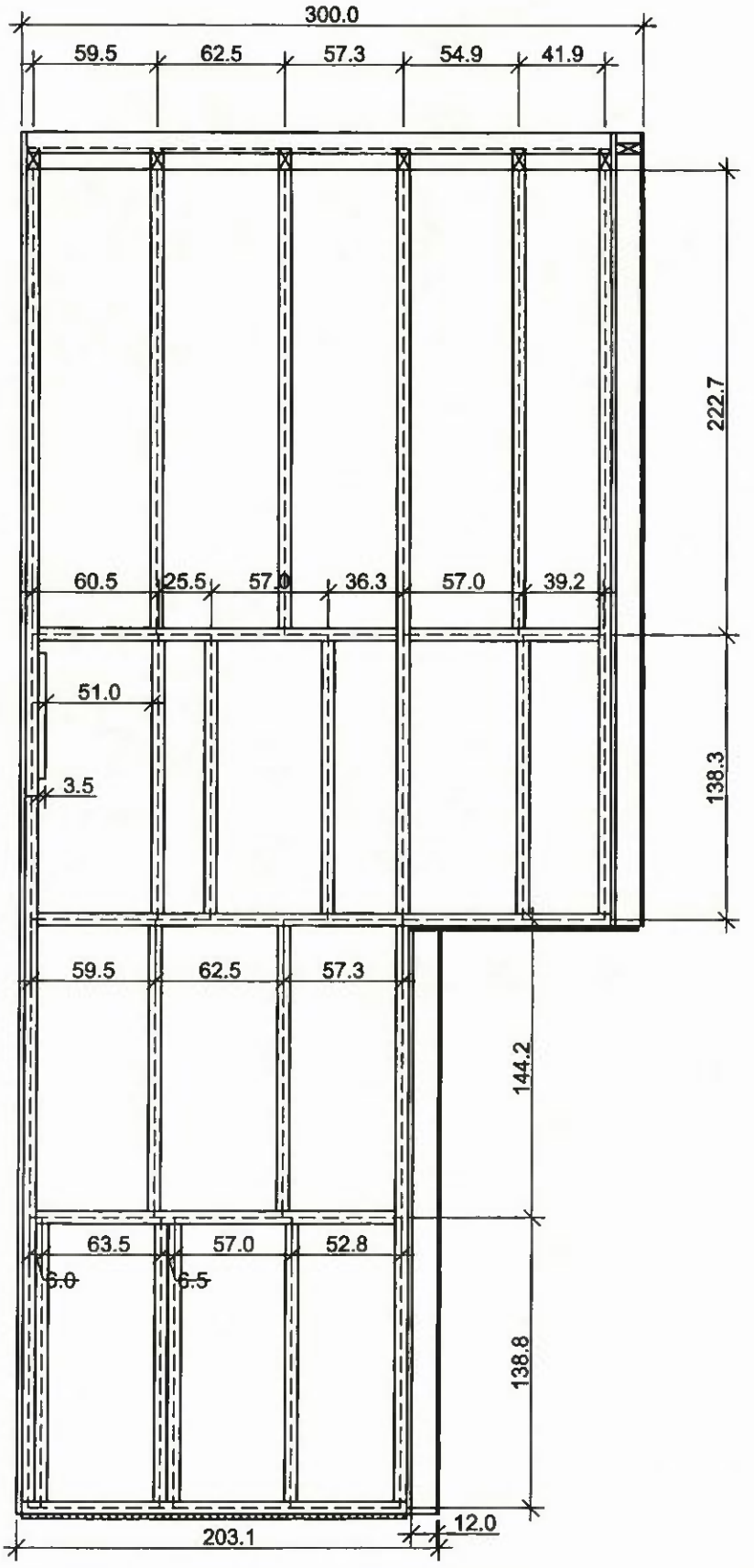


Bild 10-5:
Werkplan des Ständer- und Riegelwerks abgestimmt auf die eingesetzten Montageelemente und Plattenmaße von Beplankungswerkstoffen. Solche Zeichnungen dienen zur Materialermittlung und können als Übergabedatei für Bearbeitungsplätze in der Produktion verwendet werden.

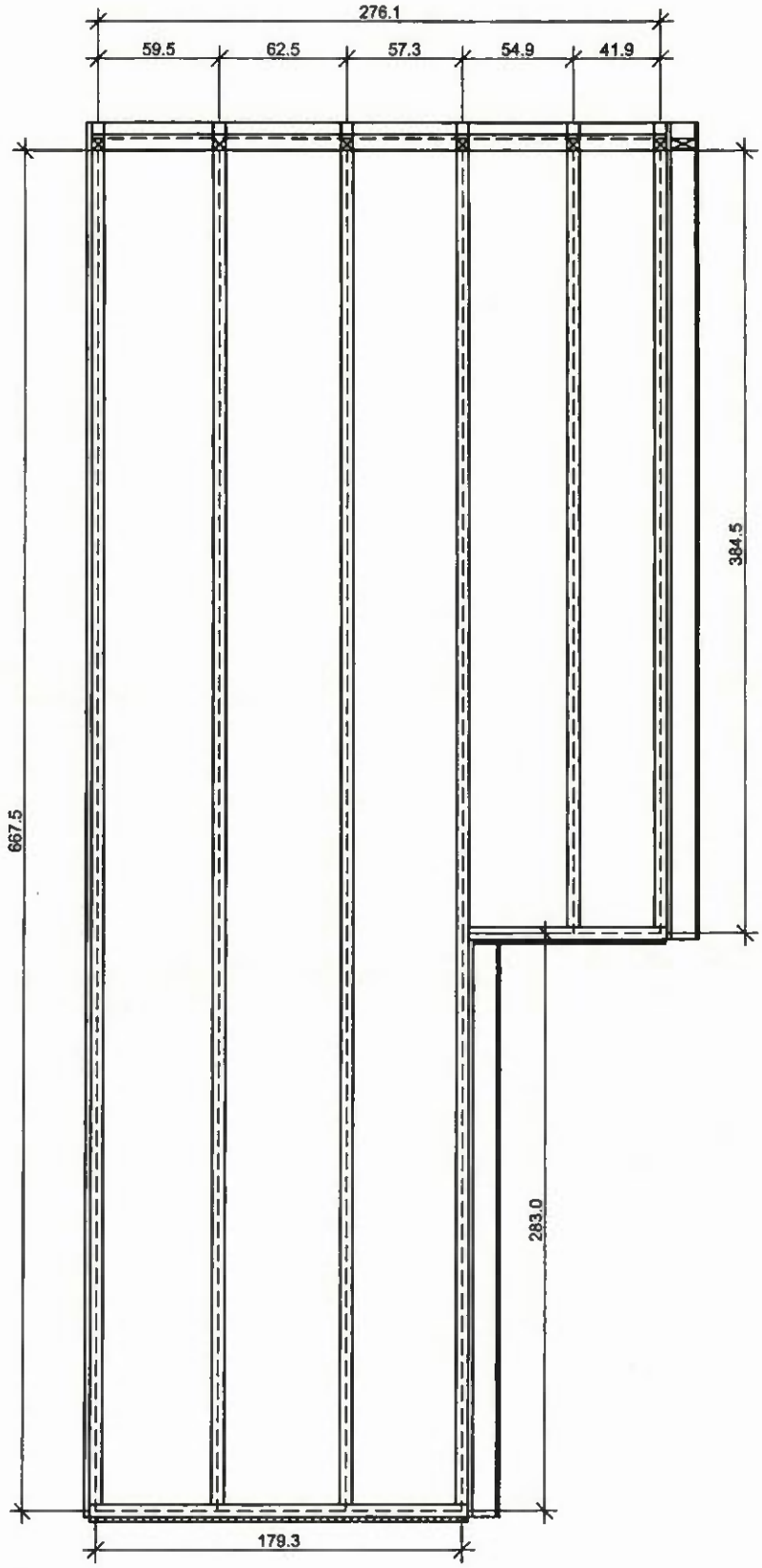


Bild 10-6:
Ständerwerk der rückseitigen Schale des Installationskernes. Die durchgehenden Ständer erlauben eine geradlinige Führung von Steigleitungen.

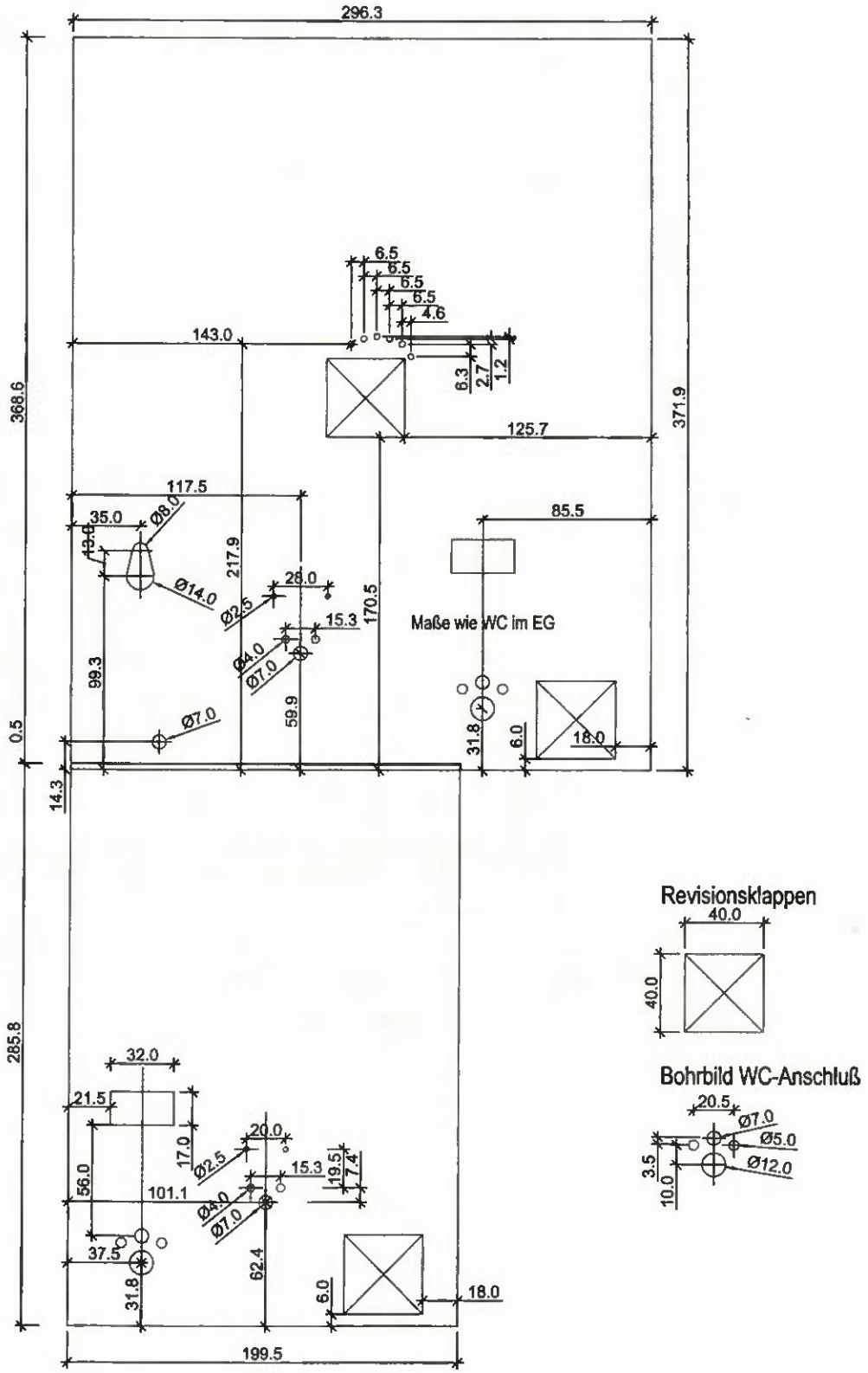


Bild 10-7: Bohrbild zur Fertigung der Beplankung vor der Montage der Installationen. Zum Übertrag auf die Beplankung dienen Schablonen, die auf die Anschlüsse der Montageelemente abgestimmt sind.

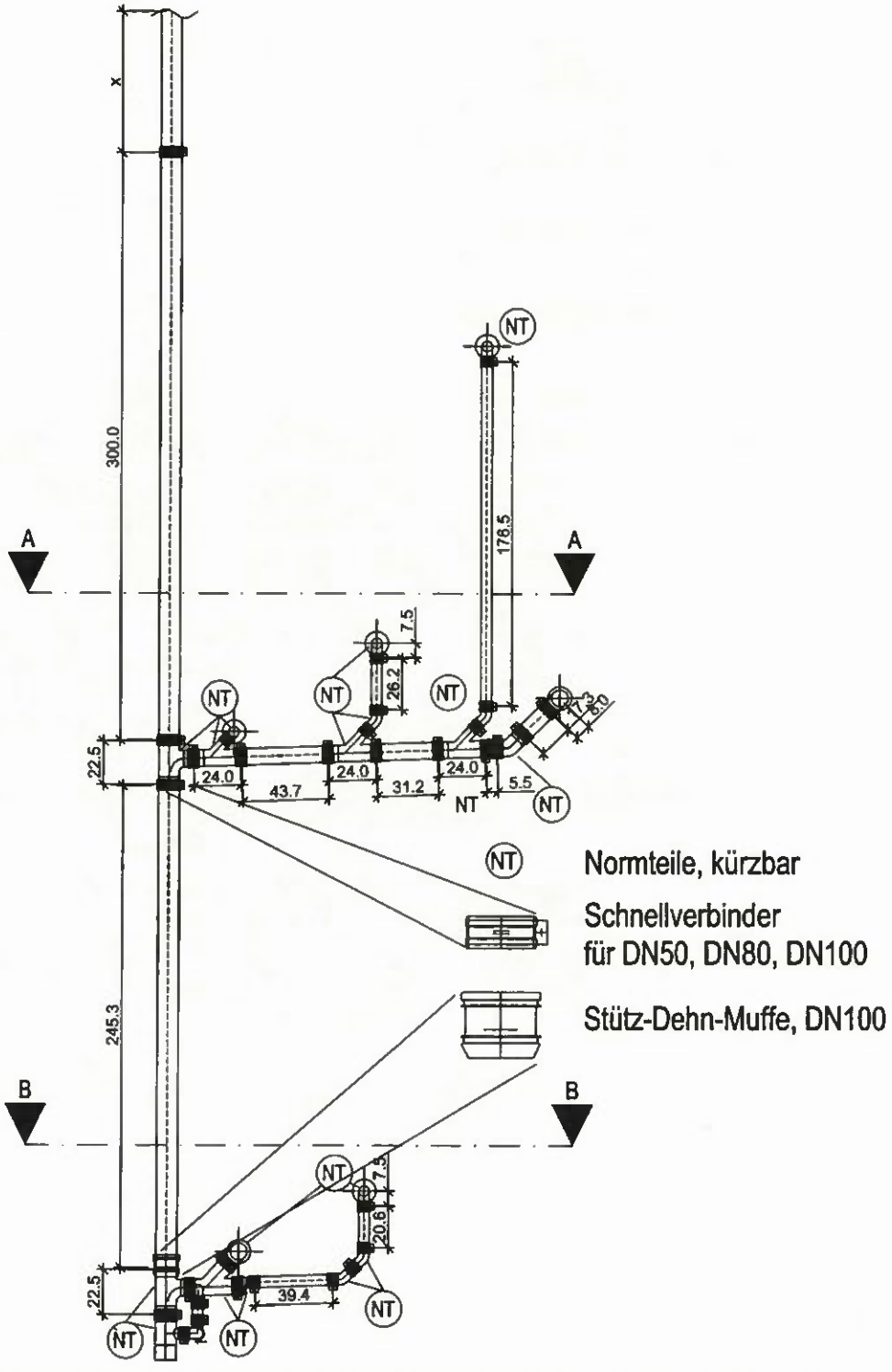
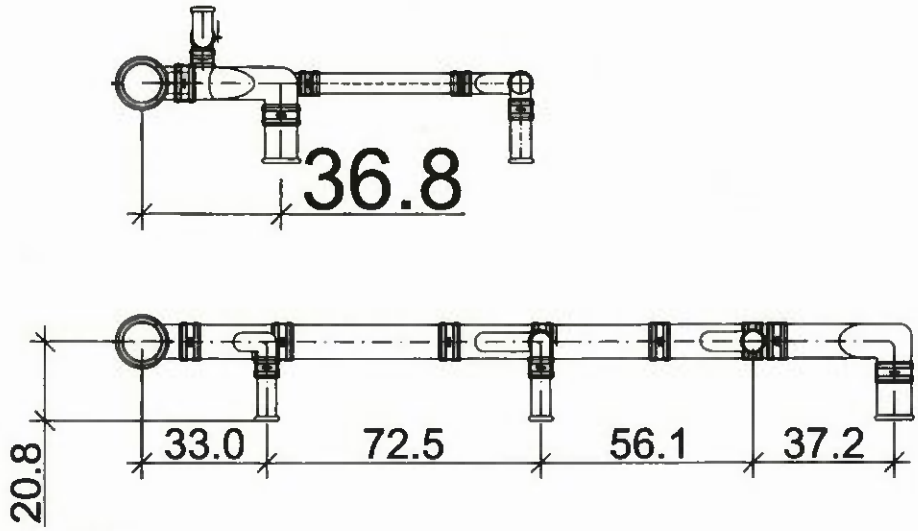


Bild 10-8: Abwassersystem mit Angabe von Normteilen und Längen zur Ermittlung des Materialaufwandes und als Vorgabe für die Fertigung.

Sammelanschlußleitung mit Spannverbindern



Sammelanschlußleitung, geschweißt

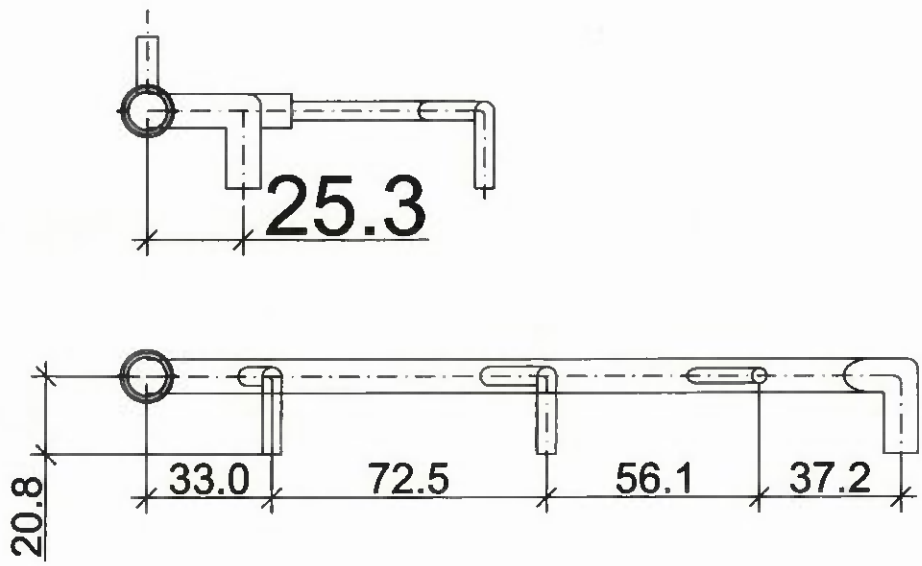


Bild10-9: Querverzug im EG und OG mit zwei Verbindungssystemen.
Oben: Spannverbindersystem
Unten: Schweißsystem
Ein Vergleich zeigt, daß mit einer geschweißten Rohrverbindung eine kompaktere Bauweise möglich ist.

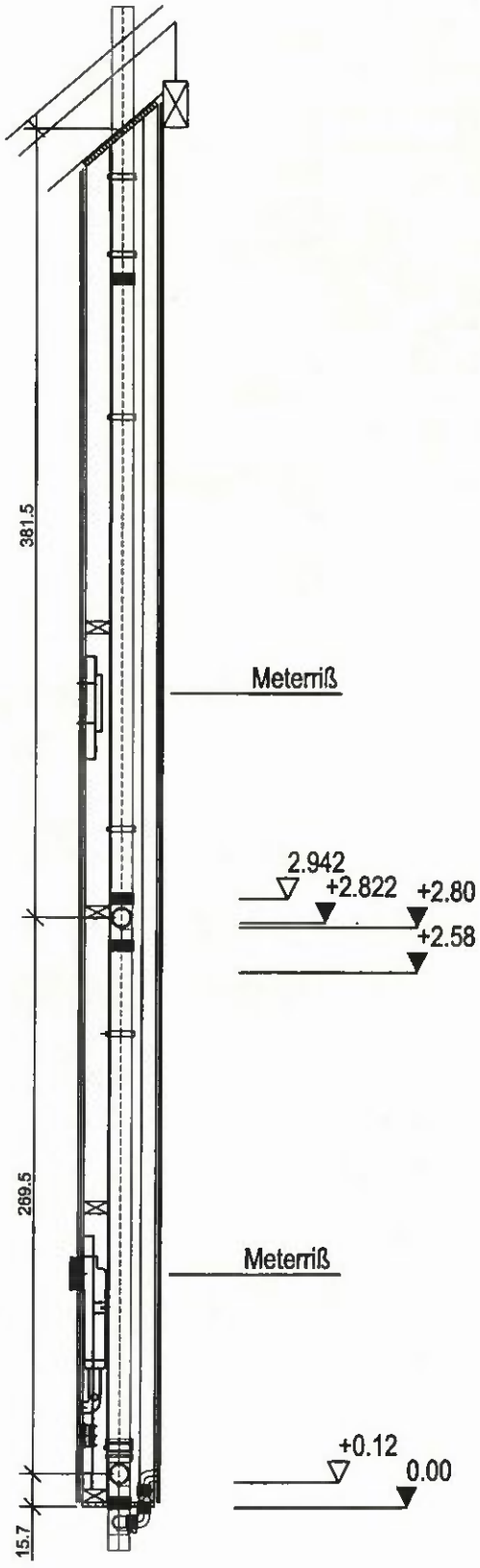


Bild 10-10: Der Vertikalschnitt durch den Installationskern zeigt den durchgehenden Fallstrang des Abwassers, der zentrisch im Kern angeordnet ist. Dadurch wird eine problemlose Anordnung von Anschlüssen auf beiden Seiten ermöglicht.

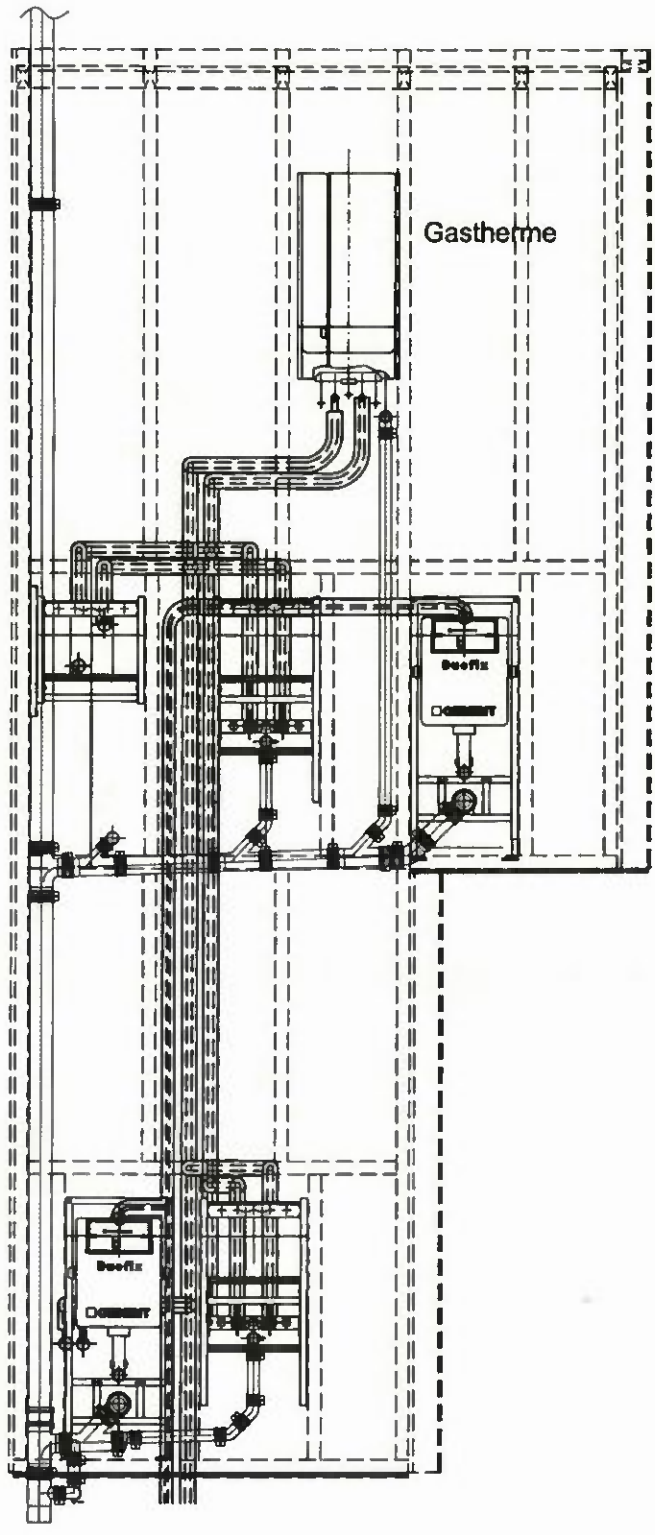


Bild 10-11:Verzug der Versorgungsleitungen im Druckrohrbereich. Dazu zählen Kaltwasser-, Warmwasser- und Regenwasserleitungen. Die Steigleitungen liegen im Gefachbereich der Rückseite des Kernes.

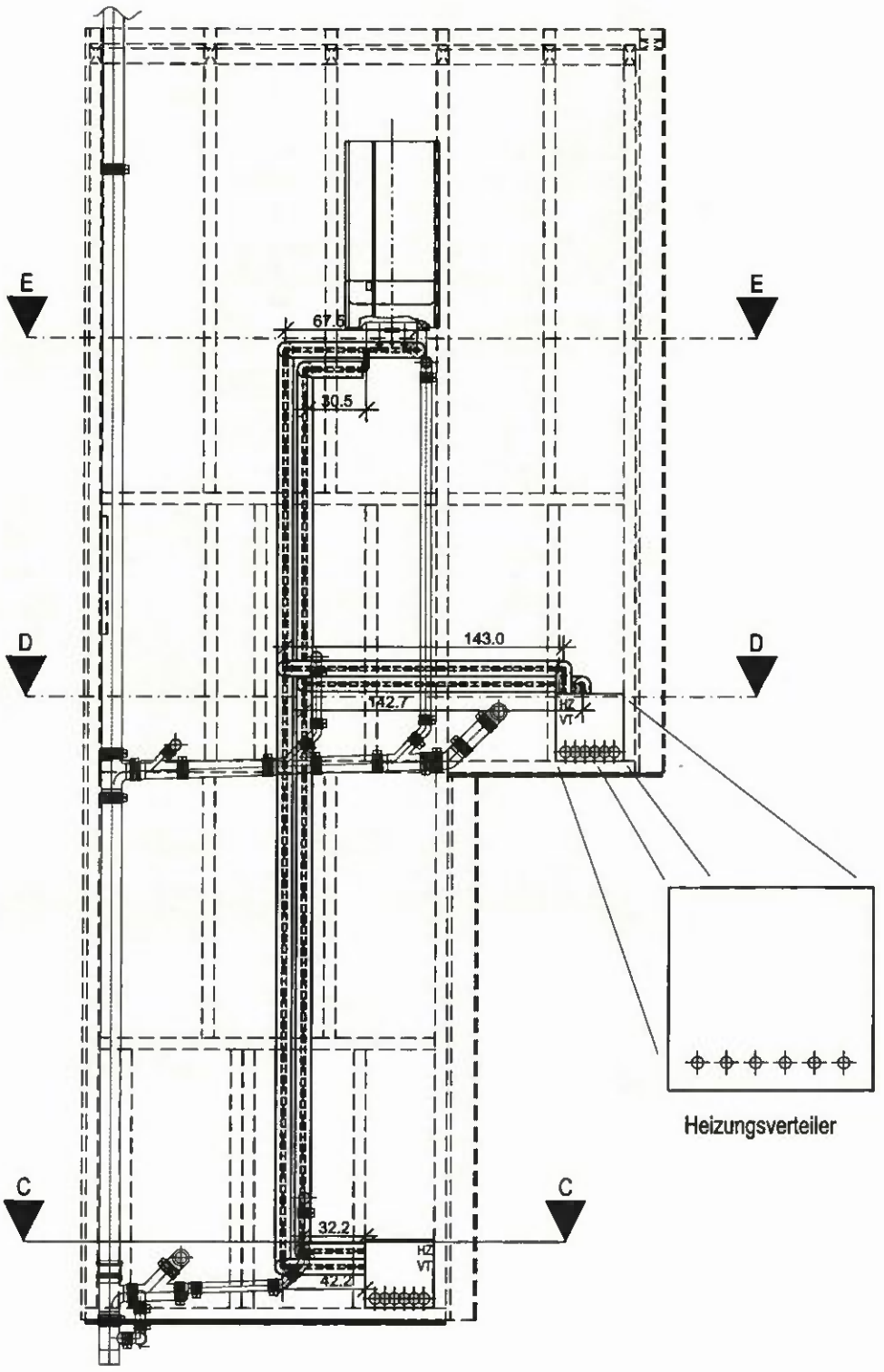


Bild 10-12:Verzug der Heizungsleitungen und Anordnung der Heizungsverteiler.

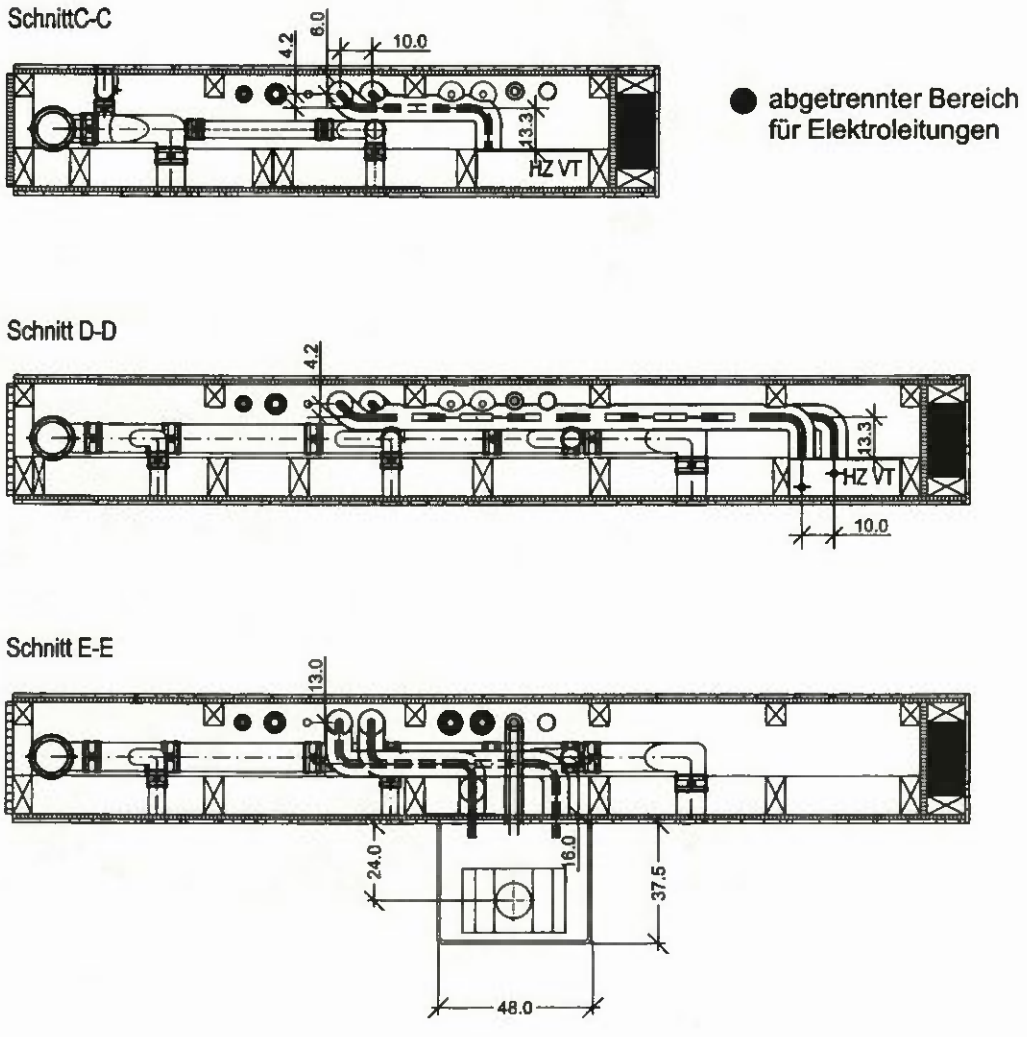


Bild 10-13: Horizontalschnitte durch den Kern mit Führung der Heizungsleitungen. Die engen Platzverhältnisse im Installationskern im Bereich von Kreuzungspunkten werden deutlich. Der grau hinterlegte Bereich ist für die Führung von Elektroleitungen vorgesehen. Durch seine seitliche Anordnung fällt er nicht in die Schutzbereiche nach DIN VDE 0100 [5-8].

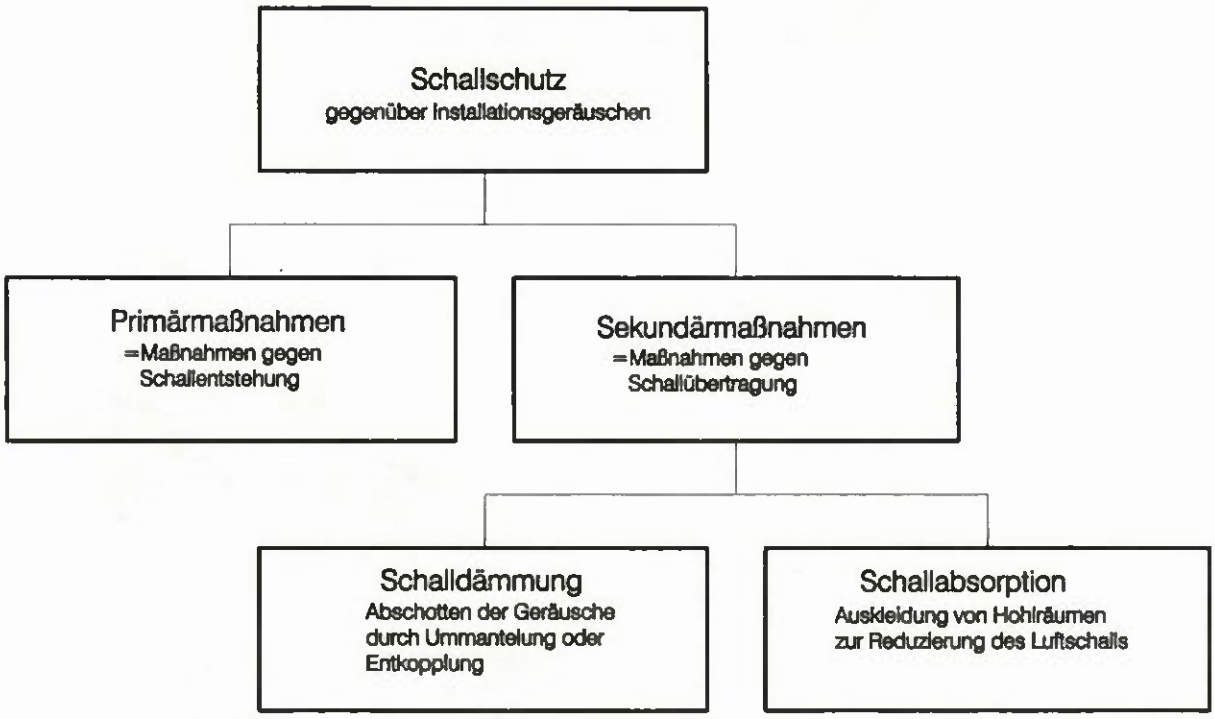


Bild 11-1: Übersicht über die Schallschutzmaßnahmen gegenüber Installationsgeräuschen.

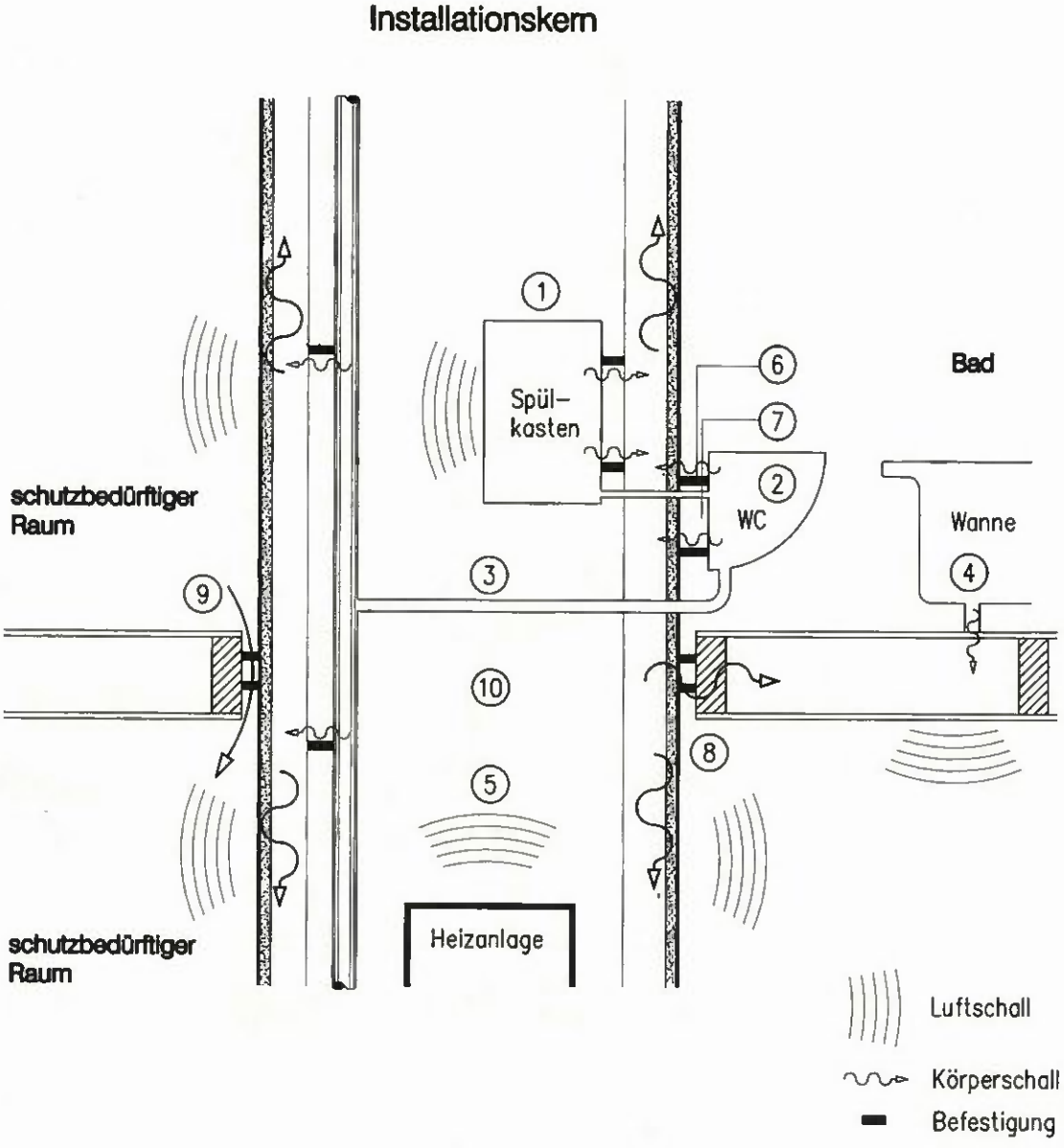


Bild 11-2: Schallquellen und Schallwege im Bereich des Installationskernes.

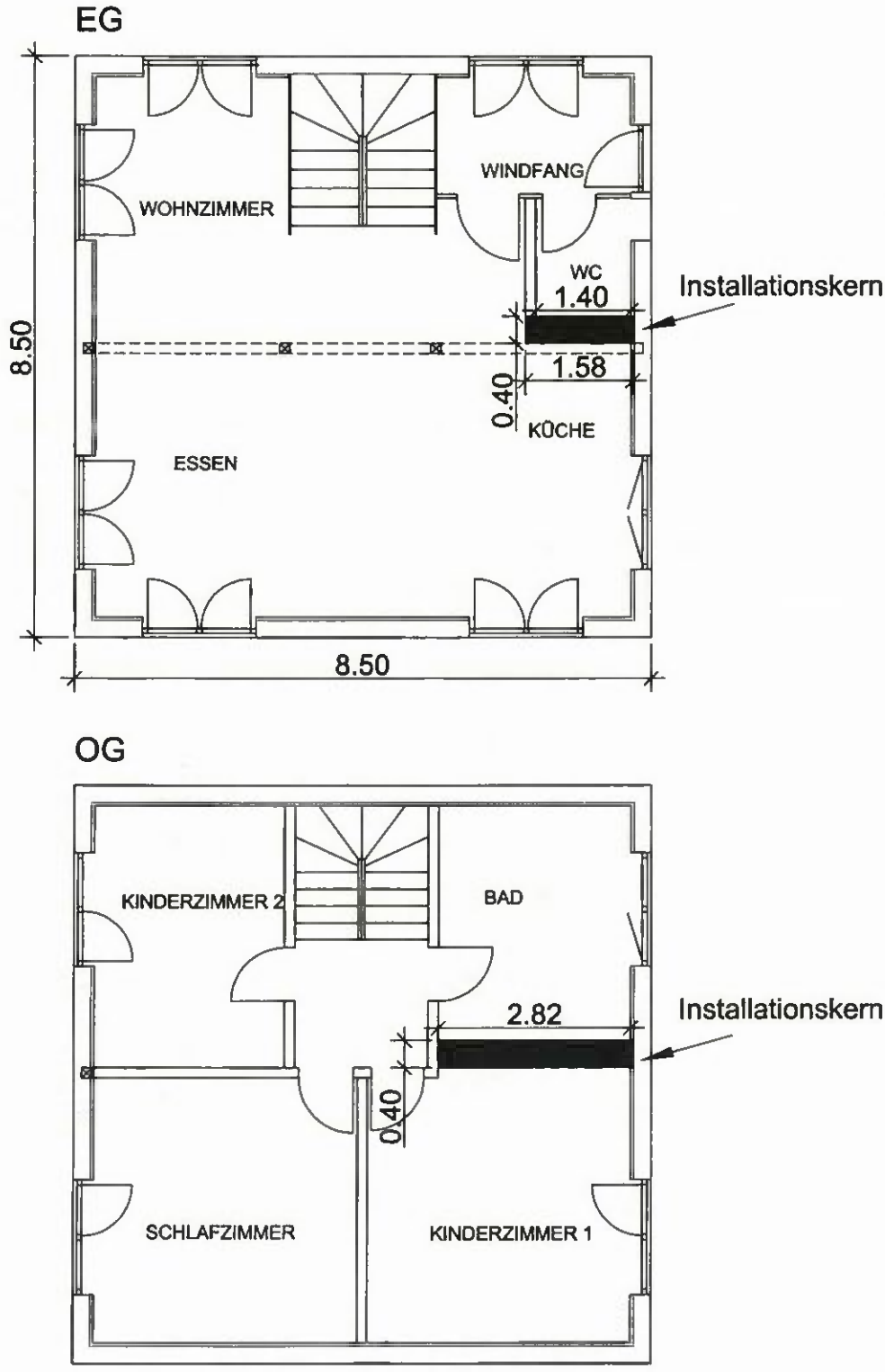
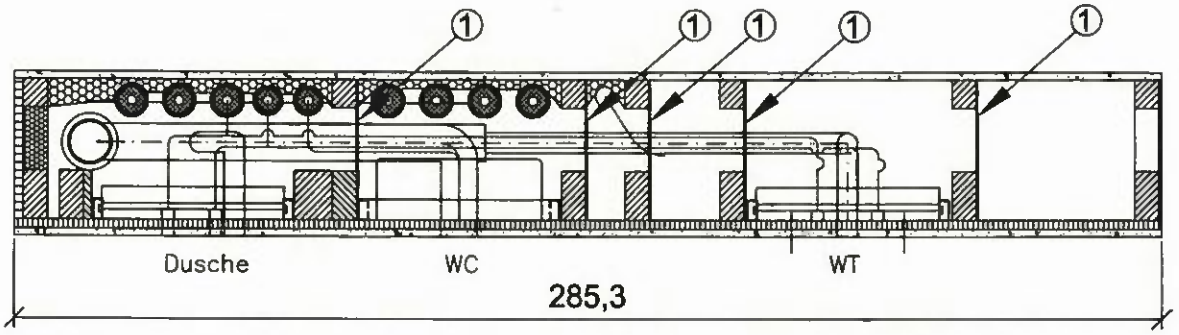
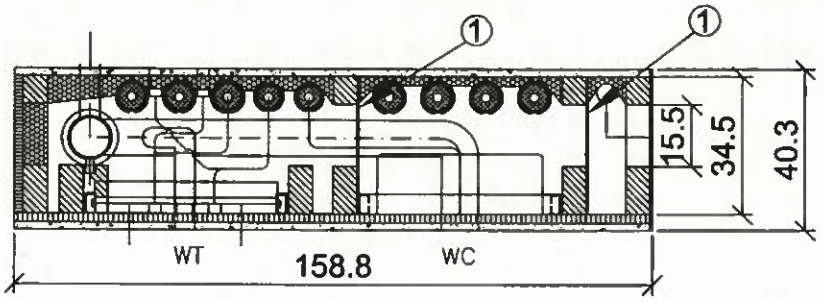


Bild 11-3: Grundriß des untersuchten Fertighauses mit einem geschoßübergreifenden Installationskern.

Schnitt im Sanitärbereich des Obergeschosses



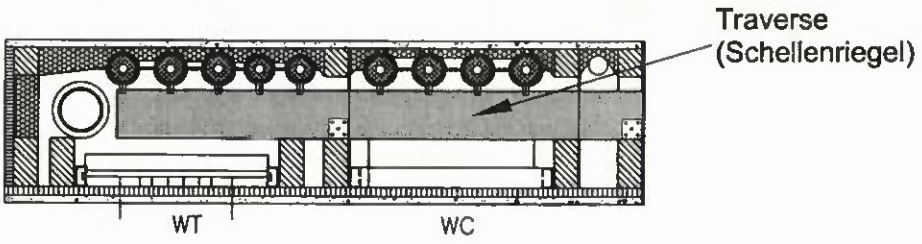
Schnitt im Bereich des Abwasserquerverzugs (Erdgeschoß)



Absorptionsmaterial

① Hartfaserstreifen

Schnitt im Bereich des Schellenriegels (Erdgeschoß)



Beplankung: 22mm OSB,18mm GKB

Bild 11-4: Horizontalschnitt durch den Installationskern mit aussteifenden Hartfaserstreifen.

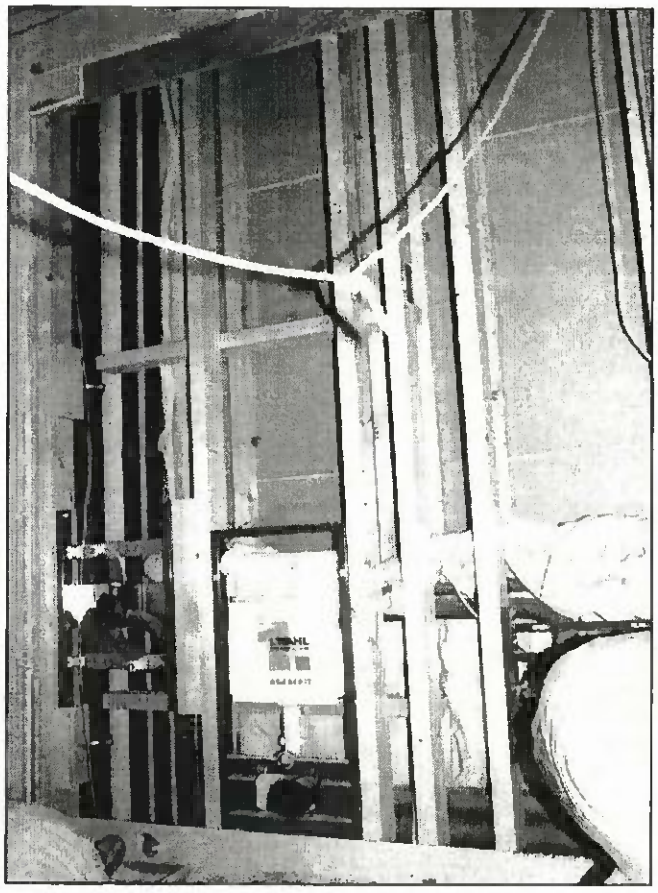


Bild 11-5: Ausgangszustand des Installationskerns im Obergeschoß. Hartfaserstreifen sind montiert und nur minimale Menge an Absorptionsmaterial sind ins Kerninnere eingebracht.

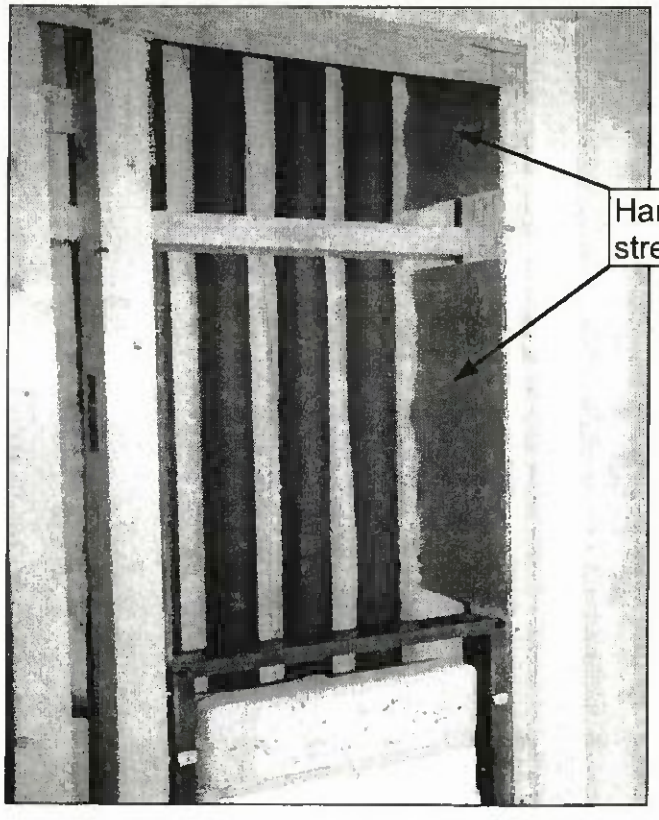


Bild 11-6: Ausgangszustand des Installationskernes im Erdgeschoß. Auch hier sind Hartfaserstreifen angebracht und ebenso die minimale Menge des Absorptionsmaterials eingebracht.

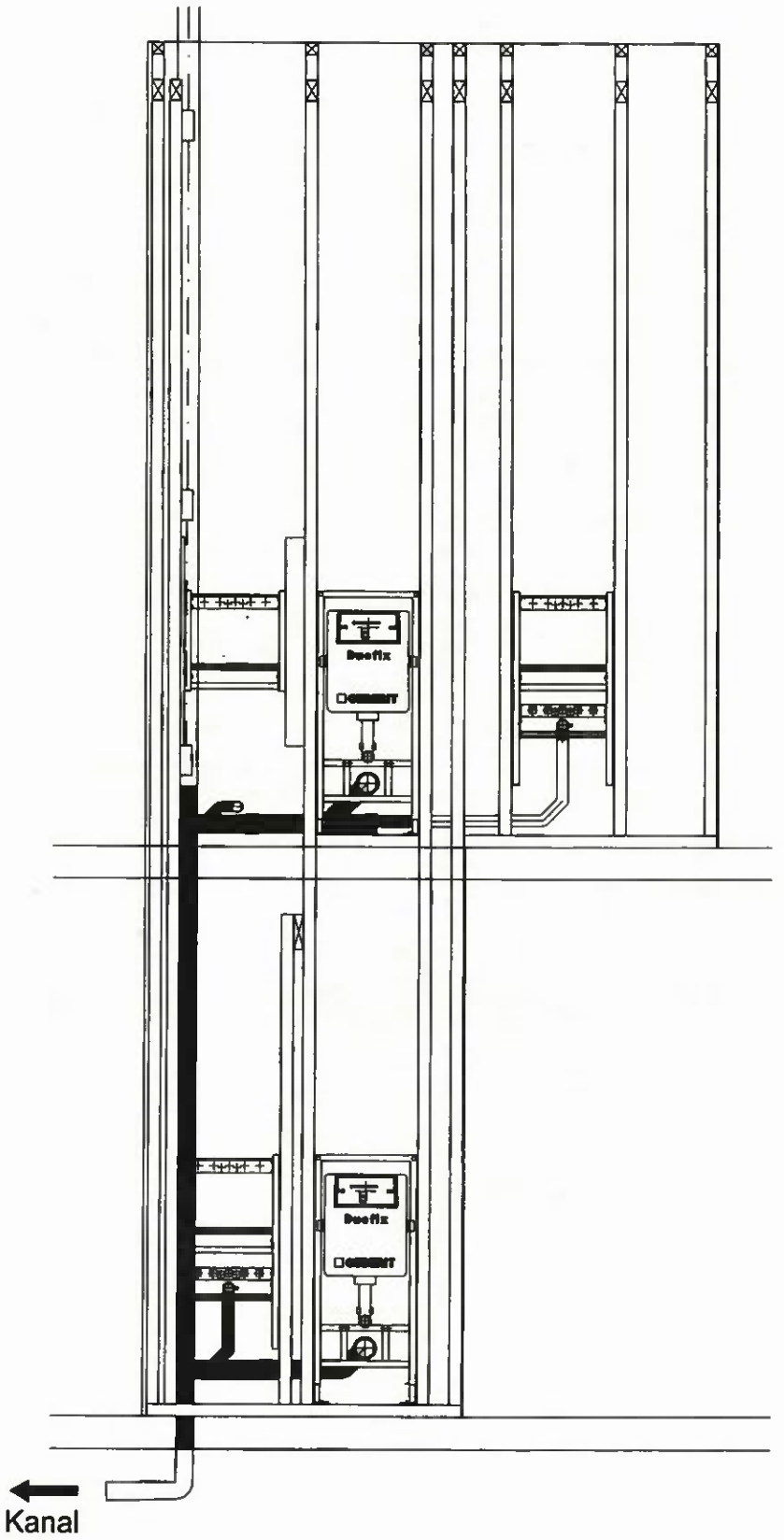


Bild 11-7: Installationskern im Vertikalschnitt. Der schwarz gekennzeichnete Bereich ist der Teil des Abwassersystems, der bei der Schallmessung durch das schalldämmende dB20 Abwasserrohr ersetzt werden konnte.

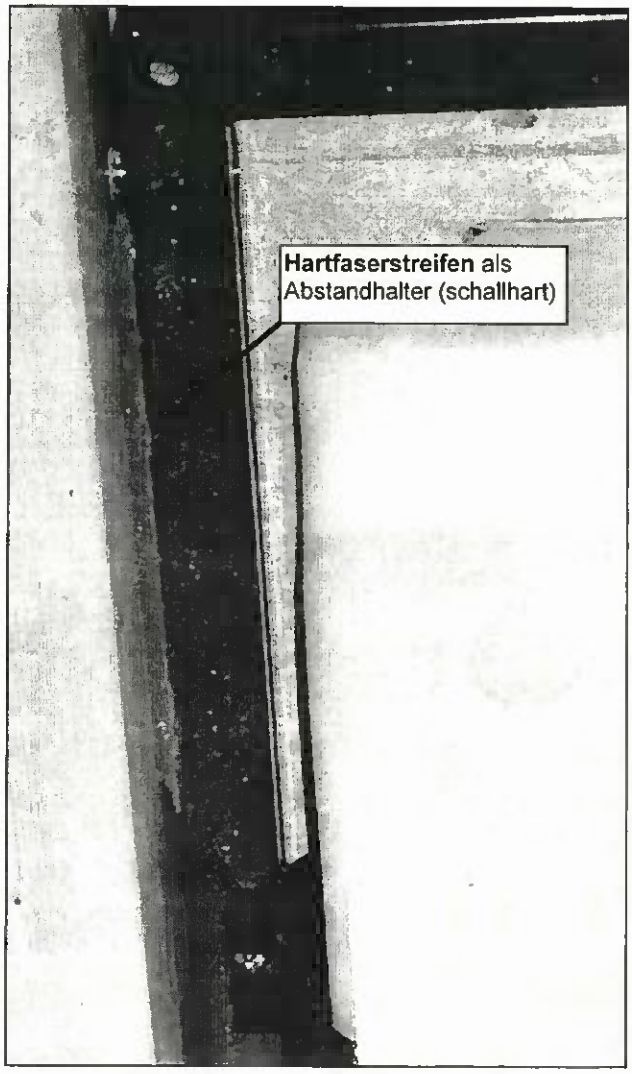
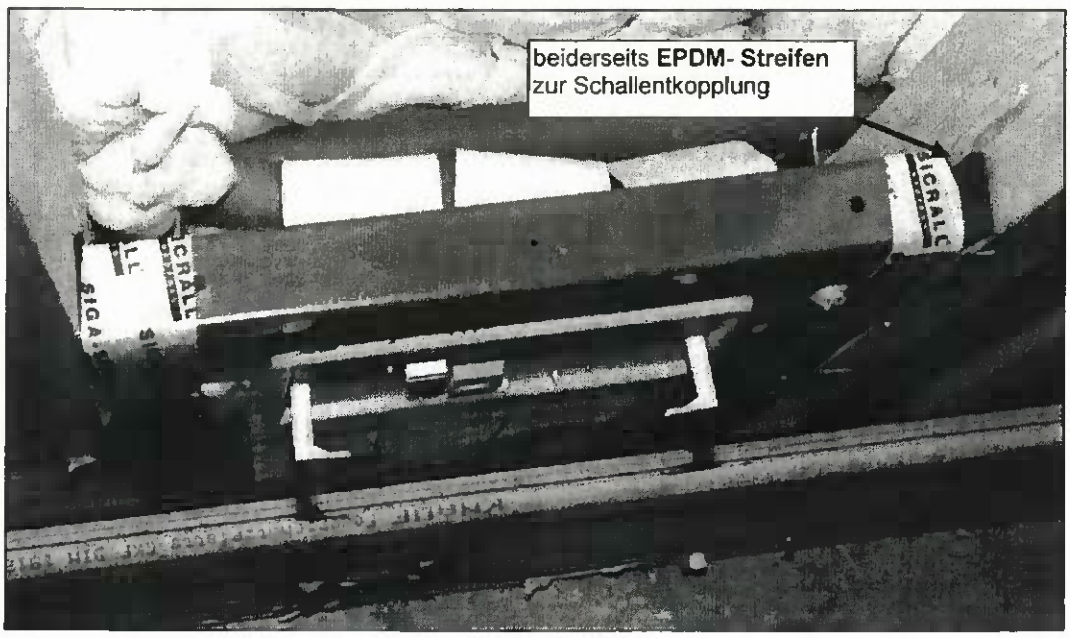


Bild 11-8: Schallharte Befestigung des Montageelementes für das wandhängende WC.

Bild 11-9: Schallweiche Befestigung des Montageelementes für das wandhängende WC.



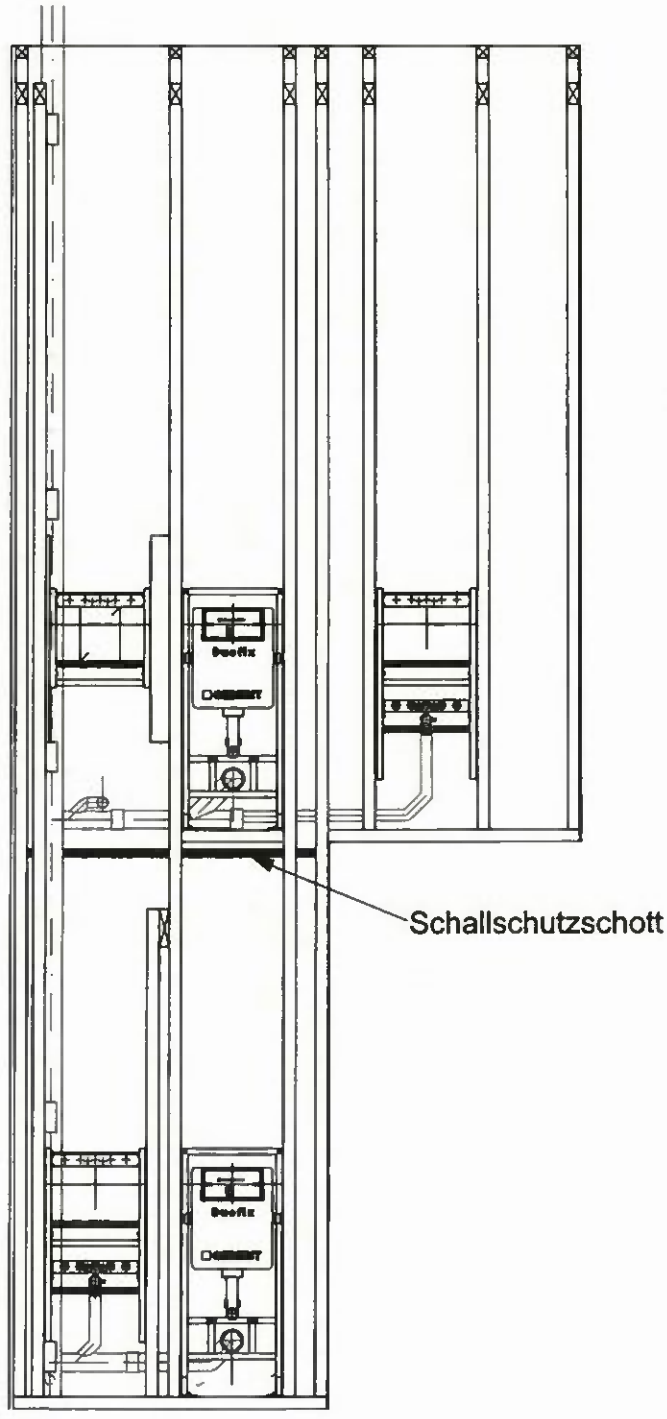


Bild 11-10: Lage des Schallschutzschotts im Installationskern. Das Schott befindet sich in der Höhe der Geschoßdecke zwischen Erdgeschoß und Obergeschoß.

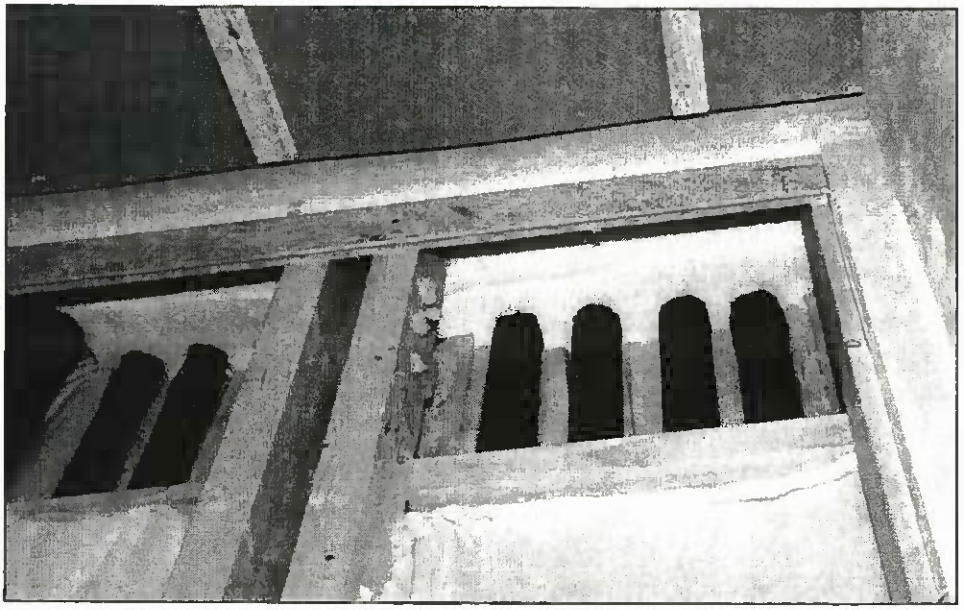


Bild 11-11: Geöffneter Installationskern im Erdgeschoß mit eingebautem Schallschutzschott

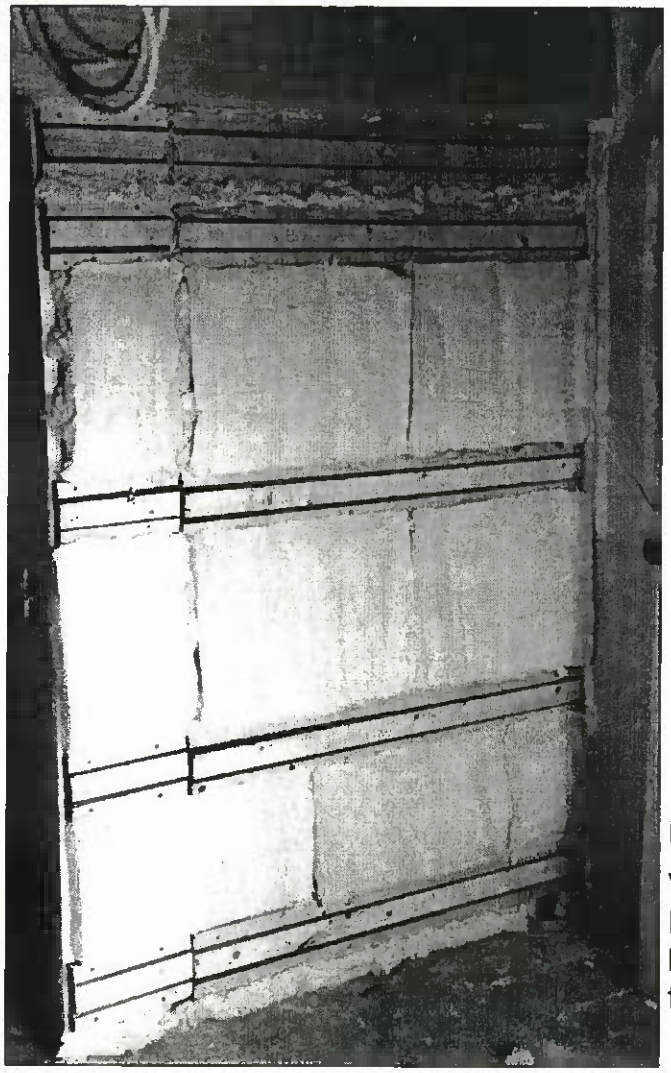


Bild 11-12:

Vorbereitete Wand des Installationskerns im EG mit Unterkonstruktion und Absorptionsmaterial für die Vorsatzschale

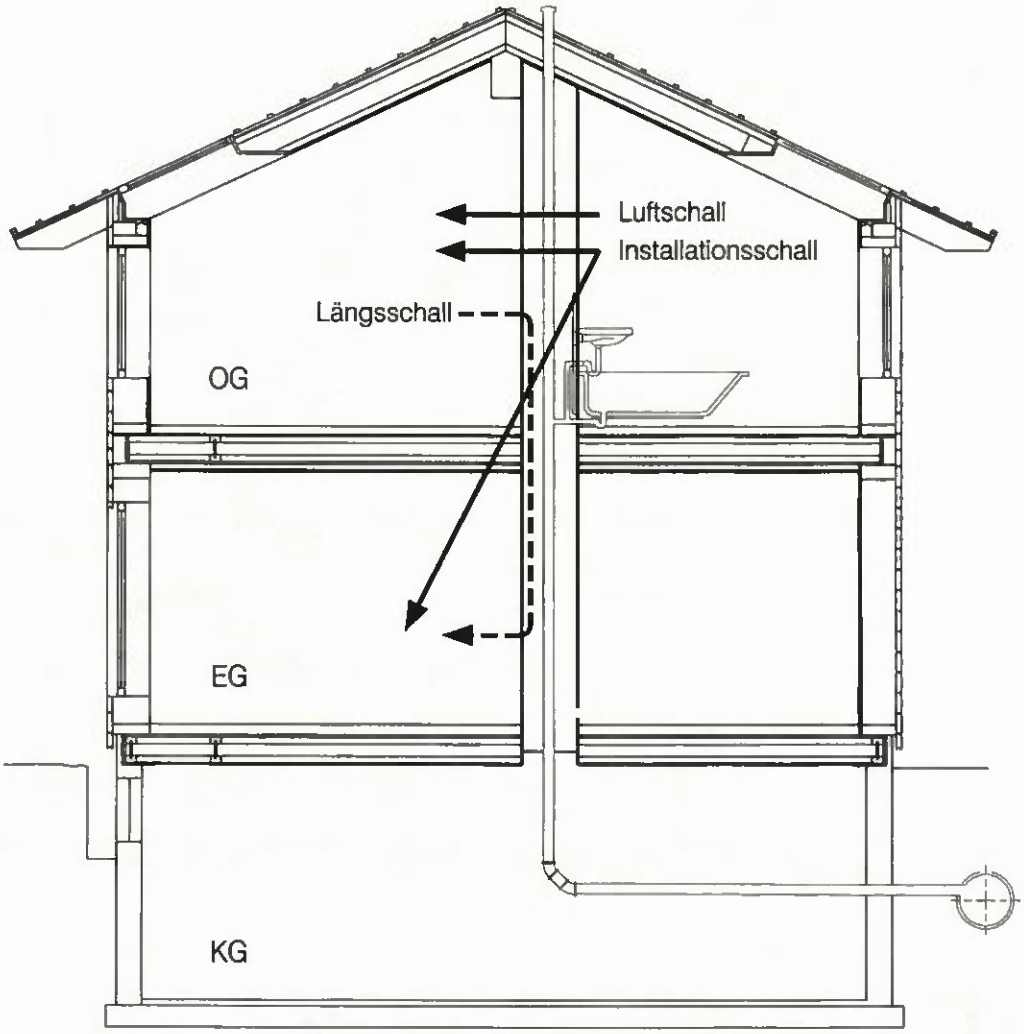


Bild 11-13 Meßkonzept zur ersten Bewertung des akustischen Schallverhaltens. Untersucht wurden der Luftschall (horizontal), der Installationsschall (horizontal und diagonal) sowie der Längsschall (vertikal).

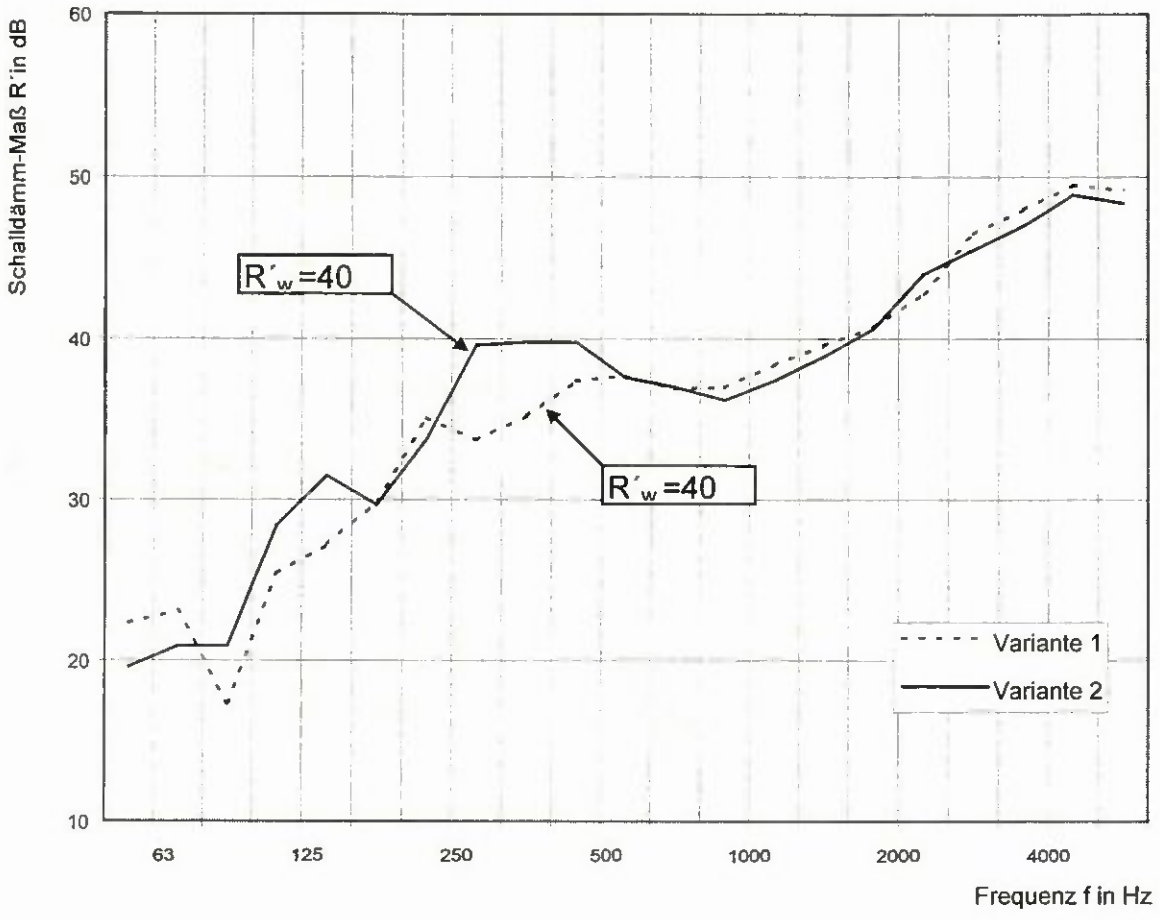


Bild 11-14: Einfluß der Hartfaserstreifen auf das Luftschalldämm-Maß im ungedämmten Zustand

Variante 1: Ausgangszustand mit Hartfaserstreifen
Variante 2: Installationskern ohne Hartfaserstreifen

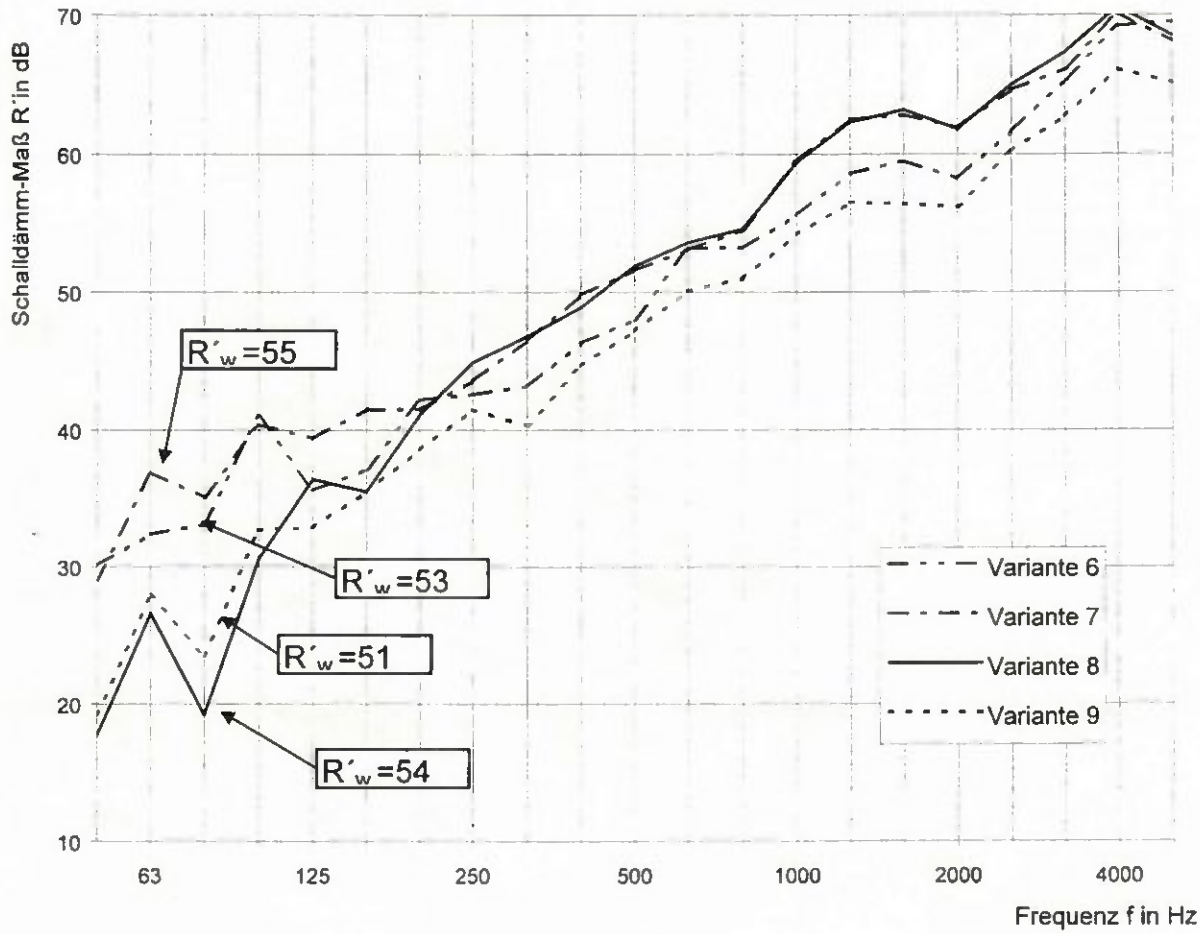


Bild 11-15 Einfluß von Hartfaserstreifen und Vorsatzschale auf das Luftschalldämm-Maß

Variante 6: ohne Hartfaserstreifen und ohne Vorsatzschale
Variante 7: ohne Hartfaserstreifen und mit Vorsatzschale
Variante 8: mit Hartfaserstreifen und mit Vorsatzschale
Variante 9: mit Hartfaserstreifen und ohne Vorsatzschale

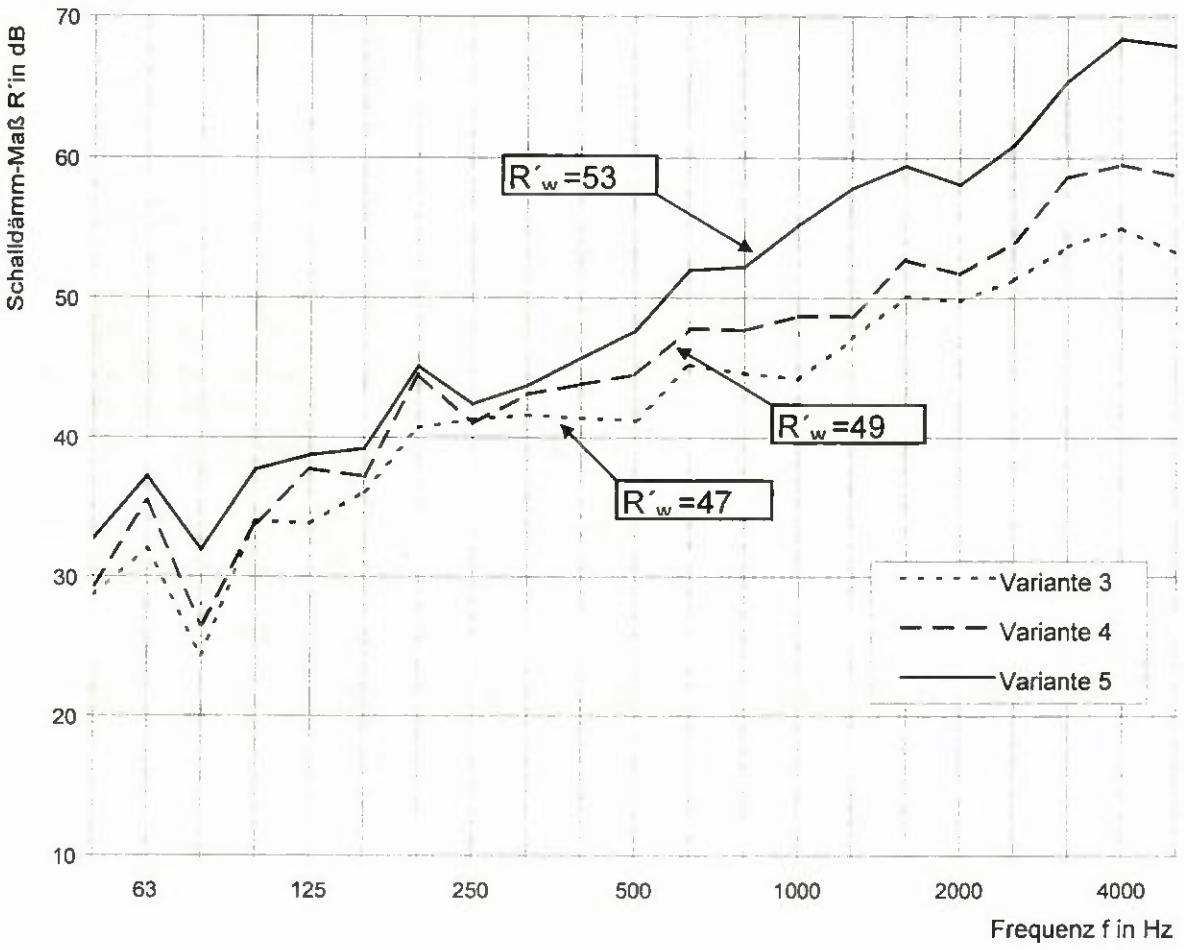


Bild 11-16: Einfluß der Fugenundichtigkeiten auf das Luftschalldämm-Maß

Variante 3: Umlaufende Fugen um den Kern nicht abgedichtet
Variante 4: Senkrechte Fugen zum flankierenden Bauteil nicht abgedichtet
Variante 5: Umlaufende Fugen komplett abgedichtet

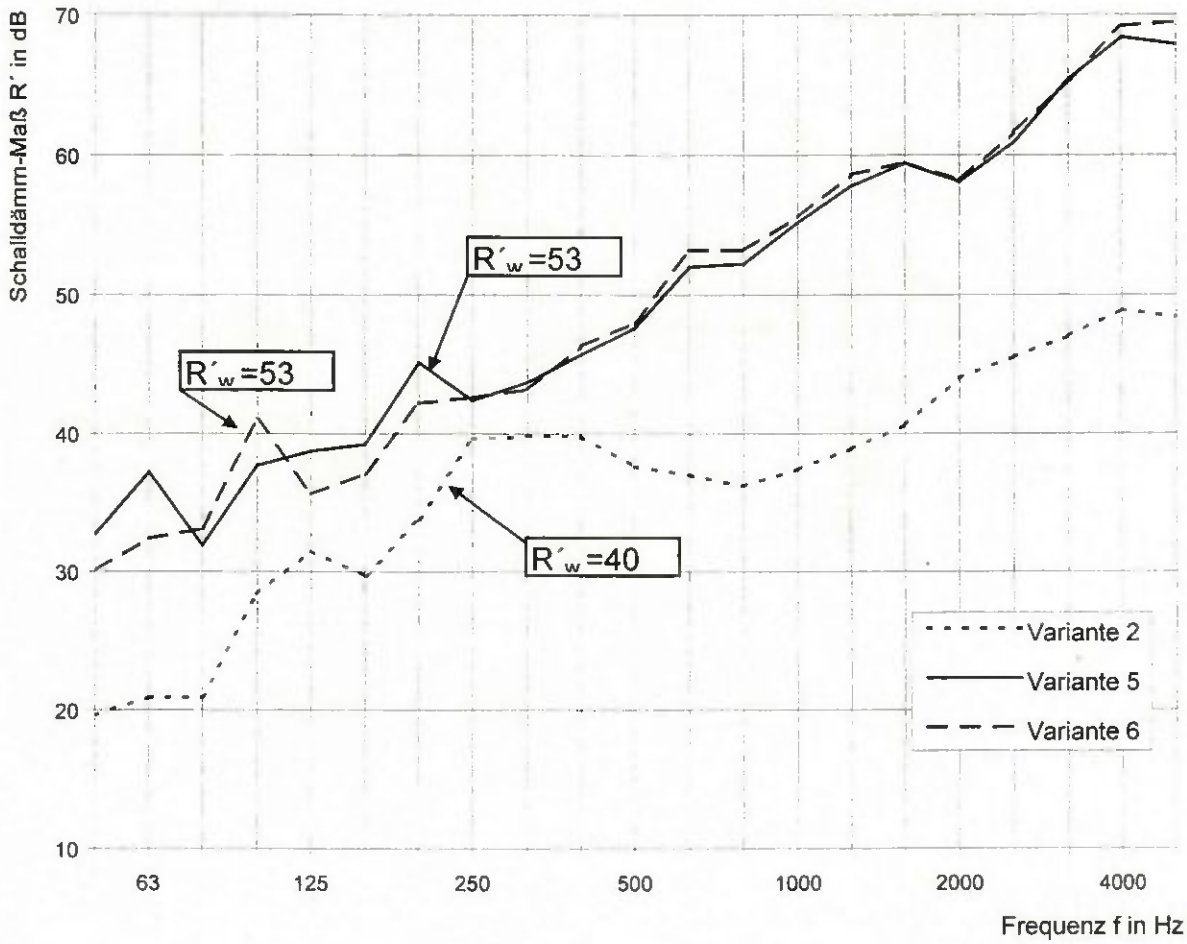


Bild 11-17: Einfluß der Hohlraumdämmung auf das Luftschalldämm-Maß

Variante 2: ohne Hohlraumdämmung
Variante 5: Hohlraum zu 100 % mit Dämm-Material ausgefüllt
Variante 6: Hohlraum zu 30 % mit Dämm-Material ausgefüllt

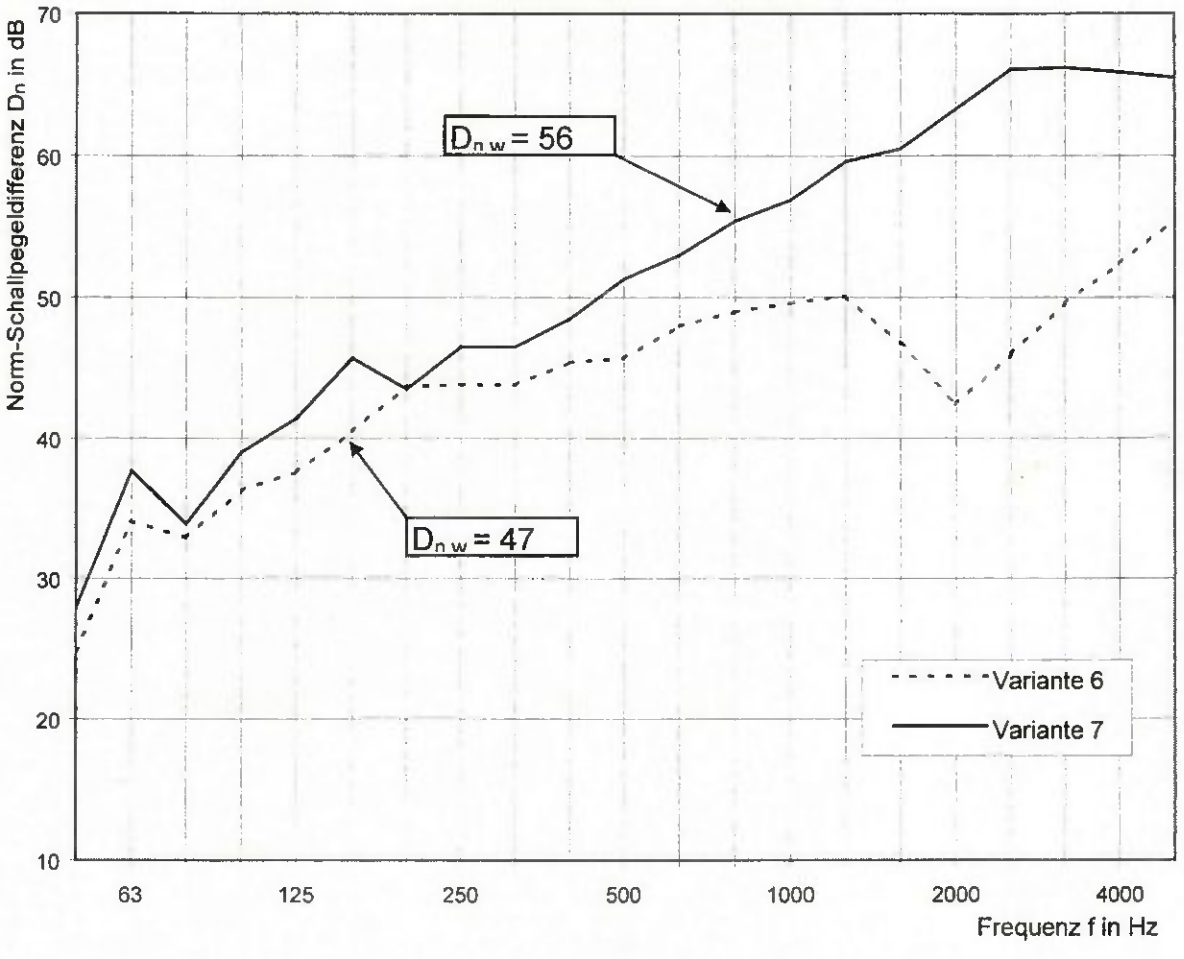


Bild 11-18: Einfluß der Vorsatzschale auf das Längsschalldämm-Maß

Variante 6: Installationskern ohne Vorsatzschale
Variante 7: Installationskern mit Vorsatzschale

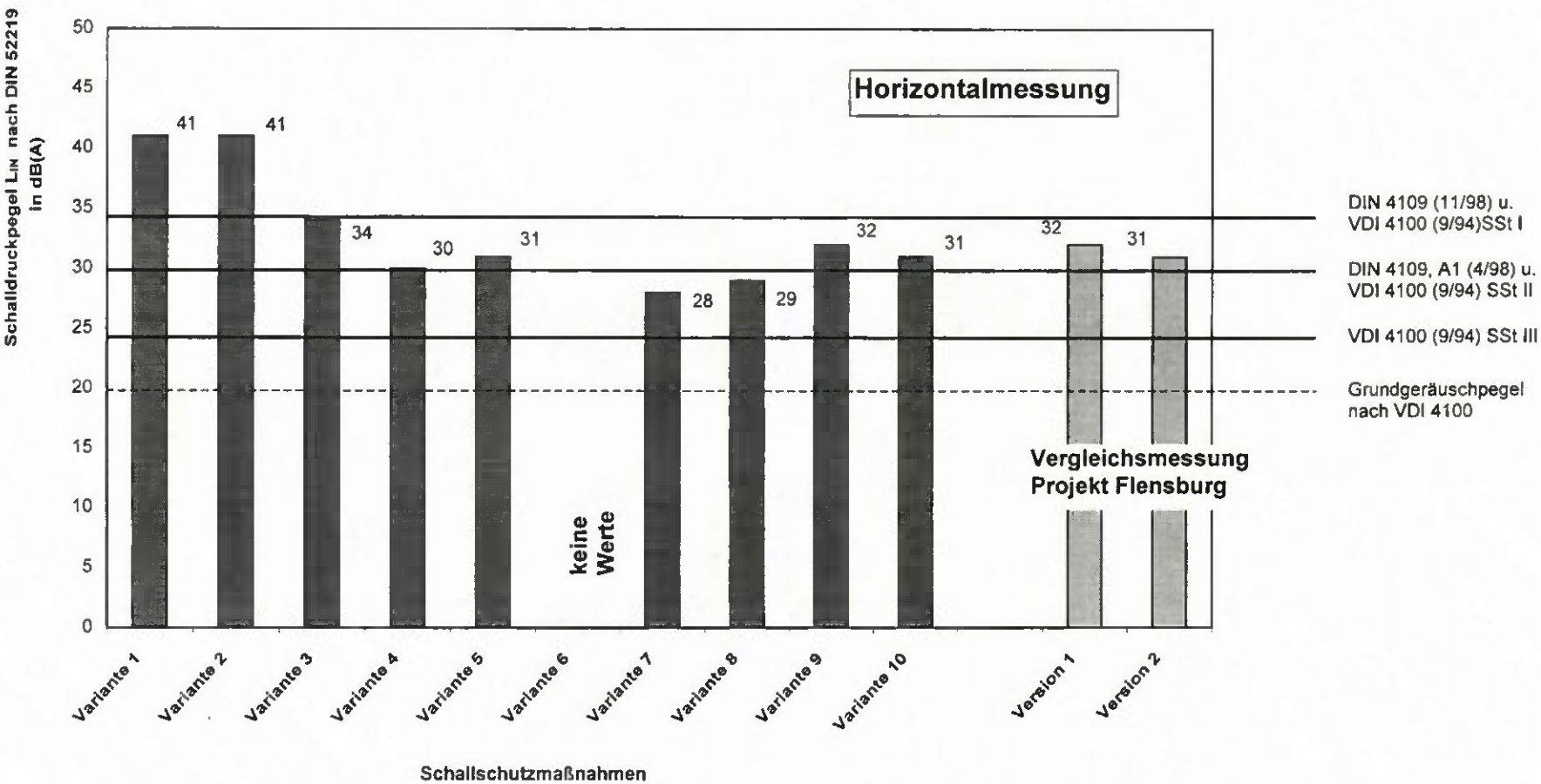


Bild 11-19: Horizontalmessung: Vergleich der Installationsschallpegel bei verschiedenen Schallschutz- Maßnahmen. Zum Vergleich sind die Ergebnisse einer Messung an einem vergleichbaren Forschungsprojekt(Projekt Flensburg [11-12]) eingezeichnet.

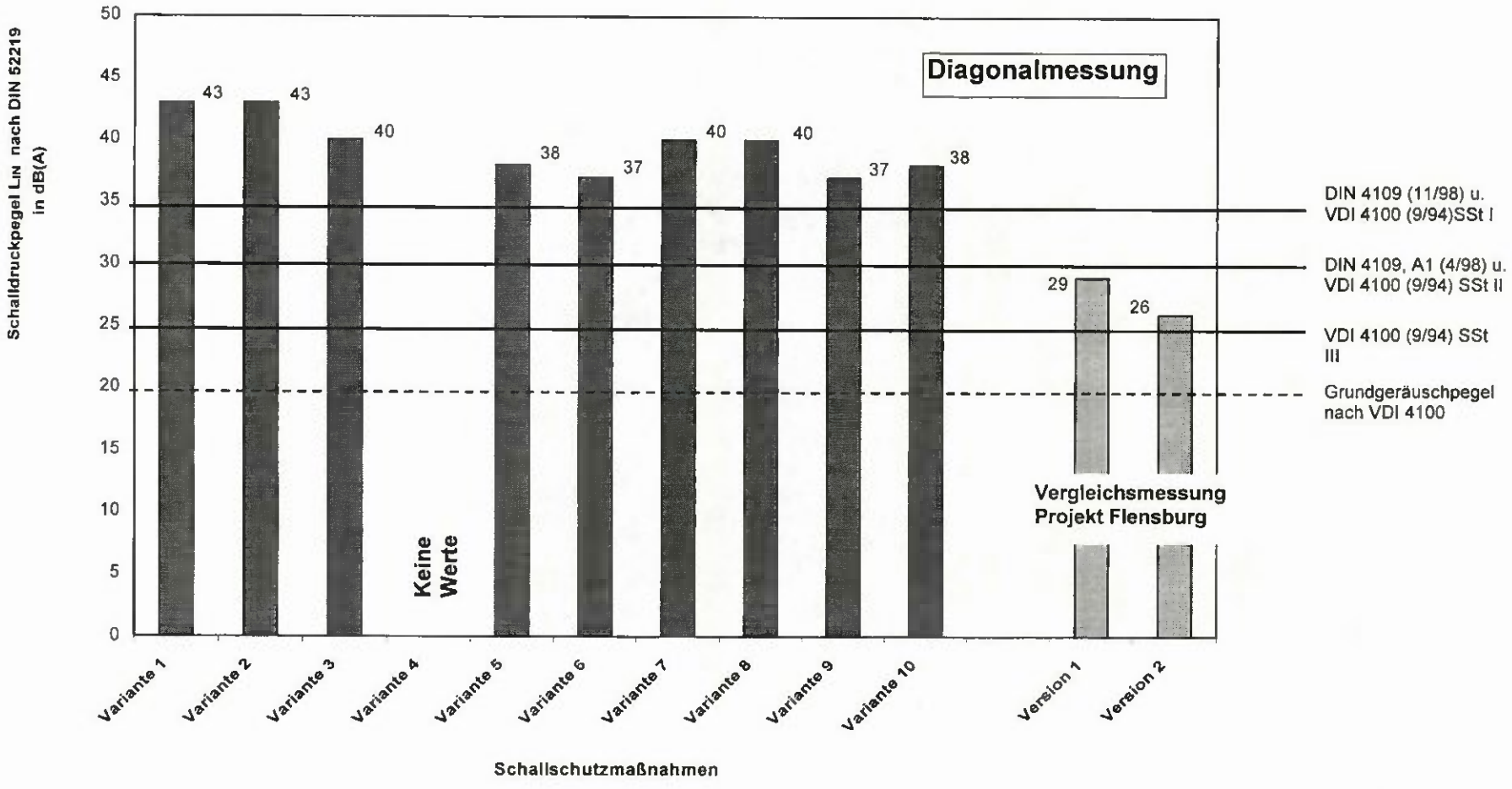


Bild 11-20: Diagonalmessung: Vergleich der Installationsschallpegel bei verschiedenen Schallschutz- Maßnahmen. Zum Vergleich sind die Ergebnisse einer Messung an einem vergleichbaren Forschungsprojekt (Projekt Flensburg [11-12]) eingezeichnet.

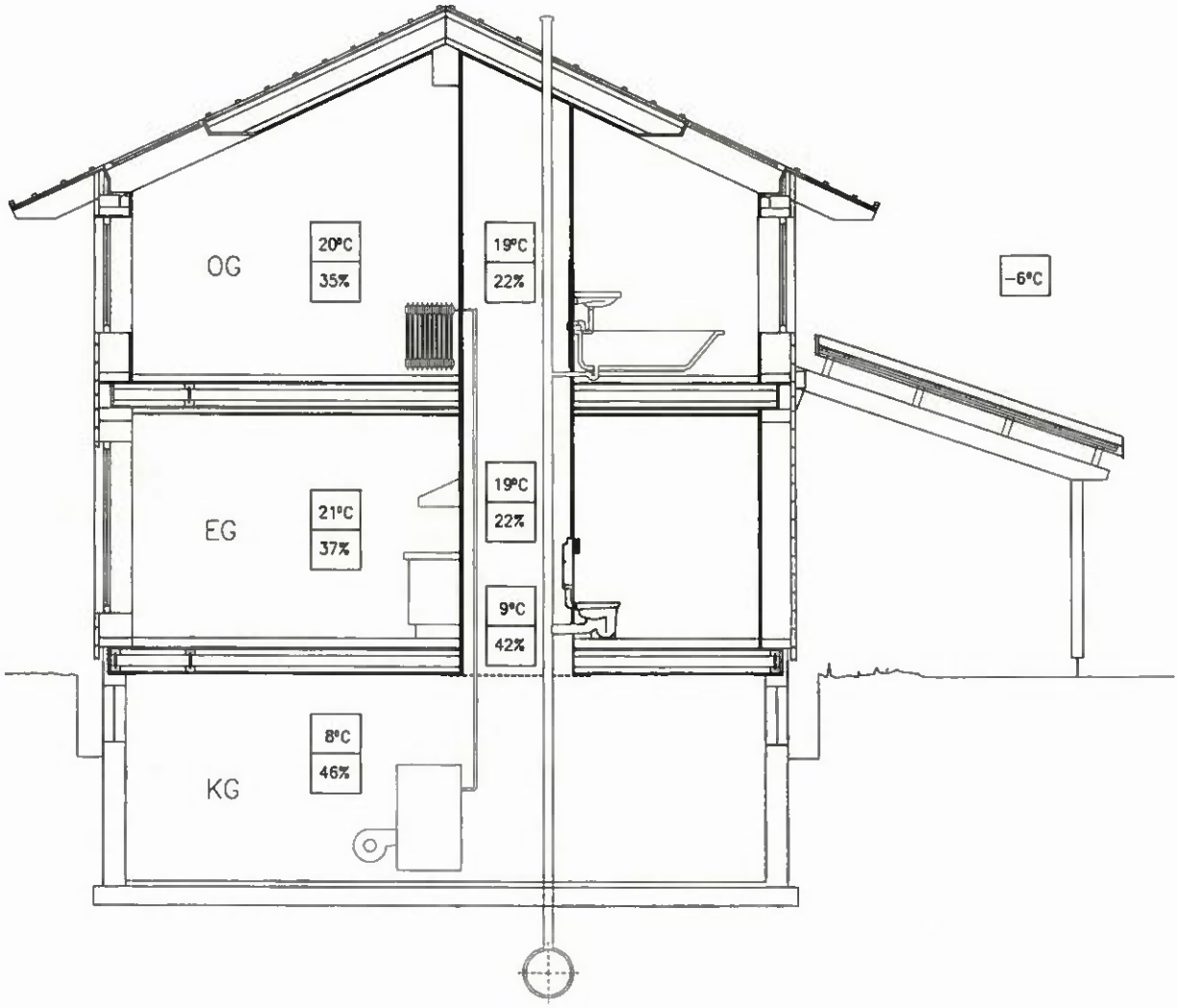


Bild 11-21: Temperatur- und Feuchteverhältnisse in einem Fertighaus mit geschoßübergreifendem Installationskern während eines typischen Wintertages. In den Datenfeldern sind die Werte der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchte angegeben.

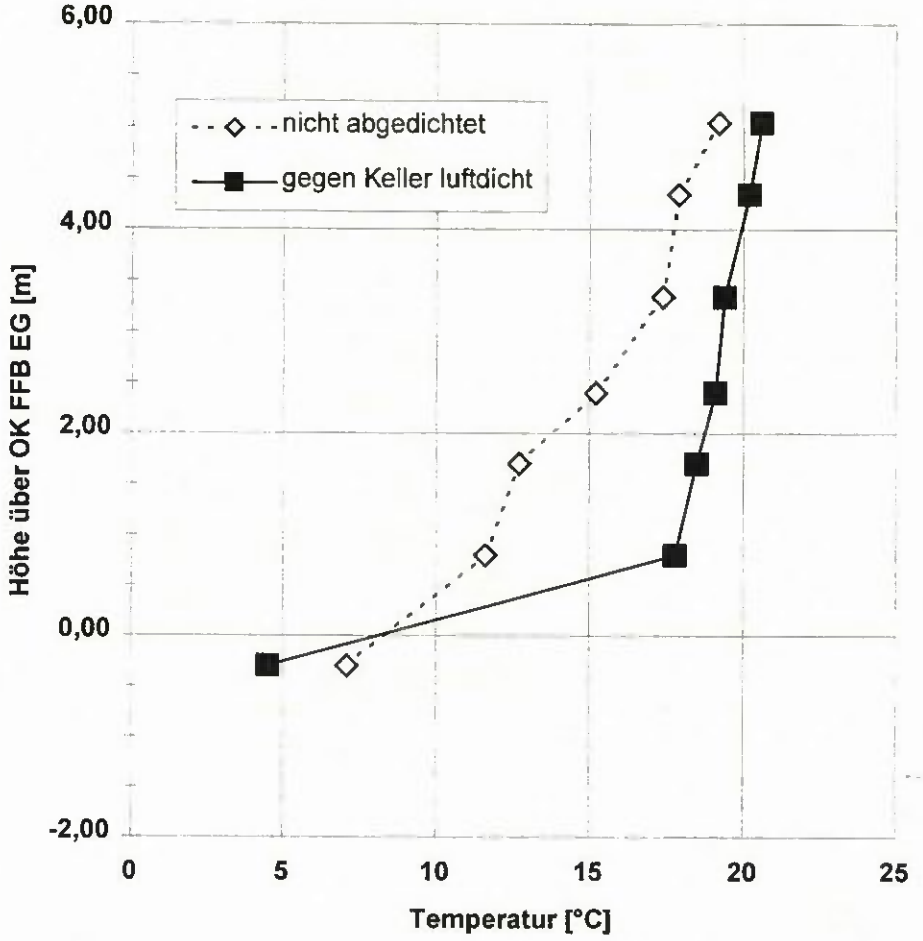


Bild 11-22: Temperaturschichtung im geschoßübergreifenden Installationskern bei abgedichtetem und nicht abgedichtetem Abschluß zum Kellerraum.