



Betonfertigteile für den Wohnungsbau



Betonfertigteile für den Wohnungsbau

Betonfertigteile für den Wohnungsbau

Herausgeber
Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e.V.

Trägerorganisationen:
Bundesverband Deutsche Beton- und Fertigteilindustrie e.V.
Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V.

Herausgeber:

Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V.
Postfach 21 02 67
53157 Bonn

Telefon: 02 28 / 9 54 56 56

Telefax: 02 28 / 9 54 56 90

info@fdb-fertigteilbau.de

www.fdb-fertigteilbau.de

Autoren:

Dipl.-Ing. Anja Borchardt, Bonn

Prof. Dipl.-Ing. Harald Reise, Reinbek

Dipl.-Ing. Dieter Schwerm, Bonn

Dipl.-Ing. Dietrich Treppke, Neu-Isenburg

Inhalt

1	Vorwort	6
2	Einleitung	8
2.1	Städtebauliche Aspekte	8
2.2	Gebäude und Grundrissvielfalt	8
2.3	Wirtschaftlichkeit	10
2.4	Vorteile von Massivbauten aus Betonfertigteilen	10
3	Planung	11
3.1	Allgemeine Entwurfskriterien	11
3.2	Tragkonstruktion	11
3.3	Allgemeiner Ausbau	12
3.4	Haustechnik	13
4	Ausschreibung	14
4.1	Systemoffenes Leistungsbild	14
4.2	Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis	14
4.3	Systemoffenes Leistungsfeld als Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm	14
4.4	Leitdetails	15
5	Vollmontagebau	16
5.1	Produktion	16
5.2	Transport und Montage	17
5.3	Fassaden	18
5.4	Innenwände	23
5.5	Decken	24
5.6	Balkon und Loggiaplatten	26
5.7	Treppen	26
5.8	Dach	27
5.9	Keller	28
6	Garagen	29
6.1	Tiefgaragen	29
6.2	Einzelgaragen	31
7	Gesundes Wohnen	32
7.1	Baustoffe	32
7.2	Wände und Decken	32
7.3	Behaglichkeitskriterien	32
7.4	Natürliche Radioaktivität	33
8	Bauphysik	34
8.1	Allgemeines	34
8.2	Passivhäuser	34
9	Literatur / Bildnachweis	36



1 Vorwort

Nach langen Jahren der Stagnation kam es Mitte der 90er-Jahre zu einer Belebung im Wohnungsbau. Anlass hierzu war nicht zuletzt die Initiative des damaligen Bauministers Prof. Dr. Töpfer, preisgünstiges Wohneigentum für Schwellenhaushalte zu schaffen. Zum damaligen Zeitpunkt lagen die Kosten für Wohnneubauten nicht nur wegen der gestiegenen Ansprüche, sondern auch wegen der exorbitant gestiegenen Grundstückspreise und des sorglosen Umgangs mit den in Zusammenhang mit einem Neubau stehenden Nebenkosten so angewachsen, dass auch Bevölkerungsschichten mit mittlerem Einkommen bei der Wohnbaufinanzierung überfordert waren. Kostengünstiger Wohnungsbau wurde zu einem neuen Schlagwort. Viele Initiativen, auch wenn sie durch Eingriffe der Politik durch Bevorzugung bestimmter Baustoffe zu einer Wettbewerbsverzerrung führten, haben immerhin dazu geführt, dass alle Baubeteiligten sich Gedanken über Einsparungspotenziale machten. Auch weitete sich der Blick über die Grenzen Deutschlands hinaus. Kos-

tengünstiger Wohnungsbau in den benachbarten Niederlanden entwickelte sich zum Maßstab dessen, was an Einsparungsmöglichkeiten besteht. Nicht alles ließ sich auf dem deutschen Markt umsetzen. Immerhin haben die damaligen Diskussionen bei allen Baubeteiligten das Kostenbewusstsein geschärft und zu der Erkenntnis geführt, dass nicht alles, was wünschenswert erscheint, auch notwendig ist.

In jenen Jahren kam es über zwei, drei Jahre zu neuen Fertigstellungsrekorden im Wohnungsbau – über 500.000 Wohnungen. Inzwischen hat sich diese Zahl deutlich reduziert, nicht zuletzt deshalb, weil die Sanierung von Altbauten einen höheren Stellenwert gewonnen hat. Unbeschadet dessen kann für die mittlere Zukunft davon ausgegangen werden, dass in Deutschland jährlich 350.000 bis 380.000 Wohnungen neu erstellt werden müssen, um eine ausreichende Versorgung der Bevölkerung mit Wohnraum zu sichern, aber auch, um die Eigentumsquote zu erhöhen. Hier liegt Deutschland mit 41 % an letzter Stelle im europäischen Vergleich.

Beim kostengünstigen und qualitätvollen Wohnungsbau stehen viele Baustoffe und Bauarten im Wettbewerb. Mit dieser Broschüre will die Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau aufzeigen, dass mit vorgefertigten Massivbauteilen alle Anforderungen erfüllt werden können.

Die Verfasser



2 Einleitung

2.1 Städtebauliche Aspekte

Der historische, mittelalterliche Stadtgrundriss mit seinem labyrinthartigen Raumgefüge und einer verwobenen Nutzungsvielfalt zwischen Wohnen, Arbeiten, Kaufen, Konsumieren, Verweilen, Spielen und Vergnügen bietet unbestritten diejenige urbane Qualität, die in den vielen gesichtslosen Großsiedlungen so vermisst wird. Einstmals war wegen der zunehmenden gewerblichen Belästigungen die funktionale Trennung von Wohnen und Arbeiten notwendig geworden.



Vor dem Hintergrund von Siedlungswildwuchs mit überhöhtem Flächenverbrauch muss die Bereitschaft zu höheren Dichten in Anlehnung an die Gründerzeitviertel wachsen (GFZ > 3,0). Hoher Schall- und Brandschutz und kurze, fast störungsfreie Bauphasen mit vorgefertigten Massivbauteilen erfüllen dafür alle Anforderungen.

Der Strukturwandel städtischer Arbeitsplätze mit einem ständig wachsenden Anteil an Dienstleistungsflächen für Büros und nicht störendes Gewerbe (Serviceflächen) sowie bautechnischer Fortschritt, insbesondere auch in der Massivbauweise mit bestem Schall- und Brandschutz, relativieren eine solche Trennung, zumal ein isoliertes „Wohnen im Grünen“ oder „Arbeiten im Park“ zu überhöhtem Flächenverbrauch und motorisiertem Individualverkehr führen.

Die Gebäude- und Sozialstruktur der Stadt fügt sich idealerweise aus einem ausgewogenen Verhältnis von großen und kleinen, aufwändigen und bescheidenen Gebäuden mit jungen und alten, reichen und armen, gebildeten und einfachen Bewohnern und Nutzern zusammen; vergleichbar mit der Kornzusammensetzung, der idealen Kies/Sand-Sieblinie eines tragfähigen Betons. Städtische Lebensqualität entsteht, wenn sich unterschiedliche Nutzungsangebote mit reichhaltigen Nachfragepotenzialen verknüpfen.

Die Devise für die neuen großen Wohnungsbauprojekte kann deshalb vor allem auch die **Funktionsdurchmischung** sein, die Wohnen und Arbeiten wieder zu Gunsten von Flächensparnissen durch **Dichte** und **Vielfalt** miteinander verbindet.

Bei der Vorbereitung neuer Projekte können deshalb folgende Vorgaben hilfreich sein:

1. Nutzungsfreigabe für Wohnungs-, Büro- und Gewerbeflächen als Grundlage für urbane Strukturen.
2. Teilung der Grundstücke und Vergabe an unterschiedliche Eigentümer, damit architektonische Vielfalt in zeitlicher und qualitativer Differenzierung entstehen kann.
3. Finanzierungsregelung sowohl für freifinanzierten Wohnungsbau als auch für sozialen Wohnungsbau, um soziale Ausgewogenheit zu bewirken.

Das unverwechselbare Gesicht einer Stadt, eines Stadtviertels oder Wohnquartiers wird von seinen mehr oder weniger signifikanten Gebäuden mit ihren individuellen Zwischenräumen, von Straßen und Plätzen, von Durchgängen und Passagen, von Vorgärten und Innenhöfen als den öffentlichen, halböffentlichen und privaten Arbeits- und Lebensräumen geprägt.

Die stadtplanerische Grundlinie für ein Stadtgebiet in Form von Ortssatzungen oder Ähnlichem sollte sowohl für die Gebäudegestaltung als auch die halböffentlichen Bereiche so offen wie möglich sein und dem

„glücklichen Zufall eine Chance“ geben.

2.2 Gebäude- und Grundrissvielfalt

Verschiedenartig gestaltete Gebäude sind für ein lebhaftes, individuell identifizierbares Stadtbild unerlässlich.

Wechsel in Geschoss- und Traufhöhe, Dachform und Dachneigung mit unterschiedlichen Formen von Dachgauben und -einschnitten für Dachterrassen, mit Gebäudeversprüngen, Erkern, Wintergärten, Balkonen oder Loggien, Hausdurchgängen und -durchfahrten mit Einblicken in Innenhöfe, Arkaden und Passagen, Straßenüberbauungen mit torartigen Sichtachsen zu besonders herausragenden Bauwerken gehören ebenso dazu wie eine ausgewogene Mischung verschiedener Wohnungstypen und -größen mit Möglichkeiten der Zu- und Wegschaltung von Räumen oder der Anpassung an sich verändernde Familiengrößen.

Zu den vorgenannten vielfältigen Gebäudeformen kommt die Möglichkeit des Einsatzes der unterschiedlichsten Materialien, insbesondere für Fassaden und Dachgestaltung, die je nach Geldbeutel zu bescheidenen bis prunkvollen Lösungen führen können.

Für alle diese Gebäude empfiehlt sich die Verwendung von Betonfertigteilen, da sich die Fertigteilindustrie mit ihren Produktionsmitteln und -methoden auf solche vielfältigen Wünsche eingestellt hat.

Grundsätzlich können alle Grundrisslösungen und Qualitätsstufen des ein- und mehrgeschossigen Wohnungsbaus in vorgefertigter Massivbauweise errichtet werden. Die größten wirtschaftlichen Vorteile ergeben sich selbstverständlich bei Serienproduktionen.

Beispiel A

Grundriss: Variante 3 x 1 1/2-Zimmer-Wohnung

Beispiel B

Grundriss: Variante 1 x 2-Zimmer-Wohnung + 1 x 4-Zimmer-Wohnung

Beispiel C

Grundriss: Variante 2 x 3-Zimmer-Wohnung

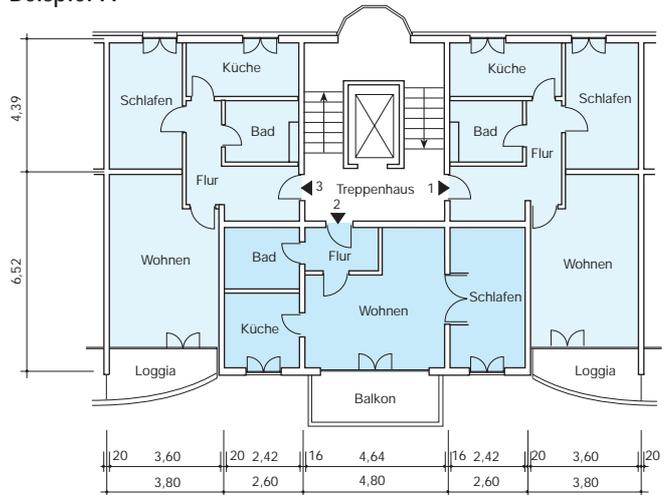
Durch die Möglichkeit, Deckenbereiche kürzer oder weiter zu spannen, ergibt sich eine Grundrissvariabilität, die bei gleichbleibenden äußeren Gebäudeabmessungen unterschiedliche Wohnungsgrößen zulässt., hier dargestellt am Beispiel eines öffentlich geförderten Wohnungsbaus in Frankfurt/Main.

Das Wort Serie wird im Wohnungsbau heute häufig mit uniformem Serienbau der 60er-Jahre oder mit dem Wohnungsbau in den ehemaligen Ostblockstaaten mit einfalllosen, gestaltungsarmen Bauelementen gleichgesetzt. Unter dem Begriff Serie werden Elemente mit z.B. gleicher Dicke zusammengefasst,

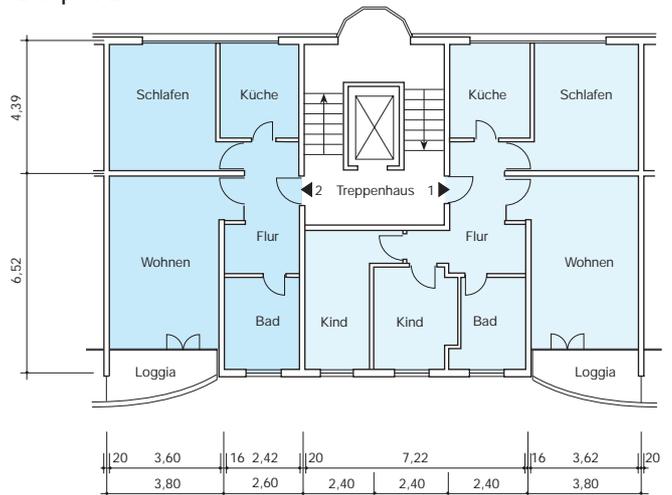


Verdichtete innerstädtische Bebauung im Bahnhofsviertel in Frankfurt am Main

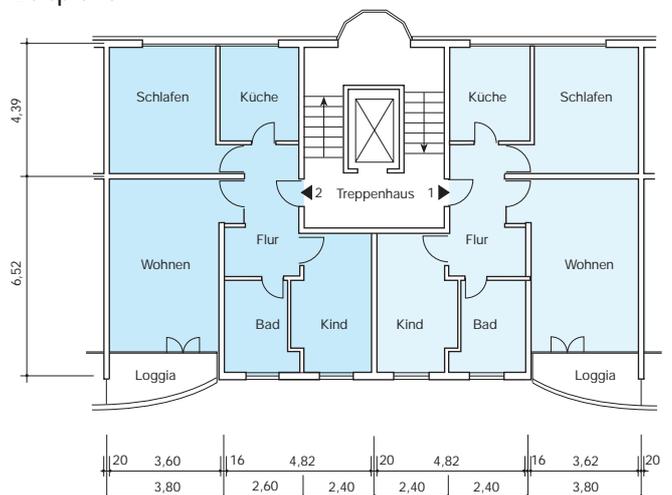
Beispiel A



Beispiel B



Beispiel C



da sie in der Produktion auf den Flachbahnen oder Kipptischen ein und denselben Randabsteller benötigen, der für verschiedene Längen und Breiten ohne großen Aufwand schnell veränderbar ist. Bei stark gegliederten Grundrissen ergeben sich die hauptsächlich seriellen Bedingungen aus der Mehrgeschossigkeit der Gebäude.

Die Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses ergibt sich in erster Linie nicht aus der Serie, sondern aus dem schnellen Umbau der Schalungen, bequemer Körperhaltung der Arbeiter und effektiven Einrichtungen, die schwere körperliche Arbeit erleichtern.

2.3 Wirtschaftlichkeit

Ökonomie fängt mit der Planung an; so wird im Wohnungsbau immer häufiger der so genannte **Raum-Flächen-Quotient (RFQ)** als Messzahl für ökonomische Planungen betrachtet.

Er wird aus der Division Kubikmeter umbauter Raum durch Quadratmeter Wohnfläche eines Wohngebäudes als Quotient gebildet, stellt im Grunde die durch Nebenfläche für Tragkonstruktion, Keller, Treppenhaus, Dachgeschoss usw. beaufschlagte Geschosshöhe dar und gibt im Vergleich zu der tatsächlichen Geschosshöhe (in Normalgeschossen bei Wohngebäuden in der Regel 2,75 m bis 2,80 m) Aufschluss über die Planungseffizienz.

Hierbei hat das Bauen mit Betonfertigteilen wegen der geringstmöglichen Wanddicken aus hochtragfähigem Beton erhebliche Vorteile (z.B. ist der Abzug für Wandputz nicht erforderlich).

Besonders effektive Planungen können einen RFQ von $< 4,0$ erreichen (z.B. 3-Spanner, teilunterkellert mit Flachdach); der Normalfall liegt jedoch zwischen 4,2 und 4,8; die Wohnbauförderungsbestimmungen lassen zum Teil Werte über 5,0 nur zu, wenn besondere städtebauliche oder soziale Vorgaben zu erfüllen sind.

Es wäre verfehlt, hier nun eine RFQ-Wert-Olympiade einläuten zu wollen; Wirtschaftlichkeit kann alleine dadurch nicht erzielt werden, weitere Parameter sind:

- Ein möglichst optimales Verhältnis der Gebäudeaußenflächen zum Gesamtgebäudevolumen mit einem vertretbaren Anteil an Glas- und Fensterflächen in „Normalkonstruktion“ (Isolierglas) als ohnehin dem teuersten Außenaufwandbauteil.
- Die Bündelung des Installationsbedarfs auf eine zentrale Stelle in einer Wohnung für Küche, Bad/WC.
- Eine neutrale präzise Festschreibung von unerlässlichen Qualitätsmerkmalen für Baumaterialien einschließlich ihrer Verarbeitung mit Angaben über Funktion und Lebenserwartung bei normaler Wohnnutzung und Pflege.
- Eine systemoffene funktionale Auslobung oder Angebotseinholung mit der Möglichkeit für verschiedene konkurrierende Bauverfahren, sich bei Einhaltung der wie vor festgelegten Qualitätsmerkmale über Preis und Termin zu qualifizieren.

Wirtschaftliche Überlegungen dürfen heute nicht nur den momentanen Vorteil günstiger Gebäudeherstellungskosten im Auge haben, sondern müssen neben Betrieb und Instandhaltung auch die Wiederverwendbarkeit und Entsorgung diverser Baustoffe und die damit verbundenen Kosten berücksichtigen.

Wenn bei ausgebauten Dachgeschossen eine den übrigen Geschossen vergleichbare bauphysikalische Qualität erreicht werden soll, empfiehlt sich ein Massivdach.

2.4 Vorteile von Massivbauten aus Betonfertigteilen

Massivbauten aus Betonfertigteilen erfüllen alle Anforderungen an Standsicherheit, Bauphysik, Ökologie und Ökonomie. Viele Eigenschaften von Bauteilen aus Massivbaustoffen hängen von ihrer Dicke ab. Bei Betonfertigteilen liegt der Vorteil darin, dass die Dicke den jeweiligen Anforderungen angepasst werden kann, der Planer ist also nicht z.B. an Steinformate wie beim Mauerwerksbau gebunden.

Wegen der im Betonfertigteilbau üblichen hohen Betonfestigkeitsklassen wird die Wanddicke im Wohnungsbau in der Regel nicht durch die Anforderungen an die Standsicherheit bestimmt, sondern durch den erforderlichen Schallschutz und Brandschutz.

Betonfertigteile haben einen ausgezeichneten Schallschutz, denn dieser ist auch abhängig vom Gewicht der Bauteile. Ein guter Schallschutz verhindert die Übertragung von Geräuschen von einem Raum zum anderen wie auch von außen nach innen, was bei ständig wachsendem Flug- und Straßenlärm immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Betonfertigteile halten die Wärme drinnen und die Hitze draußen. Die Speicherfähigkeit, die Beton von Hause aus mitbringt, verhindert, dass im Winter Wärme aus beheizten Räumen an die Außenluft verloren geht. Eines der bekanntesten Beispiele für die Wärmespeicherung ist die Nutzung der Sonnenenergie und deren Speicherung über massive Elemente. Betonfertigteile sorgen aber auch dafür, dass sich Räume im Sommer durch Sonneneinstrahlung nicht zu stark aufheizen und dass die Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht optimal ausgeglichen werden. Selbst beim ausgebauten Dachgeschoss mit Massivdach hat Barackenklima keine Chance.

Betonfertigteile sind völlig Wasser abweisend und der Schutz vor Feuchtigkeit und Nässe beginnt mit dem Fundament und dem Keller und geht weiter mit den Außen- und Innenwänden bis hoch zum Dach. Betonfertigteile im Außenwandbereich schützen vor Schlagregen und verhindern das Eindringen von Wasser und Feuchtigkeit.

Bei Betonfertigteilen ist der Brandschutz immer – kostenlos – mit eingebaut. Betonfertigteile bestehen darüber hinaus aus dem nicht brennbaren Baustoff Beton, d.h. diese Bauteile liefern keinen Anteil zur Brandlast, sie qualmen nicht und geben im Brandfall keine giftigen Gase ab. So verhindern Wände, Decken und Dächer aus Beton im Falle eines Brandes auch ein Übergreifen auf andere Zimmer und auf Nachbargebäude.

3 Planung

3.1 Allgemeine Entwurfskriterien

Die Fertigteilindustrie hat sich mit ihren Produktionseinrichtungen und -methoden darauf eingestellt, die zeitgemäßen Anforderungen an vielgestaltige Architektur zu erfüllen; deshalb hat folgende grundsätzliche Aussage vorn anzustehen:

Die gesuchte geniale Entwurfsidee kann es nur geben, wenn sie sich möglichst wenig Zwängen unterwerfen muss.

Die Qualität der Idee wird an der optimalen Lösung der Grundrisse und der Ästhetik, der Tragkonstruktion und der Bauphysik, der Wirtschaftlichkeit und dem ausführbaren Bausystem gemessen.

Die Verteilung der Schwerpunkte ist Sache des Bauherrn und des Entwerfers, der ihn fachlich berät und bereits bestehende Auflagen der Stadtplanung berücksichtigen muss.

Betonfertigteile im Wohnungsbau werden hauptsächlich für die Herstellung des Tragwerks mit den tragenden Außen- und Innenwänden, den Decken, Treppen und Treppenpodesten, den



Der gesamte Rohbau besteht aus Porenbetonwandtafeln und -deckenplatten

Loggien und Balkonen angewendet; dies gilt auch für Kellergeschosse.

Die nicht tragenden leichten Trennwände werden aus Vollgipsplatten oder Porenbetonmauerwerk ausgeführt. Der so hergestellte Rohbau hat weitestgehend fertige, tapezierfähige Oberflächen. Innenverputzt, mit dem zusätzlich Feuchtigkeit in den Bau geholt würde, kann gänzlich entfallen.

Für die Decken werden unterschiedliche Systeme angeboten, z.B. Elementdecken (mit Aufbeton), Hohlplatten (auch vorgespannt) und raumgroße Massivbauteile für Vollmontage. Dabei entfällt die Verspachtelung von Stoßfugen an den Deckenunterseiten. Dadurch sind Breitenbeschränkungen durch Transport

gegeben, die 4,60 m nicht überschreiten sollten. Sonstige Einschränkungen bei der Planung sind nicht zu beachten.

Die Festlegung der Außenwandkonstruktion muss in Verbindung mit den Anforderungen aus stadtplanerischer Sicht und den Wünschen und finanziellen Möglichkeiten des Bauherrn erfolgen.

Zur Auswahl stehen zwei generell unterschiedliche Fassadenkonstruktionen:

1. die Sandwichfassade,
2. die Putzfassade.

Mit der **Sandwichfassade**, die aus Vorsatzschale, Wärmedämmung und Tragschale mit einer Gesamtdicke ab 30 cm besteht, ist die Ausführung der unterschiedlichsten Sichtbeton- und Steinfassaden möglich, insbesondere auch durch Einlegen von edlen Vorsatzmaterialien, wie z.B. Naturstein, Terrakottaplatten, Klinkerriemchen usw. Dem Fugenbild der waagerechten und senkrechten Elementstöße ist bei der Gestaltung besondere Beachtung zu schenken; insbesondere dann, wenn es nicht „gezeitigt“ werden soll, bieten sich durch Profilierung oder Einbauten aus anderen Materialien (z.B. Stahlprofile) oder die Anordnung von Rollschichten (bei Klinkervorsätzen) gute Möglichkeiten der Fugenbild-Dämpfung.

Die **fugenlose Putzfassade** besteht aus einer einschichtigen Fertigteilplatte, ca. 16 cm dick, und einem vor Ort aufzubringenden Wärmedämmverbundsystem mit Wärmedämmung aus FCKW-freiem Polystyrol bzw. Mineralfaserdämmplatten mit zweilagigem, gewebeverstärktem Außenputz, Gesamtdicke des Wärmedämmverbundsystems mindestens 10 cm.

3.2 Tragkonstruktion

Das Tragwerk bei Wohngebäuden besteht in der Regel aus flächigen Wand- und Deckenelementen, die als Fassaden und Raum- bzw. Wohnungstrennwände zusammen mit den Decken ohnehin benötigt werden. Die Stabilität des Gebäudes wird im Allgemeinen über die statisch zusammenwirkenden Decken- und Wandscheiben erreicht. Die einzelnen Decken- und Wandelemente müssen daher auf der Baustelle zu zusammenwirkenden Einheiten verbunden werden. Dies erfolgt im Allgemeinen durch Fugenverguss und in den Verguss eingelegte Bewehrung. Je nach statischer Beanspruchung der Fugen ist es erforderlich, die Fugenflanken zur besseren Kraftübertragung zu profilieren. Es können auch besondere Schweiß-, Schraub- oder Schlaufenverbindungen verwendet werden.

Besondere Beachtung muss der Verbindung der Fassade mit der Deckenscheibe geschenkt werden. Hier ist konstruktiv immer eine statisch einwandfreie Verbindung in kurzen Abständen notwendig. DIN 1045 regelt Lasten und Abstände. Diese Verbindungen sollten immer als so genannte Kopf-Fuß-Verbindungen ausgebildet werden. Wandkopf und Wandfuß sind zug- und druckfest mit der Deckenscheibe zu verbinden. Da im Wohnungsbau genügend aussteifende Wände in Längs- und Querrichtung vorhanden sind, gibt es keine besonderen Aussteifungs- bzw. Stabilitätsprobleme. Die Windkräfte und Kräfte aus ungewollter Schiefstellung bei der Montage und Zwang infolge Temperaturbeanspruchung sowie Schwinden der Deckenscheibe sind von den aussteifenden Bauteilen aufzunehmen. Die Kräfte infolge Schwinden der Deckenscheibe können vernachlässigt

werden, wenn die Deckenelemente vorfabriziert sind und das Schwinden bei der Montage weitgehend bereits abgeklungen ist. Um Schäden aus Zwang vorzubeugen, sollten bei größeren Wohngebäuden Dehnfugen im Abstand von < 30 m vorgesehen werden.

3.3 Allgemeiner Ausbau

Unter dem Begriff Allgemeiner Ausbau werden im Fertigteilmehrwohnungsbau normalerweise folgende Ausbaugewerke mit jeweils zugeordneten **zeitgemäßen Standards** zusammengefasst:

- **Natur- und Betonwerksteinarbeiten**
in den Treppenhäusern Winkelstufen mit eingelegter Gummischutzkante auf trittschallgetrennten Treppenläufen, schwimmend verlegte Podestbeläge aus Betonwerksteinplatten, Innenfensterbänke aus 2 cm dicken Natursteinplatten, z.B. Juramarmor oder Botticino oder Betonwerkstein,
- **Zimmerer- und Holzbauarbeiten**
Holzbauarbeiten für zimmermannsmäßige Dachstühle aus Nadelholz Güteklasse II mit Imprägnierungen,
- **Stahl-, Metall- und Schlosserarbeiten**
Stahlkonstruktionen aus Profilstahl S 235 JR (früher St37-2) verzinkt, z.B. für Vordächer o.Ä., Metallbau für Hauseingänge und Treppenhausfenster aus thermisch getrennten und pulverbeschichteten Aluminiumprofilen mit Isoliersicherheitsglas, Treppengeländer in Stabstahlsprossenkonstruktion mit Rundrohrhandläufen für Anstrich oder aus Edelstahl,
- **Dachdecker-, Klempner- und Abdichtungsarbeiten**
bei Flachdächern Warmdachkonstruktion auf Betondecken mit Gefällebeton, Dampfsperre, Wärmedämmung und lose verlegte Folienabdichtung mit Kiesauflast, bei Steildächern Betonsteineindeckung auf Lattung, Konterlattung und Unterspannbahn oder Vollschalung und Abpappung und Verschindelung,



Generationshaus im Niedrigenergiestandard in Eschborn bei Frankfurt am Main, Ausführung in Betonfertigteilen mit Wärmedämmputzfassade

oder Stehfalzeindeckung aus Titanzink oder Kupferblech, Verwahrungen, Regenrinnen und Fallrohre aus Titanzink oder Kupfer, Abdichtungen von Kellergeschossfertigteilm-Wand-Stoßfuge mit ca. 50 cm breiten Schweißbahnstreifen,

- **Spritzputz- und Spachtelarbeiten**
Decken der Wohnräume mit Deckenspritzputz mit Raufaserstruktur, Spachtelputz der Wände in Küchen und Bädern oberhalb der Fliesen für nachfolgenden Anstrich, Spachtelputz auf ggf. ausgeführten Porenbetonwänden
- **Fliesen- und Plattenarbeiten**
Wände in Bädern allseitig türhoch mit Fliesen 15 x 15 cm bzw. 20 x 20 cm, Objektwände in den Küchen 60 cm hoch als Fliesenspiegel mit Fliesen wie vor, Bodenfliesen in Bädern aus Mittelmosaik 5 x 5 cm im Dünnbettverfahren auf schwimmendem Estrich mit wasserfestem Kleber (Abdichtungen darunter nicht notwendig),
- **Estricharbeiten**
Schwimmende Zementestriche auf Polystyroltrittschalldämmplatten und Zwischenlage von Ölpapier, Abstimmung an Wänden mit Dämmstreifen,
- **Tischler-, Beschlag- und Verglasungsarbeiten**
Fenster aus weißen Mehrkammerhohlprofilen aus schlagzähem PVC mit Mitteldichtung am Flügelrahmen, mit Isolierglas mit 12 mm Luftzwischenraum einschließlich äußerer Aluminiumfensterbänke mit 4 cm Fassadenüberstand, Wohnungstüren als Lamellentüren mit Edelfurnier, Oberfläche aus Makoré einschließlich gleichen Futter und Bekleidungen, Wohnungseingangstüren als Röhrenspantürblätter in Stahlumfassungszargen,
- **Rollladenarbeiten**
Kunststoffrollladenpanzer mit Gurtwicklern in innenliegenden Rollladenkästen aus wärmegeprägten melaminharzbeschichteten Spanplatten-Innenverkleidungen an allen Erdgeschossfenstern,
- **Maler- und Tapezierarbeiten**
Buntsteinputzbeschichtung für Treppenhauswände, weißer Dispersionsfarbenanstrich der Treppenlauf- und Podestuntersichten, weißer Dispersionsanstrich der Restwandfläche oberhalb der Fliesen in Bädern und Küchen, Dispersionsanstrich weiß der Rohbaukonstruktion im Kellergeschoss an Decken und Wänden, durchgemusterte Bautapeten in allen Wohn- und Schlafräumen sowie Wohnungsfluren auf schmale Naht einschließlich flüssiger Makulatur,
- **Bodenbelegarbeiten**
Teppichbeläge (Schlinge oder Velours) in allen Wohn- und Schlafräumen mit Teppichsockelleisten, PVC-Bahnenware 2 mm dick in Küchen und Abstellräumen mit PVC-weichen Sockelleisten, Epoxidharzbeschichtung rutschfest für Balkone und Loggien,
- **Gerüstarbeiten**
so weit notwendig im Zusammenhang mit den entsprechenden Gewerken, z.B. Wärmedämmputzfassade (Schutzgerüste bei Satteldächern),

□ Baureinigungsarbeiten

als besenreine Bauendreinigung einschließlich Reinigen aller Glasflächen sowie der sanitären Objekte,

□ Fugenabdichtungsarbeiten

Abdichtung der Montageaußenfugen, so weit erforderlich (Sandwichfassade) mit Fugendichtstoffen nach DIN 18540, Abdichtung der Fensteranschlussfugen wie vor, Flieseneckverfugungen der Wand- und Fußbodeneckfugen sowie der Badewannenanschlussfugen wie vor,

□ Trockenbauarbeiten

Aufstellen von nicht tragenden leichten Trennwänden aus Vollgipsplatten oder Porenbetonbauplatten, ca. 8 cm dick, einschließlich beiderseitiger vollflächiger Spachtelung und dem Anlegen und Ausschneiden entsprechender Öffnungen, Verkleidung der Dachgeschossausbauten mit 12,5 mm Gipskartonplatten einschließlich Wärmedämmung, ca. 12 cm dick, aus Mineralwollmatten auf Aluminiumfolie als Dampfsperre, kaschiert, einschließlich Lattung und Windschutzfolie aus PE sowie der abschließenden Verspachtelung der Gipskartonplatten.

3.4 Haustechnik

Die haustechnischen Installationen in Mehrfamilienwohngebäuden bei Anwendung von Fertigteilbausystemen haben unter Berücksichtigung energiepolitischer, ökologischer und ökonomischer Gesichtspunkte sowie im Hinblick auf Pflege und Wartung in den letzten Jahren zu folgenden Standards geführt:

□ Sanitärinstallationen

Abflussleitungen für Schmutz- und Regenwasser in Trennsystemen in SML-Rohr (muffenloses Gussrohr), Kaltwasser, Warmwasser und Zirkulationsleitungen in wärmegeprägten Kupferrohr (Wicu o. glw.),

Warmwasserversorgung zentral über die Heizung mit Warmwasserspeicher,

Ausstattung der Bäder mit Badewannen aus emailliertem Stahlblech, 65 cm Waschtischen und Flachspülklosetts aus weißem Sanitärporzellan mit kompletten Bestückungen, Küchen mit Nirostspülen mit Unterschränken, Armaturen als Zweihebelmischbatterien in verchromter Ausführung, Warmwasserzählung über separate Warmwasseruhren für jede Wohneinheit,

□ Heizungsinstallationen

Gasbefeuerte witterungsgeführte Pumpenwarmwasserheizungen mit Spreizung 80/60 °C mit Rohrverteilung unter der Kellerdecke und Steigleitungen in den Raumecken, waagerechte Anbindeleitungen an die profilierten, fertiglackierten Plattenheizkörper mit Thermostatventilen; Wärmemengenzählung über Verdunstungsmesser,

□ Elektroinstallation

Die Elektroausstattung für Küchen, Wohn- und Schlafräume erfolgt je mit getrennten Stromkreisen, Bäder und Flure werden zusammengefasst, im Fertigteilbau erfolgt Leerrohrinstallation in Decken und tragenden Wänden, damit Nachinstallationen möglich sind; für Spülen, Waschmaschinen und Herde werden separate Stromkreise vorgesehen; Telefonleerrohre, Verkabelungen für Kabelfernsehen, Haustürsprechan-



Zertifizierte Niedrigenergie-Reihenhäuser in Neuenhagen bei Berlin – Ausführung in Betonfertigteilen mit Wärmedämmputzfassaden, zum Teil mit Volltonfarbgestaltung

lagen sowie Blitzschutzanlagen gehören zur kompletten Ausstattung; die Wohnungszähler werden in der Regel im Kellergeschoss im Hausanschlussraum wegen zentraler Ablesung vorgesehen.

□ Lüftung

Innenliegende Bäder und WC's sowie Küchen (unter 8 qm) werden in der Regel über Einrohrlüftungssysteme mit Einzellüftern oder zentral mit Dachventilatoren über Dach nach DIN 18017 Teil 3 entlüftet; das Kanalsystem wird im Installationsschacht aus Wickelfalzrohr ausgeführt; Brandschutzeinrichtungen und Telefonieschalldämpfer sind vorzusehen; für die Luftnachströmung sind Spaltlüftungen bei Fenstern und unterschrittene Türen bzw. Lüftungsgitter in Türen vorzusehen.



Wohnanlage in Weinstadt. Die Plattenunterseite ist ohne Deckenputz streich- bzw. tapezierfähig.

4 Ausschreibung

4.1 Allgemeines

Kostengünstige Bauwerke lassen sich nach den in den letzten Jahren gewonnenen Erfahrungen am ehesten verwirklichen, wenn alle Baubeteiligten so früh wie möglich zusammen arbeiten. Hierzu gehören – neben dem Bauherrn – vor allem Architekt, Tragwerksplaner und die wichtigsten Sonderingenieure, vor allen Dingen für Heizung, Lüftung, Sanitär.

Unbeschadet dessen kann die Ausschreibung nach den in der VOB verankerten Verfahren, nämlich als „Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis“ oder als „Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm“ erfolgen. Welcher Ausschreibungsart man den Vorzug gibt, hängt von den jeweiligen Gegebenheiten des Objektes ab.

4.2 Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis

Für Ausschreibungsarten kommen im Wesentlichen zwei Varianten infrage.

Zum einen werden Ausschreibungen für konventionelle Bauausführung von den Fertigteilwerken in Sonderangebote umgeändert. Dabei achten die Fertigteilwerke auch auf eine Optimierung des Tragwerkentwurfes, weil bestimmte Fertigteile eine höhere Leistungsfähigkeit haben als sie mit den üblichen konventionellen Bauverfahren zu erreichen ist. Man darf aber nicht verkennen, dass bei dieser Variante Zusatzkosten durch Doppelarbeit, z.B. hinsichtlich des Tragwerkentwurfes, entstehen.

Zum zweiten kann die Ausschreibung auch unmittelbar auf der Grundlage eines Fertigteilentwurfes entstehen. Für die Ausschreibungstexte selbst kann auf die „Mustertexte für die Ausschreibung von Betonfertigteilen“ [6] zurückgegriffen werden. Auch in den Standardleistungstexten des GAEB, Leistungsbe-

reich 013 Beton- und Stahlbetonarbeiten, stehen entsprechende Textbausteine zur Verfügung.

4.3 Systemoffenes Leistungsbild als Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm

Für die dringend erforderlichen neuen großen Wohnungsbauaufgaben kommt es mehr denn je darauf an, **kostengünstige, qualitativ hochwertige und in die Stadtlandschaft passende Wohngebäude zu errichten.**

Wettbewerbe, in denen Architekten und Unternehmer gemeinsam anbieten, haben gezeigt, dass gerade mit der Fertigteilbauweise ansprechende Lösungen wirtschaftlich realisierbar sind.

Seit Jahren nimmt der Trend im Wohnungsbau zur Vergabe schlüsselfertiger Bauleistung an Generalunternehmer zu. Besonders bei privaten Bauherrn wird dieses Verfahren aus Kosten- und Termingründen (Festpreis und Festtermin) sowie Gewährleistungsbündelung ohne Nahtstellen zwischen den verschiedenen Gewerken praktiziert.

Die meisten Generalunternehmer beziehen ortsansässige Handwerksbetriebe bei der Durchführung, insbesondere der Nachunternehmerleistung, ein.

Für solche Verfahren hat sich die wettbewerbsneutrale, funktionale Ausschreibung als so genanntes

Systemoffenes Leistungsbild

bestens bewährt. Schon der Name sagt, dass alle Bauweisen und Baumethoden sich beteiligen können und gleich behandelt werden. Dabei ist besonders wichtig, dass im Vorfeld keine Aufwendungen für bestimmte Bauweisen vorweggenommen werden,



Sozialer Wohnungsbau in Frankfurt/Main mit Bürgertreff, Büros und Tiefgarage, darauf Mietergärten; mineralische, fugenlose Putzfassade mit Wärmedämmputzsystem auf einschichtigen Stahlbetonfertigteilen

wie es beispielsweise heute immer noch häufig mit der Ausführungsplanung auf Mauermaße, der kompletten Erstellung der statischen Berechnung sowie der Herstellung von Schal- und Bewehrungszeichnungen und der haustechnischen Ausführungsplanung mit Erstellung von Leistungsverzeichnissen zu Gunsten ganz bestimmter Bauweisen geschieht, ohne zu wissen, ob diese Bauweisen denn wirklich die wirtschaftlichste Ausführungsart darstellen; zumal die Kosten für o.g. Planungsleistungen in Vergleichen oft nicht mit herangezogen werden.

Basis für eine systemoffene, funktionale Ausschreibung muss deshalb eine quantitativ und qualitativ eindeutige Baubeschreibung mit Zeichnungen im Maßstab 1:100 sein, die für die Baueingabe ohnehin benötigt werden. Daneben sind Angaben zu den Bodenverhältnissen auf dem Baugrundstück möglichst mit einem Bodengutachten und Vorprojekte der Fachingenieure für Heizungs-, Lüftungs-, Sanitär- und Elektroinstallation mit spezifischen Angaben der Baugrundstücksver- und -entsorgung notwendig.

Ein Muster einer solchen systemoffenen, funktionalen Ausschreibung als Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm findet man in [7].

Mit dem Angebot wird nun der Unternehmer in Verbindung mit seinen externen Partnern den Entwurf formal und funktionell optimieren, hierbei werden über alle Gewerke die jeweiligen rationellsten Produktionsmethoden und Betriebsmittel berücksichtigt. In der Regel wird die komplette Bauleistung zu pauschalen Festpreisen angeboten. Es wird deshalb einleuchten, dass die Statik und die Erstellung der Schal- und Bewehrungszeichnungen mit den erheblichen Faktoren für Beton- und Betonstahlverbrauch im Beeinflussungsbereich des Unternehmers bleiben müssen.

4.4 Leitdetails

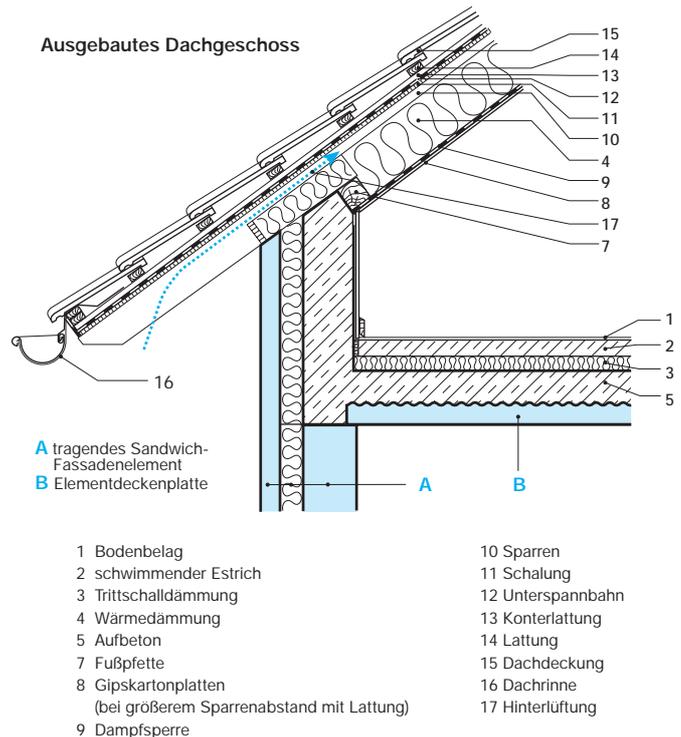
Zur Kalkulation eines pauschalen Festpreisangebots müssen alle wesentlichen Einzelheiten des Gebäudes festliegen. Für ein normales, mehrgeschossiges Wohngebäude gibt es hinlänglich viele Regelausführungen, die mit den Zeichnungen (M. 1:100) und der Baubeschreibung ausreichend genau beschrieben werden können.

Häufig werden jedoch zur Sicherung einer gewollten, ganz bestimmten Architektur besondere Ausführungen notwendig, die wegen ihrer speziellen Formgebung und Materialwahl der besonderen Detaillierung bedürfen.

Hierfür sollten Architekt und Bauherr so genannte Leitdetails erstellen und abstimmen, die den Unterlagen beigelegt werden.

In diesen Leitdetails werden diejenigen Einzelheiten zeichnerisch festgelegt, die mit dem Wortlaut der Baubeschreibung nicht mehr erfassbar, für die beabsichtigte äußere und innere Gebäudegestalt jedoch unverzichtbar sind.

Auch hierfür sollte „Systemoffenheit“ gelten, d.h. sofern der Unternehmer mit seinen handwerklich orientierten Partnern Möglichkeiten zur Optimierung erkennt, kann er diese mit



Detail: Traufe mit Drempe

seinem Angebot einschließlich Benennung der Kosten vorschlagen.

Bei mehrgeschossigen Wohngebäuden sind solche Details für folgende Gebäudeteile üblich:

- Sockelausbildung
- Hauseingang/Vordach
- Fassade bzw. Teile der Fassade
- Gesims/Traufe
- Dachausbildung/Dachgauben
- Ortgang
- Balkon/Loggia/Geländer
- Fensterteilung/-Anschlüsse
- Erker
- Treppenhaus (Beläge/Geländer)

Die HOAI sieht eine Vergütung solcher Leitdetails in einer so frühen Phase nicht vor; sind sich Bauherr und Architekt jedoch darin einig, dem Gebäude eine besondere Gestalt zu geben, so wird sich der Bauherr sicher nicht gegen den berechtigten Vergütungsanspruch des Architekten für diese Zusatzleistung sträuben.

Solche in einer frühen Phase der Bauabwicklung zu erstellenden erweiterten zeichnerischen Festlegungen führen bei allen Beteiligten zu einer wünschenswerten Früherkennung von gewünschter Qualität mit dazugehörigen Kosten.

Mit der Erstellung solcher Leitdetails werden Architekturqualität und baukulturelle Belange gesichert; der Schlüsselfertigbau mit Stahlbetonfertigteilen hat sich darauf eingestellt, individuelle Gebäude qualitativ auszuführen.

5 Vollmontagebau

5.1 Produktion

Die Produktion der Elemente für den Wohnungsbau in vorgefertigter Massivbauweise, das sind insbesondere Wand- und Deckenelemente, wird in den Betonwerken auf stationären Kipptischen ausgeführt. Stationär bedeutet, dass der Kipptisch in der Werkanlage ortsfest eingerichtet ist und sich die Arbeitskräfte sowie alle Materialien zu dem Kipptisch bewegen müssen. Mit dieser Produktionseinrichtung kann der Hersteller am flexibelsten die unterschiedlichen Anforderungen aus der Planung erfüllen.

Der Kipptisch ist eine Arbeitsplattform aus Stahl, die mit allen für die qualitative Produktion notwendigen Einrichtungen wie Rüttler, Hydraulik und Heizung etc. ausgestattet ist. Mit Seitenabstellern (Randschalungen) – je nach Wiederverwendungsmöglichkeit aus Holz oder Stahl oder einer Kombination von beidem - werden die äußeren Abmessungen der Elemente auf dem Kipptisch fixiert. Um eine gute Bearbeitung der Elementoberseite zu ermöglichen, ist die Höhe der Seitenabsteller identisch mit der Elementdicke. Je standardisierter die Seitenabsteller eingesetzt werden können, um so wirtschaftlicher kann letzten Endes produziert werden. So können z.B. bei dem Einsatz von genormten Fenstergrößen auch genormte Seitenabsteller kostengünstig verwendet werden.

Um das liegend hergestellte Wandelement aufzurichten und dabei eine Beanspruchung quer zu seiner Flächen zu verringern, wird der gesamte Tisch annähernd in die Vertikale gekippt, bevor das Element mit dem Kran angehoben und transportiert wird. Das Wandelement wird so nur in seiner Ebene beansprucht, für die es auch konzipiert wurde.

Deckenelemente werden vorzugsweise auf stationären Flachbahnen hergestellt. Flachbahnen können nicht gekippt werden. Dies ist bei der Herstellung der Deckenelemente auch nicht notwendig, da sie für eine Beanspruchung in dieser Lage vorgesehen und entsprechend bewehrt sind. Deckenelemente werden in ihrer späteren Solllage produziert, gelagert, transportiert und montiert. Die eigentliche Herstellung auf der Flachbahn erfolgt wie bei den Wandelementen auf den Kipptischen mit Seitenabstellern.

Der gesamte Produktionsprozess muss durch eine unabhängige dritte Stelle (z.B. Güteschutzorganisationen des Bundes Güteschutz Beton- und Stahlbetonfertigteile e.V.) überwacht und zertifiziert werden.



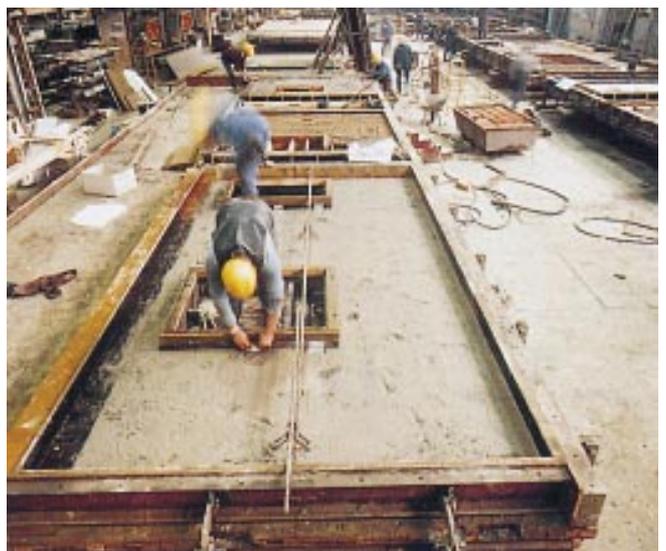
Übereinstimmungszeichen
der Ländergüteschutzgemeinschaften
des BGB

Neben den günstigen Kosten müssen noch weitere Vorteile dieser Bauweise genannt werden:

- Raumgewinnung durch günstige Wandquerschnitte
- trockene Bauweise
- malerfertige Wandoberflächen (keine Putzarbeiten)
- keine Setzungsrisse
- kürzere Bauzeit, da Winterbau möglich
- fester Termin



Gleichbleibende Arbeitsbedingungen im Fertigteilwerk – ein wesentlicher Beitrag zur Qualitätssicherung



Der Einsatz von typisierten Randschalungen und Aussparungen erhöht die Wirtschaftlichkeit



Mit dem Kipptisch werden Fassadentafeln vor dem Krantransport aufgerichtet.

5.2 Transport und Montage

Der wirtschaftliebste Transport der Fertigteile vom Werk zur Baustelle ist i.A. der mit dem LKW. Zusätzliches Ab- und Umladen, wie es z.B. bei einem Transport mit der Bahn oder mit dem Schiff erforderlich wäre, entfällt. Der Transport auf der Straße bestimmt wegen der begrenzten Fahrzeugbreite und -höhe und der lichten Durchfahrthöhen unter den Brücken die maximalen Elementabmessungen. Die Standardteile im Wohnungsbau sind

Für Wandelemente im Wohnungsbau:

Länge [m]	Höhe (Breite) [m]	Gewicht [t]	Transportart
$\leq 7,25$	$\leq 3,50$	≤ 10	Normaltransport
$\leq 7,25$	$\leq 4,00$	≤ 10	mit Ausnahme-genehmigung
$7,25 \leq L \leq 12,50$	$\leq 3,20$	≤ 16	mit Dauer-genehmigung

Für Deckenelemente im Wohnungsbau:

$\leq \text{ca. } 7,00$	$\leq 2,50$	≤ 10	Normaltransport
$\leq \text{ca. } 7,00$	$\leq 3,00$	≤ 16	mit Dauer-genehmigung

etwa 2,70 m hoch; sie werden mit einem A-Bock auf einem Sattelanhänger transportiert.

Elemente bis zu einer Höhe von ca. 3,50 m können in Schräglage auf einem Sattelanhänger mit Tiefbett transportiert werden.

Die obige Tabelle kann als Anhalt für mögliche Elementabmessungen und -gewichte dienen. Durch regional unterschiedliche Transportkapazitäten sind geringfügige Abweichungen möglich. Größere Abmessungen sind immer mit den Herstellerwerken abzustimmen.

Der Umfang der Baustelleneinrichtung einer Montagebaustelle ist erheblich geringer als bei einer konventionellen Bauweise. Wesentlichste Einrichtung ist der Kran. Je nach Umfang und Dauer der Montagearbeiten werden Hochbaukrane mit Katzausleger oder Autokrane eingesetzt. Die Größe des Krans bestimmen die erforderliche Tragfähigkeit (maximales Elementgewicht) und notwendige Ausladung. Die Entscheidung, mit welchem Kran montiert wird, ist von verschiedenen Bedingungen abhängig. Entscheidungskriterien können u.a. sein: flächenmäßige Ausdehnung und Anzahl der Geschosse sowie der zur Verfügung stehende Platz auf der Baustelle zum Aufstellen des Krans. Wegen der hohen Kosten für den Auf- und Abbau eines Hochbaukrans ist der Einsatz erst bei einer längeren Bauzeit wirtschaftlich.

Unabhängig vom Krantyp muss bei einer Montagebaustelle eine gute und befestigte Zufahrt für die Transportfahrzeuge vorhanden sein bzw. eingerichtet werden. Für die hohen Fahrzeuggewichte und wegen der großen Anzahl der Transporte sind Bau-



Schwere Wandelemente auf dem Transportfahrzeug



Sattelanhänger mit A-Bock für den Fassadentransport

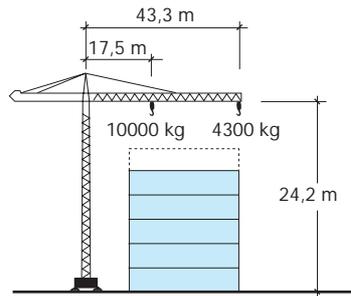
straßen besonders gut befestigt anzulegen, um Störungen in der Anlieferung der Fertigteile durch Festfahren zu vermeiden. Am zweckmäßigsten sind Baustraßen, die eine getrennte Zu- und Abfahrt der LKW's in den Arbeitsbereich des Krans ermöglichen.

Bei der eigentlichen Montage werden zwei Verfahren unterschieden: die so genannte **horizontale** bzw. die **vertikale** Montage.

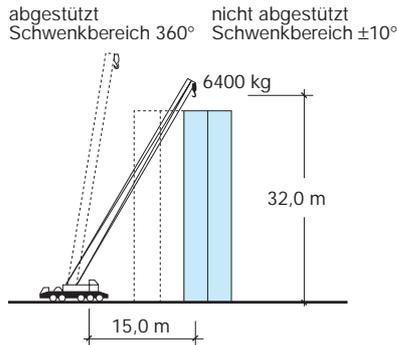


Hohe Wandelemente können nur in Schräglage transportiert werden

Montagearten



Horizontale Montage mit Turmdrehkran, geschossweise



Vertikale Montage mit Autokran, feldweise

Bei der horizontalen Montage läuft der Montagevorgang flächig in den Geschossebenen ab. Bei der vertikalen Montage wird das Gebäude in Abschnitten feldweise jeweils von unten nach oben montiert. Für dieses Montageverfahren wird vorzugsweise der Autokran eingesetzt, da der Kranfahrer hierbei in der Lage ist, sowohl die Abnahme des Elementes vom Transportfahrzeug als auch den Einbau des Teiles von seinem Platz im Fahrerhaus aus zu überblicken.

Eine gute Organisation der Baustelle und des Bauablaufs zeichnet sich dadurch aus, dass möglichst keine Fertigteile auf der Baustelle zwischengelagert werden: d.h. Produktion und Transport müssen so geplant und gesteuert werden, dass die Elemente auf dem Fahrzeug entsprechend der Montagerihenfolge geladen sind. Aus wirtschaftlichen Gründen muss angestrebt werden, die Elemente direkt vom Transportfahrzeug zu montieren. Mit der Vollmontage wird die gesamte, regendichte äußere Hülle des Gebäudes in schneller Folge nahezu witterungsunabhängig erstellt. Dabei werden Ausbauleistungen wie Leerrohrinstallationen für Haustechnik, anstrich- und tapezierfähige Oberflächen, Wärmedämmung, Außenschale und oft auch die Fenster mit eingebaut. Diese Elemente können bis zu 200 km wirtschaftlich vertretbar zu Baustellen transportiert werden.

In der Regel montiert ein Hochbaukran mit einer Montagekolonne von 5 bis 6 Mann mindestens eine Wohnung pro Tag. Damit steht das Gebäude für den weiteren Ausbau zur Verfügung.

Wirtschaftlichkeit und Schnelligkeit einer Montagebaustelle sind im hohen Maße von dem Grad der Vorplanung abhängig. So können Baumaßnahmen mit ca. 50 WE in 8 Monaten schlüsselfertig erstellt werden. Diese Bauweise benötigt vergleichsweise weniger Einrichtungsfläche und verursacht wenig Lärm und Staub; der Bauschutt wird minimiert.

5.3 Fassaden

Bei der vorgefertigten Massivbauweise für den Wohnungsbau kommen unterschiedliche Arten des Fassadenaufbaus zur Anwendung:

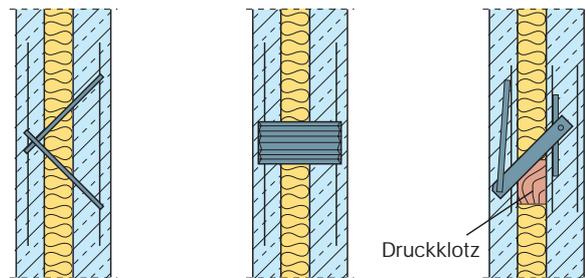
- die Sandwichfassadenfabel
- die Sandwichfassadenfabel mit hinterlüfteter Vorsatzschale
- die Stahlbetonfabel mit Außendämmung und Putz oder
- die vorgehängte Fassadenfabel.

Aus bauphysikalischer Sicht kann i.d.R. im Wohnungsbau auf eine Hinterlüftung der Vorsatzschale verzichtet werden. Sie sollte jedoch immer dann angeordnet werden, wenn die Vorsatzschale nicht aus Beton, sondern aus anderen Materialien wie Klinker, Glasfaserbeton, Metall, Holz, Keramik usw. besteht. Die Luftschicht muss dann mindestens 2 cm sein.

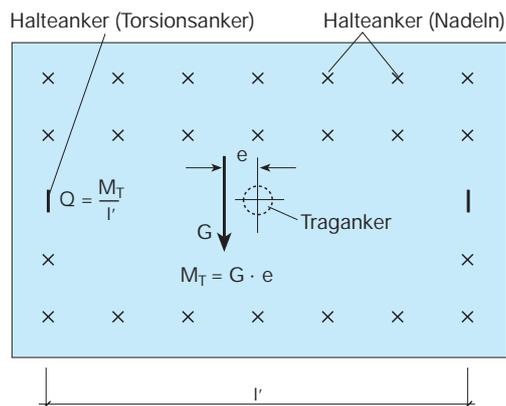
Eine ausführliche Information über die Konstruktion und Gestaltung von Fassaden mit Betonfertigteilen liefert das Buch „Fassaden-Architektur und Konstruktion mit Betonfertigteilen“ [3].

5.3.1 Sandwichfassade

Die Vorsatzschale der hinterlüfteten und auch der klassischen Sandwichfassade ist mit Trag- und Halteankern aus Edelstahl durch die Wärmedämmung hindurch mit der Tragschale verbunden. Betonverbindungen zwischen Vorsatz und Tragschale sind unzulässig. Die Anordnungen der Verbindungen müssen der Vorsatzschale eine möglichst zwangungsfreie Verformung gestatten, um Risse in der Fassadenoberfläche zu verhindern. Aus dieser Forderung ergeben sich maximale Elementabmessungen bzw. Fugenabstände in der Vorsatzschale. Der maximale Fugenabstand in Längsrichtung beträgt etwa 6,00 m.



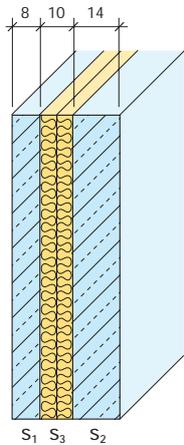
Trag- und Halteanker in einer Sandwichtafel



Verschiedene Trag- und Halteanker



Bauteil: Sandwichfassade (Ausführungshinweise / Anforderungen und Bedingungen)



<p>a) Vorsatzschale</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brandschutz ist gegeben • Schallschutz anteilig • Korrosionsschutz wegen ausreichender Betondeckung $s_1 \geq 7$ cm (besser 8 cm) • Abmessungen größte Länge ≤ 6 m. Bei größeren Längen geteilte Vorsatzschale <p>Die Dicke der keramischen Verkleidung oder Betonstruktur ist additiv zu berücksichtigen.</p>
<p>b) Dämmung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brandschutz Hartschaumkunststoff/Mineralwolle bei Hochhäusern • Schallschutz keine Anforderungen • Feuchtigkeitsschutz Dampfsperre i.A. nicht erforderlich. Zur Verhinderung der Wasseraufnahme während der Bauzeit Abkleben des oberen freien Randes • Wärmeschutz s_3 ist abhängig von λ, DIN 4108, Energieeinsparverordnung, länderspezifischen Forderungen
<p>c) Tragschale</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brandschutz $s_2 \geq 14$ cm • Schallschutz erfüllt • Verbindungen $s_2 \geq 14$ cm bei Vergussfugen/$s_2 \geq 16$ cm bei Schweißverbindungen • Standsicherheit $s_2 \geq 14$ cm je nach statischer Beanspruchung

Die Dicke der Tragschale mit 14 bis 20 cm erfüllt in den meisten Fällen alle Anforderungen in statischer und bauphysikalischer Hinsicht.

Als Wärmedämmung werden i.A. extrudierte Schäume verwendet. Im feuchten Sockelbereich kommen geschlossenzellige Dämmstoffe zur Anwendung.

Die Vorsatzschale ist entsprechend ihrer äußeren Gestaltung und Struktur unterschiedlich dick; die Mindestdicke beträgt jedoch 7 cm (besser 8 cm), um der eingelegten Bewehrung für den Korrosionsschutz eine ausreichende Betonüberdeckung zu gewährleisten.

Für die Oberfläche der Sandwichtafel, d.h. für die Vorsatzschale aus Beton, gibt es vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten (siehe hierzu den beigelegten Sonderdruck „ Fassaden-Oberflächenbildung von Betonfertigteilen“).

□ Wasseraufnahmefähigkeit der Fassade

Poröse und sehr raue Oberflächen sind zu vermeiden. Mit dem Wasser können Schmutzpartikel in die Oberfläche eindringen und dort auf Dauer haften bleiben. Die Betonoberfläche lässt zwar das Regenwasser nicht tief eindringen, aber feine Haarrisse sind in der Oberfläche unvermeidlich. Es ist daher sinnvoll und zweckmäßig, das Eindringen von Regenwasser und damit auch die Verschmutzung durch eine Hydrophobierung zu verringern.

□ Oberflächenmaterialien

Außenwandelemente aus Beton können z.B. mit Klinkern abwechslungsreich gestaltet werden.

Für die Herstellung einer Klinkerfassade kommen zwei Verfahren zur Anwendung. Beim so genannten Negativverfahren werden die Spaltklinker entsprechend einem vorgefertigten Fugenmuster auf den Schalungsboden gelegt; der anschließend eingebrachte Beton der Vorsatzschale verbindet sich mit den vorgelegten Spaltklinkern und füllt die Fugen aus.

Beim Positivverfahren werden die vorgelegten Spaltklinker in den frischen Beton der Vorsatzschale gelegt und angeklopft. Die Verfüllung erfolgt wie bei einer normalen Klinkerfassade. Diese Oberfläche lebt durch die zwangsläufigen Ungenauigkeiten beim Einlegen und Verfüllen der Spaltklinker.

Aber auch andere keramische Erzeugnisse - wie z.B. Fliesen - kommen in Betracht. Entscheidend ist die Frostbeständigkeit, der innere Verbund mit dem tragenden Beton sowie eine gleiche Temperaturverformung mit dem Beton der Vorsatzschale.

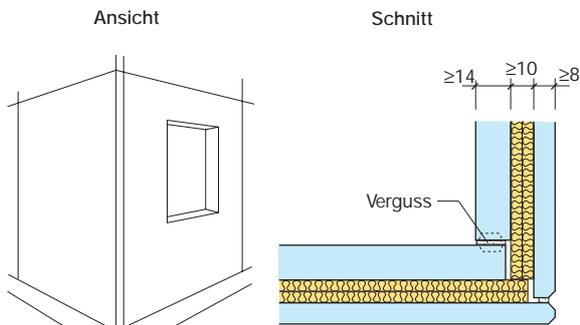
Eine Kombination verschiedener Oberflächen kann das gesamte Bild des Gebäudes auflockern. Durch eine geeignete Wahl können z.B. am Treppenhaus oder Eingang Akzente gesetzt werden.



Die vorgelegten Spaltklinker werden in den frischen Beton eingelegt

Eckausbildung (Ausführungshinweise / Anforderungen und Bedingungen)

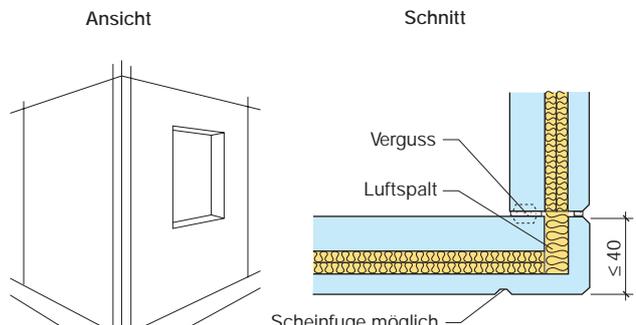
Ausführung 1



Fugenbreite siehe *Fugenausführung*

Fertigungstechnisch ist diese Eckausbildung ohne besonderen Aufwand herzustellen.
Die Elementfuge ist durch den Versatz nicht geradlinig durchgängig

Ausführung 2

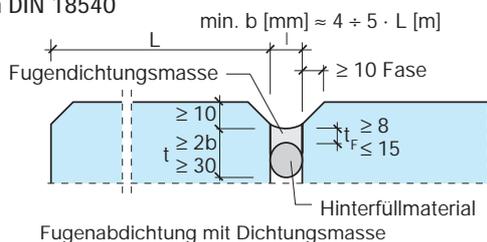


Fugenbreite siehe *Fugenausführung*

Durch Anordnung einer Scheinfuge kann die Gebäudeecke symmetrisch gestaltet werden. Der Winkel der Vorsatzschale muss vorgefertigt werden, da sonst keine ausreichende Oberflächenqualität erzielt werden kann. Eine Arbeitsfuge in der Vorsatzschale ist damit unvermeidlich.
Die Elementfuge ist ohne Versatz geradlinig durchgängig.

Fugenausführung (Ausführungshinweise / Anforderungen und Bedingungen)

Fugenausbildung mit Fugendichtstoffen nach DIN 18540



Fugenabdichtung mit Dichtungsmasse

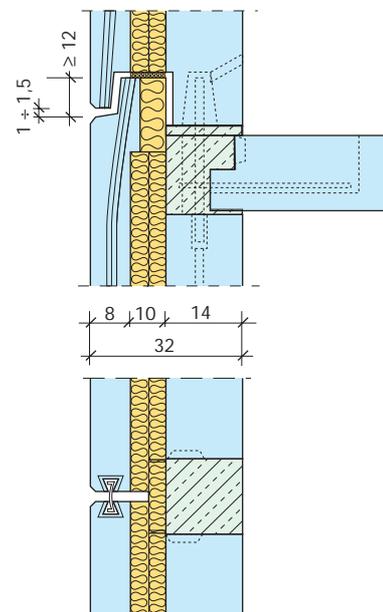
Fugenabstand L [m]	Richtwerte für die Fugenbreite b ¹⁾ bezogen auf + 10 °C [mm]	erforderliche Mindestfugenbreite min b [mm]	Dicke der Fugendichtungsmasse	
			t _r ²⁾ [mm]	zul Atw [mm]
bis 2	15	10	8	± 2
über 2 bis 3,5	20	15	10	± 2
über 3,5 bis 5	25	20	12	± 2
über 5 bis 6,5	30	25	15	± 3
über 6,5 bis 8	35	30	15	± 3

¹⁾ Zulässige Abweichung ± 5 mm

²⁾ Die angegebenen Werte gelten für den Endzustand, dabei ist auch der Volumenschwund der Fugendichtungsmasse zu berücksichtigen

- Planung und Ausführung nach DIN 18540
- Der Beton der Fugenflanken muss glatt und von festem Gefüge sein
- Fugenflanken werden geprimert
- Die Fugenherstellung muss daher vor jeder Oberflächenbehandlung (Hydrophobierung o.Ä.) erfolgen.
- Fugenflanken müssen beim Einbringen der Fugendichtungsmasse absolut trocken sein.
- Ausführung bei 5° ≤ T ≤ 40 °C

Konstruktive Fugenausbildung



- Witterungsunabhängige Herstellung
- Zungenprofil muss UV- und witterungsbeständig sein
- Zungenprofil in RAL-Farbtönen möglich
- Schwellenhöhe ≥ 12 cm



Wohnanlage in Hamburg-Allermöhe, Ausführung in Betonfertigteilen, Sockelgeschoss mit Klinkerfassade, darüber Wärmedämmputz

Für die Ausbildung der Gebäudeecke sind in der Sandwich-Bauweise zwei Ausführungen üblich.

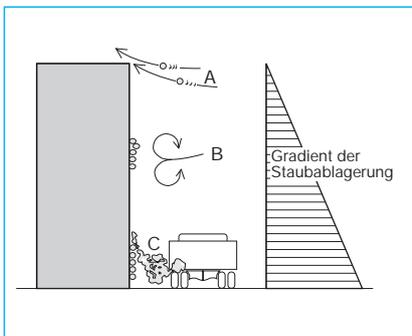
Die Planung und Ausführung der Fenster hat mit großer Sorgfalt zu erfolgen. Es gilt Kältebrücken und damit Baumängel, wenn nicht sogar -schäden, zu vermeiden. Entwurfshilfen befinden sich in [5].

Verschmutzung und Witterungsbeständigkeit der Fassade haben hohen Einfluss auf die Attraktivität und Werterhaltung des Gebäudes. Der Grad der zwangsläufig auftretenden Verschmut-

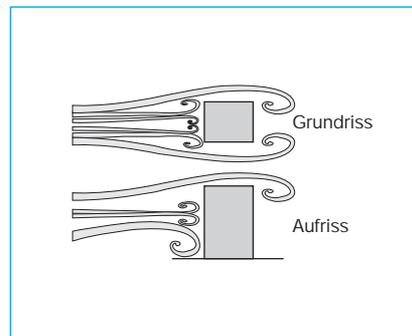
zung ist u.a. von folgenden Faktoren abhängig:

- Windrichtung bzw. Windschatten
- Neigung der Fassadenfläche

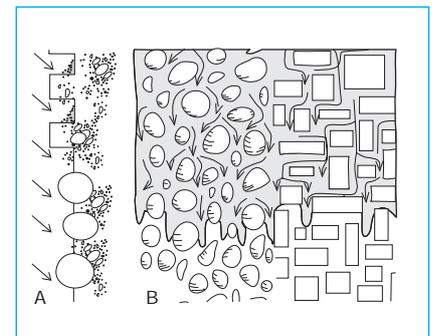
Staub und Schmutz aus der Atmosphäre lagern sich auf horizontal und schräg liegenden Flächen ab. Je nach Regenmenge wird dieser Schmutz abgespült oder bei geringer Feuchtigkeit gebunden und mit dem Untergrund verklebt. Es ist daher durch konstruktive Maßnahmen Sorge zu tragen, dass das verschmutzte Niederschlagswasser nicht unkontrolliert an den ver-



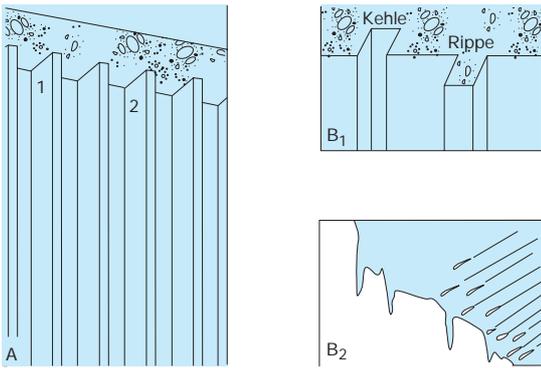
Staubablagerungen an Fassadenteilen (A Hohe Windgeschwindigkeit – geringe Staubablagerungen, B vermehrt Staubablagerungen durch Turbulenzen und C Verkehr)



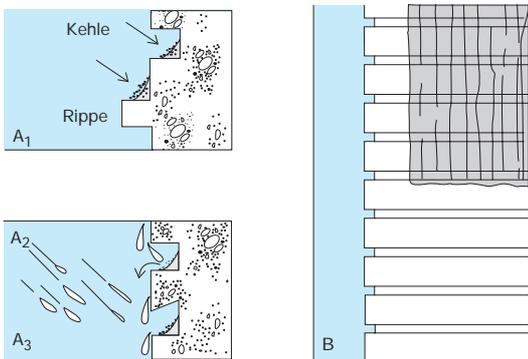
Luftströmungen an Gebäuden



Tiefe Strukturen bilden Staubnester (A), aber regulieren auch den Wasserabfluss (B)



Senkrechte Kehlen und Rippen ($A_{1,2}$ und B_1 verhindern die ungleichmäßige Regenbeaufschlagung durch Seitenwind (B_2))



Horizontale Kehlen und Rippen bilden Staubnester ($A_{1,2,3}$), aber regulieren auch die Wasserverteilung (B)

tiken Flächen herabläuft. Die Tropfkanten von Sohlbänken und ähnlichen Fassadenflächen müssen einen ausreichend großen Abstand vor der vertikalen Fläche haben, damit das verschmutzte Regenwasser frei abtropfen kann. Überstände von 5 cm haben sich bewährt.

□ Oberflächenprofilierung

5.3.2 Fassade mit Außendämmung

Eine preisgünstige Fassade ist die Betontafel mit Außendämmung. Die Außendämmung, auch Thermohaut oder Thermo-schutz genannt, wird nach der Montage des Gebäudes fugenlos aufgebracht. Dieser Wandaufbau ist Raum sparend und bietet mit 16 cm Beton ausreichenden Schall- und Brandschutz. Die Außendämmung wird im System aufgebracht: d.h. die Wärmedämmung, die Befestigung, der mehrlagige kunststoffmodifizierte Putz sind werkstoffmäßig aufeinander abgestimmt. Die Struktur der Putzoberfläche und die farbliche Gestaltung liegen in der Hand des Architekten. Dunkle Farben sind jedoch wegen der dadurch verursachten erhöhten thermischen Verformungen und Spannungen zu vermeiden.

5.3.3 Vorhangfassade

Die vorgehängte Fassadentafel bietet vielfältige gestalterische Möglichkeiten. Da sie nur aus einer Betonschicht steht, ist eine räumlich plastische Formgebung des Elementes möglich.

Sie wird i.A. als geschosshohes Element mit Distanz vor die wärme-gedämmte, tragende Außenwand gesetzt.

Fertigungs- und konstruktionsbedingt ist der Außenwand-aufbau mit einer Vorhangfassade jedoch aufwändiger als z.B. mit einer Sandwichtafel. Sie kann zur Gestaltung der Gesamt-fassade an einigen hervorzuhobenden Bereichen eingesetzt werden.

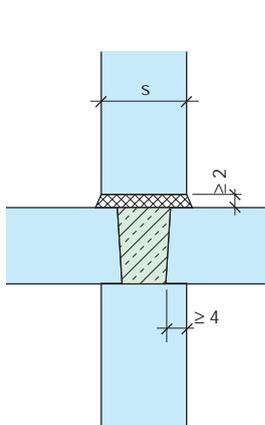
Bei der Sanierung, qualitativen Verbesserung und nachträgl-ichen Gestaltung mangelhafter Fassaden bestehender Wohn-gebäude kommt der Vorhangfassade besondere Bedeutung zu.

5.4 Innenwände

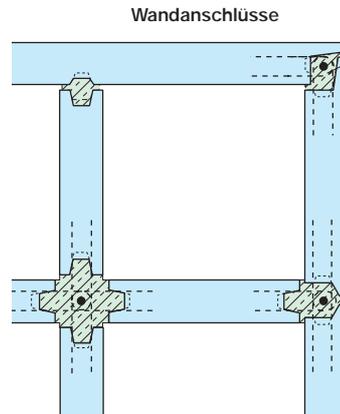
Da in der vorgefertigten Massivbauweise nur die tragenden Innenwände und alle Außenwände aus Stahlbeton gefertigt werden, ergibt sich durch diese Bauweise ein Raumgewinn von 3 bis 5 %, denn i.A. werden 16 cm dicke Stahlbeton-Wand-

Bauteil: Fassade mit Wärmedämmverbundsystem (Austüpfungshinweise / Anforderungen und Bedingungen)	
	<p>a) Putz + Dämmung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brandschutz: Hartschaumkunststoff Mineralwolle bei Hochhäusern • Schallschutz: bei Hartschaumkunststoff ist die Beeinflussung zu beachten • Feuchtigkeitsschutz: durch Systemaufbau • Wärmeschutz: s_3 ist abhängig von λ, DIN 4108, Energieeinsparverordnung (EnEV), länderspezifischen Forderungen <p>Der Putz kann verschieden strukturiert und farblich frei gestaltet werden.</p>
	<p>b) Tragschale</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brandschutz: $s_2 \geq 14$ cm • Schallschutz: i.A. $s_2 \geq 16$ cm ausreichend • Verbindungen: $s_2 \geq 14$ cm bei Vergussfugen $s_2 \geq 16$ cm bei Schweißverbindungen • Standsicherheit: $s_2 \geq 14$ cm je nach statischer Beanspruchung

Bauteil: Tragende Innenwand (Ausführungshinweise / Anforderungen und Bedingungen)



- Brandschutz $s \geq 14$ cm
- Schallschutz
 - Treppenhauswand $s \geq 16$ cm
 - Wohnungstrennwand $s \geq 17$ cm
 - Wand neben Gemeinschaftsraum oder Durchfahrt $s \geq 20$ cm
- Standsicherheit je nach statischer Beanspruchung $s \geq 14$ cm
- Verbindungen
 - bei Vergussfugen $s \geq 14$ cm
 - bei Schweißverbindungen $s \geq 16$ cm



Verguss
Verbindungen nach
statisch konstruktiven
Erfordernissen

Schlaufenverbindungen
nur wenn statisch und
konstruktiv erforderlich
sonst Schubverzahnungen

elemente allen statischen und bauphysikalischen Anforderungen gerecht. Innen-, Außenwände und Decken werden werksseitig mit einem Leerrohrsystem für die Elektroinstallation ausgestattet. Diese Rohre sind bei der Montage der Elemente in den Vergussfugen zusammen zu stecken. So können Elektroleitungen oder Schwachstromanlagen auch zu einem späteren Zeitpunkt verlegt oder geändert werden.

Nicht tragende Innenwände und Installationsschächte werden üblicherweise in leichter Bauweise als Ständerwände mit Gipskartonplatten beplankt oder aus Porenbeton oder Gipsdielen gemauert und erfordern daher zur Lastabtragung in der Decke keine besonderen Maßnahmen.

5.5 Decken

Die vorgefertigte Vollplatte aus Beton als Raum abschließende Decke ist Standard in der Vollmontagebauweise. Diese Deckenplatte ist sofort auch ohne Verguss voll belastbar und unter-

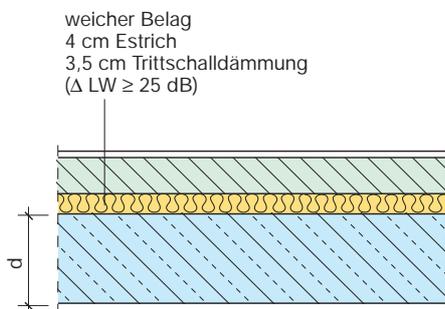
stützt so den schnellen Baufortschritt. Der weitere Ausbau muss nicht auf die Erhärtung des Betons der Decke warten. Die Deckenelemente werden entsprechend den Raumgrößen gefertigt.

Kann aus Gewichtsgründen – das schwerste Teil bestimmt die Krangröße – eine Vollplatte aus Stahlbeton nicht eingesetzt werden, dann können auch Vollplatten aus gefügedichtem oder haufwerksporigem Leichtbeton zum Einsatz kommen. Diese Varianten sind von den regional unterschiedlichen Zuschlagstoffvorkommen und Werkseinrichtungen abhängig.

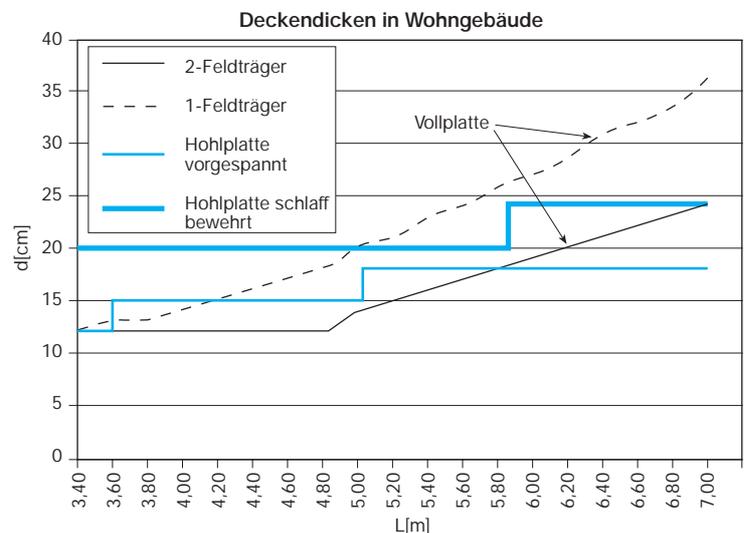
Als Alternative zur Vollplatte werden auch Elementdecken mit Ortbetonergänzung oder Hohlplatten (auch vorgespannte) ausgeführt. Die in der Tafel *Bauteil Geschossdecke* gemachten Angaben treffen auch auf diese Ausführungsarten zu.

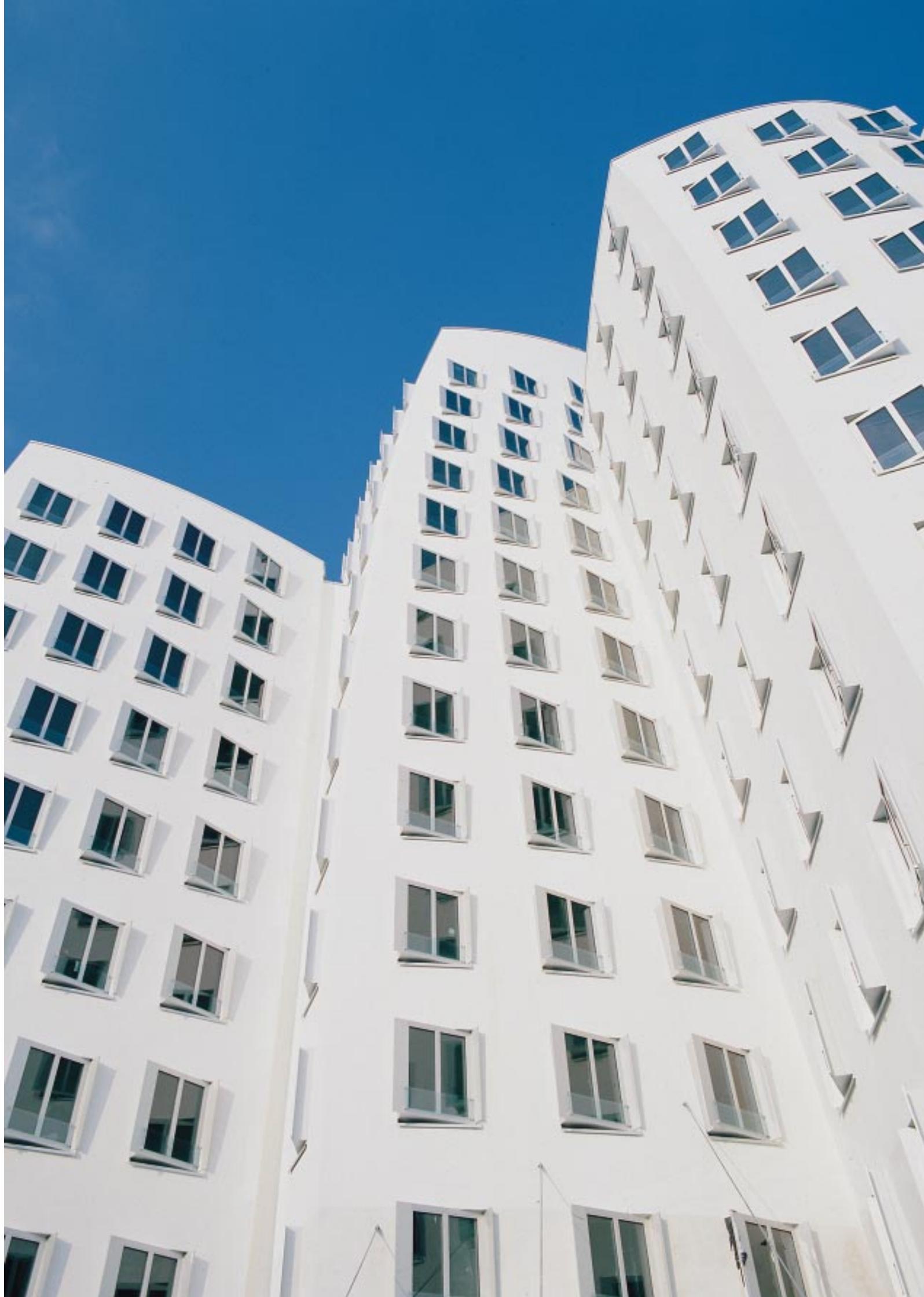
Wichtig ist, dass bei der vorgefertigten Massivbauweise das Leerrohrsystem für die Elektroinstallation in den Wänden konsequent auch in der Decke fortgeführt werden kann.

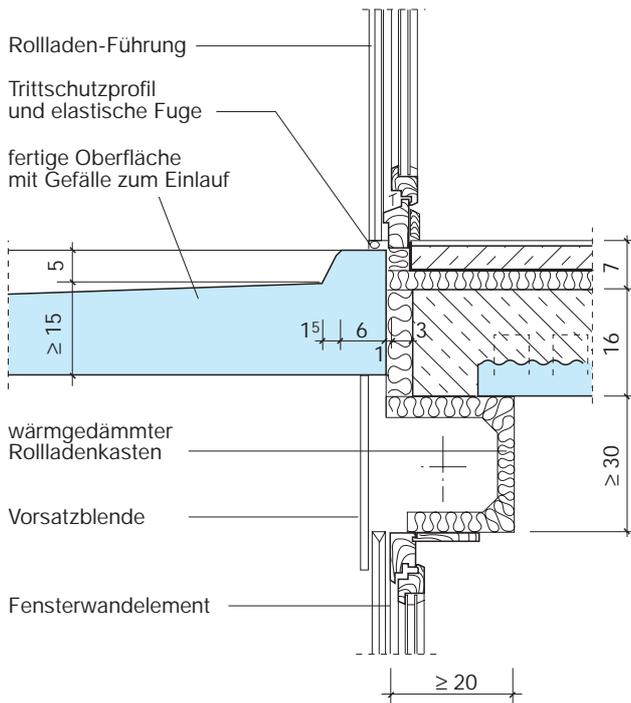
Bauteil: Geschossdecke (Ausführungshinweise / Anforderungen und Bedingungen)



- Brandschutz — erfüllt
- Schallschutz nach DIN 4109 — erfüllt $R'_{w} \geq 54$ dB
 $L'_{n,w} \geq 53$ dB
- erhöhter Schallschutz bei $d \geq 16$ cm nach DIN 4109 — erfüllt $R'_{w} \geq 55$ dB
 $L'_{n,w} \geq 56$ dB







Thermisch getrennter Anschluss der Loggiaplatte im Deckenbereich mit Rollladenkasten



Im Negativverfahren hergestellte Loggiaplatten mit thermischer Trennung vor dem Einbau



Vorgefertigte Balkonplatten bieten optimale Qualität

Die Entscheidung, welches Deckensystem zur Ausführung kommt, sollte der ausführenden Firma überlassen werden.

5.6 Balkon- und Loggiaplatten

Balkon- und Loggiaplatten erhalten zur kontrollierten Entwässerung i.A. eine umlaufende Aufkantung und ein Innengefälle zum vorgesehenen Ablauf. Bei einer konventionellen Herstellung liegen diese Strukturen im oberen Betonbereich, der kaum verdichtet werden kann. Die Folge sind häufig auftretende Korrosions- und Witterungsschäden an diesem Bauteil, da die Betonqualität herstellungsbedingt nicht optimal ist.

Bei einer Vorfertigung dieser Platten in einem Betonwerk wird das Negativverfahren angewendet, d.h. die begehbare und mit Gefälle versehene Oberfläche sowie die Aufkantungen werden durch die Schalungsform exakt festgelegt. Das so exakt hergestellte Gefälle verhindert spätere Pfützenbildung. Die der Witterung und Nutzung am meisten ausgesetzte Oberfläche liegt bei der Herstellung unten in der Schalung. Der Beton an dieser Stelle wird optimal verdichtet und hat so höchste Qualität bezüglich Festigkeit und Dichtigkeit. Eine zusätzliche Abdichtung ist daher nicht erforderlich.

Die thermische Trennung der Loggiaplatte beim Einbau in die Rohbaukonstruktion ist Selbstverständlichkeit.

5.7 Treppen

Exakt vorgefertigte Treppenläufe werden im Treppenhaus auf Konsolen aufgelagert. Durch die kontrollierte Auflagerung ohne Körperschallbrücken auf schwingungsdämpfenden Montage-lagern aus dauerelastischem Material kann die Übertragung von Tritt- und Körperschall in die an das Treppenhaus angrenzenden



Vorgefertigter Treppenlauf mit Winkelstufen aus Beton

Bauteil: Treppe (Ausführungshinweise / Anforderungen und Bedingungen)		
Geschosshöhe [m]	Konstruktion	Brandschutz / Schallschutz
2,70 bis 2,80 Stufen: ca. 17/29		<ul style="list-style-type: none"> • Brandschutz erfüllt • erhöhter Schallschutz nach DIN 4109 erfüllt $L'_{n,w,R} \leq 46$ dB • Treppenlaufbreite: $\geq 1,00$ m (siehe DIN 18065 u. LBO)

Wohnräume zielsicher – entsprechend den Forderungen der DIN 4109 nach einer guten Wohnqualität – vermieden werden.

Obwohl der gerade Treppenlauf am wirtschaftlichsten herzustellen ist, haben sich viele Fertigteilhersteller auch auf die Herstellung von gewendelten Treppenformen eingerichtet, um raumsparende Lösungen anbieten zu können.

Die Kombination der Betonwerkstein-Winkelstufen mit der vorgefertigten tragenden Stahlbetonlaufplatte schließt den fix und fertigen Ausbau bei höchster Maßhaltigkeit der Treppe ein, eine äußerst wirtschaftliche Komplettlösung, die alle technischen und gestalterischen Forderungen erfüllt.

Nicht nur die Qualitäts- und Wertsteigerung sind allein Vorteile, sondern auch die sofortige Begehbarkeit nach dem Einbau. Die Arbeitswege werden dadurch auf der Baustelle sicherer.

Nicht nur die zielsichere Unterbindung der Körperschallübertragung aus den Treppenläufen in die Treppenhauswände, sondern auch die Einsparung von Fertigungsstunden auf der Baustelle sind ausreichende Argumente für diese Bauausführung.

5.8 Dach

Aus gestalterischen Gründen kommt das Flachdach bei Wohnbauten kaum noch zur Anwendung. Große, zum Teil über zwei

Geschosse gehende Aufbauten werden als Sattel- oder Mansarddächer ausgeführt. Wegen des Schallschutzes werden vielfach auch in den ausgebauten Dachgeschossen die Bauteile unterhalb der Dacheindeckung aus Betonfertigteilen errichtet.



Schallschutz in ausgebautem Dachgeschoss mit Betonfertigteilelementen



Fertigkeller für Reihenhäuser im Bauzustand

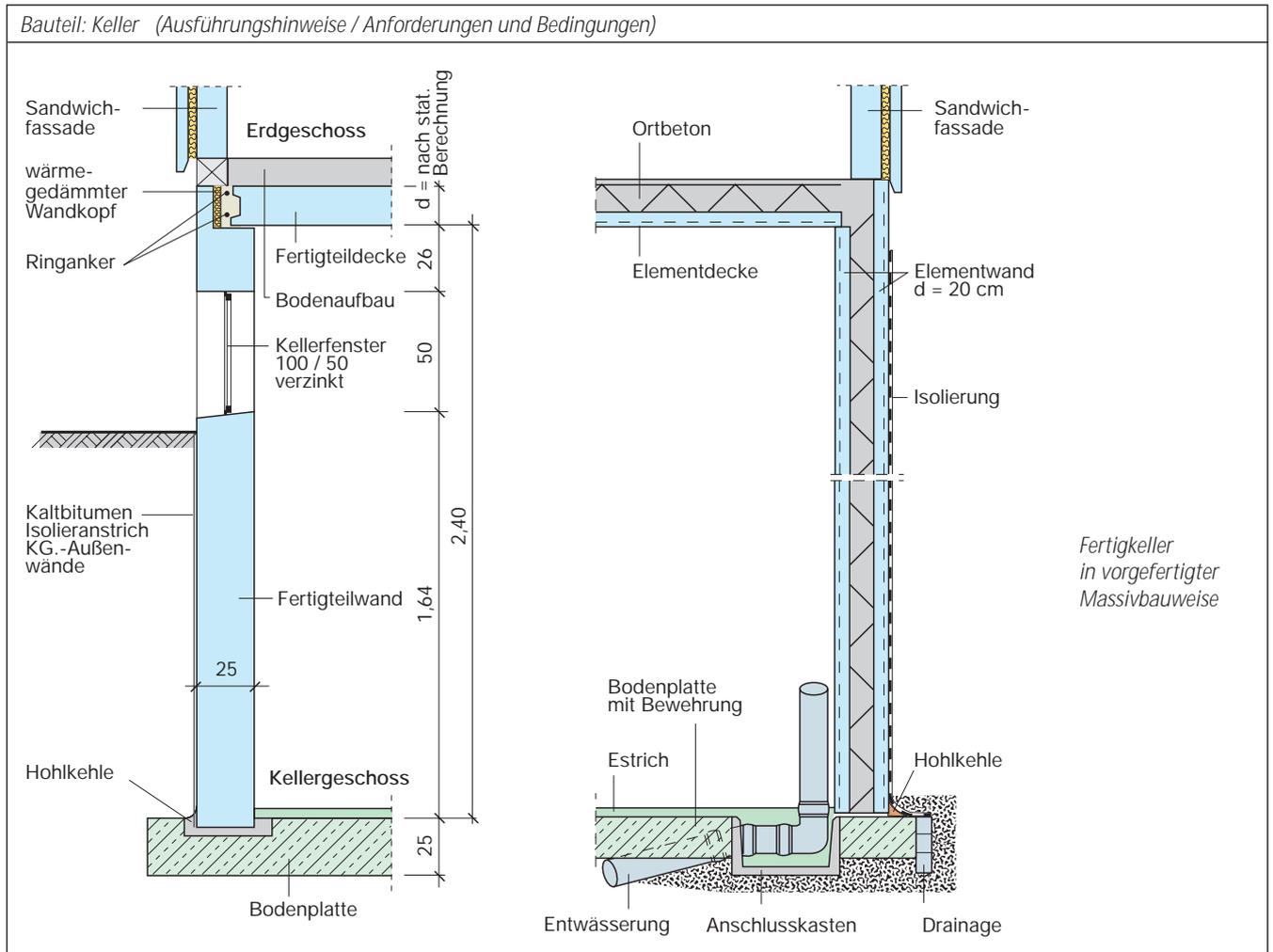
5.9 Keller

Ca. 96 % aller Bauinteressenten wollen ein Eigenheim mit Unterkellerung. Neben der Wertsteigerung des Wohngebäudes durch einen Keller kann auch aus Gründen der kleinen Baugrundstücke auf die Schaffung von erforderlichen Nebenräumen im Kellergeschoss nicht verzichtet werden.

Ein Teil der Fertigteilhersteller bietet Fertigkeller für den Wohnungsbau an. Die Fertigkeller eignen sich nicht nur für den Käufer eines Fertighauses, der zum kompletten Fertighaus ab Oberkante Fundamentsohle auch den kompletten Keller beziehen möchte, sondern auch für das konventionell errichtete Wohngebäude.

Die Keller werden je nach Vertrag einschließlich Erdarbeiten und weiteren Ausbauleistungen errichtet. Ziel ist es, das mit dem Kellerbau verbundene Risiko bautechnischer und finanzieller Art dem Bauherrn abzunehmen.

Neben den schon genannten Vorteilen der Fertigteilbauweise bietet der Fertigkeller besonders guten Schutz gegen nicht drückendes Wasser durch den Baustoff Beton, wenn die Fugen zwischen den Elementen zusätzlich mit Dichtungstreifen oder ähnlichen Maßnahmen gedichtet werden.



6 Garagen

Mit dem Wohlstand und der Mobilität der Gesellschaft steigt die Anzahl der PKW's. Jede Familie hat heute mindestens ein, wenn nicht sogar mehrere Fahrzeuge. Möglichst in unmittelbarer Wohnungsnähe ist dafür der notwendige Stellplatz zu schaffen.

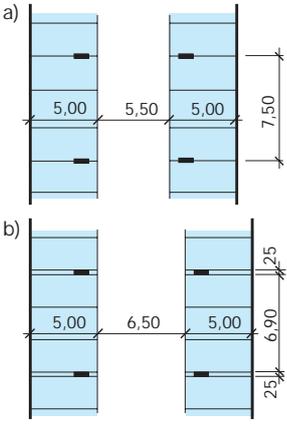
6.1 Tiefgaragen

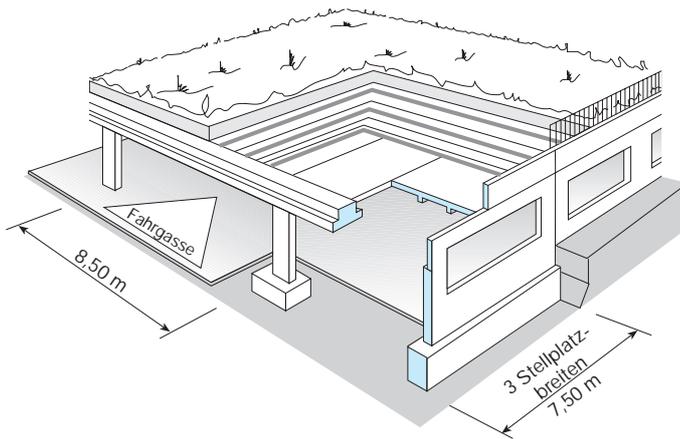
Gerade bei größeren Wohnanlagen führt die Unterbringung der Autos in Tiefgaragen zu einer annehmbaren Lösung des Problems Auto-Wohnung. Durch den direkten Anschluss der Tief-

garage an das Wohngebäude können einerseits die Wege zwischen Wohnung und Auto kurz gehalten und andererseits durch die Begrünung der Garagendecke die notwendigen Grün- und Erholungszonen um die Wohngebäude geschaffen werden.

Bei der Planung der Tiefgaragen sind die Landesbauordnungen (LBO), Garagenverordnungen (GarVO) und ergänzenden Bestimmungen (StErl, GarErl, BOA etc.) der einzelnen Bundesländer zu beachten. Sie differieren in einigen Anforderungen, z.B. bezüglich des Brandschutzes und der technischen Ausstattungen.

Bauteil: Tiefgarage (Ausführungshinweise / Anforderungen und Bedingungen)	
Brandgefahr	<p>Alle tragenden Bauteile feuerbeständig (F 90-A)</p> <p>Brandabschnitte $\leq 2500 \text{ m}^2$ (Größe gem. GarVO) = 128 Stellplätze</p> <p>Fluchtweglänge $\leq 30 \text{ m}$, Rettungswegbreite $\geq 0,80 \text{ m}$ ≥ 2 Notausgänge Zugang zum Wohnhaus als Schleuse ausgebildet</p> <p>Anz. Feuerlöscher $\approx 2 + \text{Anz. Stellpl.}/20$ evtl. 1 Wandhydrant je 1000 m^2 Nutzfläche</p>
Verkehrsgefahr	<p>lichte Höhe $\geq 2,00 \text{ m}$</p> <p>normale Stellplatzgröße: jeweils bei senkrechter Aufstellung a) $2,50/5,00 \text{ m}$ \rightarrow Fahrgassenbreite $5,50 \text{ m}$ b) $2,30/5,00 \text{ m}$ \rightarrow Fahrgassenbreite $6,50 \text{ m}$ zu b) Zwischen den Stellplätzen stehende Stützen können nicht in die Stellplatzfläche integriert werden. (Platzbedarf/Stellplatz $\approx 19,5 \text{ m}^2$ zuzügl. Rampenflächen)</p> <p>Behindertenstellplatz: $3,50/6,00 \text{ m}$</p> <p>Beleuchtung: Mindestlichtstärke 60 Lux, im Einfahrtsbereich 200 Lux. In der Nacht beträgt die Mindestlichtstärke in allen Bereichen 12 Lux. Sicherheitsbeleuchtung: $\geq 1 \text{ Lux}$</p> <p>Lampe: Neigung $\leq 15 \%$, besser $\leq 10 \%$ Fahrbahnbreite bei Gegenverkehr = $6,00 \text{ m}$</p> <p>Falls die Rampe gleichzeitig auch Fluchtweg ist, ist zusätzlich ein erhöhter Gehsteig ($b \geq 0,80 \text{ m}$) erforderlich.</p> <p>Stauraum zwischen Rampe und öffentlicher Straße $\geq 5,00 \text{ m}$</p>
Vergiftungsgefahr	<p>Bei geschlossenen Garagen wird eine mechanische Abluftanlage, gegebenenfalls auch eine CO-Warnanlage, gefordert. Leistung $\geq 6 \text{ m}^3/\text{m}^2$ und Stunde Abluftanlagen über die Bodeneinläufe und Entwässerungsleitungen haben sich bewährt.</p> <p>Alternativ, natürliche Querbelüftung mit $\geq 600 \text{ cm}^2/\text{Stellplatz}$, wenn der Boden der Tiefgarage $\leq 1,30 \text{ m}$ unter OK Gelände liegt.</p>
Überfallgefahr	<p>Übersichtlichkeit, möglichst keine Stützen und Nischen, gute Beleuchtung, helle Anstriche</p>
Sonstiges	<p>Stellplatzbedarf: $0,8-1,1$ Stellpl./Wohnung (gemäß VO oder Erl.) Bodenüberdeckung $\geq 0,50 \text{ m}$, mit $p = 5,0 \text{ kN/m}^2$, falls nicht besondere Belastungen zu berücksichtigen sind.</p>





Perspektivische Skizze einer Tiefgarage mit Rahmenelementen und natürlicher Querlüftung

Die in den Verordnungen gestellten Anforderungen sollen insbesondere den Benutzer vor der Brandgefahr, der Verkehrs- und Vergiftungsgefahr schützen. Bei der Planung und Ausführung sollte jedoch auch Augenmerk auf eine sichere Benutzung, d.h. Sicherheit vor Überfall, gelegt werden.

Im Zusammenhang mit der Wohnbebauung hat sich die eingeschossige Tiefgarage als zweckmäßig und wirtschaftlich herausgestellt.

Die im Bild Bauteil: Tiefgarage gemachten Angaben beziehen sich auf diese Art der Tiefgarage.

□ Ausführung mit Stützen

Als wirtschaftliche Lösung für die Tragkonstruktion hat sich die Unterstützung der Decke im Abstand von jeweils 3 Stellplätzen

herausgestellt. Das Raster der Stützenstellung in Längsrichtung der Tiefgarage beträgt damit 7,50 m bzw. 7,15 m (6,90 m + 0,25 m Stützenbreite). Um das Einparken zu erleichtern, werden die Stützen in Querrichtung von der Fahrgasse zurückgesetzt. Der Achsabstand beträgt daher ca. 7,50 m bis 8,50 m. Die tragenden Deckenelemente können sowohl TT-Platten mit Ortbetonergänzung als auch Hohlplatten sein.

Die Vorfertigung der über 16 m bis 17 m weit gespannten Unterzüge als eine Rahmeneinheit zusammen mit den beiden Stützen und Fundamenten ist vorteilhaft (siehe nebenstehendes Bild). Es werden so aufwändige Köcher in den Fundamenten, Montagevorgängen und ein zusätzliches Stützenkopflager eingespart. Durch den Verzicht auf die Köcher in den Fundamenten werden die Einzelfundamente niedriger und einfacher in der Ausführung. Zusätzlich wird der Bodenaushub verringert.

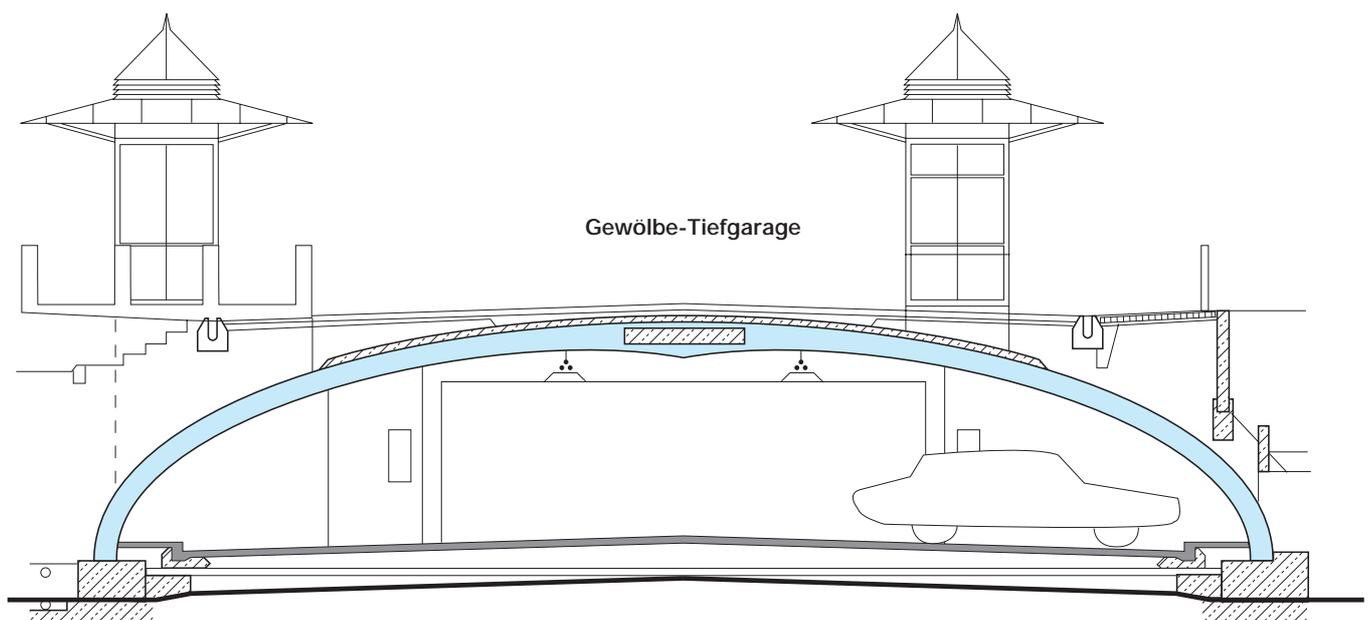
Die Außen- und Rampenwände sind mit 18 cm Dicke ausreichend dimensioniert. Selbstverständlich kann bei einem Verzicht auf die Begrünung die Decke der Tiefgarage als Parkdeck genutzt werden.

□ ohne Stützen

Sicher ist die Tiefgarage ohne jegliche Stützen für die Benutzung und Akzeptanz am vorteilhaftesten. Gute Übersichtlichkeit und problemloses Ein- und Ausparken zeichnen diese Konstruktionen aus.

Die Fertigteilindustrie hat für diese Variante verschiedene Lösungen entwickelt und ausgeführt. Beispiele dafür zeigen die beiden nachfolgenden Bilder:

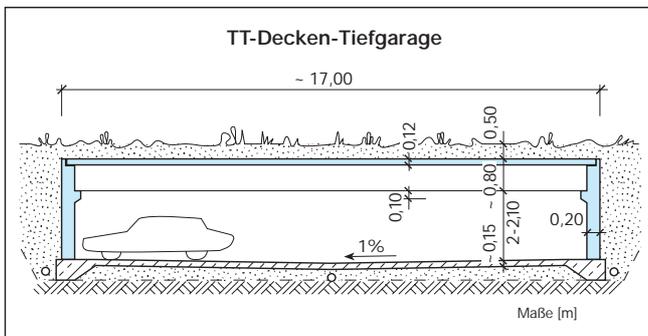
- Gewölbe-Tiefgarage
- TT-Decken-Tiefgarage



Zwei kraftschlüssig miteinander verbundene Halbschalen aus Beton, im Fertigteilwerk hergestellt, formen ein stützenfreies Gewölbe.



Originelle Gestaltung von Reihengaragen



Querschnitt durch eine Tiefgarage ohne Stützen mit TT-Decken – Über-
spannung von Fertigteilaußenwand zu Fertigteilaußenwand

6.2 Einzelgaragen

Als kostengünstige Komplettlösung hat sich die schlüsselfertige Garage aus Beton durchgesetzt und bewährt. Sie erfüllt den Wunsch vieler Mieter und Wohnungseigentümer, das Auto vor Diebstahl, Beschädigung oder Witterungseinflüssen zu schützen bzw. zusätzlichen Abstellraum oder einen Platz für die Hobbywerkstatt zu schaffen.

Für den Transport und die Montage haben die Herstellerwerke Spezialfahrzeuge entwickelt. Die Fahrzeuge sind in der Lage, mit einer eigenen Hebevorrichtung die Garage vom Fahrzeug auf die vorbereiteten Fundamente zu setzen.

In Situationen, wo das Transport- und Montagefahrzeug nicht an den Aufstellungsort der Garage heranfahren kann, oder bei

Reihenanlagen wird die Montage mit dem Autokran vorgenommen.

Die Hersteller und Lieferanten haben im Wesentlichen vergleichbare Garagengrößen im Programm.

Auch Ausführungen von Doppelstockgaragen, Keller- und Tiefgaragen oder Doppelgaragen ohne Mittelwand sind möglich. Varianten mit zusätzlichen Türen und Fenstern oder angefügtem Abstellraum werden programmmäßig erfüllt.



Schlüsselfertige Einzelgarage

7 Gesundes Wohnen

7.1 Baustoffe

Die Forderungen an ein gesundes Wohnen sind mit Bauteilen aus Beton jederzeit erfüllbar, so dass im Hinblick auf Standfestigkeit, Bauphysik und Wohnbehaglichkeit praktisch jedem Anspruch genügt werden kann.

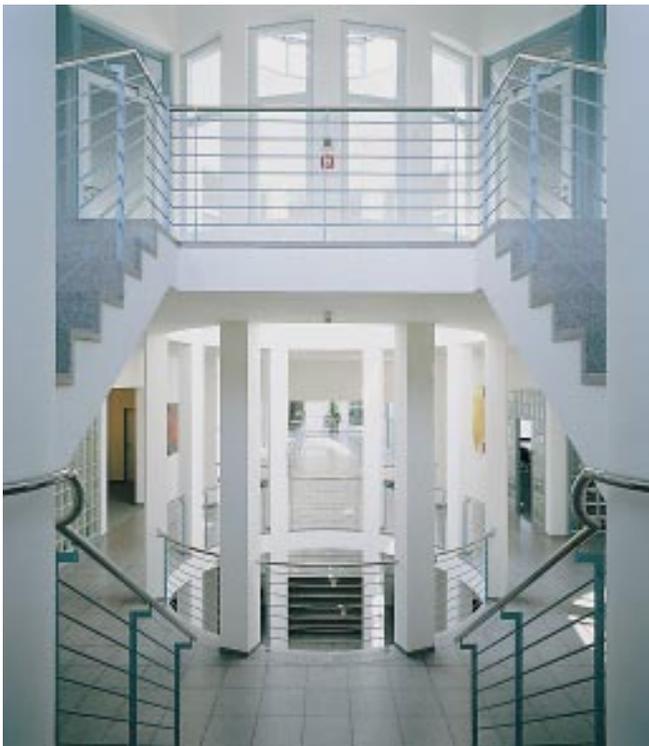
Es können nicht immer alle Bauteilfunktionen, wie Witterungsschutz, gute Wärmedämmung, guter Schallschutz, innenseitige Sorptionsfähigkeit, durch einen Baustoff allein gewährleistet werden. Durch einen Aufbau von Schichten aus verschiedenen Baustoffen und fachgerechter Reihenfolge lassen sich alle Anforderungen erfüllen, also z.B. durch Sandwichkonstruktionen, Putzaufbauten, usw.

Die wichtigsten Grundstoffe für die Herstellung von Zement sind Kalkstein und Ton, die bei Temperaturen bis 1450 °C zu Klinker gebrannt und anschließend mit Gips und/oder Anhydrit fein gemahlen werden. Alle Stoffe sind natürlichen Ursprungs.

Bei der Herstellung von Normalbeton werden als Zuschläge Sand, Kies bzw. Splitt (gebrochenes Steinmaterial) verwendet.

7.2 Wände und Decken

Eine hohe Wärmespeicherfähigkeit der Wände und Decken ist für dauerbenutzte Räume vorteilhaft, da durch Lüften bei kühlem Wetter die Raumlufttemperatur absinkt, die Temperatur dieser Bauteile selbst aber kaum abgemindert wird. Auf Grund der abschirmenden Wirkung vor äußeren Einflüssen und der stabilisierenden Wirkung auf Temperatur und Feuchte beeinflussen Wände und Decken das gesunde und behagliche Wohnen in erheblichem Maße. Wände und Decken sollen daher aus massiven Baustoffen sein.



Wohn- und Bürogalerie

Bei Dachausbauten besteht nicht nur ein Mangel an Speichermassen, sondern dort kommen die negativen Einflüsse aus Sonnenstrahlung und Transmission sommerlicher Wärme hinzu. Daher sollte jede Möglichkeit zur Verwendung massiver Bauteile genutzt werden.

Ein so genanntes „Atmen“ der Wände, also ein Luftaustausch zwischen Raum- und Außenluft, findet bei keinem Wandbaustoff statt.

7.3 Behaglichkeitskriterien

7.3.1 Raumluft

Zur Sicherung von Wohlbefinden und für die Gesundheit der Bewohner und zur Vermeidung von Bauschäden ist ein regelmäßiger Luftaustausch notwendig. Hierdurch wird auch die Luftfeuchte reguliert, wobei 50 % relative Raumluftfeuchte als Normalwert angesehen werden. Feuchtere Luft kann die Bildung von Schimmel fördern, zu trockene Luft führt zur Freisetzung von Staub und zur Belastung der Schleimhäute der Bewohner.

Moderne Fenster sind so dicht, dass bewusst und aktiv gelüftet werden muss, um die Bewohner mit genügend Frischluft zu versorgen. Die Forderung der Bauphysiker lautet, dass eine Luftwechselrate zwischen 0,5 und 0,8 je Stunde erforderlich ist, um gesundheitliche Beeinträchtigungen und Feuchteschäden auszuschließen. Die Luft im Raum muss also etwa alle zwei Stunden durch gezieltes Lüften vollständig ausgetauscht werden.

7.3.2 Wärme und Kälte

Das Wohlbefinden eines Menschen in einer Wohnung hängt wesentlich von den thermischen Verhältnissen in den Räumen ab. Dabei ist zu beachten, dass im Temperaturbereich thermischer Behaglichkeit der Anteil der Wärmeabgabe des Körpers über Infrarot-Strahlung beachtlich größer ist als über Konvektion, d.h., dass die Umschließungsflächentemperaturen für den Wärmehaushalt des Menschen und seine Behaglichkeitsempfindung in der Regel deutlich höher sind als die Lufttemperatur.

Die raumklimatische Rolle der Fenster beansprucht besondere Aufmerksamkeit. Obgleich Fenster einerseits die Raumatmosphäre prägen und die Verbindung zur Natur bzw. zum Wohnumfeld herstellen, sollten Planer bei der Bemessung größerer Glasflächen und Lichtkuppeln für Wohnräume eine gewisse Zurückhaltung walten lassen. Daher muss durch eine ausreichende Wärmedämmung von Außenwänden sowie durch einen geringen Wärmedurchgangskoeffizienten und gute Fugendichtigkeit von Fenstern verhindert werden, dass die mittleren Umschließungsflächentemperaturen im Winter zu niedrig sind.

Um für den Sommer störend hohe Innenflächentemperaturen der Außenwände zu vermeiden, ist neben einer genügenden Wärmedämmung ein außen liegender Sonnenschutz bei Fenstern zu empfehlen.

Zu beachten ist die Wahl eines passenden Heizsystems und die richtige Anordnung und Dimensionierung von Heizkörpern, damit die raumklimatische Schwachstelle „Fenster“ im Winter weitgehend kompensiert werden kann.

Bei Heizung mit Platten oder Radiatoren ist die Konvektion gering, die Strahlung jedoch hoch. Die Temperaturschichtung im Raum ist dann besonders günstig, wenn Heizflächen relativ groß und die Heizmitteltemperaturen relativ gering sind (55 bis 60 °C).

Fußbodenheizungen mit sehr großer erwärmter Masse sowie Warmwasserheizungen mit großem Heizkörpervolumen verhalten sich träge. Zur Raumtemperaturregelung werden empfohlen:

- ❑ Wohnungstemperaturregelung über einen Raumthermostat vorzugsweise im Wohnraum.
- ❑ Einzelraum-Temperaturregelung mit thermostatischen Heizkörperventilen,
- ❑ witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung mit Zeitprogramm.

7.4 Natürliche Radioaktivität

Die natürliche Radioaktivität im Freien und in Gebäuden war Gegenstand einer Untersuchung des Bundesbauministeriums. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde auch die Radioaktivität von

Tafel 2: Mittlere Radium- und Thoriumkonzentrationen und die Radon- und Thoron-Exhalationsraten verschiedener Baumaterialien, normiert auf eine Dicke des Baustoffes von 10 cm

Baustoff	Konzentration [Bq/kg]		Exhalationsrate [Bq/m ² · h]	
	²²⁶ Ra	²³² Th	²²² Rn	²²⁰ Rn
Natursandstein	10	10	1,0	170
Porphyr	40	22	3,3	150
Kalksandstein	10	15	0,9	90
Ziegel, Klinker	50	15	0,2	30
Naturbims	60	50	1,5	180
Hüttenbims	70	55	0,7	150
Hüttenschlacke	75	20	0,6	110
Beton	50	10	1,1	70
Porenbeton	20	15	1,0	60
Naturgips	5	15	0,2	30
Chemiegips				
– Apatit	20	15	0,4	150
– Phosphorit	260	15	24,1	80

Tafel 1: Mittelwert der Konzentration natürlich radioaktiver Stoffe in verschiedenen Baustoffgruppen

Art des Baumaterials	Mittlere Aktivitätskonzentration [Bq/kg]		
	⁴⁰ K	²²⁶ Ra	²³² Th
Bausand, Kies	260	15	15
Sandstein	190	19	19
Sonstige Natursteine	480	26	30
Kalksandstein, Porenbeton	220	19	19
Sonstige Kunststeine	370	33	30
Naturgips	70	<19	<19
Beton, Betonsteine	220	22	26
Verschiedene Zuschlagstoffe	220	22	15
Basalt	1400	41	52
Zement	150	52	52
Granit, Schiefer	1480	56	81
Ziegel, Klinker	630	67	63
Bimssteine	890	81	85
Schlackensteine	330	81	104
Chemiegips (Phosphorit)	70	520	<19
Lithoid-Tuff (Italien)	1480	130	120
Hochofenschlacke	520	120	130
Flugasche	700	210	130
Rotschlammziegel	330	280	230
Beton mit Alaunschiefer (Schweden)	850	1500	70

„Bei Häusern mit erhöhter Radon-Konzentration ist die Hauptquelle der Radon-Zufuhr nicht die Radon-Exhalation der Baumaterialien, sondern die Radon-Zufuhr aus dem Boden. Es kann davon ausgegangen werden, dass erhöhte Radon-Konzentrationen in erster Linie in Häusern, die keinen ausreichend dichten Abschluss gegen die Radon-Zufuhr aus dem Boden haben, zu erwarten sind. Regelungen zur Begrenzung der Radon-Abgabe von Baumaterialien auf Grund der natürlichen Radioaktivität werden nach den vorliegenden Erkenntnissen nicht für erforderlich gehalten.“ [4]

Baustoffen gemessen. Danach stellen die heute bekannten und verwendeten Baumaterialien keine Gefahr für den Menschen dar.

Die Mittelwerte der Konzentrationen natürlicher radioaktiver Stoffe verschiedener Baustoffgruppen sowie die so genannten Radon- und Thoron-Exhalationsraten ausgewählter Materialien sind in den Tafeln 1 und 2 dargestellt. Zur Radon-Konzentration stellte die Strahlenschutz-Kommission fest:

8 Bauphysik

8.1 Allgemeines

Bauwerke sollen Menschen und Sachen gegen alle Einwirkungen von außen schützen. Hierzu gehören natürliche Einwirkungen aus den klimatischen Gegebenheiten (Wärme, Kälte, Regen, Schnee, Wind) und durch den Menschen hervorgerufene Einwirkungen (z.B. Lärm aus Industrie und Gewerbe, Lärm aus Straßen-, Schienen-, Luft- und Wasserverkehr, Luftverschmutzung).

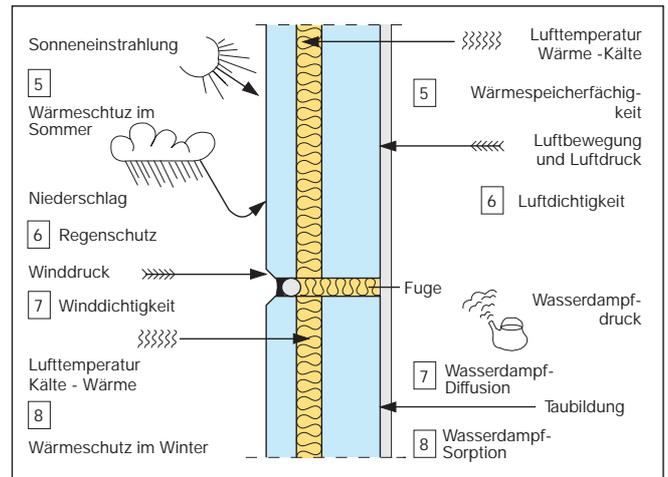
Um den vorgenannten Einwirkungen widerstehen zu können, benötigen Bauwerke und Bauteile entsprechende bauphysikalische Eigenschaften, also einen ausreichenden Wärme-, Schall-, Feuchte- und Brandschutz.

Je nach der Lage der Bauteile im Gebäude – ob es sich z.B. um Außen- oder Innenwände, um Decken oder Dächer handelt – werden unterschiedliche bauphysikalische Anforderungen gestellt. Dies ist bereits bei der Planung von Bauwerken und der Konstruktion von Einzelbauteilen zu berücksichtigen.

Die Verwendung eines Baustoffes mit günstigen bauphysikalischen Kennwerten allein stellt noch nicht sicher, dass sich das aus diesem Baustoff hergestellte Gebäude auch bauphysikalisch bewährt. Erst die baustoffgerechte Konstruktion sowohl des einzelnen Bauteils als auch die Verbindung aller Bauteile untereinander führt zu ausreichenden physikalischen Rahmenbedingungen.

Mit Betonfertigteilen lassen sich die bauphysikalischen Anforderungen leicht erfüllen. So bietet z.B. die Sandwichtafel (vgl. Bild rechts) bei richtiger Dimensionierung gleichzeitig einen den Anforderungen genügenden Wärme-, Feuchte-, Brand- und Schallschutz. Durch Wahl der verschiedenen Schichtdicken lässt sich eine bauphysikalische Optimierung erreichen

Für den Entwurf von Wohnbauten aus Betonfertigteilen reicht es aus, die in den Abschnitten 5.3 bis 5.6 genannten Bauteilab-



Einwirken auf Fassaden und deren Funktionen

messungen zu Grunde zu legen. Der Nachweis eines ausreichenden Wärme- (auch nach den höheren Anforderungen der ab 2002 geltenden Energieeinsparverordnung), Schall- und Brandschutzes lässt sich dann von Fachingenieuren ohne weiteres erbringen. Dies gilt auch für den Nachweis der Standsicherheit.

8.2 Passivhäuser

Vor dem Hintergrund begrenzter Ressourcen und steigender Energiepreise steht die Entwicklung von Gebäuden mit immer niedrigerem Energieverbrauch. In den letzten Jahren wurden zunehmend Niedrigenergie- und Passivhäuser gebaut.



Doppelhaus mit südländischer Anmutung



Das 3-Liter-Haus in Eschede

Passivhäuser sind gekennzeichnet durch einen spezifischen Jahresheizenergiebedarf von weniger als 15 kWh/m²a. Der gesamte spezifische Primärenergiebedarf für Raumheizung, Warmwasserbereitung und Haushaltsstromverbrauch ist auf 120 kWh/m²a begrenzt.

Wohngebäude mit Passivhausstandard können als Einfamilienhäuser, Reihenhäuser oder Geschosswohnungsbauten errichtet werden. Neben der wärmebrückenfreien Konstruktion, der möglichst weitgehenden Nutzung natürlicher Energieträger und einer entsprechenden Haustechnik ist die hochwärmegedämmte Außenhülle von großer Bedeutung.

Der Baustoff Beton bietet in Verbindung mit entsprechenden Dämmmaterialien hierfür beste Voraussetzungen. Neben der günstigen bauphysikalischen Eigenschaften leistet Beton eine hohe Wärmespeicherung und sommerlichen Wärmeschutz. Er bietet so ganzjährig ein behagliches Wohnklima.

Die Verwendung vorgefertigter Betonelemente verkürzt die Bauzeit und ermöglicht durch frühzeitige Abstimmung und Festlegungen eine kostensichere Umsetzung.

9 Literatur

- [1] Treppke, D.: Zeitgemäßer Wohnungsbau in vorgefertigter Massivbauweise. Fertigteilbau forum Nr. 25, Nov. 1991
- [2] Steinle, A.; Hahn, V.: Bauen mit Betonfertigteilen im Hochbau. Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e.V., Bonn
- [3] Fassaden - Architektur und Konstruktion mit Betonfertigteilen. Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf 2000
- [4] Der Bauminister des Innern – Bekanntmachung einer Empfehlung der Strahlenschutzkommission – vom 11.12.1985. „Strahlenexposition und mögliches Lungenkrebsrisiko durch Inhalation von Radon-Zerfallproduktion in Häusern“
- [5] Ausbaudetails – Entwurfshilfen für den Fertigteilbau. Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e.V., Bonn
- [6] Mustertexte für die Ausschreibung von Betonfertigteilen. Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e.V., Bonn
- [7] Funktionale Objektbeschreibung für erweiterten Rohbau im Wohnungsbau. Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e.V., Bonn
- [8] Merkblatt über Sichtbetonflächen von Fertigteilen aus Beton und Stahlbeton. Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e.V.; Bonn

Quellennachweis der Bilder

Bilder und Detailzeichnungen von imbau, Dipl.-Ing. Treppke
Steinle, Hahn: Bauen mit Betonfertigteilen im Hochbau
Fassaden - Architektur und Konstruktion mit Betonfertigteilen,
Verlag Bau+Technik GmbH
Studiengemeinschaft für Fertigbau: Katalog - Der Fertiggeller
Vom Haustraum zum Traumhaus. Fachabteilung Beton- und Fer-
tigteilwerke im Bayerischen Industrieverband Steine und Erden e.V.
Bilder der Mitgliedsunternehmen der FDB e.V., Bonn:
WALTER BAU AG vereinigt mit DYWIDAG, München;
Hebel, Fürstfeldbruck; imbau, Neu-Isenburg; Wochner,
Dormettingen; Zapf, Bayreuth

In der Bundesrepublik Deutschland, und gerade in den neuen Bundesländern, herrscht ein Mangel an qualitativ geeignetem Wohnraum. Es ist daher eine vorrangige Aufgabe, in kurzer Zeit solchen Wohnraum zu schaffen. Dabei darf aber nicht die architektonische Gestaltung vernachlässigt werden. Beton-Bauteile werden dieser Problemstellung gerecht.

Die vorliegende Broschüre beschreibt die Gestaltungsvielfalt und gibt wertvolle Hinweise zu Planung, Ausschreibung, Transport und Montage. Eigene Kapitel beschäftigen sich mit den Themen „Gesundes Wohnen“ und „Bauphysik“.



Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e.V.

Postfach 21 02 67 · 53157 Bonn · Telefon 02 28 / 9 54 56-56 · Telefax 02 28 / 9 54 56-90

Trägerorganisationen:

Bundesverband Deutsche Beton- und Fertigteileindustrie e.V. · Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V.