Beton

# Wohnungsbau mit Beton fertigteilen

**Entscheidungshilfe für Planerinnen und Planer**

InformationsZentrum Beton

# Impressum

**Herausgeber:**
InformationsZentrum Beton GmbH
Toulouser Allee 71, 40476 Düsseldorf
www.beton.org

**Redaktionsleitung:**
Diana Klose
Gramatiki Satslidis

**Autoren:**
Alice Becke
Elisabeth Hierlein
Diana Klose
Dr. Jens Uwe Pott
Gramatiki Satslidis
Dr. Stefan Seyffert
Mathias Tillmann
Dietmar Ulonska
Christina Ulrich

**Gesamtproduktion:**
© by Verlag Bau+Technik GmbH,
Steinhof 39, 40699 Erkrath, 2020
www.verlagbt.de

Titelbild:
© artismedia

# Wohnungsbau mit Beton fertigteilen

**Entscheidungshilfe für den Planer**

InformationsZentrum Beton

Inhalt


**1 Zukunftsgerechte Wohngebäude** ... 4
1.1 Den Ansprüchen gerecht werden ... 4
1.2 Potenziale nutzen ... 6
1.3 Beton und seine Ausgangsstoffe ... 8
1.4 Vom Werk bis zur Baustelle ... 8
1.5 Qualitätssicherung ... 9
**2 Mit Betonfertigteilen bauen** ... 10
**3 Deckensysteme** ... 12
3.1 Allgemeines ... 12
3.2 Elementdecken ... 12
3.3 Hohlplatten und Spannbeton-Fertigdecken ... 13
3.4 Deckenplatten mit Stegen ... 14
3.5 Vollplatten ... 14
3.6 Hohlsteindecken ... 14
**4 Wände** ... 15
4.1 Allgemeines ... 15
4.2 Massive Wandelemente ... 15
4.3 Elementwand / Doppelwand ... 16
4.4 Mauersteine und Wandelemente aus Normal-, Leicht- und Porenbeton ... 17
4.4.1 Allgemeines ... 17
4.4.2 Wandelemente aus Leichtbeton ... 17
4.4.3 Mauersteine aus Normal- und Leichtbeton ... 18
4.4.4 Porenbeton ... 19
**5 Fassaden** ... 20
5.1 Allgemeines ... 20
5.2 Betonsandwichelemente ... 21
5.3 Vorgehängte Fassaden ... 22
**6 Raummodule aus Beton** ... 23
**7 Treppen und Aufzugsschächte** ... 24
7.1 Fertigteiltreppen ... 24
7.2 Aufzugsschächte ... 25
**8 Balkon- und Loggiaplatten** ... 26
**9 Keller und Tiefgaragen** ... 27
9.1 Keller ... 27
9.1.1 Allgemeines ... 27
9.1.2 Keller mit Elementwänden und Fertigkeller ... 27
9.1.3 Weiße Wanne ... 28
9.1.4 Lichtschächte ... 28
9.2 Tiefgaragen ... 29

**10 Dach** ... 31
10.1 Allgemeines ... 31
10.2 Geneigtes Dach ... 31
10.2.1 Massivdach ... 31
10.2.2 Betondachsteine ... 32
10.3 Flachdach ... 33
**11 Betonfertiggaragen** ... 34
**12 Außenanlagen** ... 35
**13 Infrastruktur zur Ver- und Entsorgung** ... 36
**14 Bauphysik** ... 40
14.1 Allgemeines ... 40
14.2 Bauteilaktivierung ... 40
14.3 Wärmebrücken minimieren ... 42
14.4 Schallschutz ... 42
14.4.1 Allgemeines ... 42
14.4.2 Luftschalldämmung ... 43
14.4.3 Trittschalldämmung ... 43
14.5 Brandschutz ... 44
14.5.1 Allgemeines ... 44
14.5.2 Brandschutzbemessung ... 45
**15 Entwurf und Planung** ... 46
15.1 Allgemeines ... 46
15.2 Zusammenarbeit im Projektteam ... 47
15.3 Serienfertigung ... 47
15.4 Konstruktionsprinzip ... 48
15.5 Elementierung ... 48
**16 Objektsteckbriefe** ... 49
16.1 Mehrfamilienhaus ... 49
16.2 Mehrgenerationenprojekt Sonnenhaus ... 50
16.3 Einfamilienhaus mit thermoaktivierten Bauteilen ... 51
16.4 Steinzeugpark ... 52
16.5 Variowohnen am Campus ... 53
16.6 Musterhaus Innoliving® ... 54
16.7 Haus mit den Blättern ... 56
16.8 Lyoner Carrée ... 57
**17 Ansprechpartner und Planungshilfen** ... 58
17.1 Ansprechpartner ... 58
17.2 Planungshilfen ... 59
Bildnachweise ... 60

# Vorwort

„Wir wollen bauen!“ – Es macht „Rumms“ und ein riesiger Haufen bunter Lego-Steine liegt verteilt auf dem Boden. Die Kinder greifen fröhlich zu und setzen Stein für Stein auf die Platte. Alles schön im Raster mit 2/4/8/16 Noppen. Was dann entsteht, würde so manchem Statiker den Schweiß auf die Stirn treiben und den TGA-Planer verzweifeln lassen. Der Lüftungsexperte wäre wahrscheinlich glücklich über die vielen Öffnungen – sehr zum Leidwesen des Energieberaters, der hier noch seinen Nachweis führen soll…

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

so ähnlich wie die Kinder greifen auch wir Planer beim Entwurf von modularen Gebäuden in die bunte Kiste an Möglichkeiten. Aber statt wahllos alle Steine aufeinander zu setzen, müssen wir uns an eine Spielanleitung halten, die sich Planungshandbuch oder Gestaltungsoptionen nennt. Hierin vereint sind die Grundprinzipien der Planung, die die besonderen technischen Erfordernisse des modularen Bauens berücksichtigen und somit seine Vorteile gegenüber der konventionellen Bauweise ausspielen kann, angefangen vom Ausbau im Werk, über den Transport bis hin zur Montage.

Dabei frage ich mich, warum der Hochbau die scheinbar letzte Branche der unbegrenzten Möglichkeiten ist? Warum gönnen wir uns im Hausbau – insbesondere im Geschosswohnungsbau – den Luxus des individuellen Handwerks? Selbst bei des Deutschen liebsten Stück – dem Auto – wird jeder potenzielle Käufer durch einen Konfigurator mit begrenzten Auswahlmöglichkeiten geschleust, bei dem sogar viele Dinge, wie z. B. die Farbe der Dichtung, einfach vom Hersteller festgesetzt wird. Wir als Architekten begleiten unsere Bauherren mit viel Zeiteinsatz bei Entscheidungen, die sie bei keinem anderen Produkt fällen müssen. Bei jedem Kleiderschrank gibt es meist vier Grundmodule, aus denen ich die beste Kombination für mein Schlafzimmer zusammenbauen muss. Möchte ich einen maßangefertigten Schrank, muss ich eine Sonderanfertigung bestellen oder zum Tischlermeister gehen und tief in die Tasche greifen.

Der Modulbau mit Raummodulen, wie der solid.box, bietet uns als Planern mit seinen flexiblen Modulen in massiver Bauweise die große Chance, Standards zu entwickeln und diese zu duplizieren. Dadurch können wir nach einer Entwicklungsphase effizienter planen und bauen, was natürlich eine Kostensenkung und Zeitersparnis – auch für den Bauherren – bedeutet. Somit können wir dem Bauherren eine Vielzahl an Entscheidungen abnehmen bzw. eine Vorauswahl treffen, wofür er in den meisten Fällen erfahrungsgemäß sehr dankbar ist – und das bei 100 % Kostensicherheit von Anfang an. Modulbau bedeutet schon lange nicht mehr „Plattenbau in 3D“, wenn man die Möglichkeiten ausschöpft, sich kreativ mit ihnen auseinandersetzt und sie so miteinander kombiniert, dass ein ästhetisches Gebäude entsteht. Wie beim Baukörper selbst, stehen uns diese Möglichkeiten dann auch für die Fachplanungen der TGA-Planer, Lüftungsexperten und Energieberater von Anfang an zur Verfügung und können im BIM-Model beim Vorentwurf schon mitberücksichtigt werden. Hier unterstützt uns die BIM-Planung mit dem digitalen Gebäudemodell dabei, alle Informationen an einer Stelle zu sammeln und zu koordinieren und die Kostensicherheit zu gewährleisten. So sind alle Planungsbeteiligten dank des Cloud-Modells immer auf dem aktuellen Stand der Planung. Denn anders als die Kinder mit ihren Lego-Steinen, können wir nicht einfach auf der Baustelle die Module wieder hochheben und nachträglich noch ein Fenster oder eine Toilette einbauen, ohne dass es zu erheblichen Mehraufwänden führt.

Wenn man seine eigenen „gedanklichen Barrieren“ gegen das System „Modulbau“ überwunden hat, ist es ein wunderbares System, mit dem anspruchsvolle städtebauliche Architektur realisiert werden kann. Wir wünschen Ihnen viel Freude bei der Lektüre!

Tim Braese
Dipl.-Ing. (FH) Architekt
WBR Architekten solid.box GmbH

Maria Prinz
Dipl.-Ing. (FH) Innenarchitektin
WBR Architekten solid.box GmbH

# 1 Zukunftsgerechte Wohngebäude

## 1.1 Den Ansprüchen gerecht werden

Zukunftsgerechtes Bauen mit Beton verfolgt das Ziel, den nachfolgenden Generationen eine intakte und lebenswerte Umwelt zur Verfügung zu stellen. Um dies zu erreichen, dürfen die natürlichen Lebensgrundlagen nicht über Gebühr in Anspruch genommen werden. Gleichzeitig ist es erforderlich, durch maßvolle Veränderung der gebauten Umwelt dem offensichtlichen Bedürfniswandel – zum Beispiel durch demographische Entwicklung, Klimawandel, gestiegene Mobilität und die Nachfrage nach erneuerbaren Energien – Rechnung zu tragen.

Moderne Wohngebäude sollen klimagerecht, wirtschaftlich, von hoher Qualität und lange nutzbar sein. Sie sollen ihren Nutzern ein gesundes und komfortables Umfeld bieten und dabei zahlreiche Schutz- und Sicherheitsansprüche erfüllen. Es ist keineswegs einfach, zwischen diesen, teilweise konkurrierenden, Zielen abzuwägen und eine zukunftsorientierte Entscheidung zu treffen. Aber viele Eigenschaften sprechen hier für den Einsatz von Betonbauteilen:

- Sie sind ausgesprochen tragfähig und standsicher. Ihr Eigengewicht verleiht ihnen zusätzliche Stabilität.
- Bauteile mit hoher Rohdichte besitzen ausgezeichnete Schalldämmeigenschaften.
- Im System bieten sie effektiven Wärme- und Feuchteschutz.
- Spezielle Betonbauteile mit geringer Rohdichte können ausgezeichnete Wärmedämmeigenschaften bieten.
- Sie sind nicht brennbar und bieten damit beste Voraussetzungen für einen hohen Brandschutz.
- Der Unterhaltungsaufwand von massiven Häusern ist vergleichsweise gering.

Abb. 1.1: Aufgelöste Fassade mit Architekturbetonfertigteilen

Zum Beispiel stellt im Wohnungsbau die immer raschere Veränderung von Lebens- und Nutzungsgewohnheiten hohe Ansprüche an die Flexibilität eines Bauwerks. Das bedeutet, ein Wohngebäude ist genau dann langlebig und damit wirtschaftlich, wenn es aufgrund einer möglichst flexiblen Grundrissgestaltung gut und mit geringem Ressourcenverbrauch an sich ändernde Nutzungsanforderungen angepasst werden kann. Die Umnutzungsmöglichkeiten werden unter anderem durch die Beschaffenheit von Innenwänden, Trennwänden, die realisierbaren Deckenspannweiten oder Nutzlastreserven beeinflusst.

Darüber hinaus sind zahlreiche Faktoren für die Erreichung einer langen Nutzungsdauer maßgebend. Dazu gehören die Dauerhaftigkeit des Baustoffs bzw. der Baukonstruktion, das gestalterische Potenzial des Baustoffs, die Systemreserven zur Erfüllung künftiger bauphysikalischer Anforderungen, aber auch die ästhetische Qualität der Bauwerke.

Konkret bedeutet zukunftsgerechtes und nachhaltiges Bauen, dass neben den ökologischen Betrachtungen eine gesellschaftliche Akzeptanz der Bauwerke erzielt werden muss. Wirtschaftliche Anforderungen sind sowohl bei der Errichtung als auch im Betrieb zu betrachten und zugleich ist der Ressourcenverbrauch insgesamt auf das notwendige Mindestmaß zu beschränken.

Diese Ansätze zeigen, dass es nicht ausreicht, lediglich auf eine umweltverträgliche Herstellung der eingesetzten Baumaterialien zu achten. Vielmehr muss jedes Bauwerk über seinen Lebenszyklus hinweg betrachtet werden, um tatsächlich aussagekräftige Daten über die Nachhaltigkeit treffen zu können. Und es wird deutlich, dass es beim nachhaltigen Bauen immer um die beste Lösung für eine konkrete Aufgabe geht. Schematische Vergleiche auf der Basis weniger ökologischer Baustoffparameter führen kaum zu aussagekräftigen Ergebnissen. Vielmehr ist die materialgerechte Verwendung von Baustoffen die wesentliche Grundlage für eine nachhaltige Nutzung der daraus erstellten Bauwerke.

Natürliche Dauerhaftigkeit, vorteilhafte statisch-konstruktive und bauphysikalische Eigenschaften, vielfältige gestalterische Möglichkeiten und Wirtschaftlichkeit sorgen dafür, dass Bauwerke aus Beton nachhaltig im ganzheitlichen Sinne – ökologisch, ökonomisch und sozio-kulturell – sind.

**Qualitätssiegel für nachhaltiges Bauen und Wohnen**
Um alle Aspekte eines zukunftsgerechten Wohnungsbaus systematisch im Auge behalten zu können, wurden Bewertungssysteme entwickelt. Sie geben die Möglichkeit, ökologische, ökonomische, soziale und kulturelle

Tafel 1.1: Kriterien des Bewertungssystems Nachhaltiger Wohnungsbau des Vereins zur Förderung der Nachhaltigkeit im Wohnungsbau e. V. (www.nawoh.de) – Stand März 2021

| Technische Qualität | Wohnqualität | Ökologische Qualität | Ökonomische Qualität | Prozessqualität |
|---|---|---|---|---|
| Schallschutz | Funktionale Qualität der Wohnungen | Ökobilanz | Lebenszykluskosten | Qualität der Bauausführung, Messung |
| Energetische Qualität | | Primärenergiebedarf | Werthaltigkeit der Investition | Qualität der Projektvorbereitung |
| Lüftung | Freisitze / Außenanlagen | Flächeninanspruchnahme und Flächenversiegelung | Langfristige Wertstabilität | Dokumentation |
| Brandschutz | Barrierefreiheit | | | |
| Feuchteschutz | Stellplätze | Energiegewinnung für Mieter und Dritte | | Übergabe / Einweisung |
| Luftdichtheit der Gebäudehülle | Freiflächen | Trinkwasserbedarf | | Inbetriebnahme |
| | Thermischer Komfort | | | |
| Reaktion auf standortbezogene Gegebenheiten (Radon, Hochwasser, Sturm) | Visueller Komfort, Tageslichtversorgung | Vermeidung von Schadstoffen | | Voraussetzung für Bewirtschaftung |
| Dauerhaftigkeit | Raumluftqualität | Einsatz von zertifiziertem Holz | | Reinigungs-/Wartungs-/Instandhaltungsplan |
| | Sicherheit | | | |
| Wartungsfreundlichkeit/ Nachrüstbarkeit der TGA | Flächenverhältnisse | | | |
| Rückbau-/Recyclingfreundlichkeit der Baukonstruktion | Einrichtungen zum Müllsammeln und -trennen | | | |
| | Gestalterische und städtebauliche Qualität | | | |

Aspekte von Wohngebäuden zu dokumentieren und sichtbar zu machen. Unabhängig von der Erlangung eines Gütesiegels, können derartige Systeme als Leitfaden, Planungshilfe und zur Unterstützung der Qualitätssicherung eingesetzt werden.

Beispielhaft listet Tafel 1.1 die Kriterien des von der Arbeitsgruppe AG Nachhaltiger Wohnungsbau – unterstützt vom Bundesbauministerium – entwickelten Systems zur Beschreibung und Bewertung der Nachhaltigkeit von Wohngebäuden auf.

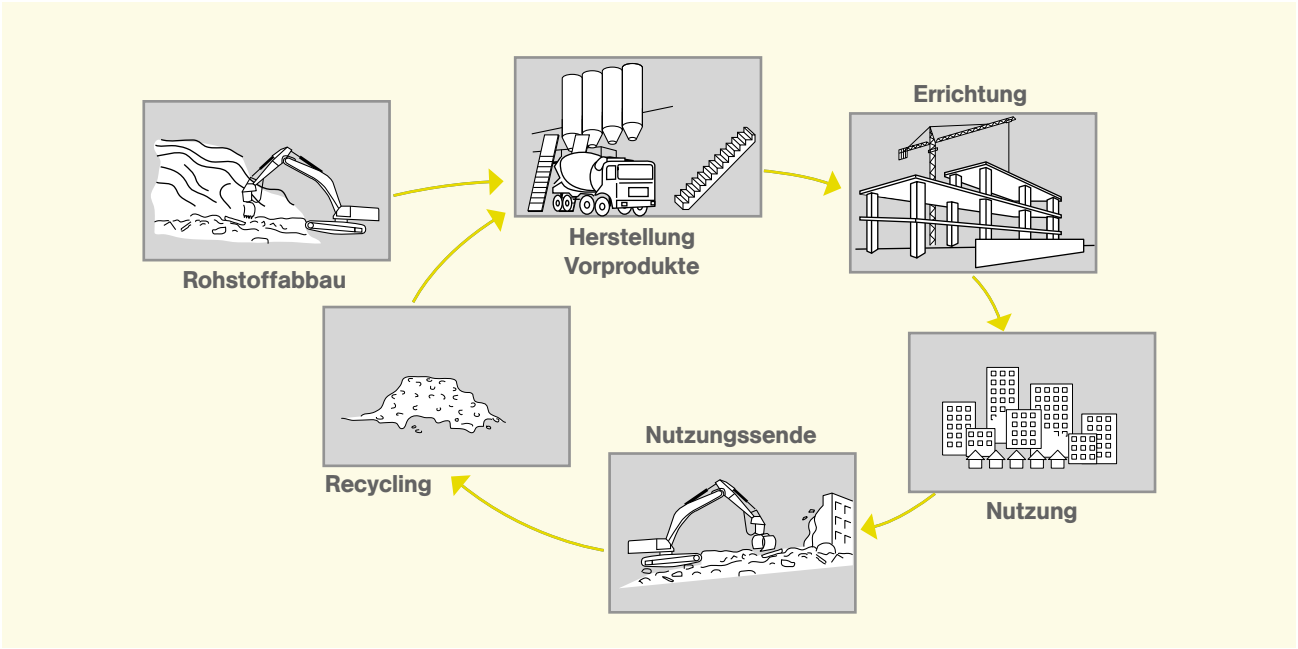



Abb. 1.2: Lebenszyklus eines Bauwerks

## 1.2 Potenziale nutzen

**Hohe Maßgenauigkeit und konstante Qualität: Technische Qualität, Ökonomische Qualität**
Die witterungsgeschützte automatisierte Produktion der Betonbauteile unter kontrollierten Bedingungen im Werk sorgt für eine hohe Maßgenauigkeit. Im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung werden die Produkte außerdem regelmäßig kontrolliert und eine konstante Qualität gewährleistet.

**Ressourcenschonende Produktion: Ökologische Qualität**
Bei der Produktion von Betonfertigteilen kommen ressourcenschonende und energieeffiziente Techniken zum Einsatz. Durch Vielfachnutzung der Schalung und bei Fertigung großer Serien werden Abfälle vermieden. Zudem können Restmaterialien, Betonabfälle und Verschnitte, die bei der Produktion anfallen, aufbereitet und wiederverwendet werden. Die Bewehrung besteht in der Regel zu 100 % aus Recyclingmaterial. Bezogen auf den Lebenszyklus eines Bauwerks macht die für die Herstellung von Beton eingesetzte Energie nur einen geringen Anteil aus. Auch der Einsatz von Recyclingbeton trägt zur ressourcenschonenden Produktion bei.

**Integrierte Haustechnik: Technische Qualität**
Bei der Herstellung der Betonfertigteile können viele haustechnische Ver- und Entsorgungsleitungen bereits im Werk eingebaut werden. Angefangen bei Dosen und Leerrohren für die Stromversorgung und Aussparungen für die Sanitärinstallation über Soleleitungen für die Energiegewinnung in Fassaden oder zur Heizung bzw. Kühlung von Decken und Wänden. Damit entfallen aufwändige Stemmarbeiten.

**Langlebig und dauerhaft: Ökonomische Qualität**
Betonfertigteile sind extrem widerstandsfähig und langlebig. Sie halten auch extremen Witterungsbedingungen und Umweltwirkungen stand. Die hohe Dauerhaftigkeit von Beton sorgt dafür, dass Wohnhäuser lange genutzt werden können, bevor sie ersetzt und neue Ressourcen in Anspruch genommen werden müssen. Das sichert den langfristigen Werterhalt bei niedrigem Unterhaltungsaufwand.

**Weniger Staub und Lärm und einfaches Baustellenmanagement: Prozessqualität**
Durch die Just-in-time-Lieferung montagefertiger Bauteile wird Lagerfläche auf der Baustelle eingespart. Auch der Einsatz von Personal und energieintensiven Baumaschinen wird reduziert, die Lärm- und Staubemissionen verringert.

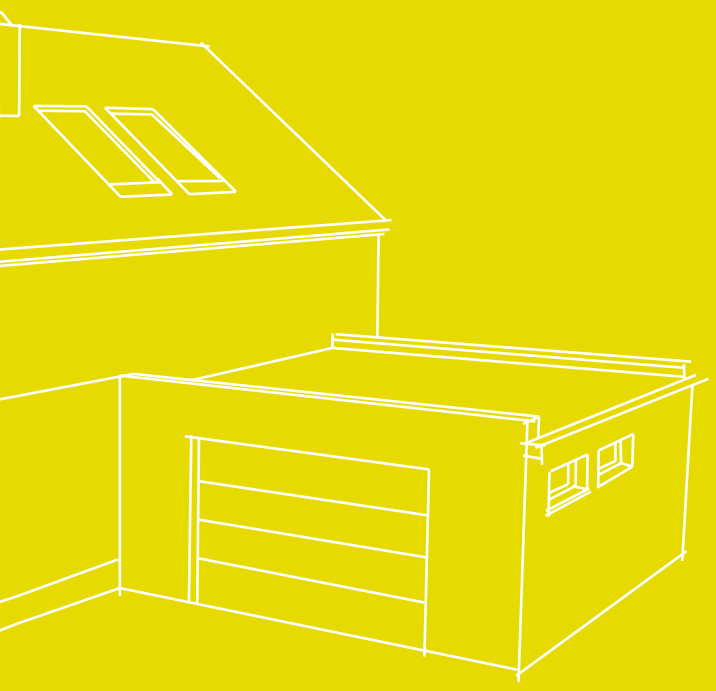
**Zeit- und Kostenreduktion: Ökonomische Qualität**
Liefertermine können aufgrund der witterungsunabhängigen Produktion im Werk über das ganze Jahr konsequent eingehalten werden. Durch die Vorfertigung lassen sich Montagezeiten auf der Baustelle und damit auch die Baukosten reduzieren. Durch die geringe Baufeuchte der Montagebaustelle ist ein schnelles Weiterarbeiten der Ausbaugewerke möglich. Das Gebäude kann schneller genutzt werden.

**Ökologischer Baustoff: Ökologische Qualität**
Betonbauteile werden im Wesentlichen aus natürlichen Ausgangsstoffen wie Wasser, Gesteinskörnung (Kies, Splitt und Sand) und Zement hergestellt. Die Rohstoffe werden größtenteils regional gewonnen und verarbeitet. Dies sorgt für kurze Transportwege und schont die Umwelt.

**Schalldämmend: Technische Qualität, Wohnqualität**
Der Baustoff Beton verfügt aufgrund seiner hohen Rohdichte über hervorragende schall- und schwingungsdämpfende Eigenschaften. Betonbauteile schützen damit wirkungsvoll vor Lärm und sind nicht nur in der Nähe von befahrenen Straßen, Bahnstrecken oder in Einflugschneisen die richtige Wahl.

**Feuerbeständig und sicher: Technische Qualität**
Betonbauteile sind ausgesprochen tragfähig und standsicher. Ihr Eigengewicht verleiht ihnen zusätzliche Stabilität. Sie sind aufgrund ihrer Nichtbrennbarkeit und hohen thermischen Trägheit in höchstem Maße feuerbeständig. Bauteile aus Beton sind nicht brennbar. Sollte es dennoch zu einem Brandfall im Gebäude kommen, geben die Betonbauteile weder schädliche Dämpfe noch Gase ab.

**Wärmespeichernd und energieeffizient: Wohnqualität, Ökologische Qualität**
Die Wärmespeicherfähigkeit des Betons wirkt sich positiv auf das Raumklima aus und unterstützt den Heiz- oder Kühlbedarf von Gebäuden. Dieser verringert im Jahresverlauf die Temperaturschwankungen, steigert die Energieeffizienz und trägt dazu bei, $CO_2$-Emissionen zu senken. Durch die Nutzung thermisch aktiver Betondecken und -wände lässt sich dieser Effekt noch verstärken.



**Architektonische Vielfalt: Wohnqualität**
Betonfertigteile lassen sich in unterschiedlichen Abmessungen, Farben, Formen und Oberflächentexturen herstellen. Dem architektonischen Gestaltungsspielraum sind kaum Grenzen gesetzt. Es können so gut wie alle individuellen Wünsche verwirklicht werden. Die Oberflächen von Betonfertigteilen sind von hoher Qualität und ersparen, bei glatter und tapezierfähiger Ausführung, das Verputzen.

**Hohe Flächeneffizienz: Ökologische Qualität**
Das Bauen mit Betonbauteilen bietet eine hohe Flächeneffizienz. Indikator für die Wirtschaftlichkeit einer Fläche ist die Relation von nutzbarer bzw. vermietbarer Fläche zur Gesamtfläche eines Gebäudes. Die hohe Tragfähigkeit und die präzise Herstellung ermöglichen den Einsatz schlanker Betonbauteile und tragen so zur Flächeneffizienz bei.

**Hohe Flexibilität: Ökonomische Qualität**
Decken mit großen Spannweiten und unterstützungsfreie Grundrisse bieten ein Höchstmaß an Flexibilität. Insbesondere in der Spannbetonbauweise können Decken mit sehr großen Stützweiten hergestellt werden. So müssen Innenwände nicht tragend sein und können später entfernt und neu gesetzt werden. Anbauten, Umbauten und Aufstockungen sind in einem Gebäude aus Betonfertigteilen einfach umzusetzen.

**Recycelbar: Ökologische Qualität, Technische Qualität**
Am Ende der Lebensdauer eines Gebäudes beweisen Betonbauteile ökologische Qualitäten. Sie lassen sich nahezu vollständig recyceln und als Gesteinskörnung wiederverwenden. Betonfertigteile erleichtern die sortenreine Trennung bei Rückbau und Recycling. Sie können bei richtiger Planung sogar im Ganzen demontiert werden. Dies ermöglicht die Wiederverwendung von kompletten Bauteilen. Lärm- und staubintensive Abbruchverfahren werden auf ein Minimum reduziert.

**Kurze Transportwege: Ökologische Qualität**
Dank einem engmaschigen Netz von Betonfertigteilwerken in Deutschland können lange Transportwege vermieden werden.

**Vernetzte Kompetenz: Prozessqualität**
Digitale Planungsmethoden wie Building Information Modeling (BIM) mit dem Ziel, Gebäude ganzheitlich und effizient zu planen, auszuführen und zu bewirtschaften, gewinnen immer mehr an Bedeutung. Dabei bietet gerade die industrielle Vorfertigung von Betonbauteilen, bei der die Vernetzung zwischen Planung und Produktion mit standardisierten Schnittstellen schon lange praktiziert wird, enorme Potenziale.

## 1.3 Beton und seine Ausgangsstoffe

Beton ist ein künstlich hergestellter Stein. Wie kein anderer Baustoff lässt er sich durch eine gezielte Veränderung seiner Zusammensetzung an die unterschiedlichsten Anforderungen anpassen. Seine Vielseitigkeit macht ihn zum meistverwendeten Baustoff der Welt.

Zement, Sand, Kies sowie Wasser als Ausgangsstoffe für die Betonbauteile sind natürlichen Ursprungs. Anstelle von Kies werden oftmals auch gebrochene Gesteinskörnungen, so genannte Splitte, die ebenfalls natürlichen Ursprungs sind, verarbeitet. Auch kommen zunehmend Recyclingbaustoffe zum Einsatz.

Betonbauteile lassen sich am Lebensende nahezu vollständig recyceln. Der Betonbruch kann als rezyklierte Gesteinskörnung zum Beispiel im Straßenbau oder im Beton wiederverwendet werden.

## 1.4 Vom Werk bis zur Baustelle

Betonbauteile werden im Werk vorgefertigt. Der Herstellungsprozess unterscheidet sich vielfach grundlegend von der Fertigung auf der Baustelle. So sichern die technische Ausrüstung, die weitgehend gleichbleibenden, günstigen Herstellungsbedingungen und die qualifizierten Mitarbeiter eines Fertigteilwerkes eine ständig hohe Qualität der Bauteile. Der Bearbeitungsaufwand für jedes einzelne Fertigteil und damit auch mögliche Fehlerquellen werden auf ein Minimum reduziert. Die Witterungsunabhängigkeit erlaubt die Fertigung zu jeder Jahreszeit.

Moderne Anlagentechnik und Betontechnologie auf dem neuesten Stand der Technik ermöglichen eine zuverlässige Produktqualität bei optimiertem Ressourceneinsatz. Es entstehen nur geringste Mengen Restbeton, die – ebenso wie eventuell anfallender Bruch – wieder dem Produktionsprozess zugeführt werden.

Im Laufe der Jahrzehnte haben sich bestimmte Bauteilquerschnitte als besonders vorteilhaft und vielseitig erwiesen. Sie werden in Abwandlungen immer wieder verwendet. Dabei führen selbst kleinste Veränderungen (Querschnittsabmessungen, Bauteillängen, Einbauteile oder Öffnungen) zu unterschiedlichen Schalungsformen und Bewehrungsführungen. Daher sind auch typisierte Betonfertigteile keine Massenware, sondern „maßgeschneiderte“ Bauteile, da kein Fertigteil exakt dem anderen entspricht.

Die Fertigteile werden zur Baustelle geliefert, dort montiert und je nach Bauteil mit Ortbeton ergänzt.

Der Umfang der Baustelleneinrichtung einer Montagebaustelle ist sehr gering. Wesentliche Einrichtung ist der Kran. Abhängig von Umfang und Dauer der Montagearbeiten werden Hochbaukrane mit Katzausleger oder Autokrane eingesetzt. Die Größe des Krans wird durch die erforderliche Tragfähigkeit (maximales Elementgewicht) und die notwendige Ausladung bestimmt. Unabhängig vom Krantyp muss bei einer Montagebaustelle eine ausreichend große und befestigte Zufahrt für die Transportfahrzeuge vorhanden sein.

Abb. 1.3: Betonfertigteile werden mit modernen Anlagen wettergeschützt in Werken produziert.

Abb. 1.4 und 1.5: Die Betonbauteile werden im Werk verladen und mit dem Lkw just-in-time auf die Baustelle geliefert.

## 1.5 Qualitätssicherung

Die Bemessung und Herstellung von Betonfertigteilen erfolgen auf der Grundlage europäisch harmonisierter bzw. nationaler Normen und Regelwerke. Deren Einhaltung wird durch ein aufwändiges System der Qualitätssicherung kontinuierlich überprüft. Primär stellen fortlaufende werkseigene Produktionskontrollen (Eigenüberwachung des Herstellers) die Einhaltung der Anforderungen an die Produkte sicher. Darüber hinaus wird durch ein Fremdüberwachungssystem zusätzliches Vertrauen in die vom Hersteller ergriffenen qualitätssichernden Maßnahmen geschaffen. Die Fremdüberwachung wird durch anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen (PÜZ-Stellen) durchgeführt. Hauptaufgabe der PÜZ-Stellen ist die regelmäßige Überwachung, Beurteilung und Anerkennung der werkseigenen Produktionskontrolle des Herstellers. Teilweise ist in den technischen oder rechtlichen Vorgaben auch eine regelmäßige Prüfung der Produkte durch die PÜZ-Stellen vorgesehen. Erfüllt ein Hersteller alle Anforderungen, wird als Bestätigung ein Produktzertifikat, ein Übereinstimmungszertifikat oder ein Zertifikat über die werkseigene Produktionskontrolle von der PÜZ-Stelle ausgestellt.

Die Einhaltung der erklärten Leistungen wird bei Produkten nach europäisch harmonisierten Regelwerken vom Hersteller durch das Anbringen des CE-Zeichens zugesichert. Bei national geregelten Bauprodukten erklärt der Hersteller die Konformität mit der technischen Regel durch Anbringen des Ü-Zeichens. Weitergehende Anforderungen, zum Beispiel aus der vorgesehenen Verwendung des Produktes oder aus privatrechtlichen Festlegungen, können ebenfalls der Zertifizierung durch eine PÜZ-Stelle unterzogen werden. Dieses darf der Hersteller in der Regel durch eine Kennzeichnung mit dem Gütezeichen der PÜZ-Stelle dokumentieren.

Bei der Verwendung von Betonfertigteilen sollte daher stets auf entsprechend gekennzeichnete Bauprodukte geachtet bzw. die entsprechenden Nachweise mit der Ausschreibung gefordert werden.

Güteschutz Betonbauteile
BAU-ZERT e. V.
Raiffeisenstraße 8, 30938 Großburgwedel

BAU ZERT

**PRODUKT-ZERTIFIKAT**

**Reg.-Nr.: ABiD-13747-Rev. 1/Werksnummer/6.57**

Hiermit wird gemäß Abschnitt 1.4 des Gütesicherungsverfahrens des Bund Güteschutz Beton- und Stahlbetonfertigteile e.V. vom November 2012 bestätigt, dass

| | |
|---|---|
| das Bauprodukt | **Betonfertigteile – Deckenplatten mit Ortbetonergänzung** |
| hergestellt durch den Hersteller | Musterbeton GmbH & Co. KG<br>Kiesstraße 11<br>12345 Zementstadt |
| im Herstellwerk | Musterbeton GmbH & Co. KG<br>Sandweg 22<br>54321 Wasserdorf |

einer werkseigenen Produktionskontrolle unterliegt und nach deren Ergebnissen und der regelmäßigen Fremdüberwachung gemäß DIN 18200:2018-09 System A, durchgeführt von der nach EU-BauPVO notifizierten und nach LBO anerkannten Stelle

BAU-ZERT e. V.
Raiffeisenstraße 8 in 30938 Großburgwedel

den technischen Spezifikationen

**– Anforderungsdokument ABiD EN 13747 - Rev. 1:2018-09 –**

zur Erfüllung der Bauwerksanforderungen in Deutschland entspricht.

Der Hersteller erfüllt somit die Voraussetzungen zur Kennzeichnung der Bauprodukte mit dem Gütezeichen unter Hinweis auf die o.g. technische Spezifikation.

Großburgwedel, 30. Februar 2020

Dipl.-Ing. Certi Fizier
Leiter der Zertifizierungsstelle

Abb. 1.6: Produktzertifikat für Deckenplatten mit Ortbetonergänzung

# 2 Mit Betonfertigteilen bauen

Das Bauen mit Betonfertigteilen kann als Vollmontagebau oder als Mischbauweise erfolgen. Ein Sonderfall ist die Modulbauweise. Hier werden komplette Räume im Werk vorgefertigt.

Im Vollmontagebau werden die fertigen Elemente auf die Baustelle gebracht und dort miteinander verbunden. Weitere ergänzende Tätigkeiten sind nicht erforderlich.

Bei der Mischbauweise werden Halbfertigteile auf die Baustelle geliefert, montiert und dann mit Ortbeton ergänzt. Zu den Halbfertigteilen zählen die Bausysteme mit Gitterträgern. Sie finden Anwendung bei der Herstellung von Wänden und Decken. Im Gegensatz zur Ortbetonbauweise sind keine Schalungen auf der Baustelle erforderlich.

Zum Einsatz kommen auch Kombinationen mit konventionellen Bautechniken, wie zum Beispiel Mauerwerk.

Abb. 2.1: Vorgefertigte Betonbauteile kommen im Wohnungsbau vielfältig zum Einsatz.

Schornsteine

Dachsteine

Massivdächer

Terrassenplatten

Wände

Treppen

Decken

# 3 Deckensysteme

## 3.1 Allgemeines

Decken sind wichtige Bauteile im Wohnungsbau. Neben ihrer lastabtragenden Funktion sind sie für die Funktionalität und Gesamtstabilität des Bauwerks unverzichtbar. Außerdem müssen sie die verschiedenen Geschosse bauphysikalisch sicher voneinander trennen. Dafür sind hohe Schallschutzwerte und eine ausreichende Feuerwiderstandsdauer erforderlich. Gleichzeitig sind Decken auch die leitungsverteilende Ebene für die immer komplexer werdende Haustechnik. Sie sollten dabei für den Einbau von Haustechnik vorbereitet sein oder entsprechende Aussparungen haben.

Decken aus Stahlbeton haben ihren festen Platz im Wohnungsbau. Die Vorteile liegen im massiven Baustoff selbst. Die hohe Masse bietet beste Voraussetzungen für den Schallschutz von einem Geschoss zum anderen. Da Beton nicht brennbar ist, bleibt die Tragfähigkeit in der Regel auch bei einem Brand erhalten. So haben Hausbewohner Zeit, sich in Sicherheit zu bringen. Die Höhe der Sachschäden nach einem Brandfall ist in massiv gebauten Häusern deutlich geringer als bei vielen anderen Bauweisen.

Beim Einsatz von Betonfertigteilen entfällt die Notwendigkeit einer Deckenschalung. Lediglich Montageunterstützungen können notwendig sein. Außerdem kann die Decke sehr schnell nach der Montage belastet werden, was einen zügigen Baufortschritt ermöglicht. Auch eine Zwischenlagerung von Baustoffen auf der Decke ist oftmals möglich. Bei beengten Platzverhältnissen zum Beispiel auf innerstädtischen Baustellen kann dies ein entscheidender Vorteil sein.

**Vorteile von Decken aus vorgefertigten Betonbauteilen auf einen Blick:**

- hohe Tragfähigkeit und große Stützweiten
- hoher Schallschutz
- guter Brandschutz
- weniger Arbeitsaufwand auf der Baustelle
- hohe Maßgenauigkeit
- platzsparend
- direkt nach der Montage begeh- und belastbar

## 3.2 Elementdecken

Elementdecken sind Halbfertigteile, die auf der Baustelle mit Ortbeton ergänzt werden. Sie bieten eine hohe Anpassungsfähigkeit an die vom Architekten geplanten Grundrisse.

Im Werk werden in modernen Anlagen etwa 5 cm dicke Betonelemente mit der statisch erforderlichen Bewehrung in raumüberspannender Länge betoniert. Elementlängen von bis zu 14 m sind so realisierbar. Die in die Platte einbetonierten Gitterträger verleihen den bis zu 3 m breiten Elementen die für Transport und Montage erforderliche Steifigkeit. Außerdem kann auf ihnen nach der Montage auf der Baustelle die obere Bewehrung sicher eingebaut werden. Nach dem Aufbringen des Ortbetons unterstützen die Gitterträger das monolithische Zusammenwirken von Elementdecke und Aufbeton. Der untere Teil der Gitterträger ist wesentlicher Teil der statisch erforderlichen Biegebewehrung.

Die Vorfertigung bietet höchste Genauigkeit bei größtmöglicher Individualität. Bereits bestehende Ausfüh-

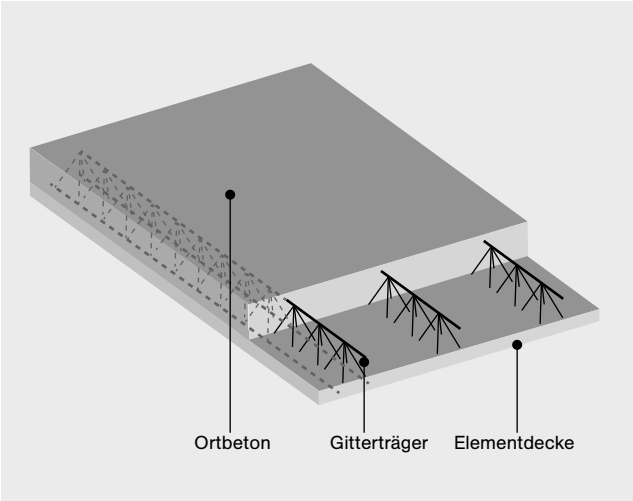



Abbildung 3.1: Schematischer Aufbau einer Deckenplatte aus Elementdecke mit Gitterträgern und Ortbetonergänzung

Abb. 3.2: Elementdecke fertig verlegt

Abb. 3.3: Verlegung von Spannbeton-Fertigdecken

rungspläne des Statikers werden im technischen Büro des Werks elementdeckengerecht umgesetzt.

Die Lieferung der Deckenelemente wird an den Bauablauf und den Verlegeplan angepasst. So können sie auf der Baustelle direkt vom Lkw an den Einbauort auf die Zwischenunterstützung gehoben werden. Die Deckenelemente sind auch mit kleinen Baukränen zu heben, da erst nach der Montage vor Ort die Decke mit Aufbeton ergänzt wird.

Zuvor werden noch die Plattenstoßbewehrung, die obere Bewehrungslage und, sofern nicht bereits im Werk erfolgt, etwaige Leerrohre für die Elektroinstallation eingebaut. Die Decke ist nach ausreichender Erhärtung des Aufbetons voll belastbar.

## 3.3 Hohlplatten und Spannbeton-Fertigdecken

Hohlplatten sind Deckenplatten mit kreisförmigen Aussparungen in den Längsachsen. Durch diese Hohlräume werden der Betonverbrauch und das Eigengewicht um bis zu 50 % gegenüber einer Volldecke reduziert. Der gegliederte Betonquerschnitt ist optimal an die Beanspruchung der Platte angepasst. Die Platten können schlaff bewehrt oder vorgespannt – als Spannbeton-Fertigdecken – geliefert werden.

Beim Verlegen auf der Baustelle sind keinerlei Montageabstützungen erforderlich. Die Deckenplatten sind unmittelbar belastbar. Dies ermöglicht einen sehr schnellen Bauablauf. Durch die Vollmontagebauweise entsteht nur eine geringe Baufeuchte.

Spannbeton-Fertigdecken werden als einachsig gespannte Plattenstreifen ausgebildet und im Werk in rund 100 m langen Produktionsbahnen maschinell hergestellt. Durch die Verwendung hochwertiger Betonsorten und der eingebrachten Vorspannung wird eine hohe Tragfähigkeit erreicht. Durch einen kraftschlüssigen Fugenverguss und einen umlaufenden Stahlbetonringanker wirken die Deckenelemente als aussteifende Scheibe.

Im Wohnungsbau wird mit der üblichen Deckenstärke von 20 cm eine Spannweite von mehr als 7,50 m erreicht. Bei Deckenstärken bis zu 40 cm beträgt die maximale Spannweite bis zu 18 m. Die großen Spannweiten ermöglichen eine flexible Grundrissgestaltung ohne tragende Innenbauteile.

Auf Anfrage werden die Deckenplatten vom Hersteller geliefert, montiert und vergossen. Sämtliche Anforderungen an den Schall- und Brandschutz werden erfüllt.

Aufgrund der hohen Betonqualität und der Fertigung auf Stahlschalungen besitzt die Plattenunterseite Sichtbetonqualität. Die Fugen der 1,20 m breiten Deckenelemente können als Gestaltungselement dienen. Alternativ werden die Fugen in der Deckenuntersicht zum Beispiel durch Spachteln in Kombination mit einem Glasfasergewebe geschlossen.

Abb. 3.4: TT-Platten vor dem Einbau

## 3.4 Deckenplatten mit Stegen

Deckenplatten mit Stegen (so genannte TT-Platten) können hohe Verkehrslasten aufnehmen. Mit vorgespannten Deckenelementen können Stützweiten von bis zu 20 m erreicht werden. Daher sind TT-Platten besonders günstig bei höher belasteten Decken mit großen Spannweiten ohne tragende Zwischenwände. Damit wird eine große Nutzungsflexibilität erreicht. TT-Platten werden mit und ohne Ortbetonergänzung hergestellt. Zur Installationsführung werden Aussparungen in den Plattenstegen vorgesehen.

## 3.5 Vollplatten

Eine Vollplatte aus Beton wird entsprechend der erforderlichen Größe bis 12 m Spannweite komplett vorgefertigt. Bereits im Werk können auch Einbauteile und Installationen für die Haustechnik vorgesehen und eingebaut werden.

Die fertigten Elemente werden termingerecht auf die Baustelle geliefert. Die Montage auf den vorgesehenen Trägern oder Stützen erfolgt mit dem Kran direkt vom Lkw. Danach werden die Elemente durch Verguss kraftschlüssig miteinander verbunden. Auch vor dem Verguss ist die Deckenplatte bereits belastbar, sodass unmittelbar nach der Montage Lasten auf der Decke abgelegt werden können.

In manchen Fällen ist es aus Gründen der zulässigen Traglasten des Krans erforderlich, das Gewicht der Deckenplatten gering zu halten. Dafür kann entweder deren Größe verringert oder auf Vollplatten aus Leichtbeton zurückgegriffen werden.

## 3.6 Hohlsteindecken

Hohlsteindecken sind besonders für Baustellen geeignet, bei denen keine oder nur begrenzte Krankapazität zur Verfügung steht. Bei diesem System werden zunächst Gitterträger mit Betonfußleisten, die verlegefertig auf die Baustelle geliefert werden, von Wand zu Wand bzw. von Randträger zu Randträger gelegt. Je nach Auflast sind Spannweiten bis ca. 8 m möglich. Die Mindestauflagertiefe der Gitterträger beträgt dabei 10 cm.

Zwischen die Gitterträger werden Deckensteine aus Leicht- oder Normalbeton gelegt, deren Breite auch den Trägerabstand bestimmt. Ein übliches Achsmaß ist 62,5 cm. Zur Anpassung an die jeweilige Raumgeometrie gibt es spezielle Steine für den Rand. So entsteht eine unten geschlossene Decke. Je nach System ist noch eine Aufbetonschicht mit ausreichender Querbewehrung erforderlich.

# 4 Wände

## 4.1 Allgemeines

Vorgefertigte Wandelemente werden im Wohnungsbau hauptsächlich für tragende und aussteifende Außen- und Innenwände sowie im Fassadenbereich eingesetzt. Auch nicht tragende Innenwände werden oft aus Betonfertigteilen errichtet, können aber auch aus Leichtbeton-, Porenbeton-Mauerwerk oder in Trockenbauweise hergestellt werden.

Fertigteilwände haben weitestgehend fertige, tapezierfähige Oberflächen. Innenputz, mit dem zusätzliche Feuchtigkeit in den Bau eingetragen wird, kann gänzlich entfallen. Oft werden bereits im Fertigteilwerk Einbauteile, wie Fenster, Rollladen- oder Jalousiekästen, in die Wandelemente eingebaut oder maßgerechte Aussparungen dafür berücksichtigt.

Das Bauen mit Wänden aus Betonbauteilen kann sich auf folgende Planungsansätze stützen:

- **Großtafelbauweise (raumgroße Wände)**
  Die Wände werden in der Regel geschosshoch und in Raumgröße als ein Fertigteil ausgeführt. Fugen in den Wänden eines Raums werden so minimiert und auf die Ecken beschränkt.
- **Kleintafelbauweise (elementierte Wände)**
  Ausgehend von einem definierten Rastermaß werden die Wände aus mehreren Bauteilen zusammengesetzt. Randelemente mit Längen außerhalb des Rastermaßes ermöglichen eine individuelle Planung. Durch die begrenzte Größe und Masse der einzelnen Bauteile ergeben sich Vorteile bei der Logistik und der Montage.
- **Mauerwerk**
  Mit kleinformatigen Elementen aus Beton, Leicht- und Porenbeton als Block- oder Plansteine werden auf der Baustelle mit geeigneten Mörteln tragende und nicht tragende Wandabschnitte hergestellt.

Vorteile von Wänden aus vorgefertigten Betonbauteilen auf einen Blick:

- hoher Schallschutz
- guter Brandschutz
- weniger Arbeitsaufwand auf der Baustelle
- hohe Maßgenauigkeit
- fertige oder tapezierfähige Oberfläche ab Werk

## 4.2 Massive Wandelemente

Bei der Verwendung von massiven Wandelementen wird üblicherweise auf die Großtafelbauweise zurückgegriffen. Die Elemente werden im Werk in der Regel liegend gefertigt. Dabei werden die statisch erforderliche Bewehrung, Einbauteile und bei Bedarf auch Leerrohre, Dosen und weitere Elemente der Haustechnik eingebaut.

Die Oberflächen der Wände können tapezierfertig hergestellt werden. Aufgrund der oft liegenden Herstellung weisen die Elemente in der Regel eine geschalte und eine geglättete Oberfläche auf. Beide unterscheiden sich optisch deutlich. Geglättete Flächen weisen oftmals eine etwas geringere Ebenheit und einen ungleichmäßigen Farbton auf.

Die Abmessungen der Wandelemente richten sich weitgehend nach den statischen Erfordernissen und den Abmaßen des Bauwerks und der Räume. Die durch den Vollquerschnitt zum Teil sehr hohen Bauteilgewichte müssen sowohl beim Transport zur Baustelle als auch bei den erforderlichen Krankapazitäten auf der Baustelle berücksichtigt werden.

Abb. 4.1: Massive Wandelemente mit Anschlussbewehrung

## 4.3 Elementwand / Doppelwand

Die Elementwand vereint die Vorteile von Ortbeton- und Fertigteilbauweise miteinander. Der Begriff Elementwand steht für ein Wandbauteil, bei dem im Werk zwei dünne Betonfertigteilplatten meist durch Gitterträger mit verbleibendem Zwischenraum verbunden werden. Die Elemente kommen direkt maßgefertigt auf die Baustelle. Nach dem Aufstellen wird der Raum zwischen den Fertigteilplatten mit Ortbeton zu einer monolithischen Wand verfüllt.

Schon im Fertigteilwerk können die Dosen für Schalter, Steckdosen und die notwendigen Leerrohre für die Elektroleitungen eingebaut werden. Der Elektriker muss dann später nur noch die Stromkabel durch die Leerrohre ziehen und anschließen. Dadurch werden die späteren Ausbauarbeiten erheblich vereinfacht.

Die Fertigplatten sind mindestens 4 cm dick. Die Dicke der Innen- bzw. Außenschale ist abhängig von den Umgebungsbedingungen, der eingebauten Bewehrung und der vorgesehenen Betoniergeschwindigkeit auf der Baustelle.

Je nach Herstellungs- oder Transportbedingungen können Elemente mit einer Höhe oder Breite von ca. 12 m hergestellt werden, wobei die maximalen Abmessungen in der jeweiligen Querrichtung zwischen 2,65 m und 3,80 m variieren. Durch die Elementlängen ergeben sich die Abstände der lotrechten Stoßfugen. Bei sehr hohen Geschossen werden die Fugenabstände durch die möglichen Transportbreiten oder -höhen im Straßenverkehr

Abb. 4.3: Erstellung einer Kelleraußenwand mit Elementwänden

Abb. 4.2: Abstützungen und Abschalung von Elementwänden vor Einbringen des Ortbetons

bestimmt. Die Standarddicken der gesamten Elementwand sind 20 / 24 / 30 / 36,5 oder 40 cm. Andere Wanddicken können nach Absprache hergestellt werden.

Elementwände sind auch zum Erstellen wasserundurchlässiger Keller als „Weißen Wanne“ geeignet (siehe Kapitel 9.1.3). Um dabei einen guten Verbund der Betonfertigteilplatten mit dem Ortbeton zu gewährleisten, müssen die Innenflächen der Elementwände rau sein.

Auf Grund der im Fertigteilwerk verwendeten Schalung sind die sichtbaren Betonoberflächen glatt, eben und dicht. Außen- und Innenputz sind nicht erforderlich. Es entstehen wie aus einem Stück gefertigte Betonwände mit einer tapezierfähigen Betonoberfläche. Je nach Anforderungen an die Innenfläche genügt ein Schließen der Stoßfugen und ein Spachteln eventuell vorhandener Poren.

Elementwände sind auch mit einer innenliegenden Wärmedämmung erhältlich. Diese wird auf der Innenseite der Außenschale angeordnet.

## 4.4 Mauersteine und Wandelemente aus Normal-, Leicht- und Porenbeton

### 4.4.1 Allgemeines

Der Mauerwerksbau insgesamt hat in Deutschland traditionell eine große Bedeutung. Innerhalb des Mauerwerksbaus haben Mauersteine aus Normal-, Leicht- und Porenbeton einen festen Platz. Der Grund liegt in den günstigen verarbeitungstechnischen und bauphysikalischen Eigenschaften:

- geringe Rohdichten und gute Wärmedämmung (bei Leicht- und Porenbeton)
- günstige Belastbarkeit und Elastizität bei geringer Sprödigkeit
- hoher Feuerwiderstand
- hohe Maßgenauigkeit
- gute Verarbeitbarkeit

Bei den Mauersteinformaten wird nach Hohlblöcken, Vollblöcken und Vollsteinen unterschieden. Große Formate mit Nut-und-Feder-Systemen lassen ein schnelles, rationelles Mauern zu.

### 4.4.2 Wandelemente aus Leichtbeton

Von Leichtbeton spricht man bei Betonen mit einem Raumgewicht zwischen 800 kg/m$^3$ und 2.000 kg/m$^3$. Zur Herstellung werden Gesteinskörnungen mit hoher Porosität verwendet. Dies bewirkt das geringe Gewicht und die damit verbundene hohe Wärmedämmung.

Wandelemente aus Leichtbeton werden für den Wohnungsbau als tragende oder nichttragende Elemente eingesetzt.

Abb. 4.4: Mehrfamilenhaus aus Leichtbeton mit verklinkerter Fassade

Folgende Arten und Ausführungen sind verfügbar:

- Nichttragende Wandelemente aus haufwerksporigem Leichtbeton werden vor oder zwischen eine tragende Konstruktion gestellt.
- Tragende Wandelemente aus haufwerksporigem Leichtbeton sind weitgehend fugenlose, einschalige Wandtafeln mit vergleichbaren bauphysikalischen Eigenschaften wie Mauerwerk aus Leichtbeton. Die tragenden, raumgroßen Elemente können bei Bauwerken bis zu vier Geschossen eingesetzt werden und haben bereits die Öffnungen für Fenster und Türen.
- Tragende Wandelemente aus gefügedichtem Leichtbeton haben ein niedrigeres Gewicht und bessere Wärmedämmeigenschaften, aber auch eine geringere Festigkeit.
- Gemauerte tragende Wandelemente werden aus Leichtbeton-Mauersteinen im Werk aufgemauert und als Fertigteil an die Baustelle geliefert und dort montiert.

**4.4.3 Mauersteine aus Normal- und Leichtbeton**

Mauersteine lassen sich mit allen gängigen Mörtelarten kombinieren: Dickbettmörtel (Normalmörtel und Leichtmörtel), Mittelbettmörtel, Dünnbettmörtel. Plansteine werden grundsätzlich mit Dünnbettmörtel verarbeitet. Die Lagerfugendicke von Planstein-Mauerwerk liegt lediglich zwischen 1 mm und 3 mm. Dadurch wird weniger Feuchtigkeit in das Gebäude getragen.

Folgende Arten und Ausführungen sind verfügbar:

- Hohlblöcke aus Leichtbeton sind fünfseitig geschlossene Mauersteine aus Leichtbeton mit Kammern senkrecht zur Lagerfläche.

- Vollblöcke aus Leichtbeton sind fünfseitig geschlossene Mauersteine mit oder ohne Schlitze senkrecht zur Lagerfläche.

- Vollsteine aus Leichtbeton sind Mauersteine ohne Kammern und Schlitze.

- Großblöcke aus Leichtbeton nach herstellerspezifischen Angaben sind Mauerelemente ohne Kammern und Schlitze mit Dickbettfuge bzw. als Planstein-Mauerwerk.

- Vollsteine aus Normalbeton finden vor allem für tragende Wände mit höherer Belastung Verwendung.

- Vormauersteine sind Mauersteine aus Beton mit oder ohne Aussparungen, sowie mit ebener, werksteinmäßig bearbeiteter oder besonders gestalteter Sichtfläche und nachgewiesenem Frostwiederstand zur Vermauerung mit Normalmörtel.

- Schalungssteine werden  aus Normal- oder Leichtbeton hergestellt. Wände aus Schalungssteinen erhalten ihre endgültige Tragfähigkeit im Zusammenwirken mit dem in die Schalungssteine gefüllten Beton.

Abb. 4.5: Modernes Mehrfamilienhaus gebaut mit Mauersteinen aus Leichtbeton.

### 4.4.4 Porenbeton

Aufgrund des geringen Gewichts lässt sich Porenbeton relativ leicht verarbeiten. So können zum Beispiel noch vergleichsweise große Elemente von Hand oder mit einfachen Hebezeugen versetzt werden.

Folgende Arten und Ausführungen sind verfügbar:

- Porenbeton-Plansteine weisen sehr geringe Maßabweichungen auf und eignen sich daher für hochwertiges Mauerwerk mit besonders ebenen Wandflächen. Die Verarbeitung erfolgt mit Dünnbettmörtel. Plansteine sind ab 175 mm Steinbreite mit Nut und Feder und ergonomischer Griffhilfe lieferbar. In der Regel wird der Dünnbettmörtel nur auf die Lagerfuge aufgetragen. Die Steine werden knirsch aneinandergesetzt und die Stoßfugen nicht vermörtelt.
- Porenbeton-Planelemente ermöglichen einen rationellen Bauablauf und kurze Bauzeiten. Sie werden aufgrund ihrer Größe mit leichten Hebezeugen versetzt.
- Porenbeton-Planbauplatten werden in erster Linie für leichte Trennwände sowie das Abmauern von Vorwandinstallationen eingesetzt. Die dabei verwendeten geringeren Dicken erlauben größere Abmessungen in Länge und Höhe bei gleichem Gewicht und damit eine rationelle Verarbeitung. Wandanschlüsse können einfach in Stumpfstoßtechnik ausgeführt werden.
- Porenbeton-Wandelemente sind geschosshohe Porenbetonelemente mit Dicken zwischen 10 cm und 36,5 cm und Breiten bis 75 cm. Wände werden aus mehreren nebeneinander angeordneten Wandelementen zusammengesetzt. Durch die Größe der Bauteile können sehr schnelle Bauzeiten erreicht werden.

# 5 Fassaden

## 5.1 Allgemeines

Die Fassade eines Gebäudes ist die Schnittstelle zwischen innen und außen. Neben den bauphysikalischen Anforderungen als Gebäudehülle und den statischen Aufgaben als Tragwerk stellt sie die Visitenkarte des Gebäudes dar. Hierfür sind hochwertige Fassaden aus Fertigteilen aufgrund der hohen Ausführungsqualität und der zahlreichen Gestaltungsmöglichkeiten besonders gut geeignet. Unterschiedlichste Farben und Strukturen sind durch die spezielle Auswahl der Betonbestandteile (Zement, Gesteinskörnung, Farbpigmente) und die nachträgliche Bearbeitung der Oberfläche möglich.

Die Fugeneinteilung ist wesentlich für die Gesamtwirkung der Fassade verantwortlich. Neben Elementfugen können auch – bei verstärkter Schichtdicke – Scheinfugen ausgebildet werden.

Der Ausführung der Fugen kommt für die Funktionsfähigkeit der Fassade eine besondere Bedeutung zu. Durch Schlagregen beanspruchte Horizontalfugen können zum Beispiel sehr einfach mit einem vorkomprimierten Fugendichtband ausführt werden. Bei planmäßig hinterlüfteten Fassaden können die Fugen auch offenbleiben.

Eine sehr umfangreiche Sammlung von Regeldetails (optimierte Wärmebrückenanschlüsse) für Stahlbeton-Sandwichfassaden und für großformatige vorgehängte Fertigteilfassaden beinhaltet der „Planungsatlas für den Hochbau“, der unter www.planungsatlas-hochbau.de frei zugänglich ist.

**Vorteile von Betonfassaden auf einen Blick:**

- vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten
- hohe Ausführungsqualität
- wartungsfreundlich
- guter Brandschutz
- hohe Maßgenauigkeit

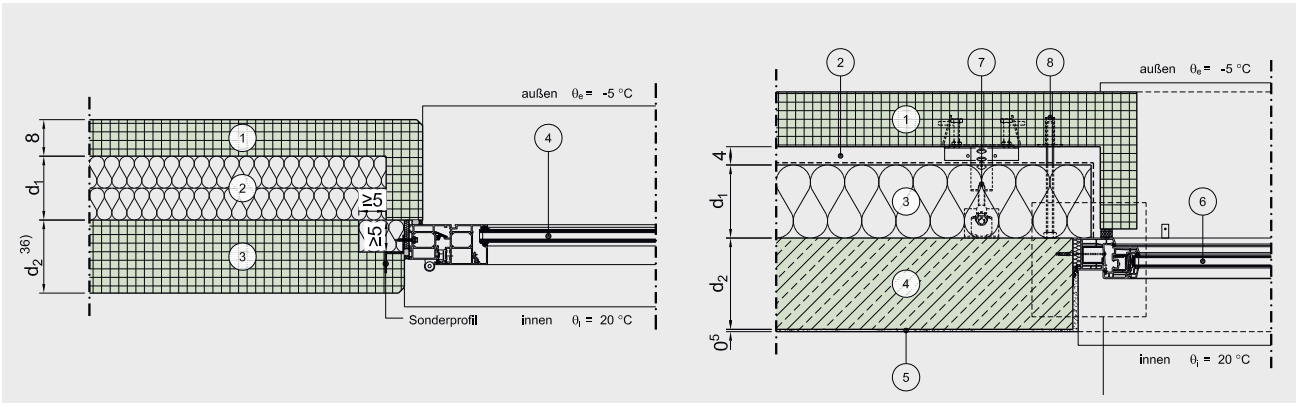



Abb. 5.1: Beispiele aus dem Planungsatlas für den Hochbau für Sandwichfassaden (links) und vorgehängte Fassaden (rechts)

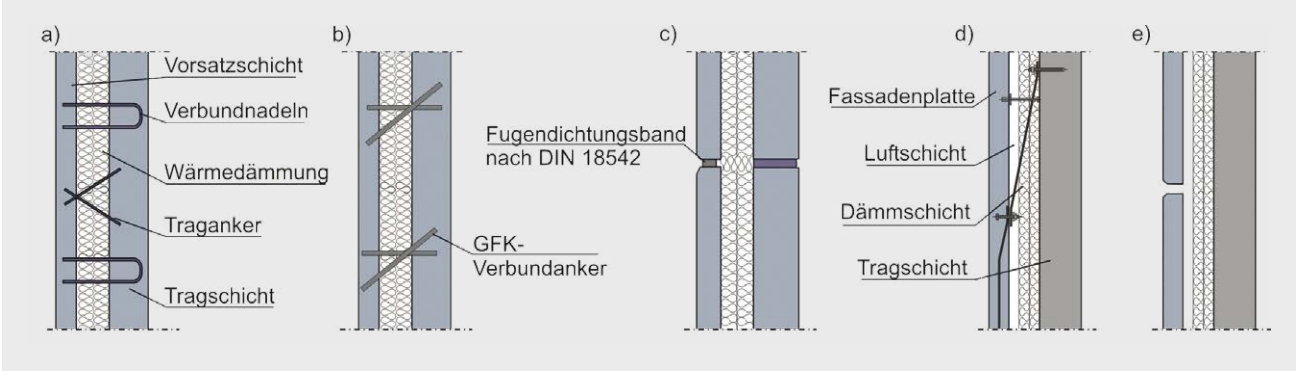



Abb. 5.2: Prinzipielle Fassadenausbildungen und typische Fugendetails, a), b) und c) Sandwichelemente, d) und e) vorgehängte Fassadenplatten

## 5.2 Betonsandwichelemente

Besonders wirtschaftlich sind Betonsandwichelemente mit einer werkseitig eingebauten Wärmedämmung. Sie bestehen in der Regel aus drei Schichten:

- Stahlbetontragschicht (14 cm bis 25 cm),
- Wärmedämmschicht (6 cm bis 24 cm) und
- bewehrte Betonvorsatzschicht (empfohlene Mindestdicke 8 cm).

Die Wärmedämmung besteht aus Hartschaumkunststoff oder, bei entsprechenden Brandschutzanforderungen (Brandwand, Hochhaus), aus Mineralwolle.

Bei der liegenden Fertigung im Werk, in der Regel mit der späteren Außenseite als Unterseite auf der Schalung, wird zuerst die bewehrte Vorsatzschicht mit den eingesetzten Verbindungsmitteln betoniert. Anschließend wird die Dämmschicht aufgelegt und die Tragschicht aus Stahlbeton ergänzt. Gebäudetechnische Anlagen wie zum Beispiel verdeckte Sonnenschutzeinrichtungen können direkt integriert werden.

Um Zwängungen und Risse bei Sandwichelementen zu vermeiden, sollte der Fugenabstand in der Vorsatzschicht in der Regel nicht größer als 6 m bis 7 m sein. Wenn die Fugen in der Vorsatzschicht von den Elementfugen abweichen, sollte die seitliche Auskragung der Vorsatzschicht 600 mm nicht überschreiten, um Transportschäden zu vermeiden. Die Transportabmessungen der Elemente sollten nicht größer sein als 9,50 m Länge und 3,80 m Höhe.

Abb. 5.3: Wohnhaus mit Fassade aus Sandwichelementen

Abb. 5.4: Detailansicht einer Sandwichwand

## 5.3 Vorgehängte Fassaden

Bei vorgehängten Fassaden werden die einschichtigen, bewehrten Fassadenelemente nachträglich an der Tragschicht befestigt. Mögliche Ausführungsarten sind großformatige Fassadentafeln oder kleinformatige, dünne Betonwerksteinplatten. Bei der Montage auf der Baustelle muss zuvor die Wärmedämmschicht an der Tragschicht angebracht werden. Dem höheren Aufwand gegenüber den Betonsandwichelementen steht die größere Gestaltungsfreiheit durch die von der Tragschicht unabhängige Fugeneinteilung gegenüber.

Die Dicke vorgehängter Fassadentafeln hängt insbesondere von den Abmessungen, der Oberflächenstruktur, den Umweltbedingungen und der konstruktiven Ausführung ab. Bei den üblichen Dicken von 8 cm bis 14 cm sind geschosshohe, großformatige Elemente mit einer Länge von 6 m bis 7 m möglich. Die Mindesthöhe, zum Beispiel bei horizontalen Riegeln, beträgt 35 cm.

Zum Ausgleich von Toleranzen ist zwischen der vorgehängten Fassade und der Wärmedämmung ein planerischer Abstand von mindestens 2 cm erforderlich. Zusätzlich sind Rohbautoleranzen zu berücksichtigen. Planmäßige Luftschichten bei hinterlüfteten Fassaden sind deshalb entsprechend dicker vorzusehen.

Bei vorgehängten Betonwerksteinplatten mit Dicken von 30 mm oder mehr erfolgt die Verankerung über Trag- und Halteanker an der Tragkonstruktion in der Horizontal- oder Vertikalfuge. Dafür werden Ankerdornbefestigungen eingesetzt. Betonwerksteinplatten, z. B. aus Textilbeton, mit Dicken von 20 mm bis 50 mm können auch mit Hinterschnittankern, die über Zulassungen geregelt sind, befestigt werden.

Abb. 5.5: Vorgehängte Fassade mit Bildmotiven

# 6 Raummodule aus Beton

Für die schnelle Schaffung von bezahlbarem Wohnraum spielen Betonbauteile eine wichtige Rolle. Bei Raummodulen aus Beton kommen die Vorteile der seriellen Vorfertigung voll zum Tragen.

Der größte Vorteil der Raummodule ist die kurze Bauzeit. Sie begrenzt die Zeit der Mehrfachbelastung durch Miete und Zinszahlungen auf ein Minimum und spart damit Geld. An einem Tag können bis zu zehn Raummodule aufgestellt werden. Das heißt, ein Einfamilienhaus kann samt Keller und geschlossenem Dach innerhalb eines Tages montiert werden. Eine Zeitersparnis vor Ort gegenüber dem konventionellen Bau von bis zu 80 % entsteht.

Vor der Montage werden die Module im Werk nahezu komplett fertiggestellt. Die maximale Vorfertigung gewährleistet eine größtmögliche Planungssicherheit.

Angeboten werden individuelle, ökonomisch vorteilhafte und realisierbare Konzepte für den Wohnungsbau. Die vorhandenen Gestaltungskonzepte umfassen Raummodule mit standardisierten Abmessungen und variabel planbaren Wohnungsgrundrissen. Möglich sind Einfamilienhäuser ebenso wie Wohnanlagen. Die Module sind als Ausbauvariante lieferbar oder auch vollständig ausgebaut, sogar inklusive Einrichtung.

**Vorteile von Raummodulen auf einen Blick:**

- kurze Bauzeit (ca. zehn Raummodule/Tag)
- große Termin- und Planungssicherheit
- sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis
- wirtschaftlich (Serienproduktion, schnelle Nutzbarkeit)
- lange Lebensdauer

Abb. 6.2: Vorfertigung der Raummodule im Werk

Abb. 6.1: Mehrfamilienhaus aus Raummodulen

# 7 Treppen und Aufzugsschächte

## 7.1 Fertigteiltreppen

Treppen in Wohngebäuden haben neben der geschossverbindenden Funktion auch immer einen repräsentativen Charakter. Ob im Innen- oder Außenbereich, Betonfertigteiltreppen sind variabel einsetzbar und ermöglichen eine individuelle und wirtschaftliche Lösung, die auch allen sicherheitsrelevanten und bauphysikalischen Anforderungen entspricht.

Sie sind sicher, belastbar, widerstandsfähig und erfüllen die hohen Vorgaben aus Brandschutz und Trittschallschutz. Fertigteiltreppen können in Sichtbetonqualität ausgeführt werden, bieten aber auch eine optimale Grundlage für ein einfaches Aufbringen der späteren Beläge.

Fertigteiltreppen werden geschossweise dem Baufortschritt folgend montiert. Nach der Montage sind sie direkt begehbar und voll belastbar. Sie können über die gesamte Bauphase hinweg bereits als Bautreppe genutzt werden.

Fertigteiltreppen sind in verschiedenen Varianten erhältlich:

- gerader Lauf mit oder ohne angeformtes Podest,
- einmal-viertelgewendelter Lauf,
- zweimal-viertelgewendelter Lauf,
- halbgewendelter Lauf,
- Einzel- oder Blockstufen.

Abb. 7.2: Betonfertigteiltreppen sind direkt nach der Montage begehbar.

Abb. 7.1: Betonfertigteiltreppe in Sichtbetonqualität als Gestaltungselement

Abb. 7.3: Betonfertigteiltreppe mit Belag aus Betonwerkstein

Als Zubehör stehen Vollbeton-Podestplatten und Teilfertigteil-Podestplatten zur Verfügung.

Der Schallschutz nimmt in Deutschland mittlerweile einen sehr hohen Stellenwert ein. Bei Treppenhäusern werden in erster Linie Trittschallübertragungen in die Wohnräume als große Belästigung empfunden. Treppen aus Beton halten diese Anforderungen durch Auflagerung ohne Körperschallbrücken auf schwingungsdämpfenden Lagern aus dauerelastischem Material sicher ein.

## 7.2 Aufzugsschächte

Die Ausrüstung von Wohngebäuden mit Aufzügen ist bei Neubauprojekten nicht zuletzt im Zusammenhang mit barrierefreiem Bauen seit vielen Jahren Standard. Genauso wie bei Treppen, werden auch hier hohe Anforderungen an den Schallschutz gestellt. Störende Geräusche durch die Aufzugskabine, durch den Antrieb und die Bremse gilt es zu minimieren. Um die Weiterleitung von Luft- und Körperschall zu vermeiden, haben sich in der Praxis zweiteilige Aufzugsschächte bewährt. Dabei sind Innenschacht und Gebäude voneinander getrennt und schalltechnisch entkoppelt, um Schallbrücken zwischen Innen- und Außenschacht zu vermeiden. Hier bieten sich Aufzugsschächte aus Betonfertigteilen an. Die vorgefertigten Bauteile erlauben einen schnellen Baufortschritt und können Stockwerk für Stockwerk eingesetzt werden.

Durch den geringen Platzbedarf eignen sich Betonfertigeilschächte auch bei Renovierungen und bei einem nachträglichen Einbau von Aufzugsanlagen.

Abb. 7.4: Aufzugsschacht aus vorgefertigten Betonelementen

# 8 Balkon- und Loggiaplatten

Ein Balkon erhöht die Lebensqualität sowie das Wohngefühl und steigert den Wert der Immobilie. Massive Fertigteilbalkone aus Beton sind modern, stabil und bieten maximale Flexibilität. Der Kreativität sind nahezu keine Grenzen gesetzt. Vielfältige Formen und auch Sonderwünsche, wie zum Beispiel barrierefreie Übergänge, sind sowohl technisch als auch wirtschaftlich umsetzbar.

Betonfertigteilbalkone lassen sich durch bewährte Auflagerungssysteme thermisch einfach von der Hauptkonstruktion trennen, Wärmebrücken werden so vermieden. Die hohe Qualität der Betonoberfläche hat bei der Regenwasserführung große Vorteile. Die hohe Maßgenauigkeit garantiert, dass jede Stelle der Plattenoberseite exakt das geplante Gefälle aufweist und sich keine Pfützen bilden.

**Vorteile von Betonfertigteil-Balkonelementen auf einen Blick:**

- mit integriertem Gefälle und Bodenablauf
- gleichbleibend hohe Qualität durch Werksfertigung
- Kosten- und Zeitersparnis
- individuelle Formgebung
- einfache Montage, keine örtlichen Schalungsarbeiten

**Die Aufkantung hält das Wasser von der Hauswand ab. Keine zusätzlichen Abdichtungsmaßnahmen notwendig.**

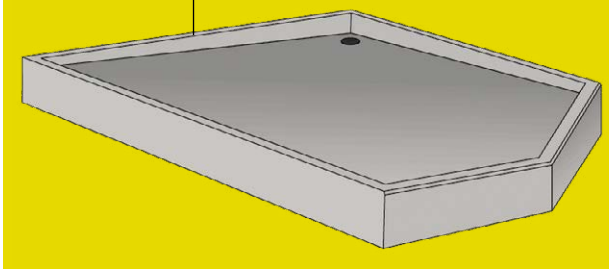


Abb. 8.1: Fertigbalkone aus Beton sind stabil und bieten maximale Flexibilität.

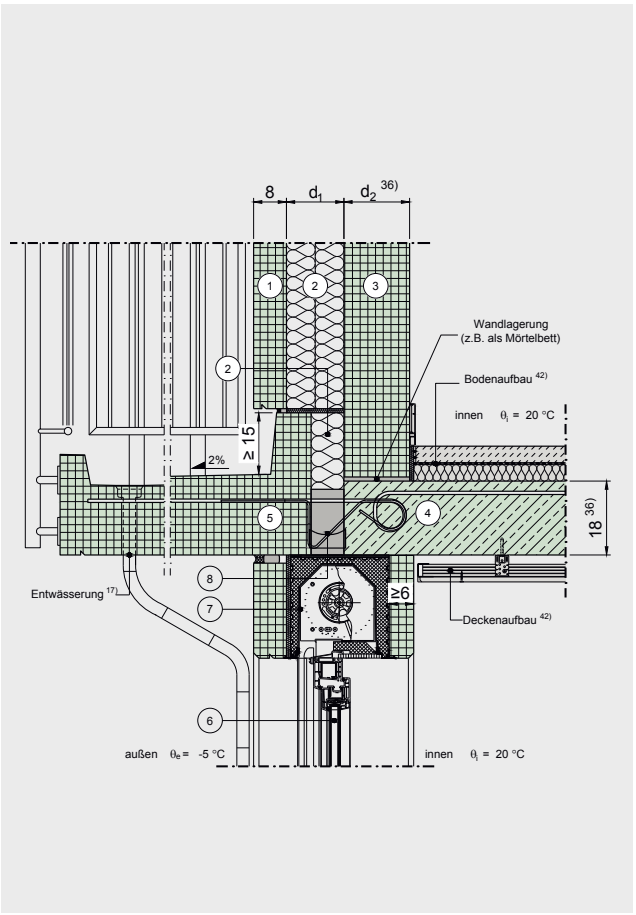



Abb. 8.2: Thermisch getrennter Fertigteilbalkon – Regeldetail aus www.planungsatlas-hochbau.de

# 9 Keller und Tiefgaragen

## 9.1 Keller

### 9.1.1 Allgemeines

Ein Keller schafft zusätzlichen Lebensraum bei relativ geringen Investitionskosten. Ob Einliegerwohnung, Arbeitsplatz, Wäschekammer oder Wellness-Oase – den Nutzungsmöglichkeiten eines gut gedämmten Kellers sind keine Grenzen gesetzt. Er bietet die notwendige Flexibilität, ist jederzeit ausbaubar und kann den individuellen Anforderungen und Lebenssituationen angepasst werden. Mit einem Keller werden Grundstücke optimal ausgenutzt und der Wert der Immobilie gesteigert. Innovative Haustechnik wie Holzpellets, Lüftungsanlagen, Wärmepumpen oder Regenwasserspeicher und Hausbatterien für eine Photovoltaikanlage finden hier ihren Platz. Wertvolle Grünflächen im Garten bleiben so erhalten und sorgen für mehr Lebensqualität. Die steigenden Bodenpreise und die Vermeidung unnötiger Versiegelung von Bodenflächen sind wichtige Argumente für einen Keller.

Auch in Sachen Schallschutz kann der Keller punkten. Insbesondere bei Reihen- und Doppelhäusern ist er unverzichtbar. Selbst mit doppelten Haustrennwänden und getrennten Fundamenten ist der Schallschutz bei nicht unterkellerten Eigenheimen bis zu fünf Dezibel schlechter als mit einem Kellergeschoss.

### 9.1.2 Keller mit Elementwänden und Fertigkeller

Keller können schnell und wirtschaftlich mit Doppelwänden für Außen- und Innenwände gebaut werden. Diese werden vorgefertigt auf die Baustelle geliefert, montiert und zur Fertigstellung mit Beton ausgegossen (siehe auch Kapitel 4.3).

Es werden auch komplette Fertigkeller für den Wohnungsbau zum Festpreis angeboten. Dabei werden die Wand- und Deckenelemente entsprechend der Architektenpläne und nach im Werk erstellten Fertigungsplänen inklusive Fenster- und Türöffnungen sowie Leerrohren vorgefertigt. Anschließend wird er ähnlich wie ein Fertighaus zu einem verbindlich festgelegten Fertigstellungstermin auf der Baustelle montiert. Auf Wunsch können auch Tür- und Fensterzargen oder Schutzraumteile bereits im Werk eingebaut werden.

**Vorteile eines Kellers auf einen Blick:**

- mehr Wohn- und Nutzfläche
- optimale Nutzung des Grundstücks
- Schonung von Grünflächen
- mehr Platz für innovative Haustechnik
- mehr Flexibilität
- gesundes Raumklima
- besserer Schallschutz
- Steigerung des Werts der Immobilie

Abb. 9.1: Fertigkeller aus vorgefertigten Betonelementen verkürzen die Bauzeit.

### 9.1.3 Weiße Wanne

Der Begriff der weißen Wanne (weiß = hell = Beton) hat sich in den letzten Jahrzehnten als Gegenstück zur schwarzen Wanne (schwarz = bituminös) etabliert. Früher wurden die ins Erdreich einbindenden, meist gemauerten Gebäudeteile mit einer bituminösen Abdichtung gegen das eindringende Wasser geschützt. Betonbauteile sind bei ausreichender Dicke und geeigneter Fugenausbildung auch ohne eine bituminöse Abdichtung dicht und bieten Schutz gegen das Eindringen aller Arten von Sicker-, Schichten- und Grundwasser, einschließlich drückendem Wasser. Diese Bauweise ist seit dem Jahr 2003 in der Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) geregelt und standardisiert.

Ein Eindringen von Wasser durch Öffnungen wie Türen, Fenster, Lüftungen, infolge von Starkregen- oder Überflutungsereignissen, ist durch entsprechende Vorsorgemaßnahmen zu verhindern. Für weiße Wannen aus Betonbauteilen gibt es passende Ein- und Anbauteile, zum Beispiel Betonlichtschächte, mit denen eine dichte Konstruktion erreicht werden kann.

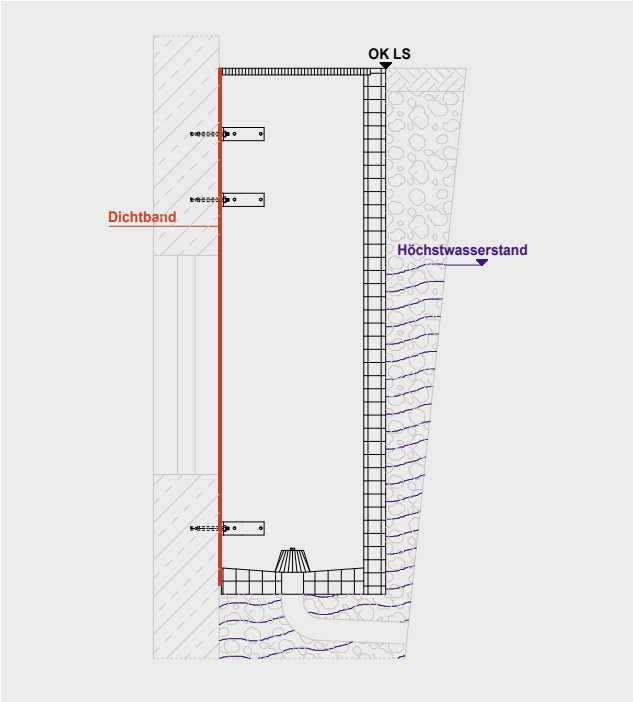



Abb. 9.2: Ein Lichtschacht aus Betonfertigteilen sorgt auch bei Grundwasser für einen lichtdurchfluteten Keller.

Für Kellerräume muss neben der Dichtigkeit gegen eindringendes Wasser von außen auch ein Blick auf die Bauphysik geworfen werden. Gerade bei einer anspruchsvollen Nutzung, zum Beispiel als Wohnraum oder Archiv, sollten Kellerräume gedämmt und beheizt werden. Damit wird die Kondensation der Luftfeuchte an den kälteren Außenwänden vermieden und eine hochwertige Nutzung problemlos möglich.

Oft wird eine weiße Wanne aus einer Ortbetonbodenplatte und Elementwänden (siehe Kapitel 4.3) erstellt. Die Abdichtung der Fugen erfolgt im Ortbetonkern durch den Einbau von Fugendichtungssystemen, zum Beispiel Fugenblechen, Fugenbändern oder Verpresssystemen. Um die Dichtigkeit sicherzustellen, dürfen nur Fugendichtungssysteme mit nachgewiesener Eignung und Betone mit einem hohen Wassereindringwiderstand verwendet werden.

Auch eine wasserundurchlässige Konstruktion mit massiven Wandelementen (siehe Kapitel 4.2) ist möglich. In diesem Fall werden die Fugen in der Regel durch ein streifenförmiges, auf der Außenseite vollflächig aufgeklebtes Fugenabdichtungssystem abgedichtet. Die außenliegende Abdichtung muss nur in einem Streifen über der Fuge und den angrenzenden Randbereichen der Fertigteile sowie der Bodenplatte aufgebracht werden. Dazwischen übernimmt das Betonbauteil die abdichtende Funktion. Alternative Systeme, zum Beispiel quellfähige Systeme, die mittels Quellbehinderung durch Pressung eine Abdichtung erreichen oder ein Verspannen der Betonfertigteile mit einer dazwischen eingebrachten Dichtung, sind ebenfalls am Markt erhältlich. Alle Abdichtungssysteme sollten über einen für den Anwendungszweck gültigen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis verfügen.

Die Bauausführung muss immer sehr sorgfältig erfolgen. Nur so können Fehler, die zu späteren Undichtigkeiten führen, vermieden werden. Bereits eine kleine Fehlstelle in der Abdichtung kann später einen großen Schaden bewirken – egal ob schwarze oder weiße Wanne.

### 9.1.4 Lichtschächte

Betonlichtschächte werden für die Belichtung und Belüftung von Keller oder Tiefgaragen als Lüftungs-, Notausstiegs- oder Revisionsschacht verwendet. Sie sind statisch hochbelastbar, begeh- und befahrbar und können in verschiedensten Größen, Höhen und Formen nach individuellen Maßen gefertigt werden. Die schalungsglatten Oberflächen besitzen Sichtbetonqualität und können nach Wunsch farbig gestrichen werden. Mit zusätzlichen einbruchhemmenden Gittern bieten Betonlichtschächte besondere Sicherheit.

Abb. 9.3: Montage von Lichtflutern auf der Baustelle

Bei der Montage wird der Betonlichtschacht an das vorhandene Gewinde im Betonrahmen des Kellerfensters angeschraubt oder mithilfe von Dübeln befestigt. Auch eine wärmebrückenfreie Verbindung zur Vermeidung von Wärmeverlusten ist möglich. Gehwegplatten und Pflastersteine lassen sich unmittelbar an den Lichtschacht anschließen. Bei gleichzeitiger Verwendung von WU-Beton und geeigneter Befestigung kann ein wasserundurchlässiger Lichtschacht gewährleistet werden.

## 9.2 Tiefgaragen

Parkraum ist, mittlerweile nicht mehr nur in Ballungsräumen, ein knappes und kostbares Gut. Er hat auch in Zeiten sich verändernder Mobilität weiterhin eine hohe Bedeutung. Insbesondere die Qualität des Parkraums gewinnt an Bedeutung. Es reicht nicht mehr, das Fahrzeug nur abzustellen. Die Stellplätze müssen für zunehmende Fahrzeuggrößen geeignet und möglichst bequem und witterungsgeschützt erreichbar sein, sowie zusätzliche Infrastruktur, zum Beispiel Ladestationen für E-Autos, ermöglichen. Gleichzeitig soll der Flächenverbrauch minimiert werden.

Gerade für Wohnanlagen mit mehreren Wohneinheiten können diese Ziele mit Tiefgaragen oftmals am besten realisiert werden. Der direkte Anschluss der Tiefgarage an das Wohngebäude steht für kurze Wege zwischen Wohnung und Pkw. Durch Begrünung der Garagendecke werden unmittelbar um die Wohngebäude die notwendigen Grün- und Erholungszonen geschaffen. Ladeinfrastruktur für E-Mobilität kann mit geringem Installationsaufwand zur Verfügung gestellt werden. Durch große Deckenspannweiten und entsprechend große Wand- oder Stützenabstände wird der Parkraum effektiv genutzt. Hier können Betonbauteile ihre Vorteile ausspielen: Decken mit großen Spannweiten, schmalen Stützen- und Wandquerschnitte.

Abb. 9.4: Nutzung des Kellers als zusätzlichen Wohnraum, dank Lichtschächte und -fluter

Abb. 9.5: Eine Tiefgarage schafft Platz für Wohn- und Freiflächen.

Da nur wenige verschiedene Bauteile erforderlich sind, um eine Tiefgarage herzustellen, ist die Fertigteilbauweise hier besonders wirtschaftlich. Sie ermöglicht eine kurze Bauzeit und kalkulierbare Kosten.

Da Tiefgaragen starken mechanischen Beanspruchungen und Beanspruchungen durch Frost und Tausalze ausgesetzt sind, ist eine sogfältige Bauausführung besonders wichtig. Ein großes Augenmerk ist auf die Abdichtung der Fugen zwischen den Fertigteilen zu richten, insbesondere, wenn diese mit Tausalzen in Kontakt kommen können. Geeignete Systeme sind verfügbar und erprobt.

Bodenplatte und Wände einer Tiefgarage werden in der Regel als WU-Konstruktionen hergestellt (siehe Kapitel 9.1.2). Dabei können an die Bauteile ergänzende Dauerhaftigkeitsanforderungen aus der Tiefgaragennutzung gestellt werden. Oft werden im Werk bereits die Stützen mit angeformtem Fundament hergestellt. Alternativ werden vorgefertigte Stützen in Fertigteil-Köcherfundamente eingespannt und vergossen. Bei geeigneter Konstruktion können Zwangskräfte aus Verformung und somit auch die Gefahr der Rissbildung minimiert werden.

Die idealerweise weitgespannten Fertigteildecken werden entweder direkt auf Konsolen an den Wänden und auf Unterzügen zwischen den Stützen aufgelagert oder auf Trägern, die die Lasten in Wände und Unterzüge bzw. Stützen weiterleiten.

Dem aktuellen Trend folgend werden immer häufiger Garagendecken begrünt. Dies hilft dem Stadtklima und dem Regenwassermanagement. Hierzu sollte eine WU-Decke gewählt werden.

Auch die durch Frost und Tausalz besonders beanspruchten Rampenbauwerke lassen sich aus großformatigen Betonfertigteilen hoher Qualität herstellen.

Da es sich bei Tiefgaragen, egal welcher Bauweise, in der Regel um geschlossene Garagen handelt, sind geeignete Lüftungsmöglichkeiten vorzusehen. Dadurch können zu hohe Kohlenmonoxid-Werte vermieden und der Brandschutz erhöht werden.

Aufgrund der hohen Variabilität sind Fertigteil-Lüftungsschächte aus Beton die ideale Ergänzung für die Frischluftversorgung von Tiefgaragen und Tiefgeschossen. Sie werden in vielen Abmessungen gefertigt und können somit dem Gelände und dem Lüftungsquerschnitt angepasst werden.

Neben der funktionellen Lösung stellen Entlüftungsschächte eine ästhetische Einbindung in die Umgebung dar, wie zum Beispiel als Sitzbank in eine moderne Landschaftsarchitektur. Durch die technische Ausführung mit Deckel und Wetterschutzgittern wird verhindert, dass Regen in die Tiefgarage dringen kann.

# 10 Dach

## 10.1 Allgemeines

„Das feste Dach über dem Kopf“ – ein Begriff, der mit viel Positivem behaftet ist, der aber auch die hohen Anforderungen an eines der wichtigsten Bauteile eines Hauses zusammenfasst. Es muss gegen Regen absolut dicht sein und auch Stürmen standhalten. Notwendig ist auch, dass ein Feuer nicht, wie im Mittelalter oft passiert, einfach von Dach zu Dach überspringt.

Während der Raum unter dem Dach, der Dachboden, in früheren Zeiten oft nur als Abstellraum oder zur Wäschetrocknung genutzt wurde, wird er heute oftmals ausgebaut und dient als zusätzlicher Wohnraum. Mit der veränderten Nutzung gehen natürlich auch veränderte Anforderungen an das Dach einher, beispielsweise hinsichtlich des Schallschutzes und des (sommerlichen) Wärmeschutzes.

Trotz dieser neuen Anforderungen ist das Bauen „Sparren an Sparren“ in Deutschland durch die handwerkliche Tradition nach wie vor weit verbreitet. Gerade im Sommer hat diese Bauweise offenkundige Nachteile. Zwischen den Sparren werden Dämmmatten verlegt, die zwar den Wärmedurchgang minimieren, jedoch wenig Masse haben. Masse ist aber erforderlich, um Wärme zu speichern und somit ein gleichmäßig angenehmes Raumklima in den Innenräumen sicherzustellen. Das gilt für das Dach ebenso wie für die Wände. Die Wärmespeicherfähigkeit der Bauteile eines Gebäudes hat einen ausgleichenden Einfluss auf den Verlauf der Raumlufttemperatur. Wenn die von der Sonne eingebrachte Wärme in den Bauteilen gespeichert und erst dann an die Raumluft abgegeben wird, wenn außen bereits kühlere Temperaturen herrschen, entsteht im Sommer ein angenehmes, ausgeglichenes Raumklima.

Abb. 10.1: Einbau eines Massivdaches

Vor allem in südlichen Ländern sind massive Dachkonstruktionen weit verbreitet. Gerade mit Blick auf das sich verändernde Klima mit ausgeprägteren Hitzeperioden ist dies zukünftig auch für unsere Breiten eine lohnenswerte Option.

Mit einem Massivdach aus Beton lassen sich alle traditionellen Dachformen realisieren: vom Satteldach über das Krüppelwalmdach bis hin zum Pult- und Flachdach.

**Vorteile von massiven Dächern auf einen Blick:**

- einfache Erfüllung des Gebäudeenergiegesetzes (GeG)
- sommerlicher Wärmeschutz
- weniger Lüftungswärmeverluste an Fugen und Verbindungsstellen
- winddicht
- erhöhter Schallschutz gegen Außenlärm
- guter Brandschutz

## 10.2 Geneigtes Dach

### 10.2.1 Massivdach

Geneigte Massivdächer können aus Normal-, Leicht- oder Porenbeton hergestellt werden. Bei den modernen Massivdach-Systemen werden Normal- oder Leichtbetonplatten anstelle der Sparren aufgestellt. Diese Bauweise bietet sich bei schwach geneigten Dächern, aber auch bei klassischen Satteldächern an. Der Dachaufbau besteht aus den Betonplatten, der Dämmung, einer Unterspannbahn, der Dachlattung und der Dacheindeckung, z. B. aus Betondachsteinen. Bei den Dachelementen aus Normalbeton werden wesentlich Teile des Dachaufbaus bereits im Werk aufgebracht. Auch vorgesehene Einbau- und Befestigungselemente, wie zum Beispiel Dachflächenfenster, können werkseitig eingebaut werden. Bei Leichtbetondachplatten werden oft spezielle Gitterträger oder auch Sparren aus Holz eingesetzt, die ein einfaches Befestigen des weiteren Dachaufbaus auf der Baustelle ermöglichen.

Massivdächer aus hoch wärmedämmendem Porenbeton bestehen aus bewehrten, tragenden großformatigen Dachelementen, die verschiedene Dachformen ermöglichen. Als einbaufertige Montagebauteile werden Porenbeton-Dachplatten mit voller Tragfähigkeit geliefert. Der Einbau erfolgt schalungsfrei und trocken auf allen üblichen Tragkonstruktionen. Lediglich zur Ausbildung von Dachscheiben ist ein geringer Mörtelverguss einzubringen. Eine herkömmliche Ausführung mit einer Unterspannbahn, dichtem Stoßfugenverschluss oder einem vollflächigen Innenputz gewährt eine luftdichte Ausführung des Bauteils.

Massive Dächer aus Porenbeton haben sich seit Jahrzehnten im Industriebau bewährt und finden auch im Wohnungsbau als geneigte Massivdächer zunehmend Anwendung.

**10.2.2 Betondachsteine**

Dachsteine aus Beton bieten eine Reihe von Vorteilen, insbesondere, wenn es um Sicherheit und Langlebigkeit geht. Sie sind bruchsicher und frostbeständig und überstehen auch extreme Wetterbedingungen, wie starken Hagel. Grund dafür ist die hohe Dichte und Festigkeit des Materials, die im Laufe der Jahre sogar noch zunimmt. Dachsteine bieten auch einen sehr guten Schallschutz und sorgen für Ruhe unter dem Dach und ein gutes Raumklima.

Innovative Technologien versehen Dachsteine mit umweltaktiven Eigenschaften und selbstreinigenden Effekten: Spezielle Oberflächen neutralisieren schädliche Stickstoffoxide in der Luft und beugen organischer Verschmutzung und Ablagerungen wie Algen vor.

Abb. 10.2: Betondachsteine gibt es in den verschiedensten Farben.

Abb. 10.3: Flachdach als Gestaltungselement

Betondachsteine bieten eine große Bandbreite an Farb-, Format- und Formvarianten für individuelle Bedachungslösungen. Sie erlauben eine passgenaue und präzise Verlegung.

**Die Vorteile von Betondachsteinen auf einen Blick:**

- hoher Schallschutz
- nicht brennbar
- Sicherheit durch hohes Auflagegewicht und Widerstandfähigkeit gegen Bruch
- Formen- und Farbvielfalt
- langlebig
- besonders tragfähig
- frostbeständig
- schnell und kostensparend verlegbar

## 10.3 Flachdach

Das Flachdach als massives Dach ist seit Jahrzehnten weit verbreitet. In vielen Fällen wird die tragende Konstruktion des Flachdachs wie eine Geschossdecke ausgeführt, auf die dann eine Dämmung und Dachabdichtung aufgebracht wird. Ähnlich wie bei der weißen Wanne im Untergeschoss (siehe hierzu Kapitel 9.1.3) ist auch bei Dächern eine Ausführung ohne zusätzliche Abdichtung möglich (WU-Dächer). Diese Bauweise ist in der Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ des Deutschen Ausschuss für Stahlbeton geregelt.

WU-Dächer können Nutz- und Verkehrslasten aufnehmen und sind in der Regel wurzelfest.

WU-Dächer ohne Wärmedämmung kommen über unbeheizten Räumen, wie Tiefgaragen, zur Anwendung. Um Temperaturbeanspruchungen der Konstruktion abzupuffern, bietet sich eine Erdüberschüttung an. Diese kann als Basis für ein Gründach oder als Teil einer Hof-/Freiraumgestaltung über der Tiefgarage dienen.

WU-Dächer mit Wärmedämmung kommen im klassischen Hochbau über beheizten Räumen zur Anwendung. Diese werden in der Regel als Umkehrdach mit außenliegender Dämmung ausgeführt. Je nach Nutzung im Inneren und Außen, sind die Anforderungen an die Planung und Ausführung zu bestimmen. Dabei sind, wie im Kellerbereich, bauphysikalische Aspekte zu berücksichtigen, aber auch etwaige Nutz- und Verkehrslasten, zum Beispiel aus eine Dachbegrünung oder einer Begeh- oder Befahrbarkeit.

# 11 Betonfertiggaragen

Als kostengünstige und attraktive Komplettlösung für die oftmals im Zusammenhang mit dem Wohnungsbau entstehenden Parkprobleme hat sich die schlüsselfertige Betonfertiggarage bewährt. Sie schützt wirkungsvoll vor Diebstahl, Beschädigung und Witterungseinflüssen. In manchen Fällen dient sie auch als zusätzlicher Abstellraum oder bietet Platz für die Hobbywerkstatt.

Betonfertiggaragen sind vielseitig und können anspruchsvoll gestaltet werden. Es gibt sie, z. B. als

- Einzel-, Doppel- oder Reihengarage,
- Wohnmobil-, Wohnwagengarage,
- Garage mit einem hinten oder seitlich angebauten Geräteraum,
- Mehrzweckraumgarage als Kellerersatzraum oder Technik-Container,
- Garage mit oder ohne Keller,
- Doppelstockgarage mit versetzter Einfahrt oder hydraulischem Parklift,
- komplexe Garagenanlagen.

Als freistehende Garagen sind Betonfertiggaragen mit Flachdach, Satteldach, Dachbegrünung, eingebauten Fenstern und Türen ausführbar. Sie sind statisch so ausgebildet, dass kein umlaufendes Ringfundament notwendig ist. Es reichen im Standardfall zwei parallel angeordnete bewehrte Streifenfundamente oder entsprechend dimensionierte Punktfundamente.

Wenn die Entscheidung zugunsten einer Betonfertiggarage gefallen ist, sollte der Garagenhersteller frühzeitig in die Planung eingebunden werden.

Abb. 11.2: Spezielle Versetzfahrzeuge bringen die Betonfertiggarage zur Baustelle und stellen diese direkt auf.

Der Garagenkörper besteht aus den Wänden, der Decke und üblicherweise dem Boden. Er wird im Werk als Raumzelle aus Beton in Stahlformen hergestellt. Dies sorgt für eine hohe Qualität, Maßhaltigkeit und Dauerhaftigkeit der Garagen.

Für den Transport und die Montage stehen Spezialfahrzeuge zur Verfügung, die mit einer integrierten Hebevorrichtung die Garage vom Fahrzeug auf das vorbereitete Fundament setzen. Wenn das Transportfahrzeug nicht nahe genug an den Aufstellort heranfahren kann oder die Garagen als Reihenanlagen dicht an dicht gesetzt werden, erfolgt die Montage mit dem Autokran. Ein großer Vorteil von Betonfertiggaragen ist ihre Mobilität. So ist ein späteres Versetzen jederzeit wieder möglich.

Abb. 11.1: Betonfertiggaragen können passend zum Umfeld entworfen und zusätzlich begrünt werden.

# 12 Außenanlagen

Betonbauteile für Außenanlagen stehen in vielfältigster Form für funktional und gestalterisch anspruchsvolle Bauaufgaben im Wohnumfeld zur Verfügung. So zum Beispiel Pflastersteine und Platten für die Terrasse, den Gartenweg oder die Hofeinfahrt, Treppen- und Stufenbauteile, Mauerelemente, Bauteile für Böschungsbefestigungen sowie Einfassungen und vieles mehr. Die Betonbauteile bieten dabei eine große Formenvielfalt mit zahlreichen Gestaltungsmöglichkeiten, zum Beispiel hinsichtlich der Farbgebung und der Oberflächentextur.

Diese Vorzüge sind gepaart mit Maß- und Passgenauigkeit, hoher Belastbarkeit sowie langer Haltbarkeit. Gerade Außenanlagen sind ständig der Witterung ausgesetzt. Betonbauteile trotzen jedoch dem Regen- oder Graupelschauer und dem Frost oder dem Tausalzangriff ebenso wie der intensiven Sonneneinstrahlung. Selbst die hohe Belastung durch Befahrung von Wegen oder Einfahrten mit Kraftfahrzeugen kann ihnen nichts anhaben. Weitere Vorzüge von Betonbauteilen sind die flächendeckende Verfügbarkeit und die im Allgemeinen leichte und wirtschaftliche Verarbeitbarkeit.

Durch die Verarbeitung natürlicher Eisenoxidpigmente oder Edelsplitte bei der Frischbetonherstellung können Betonbauteile mit verschiedensten Farbgebungen realisiert werden. Zahlreiche Möglichkeiten der werksteinmäßigen Oberflächenbearbeitung, wie Stocken, Feststoffstrahlen, Schleifen oder Feinwaschen, lassen praktisch keinen Gestaltungswunsch offen. Spezielle Rezepturen und Fertigungstechniken erlauben zudem derart fließfähige Frischbetone, bei denen sich die optische Anmutung, z. B. von Holz- oder Schieferstrukturen, täuschend echt nachbilden lässt.

Abb. 12.2: Großformatige Betonplatten als Gestaltungselement

Umweltbewusste Bauherren setzen auf einen umweltfreundlichen Baustoff. Wer seine Außenanlage nicht nur funktional und optisch ansprechend, sondern auch ökologisch und nachhaltig gestalten will, findet mit Betonbauteilen die passende Lösung. Da die Produkte flächendeckend in ganz Deutschland hergestellt werden, sind Transport- und Lieferwege in der Regel kurz.

Mineralische Bauabfälle, zu denen nach dem Ende seiner Lebensdauer auch Beton gehört, werden heute nahezu vollständig verwertet und so im Stoffkreislauf gehalten. Rezyklierte Gesteinskörnungen aus Altbeton decken inzwischen 13 % des Bedarfs an Gesteinskörnung in Deutschland und schonen damit natürliche Ressourcen. Entsprechend positiv ist die Ökobilanz von Betonbauteilen und den daraus hergestellten Bauwerken.

Abb.12.1: Vielfältige Einsatzmöglichkeiten von vorgefertigten Betonbauteilen im Außenbereich

# 13 Infrastruktur zur Ver- und Entsorgung

Klimatische Veränderungen und gesetzliche Vorgaben geben dem Schutz unserer Umwelt bei der Urbanisierung oberste Priorität. Beim Bau oder der Renovierung von Wohngebäuden spielt eine moderne Haustechnik mit den entsprechenden Einrichtungen für die Ver- und Entsorgung eine entscheidende Rolle. Das Heizen, Kühlen und die Warmwasseraufbereitung mit Techniken wie Solarthermie, Wärmepumpe oder Biomassebrennstoffen helfen, fossile Ressourcen zu schonen. Durch Fördermittel von Bund, Ländern und Gemeinden sowie günstige Brennstoffkosten verkürzen sich die Amortisationszeiten.

Umweltschonend und kostensparend ist auch die Nutzung von Regenwasser als Brauchwasser. Nicht verwendetes Regenwasser verbleibt auf dem Grundstück und versickert, sofern es die Bodenverhältnisse zulassen, oder wird gedrosselt abgeleitet. In Außenbereichen ohne Anschluss an die Kanalisation werden Kleinkläranlagen mit Betonbehältern zur umweltverträglichen Reinigung von häuslichem Abwasser verwendet.

Betonbauteile sind für folgende Zwecke standardmäßig oder individuell gestaltet lieferbar:

- zur Regenwassersammlung für die Nutzung als Brauchwasser
- zur Regenwasserrückhaltung und -versickerung
- zur Regenwasserbehandlung bei Metalldächern
- als Kleinkläranlagen
- als Pumpstationen
- als Schachtbauwerke
- als Entwässerungsleitungen und -rinnen
- als Holzpellets- oder Löschwasserbehälter
- als Technikzentrale

Abb. 13.2: Schematische Darstellung von Regenwasserzisternen

**Vorteile von Betonbauteilen für die Infrastruktur auf einen Blick:**

- kein Verlust von Frei-, Wohn- oder Nutzflächen durch den Einbau im Erdreich
- durch ihre hohe Belastbarkeit ist die Überfahrbarkeit der Bauteile sichergestellt
- große Speicherkapazitäten sind möglich
- auch für kleine Grundstücke und enge Platzverhältnisse geeignet

Abb. 13.1: Betonbehälter als Löschwasserbehälter

**Dachbegrünung**

**Versickerungsfähiges Pflaster**

**Regenwasser-zisternen**

**Betonrohre**

**Betonschacht**

**Betonmodule für mehr Raum zum Wohnen**

Baugrundstücke für den Wohnungsbau sind in den deutschen Ballungsgebieten knapp und teuer. Zusammen mit den üblichen Abstandsregeln im Baurecht setzt das den bebaubaren Flächen Grenzen. In den Bebauungsplänen werden meist auch maximale Geschosszahlen festgelegt. Umso wichtiger ist es, möglichst viel Raum im entstehenden Wohnbau dem eigentlichen Zweck zur Verfügung zu stellen: dem Wohnen. Das gerät aber meist in Konflikt mit dem Platzbedarf für die erforderliche Haustechnik. Heizung, Warmwasserspeicher, Lüftungsanlagen mit Wärmetauscher, die Technik von Photovoltaikanlagen, Verteilerkästen, Wasser- und Gasanschluss müssen so untergebracht werden, dass die empfindliche Technik keinen Schaden nimmt, aber auch die Umwelt vor Gefahren aus Schadstoffen bewahrt wird, die durch Leckagen in Batteriespeichern und Tanks austreten könnten. In vielen Fällen bietet sich dafür der Keller aus Betonfertigteilen an.

Wo dies – aus welchem Grund auch immer – nicht möglich ist, stehen Betonmodule für die Unterbringung der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) im Wohnungsbau zur Verfügung. Sie bieten die Vorteile der Betonfertigteil-Bauweise wie Fertigung im Werk in hoher Qualität, Reduzierung von Bauzeiten und Baulärm. Durch die Unterbringung in externen Betonmodulen lässt sich nicht nur wertvoller Wohnraum gewinnen, es lassen sich auch die durch die technischen Anlagen Tag und Nacht erzeugten Geräusche auslagern. Spätere Wartungs- und Umbauarbeiten, die oft mit Lärm und Staub verbunden sind, finden außerhalb des bewohnten Bereichs statt. Eigene Revisionsschächte für die Abwasserkanäle erübrigen sich.

Das Betonmodul kann als geschlossene Raumzelle für die Technische Gebäudeausstattung (TGA) voll ausgestattet mit Tiefladern auf die Baustelle geliefert werden. Dort wird es z. B. mit einem Kran in eine vorbereitete Baugrube gesetzt, sodass es nach dem Verfüllen des Arbeitsraums begrünbar, begehbar oder sogar befahrbar ist. Durch die mit dem Grundstück niveaugleiche Decke des Moduls kann jeder beliebige Bereich auf dem Grundstück, auch direkt an der Grundstücksgrenze, genutzt werden. Es ist ebenfalls möglich, auf das Betonmodul einen Carport oder eine Garage zu setzen oder das Modul teilweise oder ganz in die Bodenplatte des sonst nicht unterkellerten Wohnhauses zu integrieren.

Abb. 13.3: Raumzellen aus Betonfertigteilen schützen die Technische Gebäudeausrüstung und die Umwelt.

Abb. 13.4: Je nach System wird die im Betonfertigteilwerk hergestellte Raumzelle für die Technische Gebäudeausrüstung (TGA) in eine Baugrube gesetzt.

Die sensible Technik ist hier auch bei Überflutungsgefahr sicher aufgehoben. Chemischen Angriffen von aggressiven Grundwässern widersteht der Beton ohne Probleme und schützt andererseits das Grundwasser z. B. vor Elektrolyten, die bei Leckagen aus Batteriespeichern der Photovoltaikanlage austreten könnten.

Da ein schon im Werk voll ausgestatteter TGA-Raum unabhängig vom Bauzustand des Wohngebäudes frühzeitig auf der Baustelle aufgebaut und angeschlossen werden kann, bietet sich ein weiterer Vorteil: Die Wasser- und Stromanschlüsse können schon von der Baustellenmannschaft genutzt werden.

Lieferbar sind Standardmodule für Einfamilienhäuser und für Mehrfamilien- bzw. Reihenhäuser.

Das Standardmodul für Einfamilienhäuser bietet Raum für:

- Heizungstechnik
  - konventionelle Heizungsanlagen
  - Wärmepumpentechnik
  - evtl. benötigter Heizungspufferspeicher
- Trinkwasserhausanschluss mit
  - Vorrichtung für die Wasseruhr
  - Druckminderer und Wasserfilter
  - Warmwasserspeicher einschließlich Zirkulationspumpe

Abb. 13.5: Die Raumzellen sind für die Ein-Mann-Wartung zugelassen, eine zweite Person muss nicht anwesend sein.

- Elektrohausanschluss mit
  - Zählerschrank
  - Wechselrichter für die Photovoltaikanlage
  - Batteriespeicher für die Photovoltaikanlage
- Lüftungstechnik bei einer Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung
- Hauseinführungen für die Telekommunikation
- Revisionsmöglichkeiten für die Regen- und Abwasserleitungen

Im Standardmodul für Mehrfamilien- bzw. Reihenhäuser kann zudem noch ein Blockheizkraftwerk mit Spitzenlastkessel, Pufferspeicher, Verteilung, Druckhaltung, Schaltschrank, Abgasleitungen und Zählerschränken untergebracht werden.

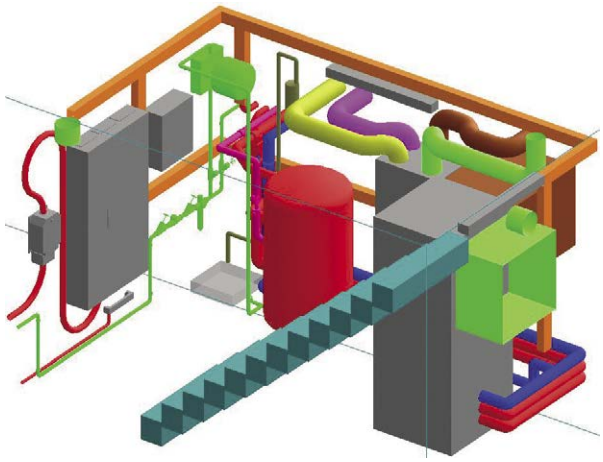


Abb. 13.6: Die Raumzellen in Betonfertigteilbauwese konzentrieren die Technische Gebäudeausrüstung auf einen Raum mit komfortablen Wartungsmöglichkeiten.

Abb. 13.7: Technische Anlagen arbeiten Tag und Nacht – allerdings nicht geräuschlos. Die Raumzelle für die Technische Gebäudeausrüstung ist aber weit genug entfernt vom sensiblen Wohnbereich.

Neben diesen Standardmodulen können projektbezogen auch Module mit mehr als 300 $m^3$ umbautem Technikraum hergestellt werden.

Bei Bedarf kommen auch oberirdisch aufzustellende Module zum Einsatz, die einfach auf ein vorbereitetes Fundament oder ein Splittbett abgesetzt werden. Diese Module bieten zu den Vorteilen eines perfekten Brandschutzes und dem Schutz des Grundwassers gegen Elektrolyte, die bei Leckagen aus dem Batteriespeicher der Photovoltaikanlage austreten könnten, auch eine stets gute Belüftung.

# 14 Bauphysik

## 14.1 Allgemeines

Wohngebäude sollen Menschen und Sachen gegen Einwirkungen von außen schützen. Hierzu gehören natürliche Einwirkungen, wie Wärme, Regen oder Wind und durch den Menschen hervorgerufene, wie Lärm oder Luftverschmutzung. Bauwerke und Bauteile benötigen daher entsprechende bauphysikalische Eigenschaften: einen ausreichenden Wärme-, Schall-, Feuchte- und Brandschutz. Der Baustoff Beton bietet hierfür beste Voraussetzungen.

Allerdings stellt die Verwendung eines Baustoffs mit günstigen bauphysikalischen Kennwerten allein noch nicht sicher, dass sich das damit errichtete Gebäude auch bauphysikalisch bewährt. Erst die baustoffgerechte Konstruktion sowohl des einzelnen Bauteils als auch die Verbindung aller Bauteile untereinander führt dazu. Mit Betonbauteilen lässt sich dies leicht realisieren.

So bieten z. B. Betonsandwichwände (siehe Kapitel 5.2) bei richtiger Dimensionierung gleichzeitig einen den Anforderungen genügenden Wärme-, Feuchte-, Brand- und Schallschutz. Durch Wahl der verschiedenen Schichtdicken lässt sich eine bauphysikalische Optimierung erreichen. Mit Leichtbeton lassen sich die bauphysikalischen Anforderungen gegebenenfalls auch mit monolithischen Wandkonstruktionen erfüllen.

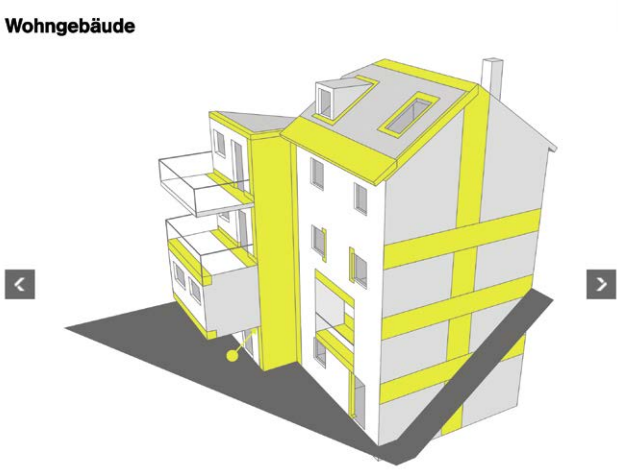



Abb. 14.1: Aus dem Planungsatlas Hochbau – das Modul Wärmeschutz mit interaktiver Steuerung

## 14.2 Bauteilaktivierung

Energieeffizient planen und bauen bedeutet, dass dem Gebäude möglichst wenig Energie aus Heizungs- und Kühlsystemen zugeführt werden muss, um das Wohlbefinden und die Gesundheit der Nutzer sicherzustellen.

Durch eine auf den Standort angepasste Gebäudeausrichtung können die Wärmeeinträge in das Gebäude so ausgelegt werden, dass ein erheblicher Anteil der benötigten Energie bereits durch die Sonnenenergie abgedeckt wird. Über den Tagesverlauf und die Jahreszeiten ändern sich der Sonnenstand und damit der Einfallwinkel der Sonnenstrahlen. Dementsprechend ist auch der solare Wärmeeintrag im Wohngebäude keine Konstante, sondern eine zeitlich sich verändernde Größe.

Für das energieeffiziente Bewirtschaften von Gebäuden stellt sich die Aufgabe, die kostenlos zur Verfügung stehende solare Wärme möglichst vollständig nutzen zu können. Das bedeutet einerseits, die einmal im Gebäude befindliche Energie dort zu belassen, was eine entsprechende Wärmedämmung der Gebäudehülle erfordert. Andererseits ist das Wärmeenergieangebot so dem Nutzer zur Verfügung zu stellen, dass das Gebäude bei solarem Überangebot nicht überhitzt und bei Ausbleiben der solaren Einträge nicht zu stark auskühlt. Hierzu bedarf es einer guten Wärmespeicherfähigkeit des Gebäudes. Um dies zu erreichen, ist die Auswahl der Baustoffe von entscheidender Bedeutung. Schwere Bauteile aus massiven Baustoffen können deutlich mehr Wärme speichern als leichte Baustoffe.

Die hohe Wärmespeicherfähigkeit von Betonbauteilen trägt maßgeblich zu einem behaglichen Raumklima bei. Wir kennen dieses Phänomen von Kachelöfen. Die Wärme wird in den Bauteilen gespeichert und noch über lange Zeit an die Raumluft abgegeben. Dieser Effekt wird auch im Sommer bei Betonbauteilen genutzt: Bei intensiver Sonneneinstrahlung wird die Wärmeenergie, die bei leichten Bauweisen schnell zur Überhitzung der Räume führen kann und ungenutzt abgeführt werden muss, in den Bauteilen gespeichert und damit die Raumlufttemperatur auf angenehme Werte begrenzt. In den kühlen Nachtstunden wird diese Wärmeenergie von den Bauteilen wieder an die kühle Raumluft abgegeben. Somit wird über den gesamten Tagesverlauf ein gleichmäßig angenehmes Wohnklima erreicht. Dies geschieht selbstregulierend ohne aufwändige zusätzliche Regeltechnik.

Diese Bauteileigenschaften können noch weiter zur Gebäudetemperierung genutzt werden. Dafür werden in die massiven Betonbauteile zusätzliche Heiz- und Kühlsysteme integriert, vergleichbar mit einer Fußbodenheizung. Im Gegensatz zur klassischen Fußbodenheizung liegen die Leitungssysteme jedoch direkt in der Betondecke. Der Abstand der Leitungen untereinander beträgt etwa 10 cm bis 15 cm. Über die Leitungssysteme wird die tagsüber nicht benötigte Wärmemenge abgeführt und einem Zwischenspeicher zugeführt. Der Raum wird gekühlt. Im Heizfall wird die gespeicherte Wärme-

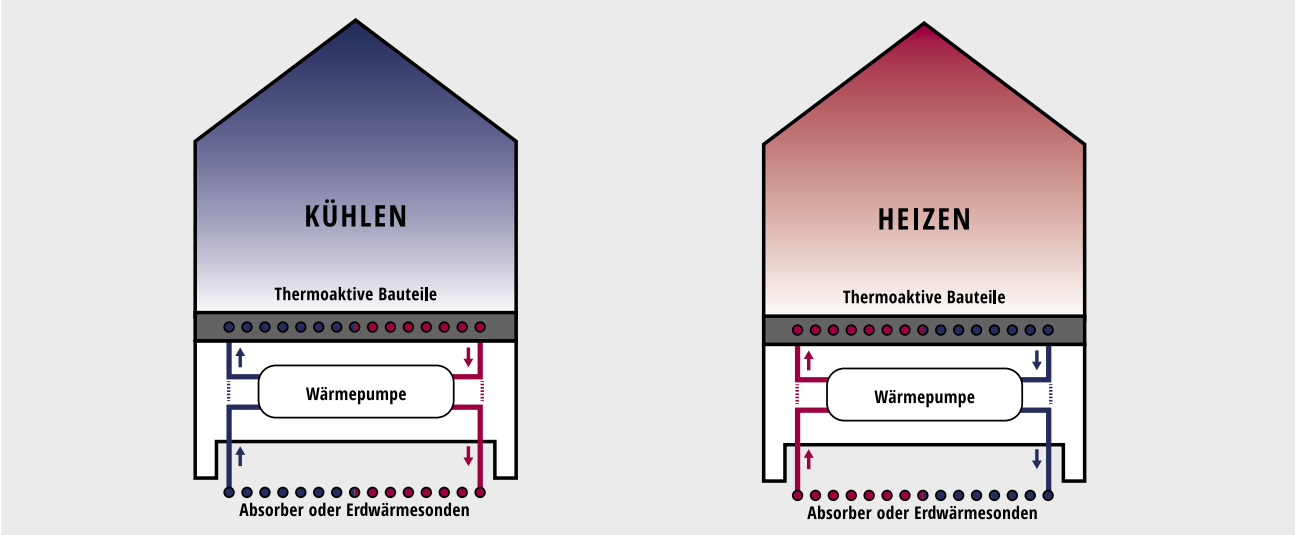



Abb. 14.2: Nutzung von thermoaktiven Bauteilsystemen

menge über dieselben Leitungen in die Betonbauteile eingetragen und über diese an die abgekühlte Raumluft weitergegeben. Bei thermisch aktivierten Außenbauteilen ist eine gute Wärmedämmung erforderlich. Nur dann verbleibt die gespeicherte Energie im Bauteil und wird nicht ungenutzt an die Außenluft abgegeben.

Die auf der Deckenunterseite eingebauten Rohre sorgen für eine gleichmäßige und angenehme Wärmeabstrahlung von der Decke in den Raum. Da die Betondecke die Wärme über ihre gesamte Fläche aufnimmt oder abgibt, können die Systemtemperaturdifferenzen niedrig bleiben.

Tafel 14.1: Anhaltswerte für die Auslegung der Betonkernaktivierung

| | Kühlen | Heizen |
|---|---|---|
| Raumtemperatur | ca. 26 °C | ca. 20 °C |
| Wassereintrittstemperatur | ca. 18 °C | ca. 26 °C |
| Wasseraustrittstemperatur | ca. 22 °C | ca. 23 °C |
| Leistung | ca. 40 W/m² | ca. 20 W/m² |

Abb. 14.3: Vorkonfektionierte Rohrregister für die Betonkernaktivierung zum Einbau in einem Fertigteilwerk

Das System ist daher besonders für Heizungsanlagen mit niedriger Vorlauftemperatur, z. B. mit Wärmepumpen, geeignet. Die Reaktionszeit der Anlage ist geringer als bei Fußbodenheizungen.

Wenn die thermisch aktivierten Bauteile zur Abdeckung der Grundlast herangezogen werden, kann in Räumen mit geringen internen Wärmelasten auf eine Klimaanlage verzichtet werden.

Werden die aktivierten Bauteile auch planmäßig zur Kühlung der Räume eingesetzt, ist eine mögliche Kondensatbildung auf der kühlen Bauteiloberfläche zu berücksichtigen und durch projektbezogene Planung auszuschließen.

Hierbei wird in aller Regel eine kontrollierte Raumlüftung erforderlich.

**Die Vorzüge thermisch aktivierter Deckenkonstruktionen auf einen Blick:**

- die Gebäudemasse wird als thermischer Speicher genutzt
- erneuerbare Energien sind nutzbar
- kein Verlust bei der Geschosshöhe
- geringe Investitionskosten
- ein System zum Heizen und Kühlen
- geringe Temperaturdifferenz zwischen Betonoberfläche und Innenluft
- geringer Temperaturgradient im Raum und in der Konstruktion
- Heizen und Kühlen erfolgt über Strahlung (Kachelofeneffekt)
- geringere Luftbewegung gegenüber klimatisierten Räumen

Bei Fertigteildecken können die Rohrleitungen bereits im Werk eingebaut und ihre Funktionsfähigkeit überprüft werden. Der Heizungsbauer muss vor Ort nur noch die Rohre an den Verteiler anschließen. Die einzelnen Deckenelemente bilden in sich geschlossene Kreisläufe, die über separate Ansteuerung die individuelle Temperierung von Einzelräumen ermöglichen.

## 14.3 Wärmebrücken minimieren

Wärmebrücken sind hinsichtlich der Wärmedämmwirkung Schwachstellen in der Konstruktion, über die es zu erhöhten Wärmeverlusten kommt. Mögliche Wärmebrücken müssen im energetischen Nachweisverfahren berücksichtigt werden. Dies kann auf verschiedene Arten erfolgen:

- mit einem pauschalen Wärmebrückenzuschlag
- mit einer Berechnung nach DIN 4108 Beiblatt 2 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele
- mit einem genauen Nachweis der Wärmebrücken

Als pauschaler Zuschlag wird der Wärmebrückenkoeffizient $\Delta U_{WB}$ = 0,10 W/(m²·K) auf die gesamte Wärme übertragende Umfassungsfläche angesetzt. Das heißt, wenn eine Wand einen U-Wert von 0,25 W/(m²·K) aufweist, ist für den Wärmeschutz-Nachweis der U-Wert von 0,25 um 0,10 auf 0,35 W/(m²·K) zu erhöhen.

Bei dem genauen Nachweis der Wärmebrücken wird ein längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient als y-Wert ermittelt. Im Planungsatlas Hochbau (www.planungsatlas-hochbau.de) hat die deutsche Zement- und Betonindustrie die Wärmebrückeneffekte für ca. 1.100 Konstruktionsdetails des Wohnungsbaus mit ca. 25 Millionen Variationen berechnet – darunter auch für Betonsandwichfassaden, vorgehängte Betonfassaden und Leichtbetonmauerwerk.

Dem Fachplaner werden kostenlos bauphysikalisch optimierte Konstruktionsdetails, Ausschreibungstexte und thermische Kennwerte (Ψ-Wert, U-Wert) zur Verfügung gestellt. So kann der Wärmebrückenzuschlag einer Konstruktion individuell berechnet und minimiert werden.

Mit diesen Werten können beim Einsatz von Betonfertigteilen die Dämmschichtdicken erheblich reduziert und bei gleichen Außenabmessungen wertvoller Wohnraum gewonnen und Geld gespart werden.

## 14.4 Schallschutz

### 14.4.1 Allgemeines

Nicht nur der Schutz vor Außenlärm, sondern auch der Schutz vor Geräuschbelästigungen innerhalb eines Gebäudes oder sogar einzelner Wohnbereiche, stellt eine fundamentale Forderung an zeitgemäße Wohngebäude dar. Dauerhafte Lärmbelästigungen in Gebäuden können zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen der Nutzer und Bewohner führen. Hier sorgen schwere Betonbauteile aufgrund ihres hohen Flächengewichts für die Sicherstellung des erforderlichen erhöhten Schallschutzes.

Beim Schallschutz im Hochbau wird zwischen Luftschall und Trittschall unterschieden. Unter Luftschall versteht man alle Geräusche (Sprechen, Musik), die durch die Luft übertragen werden. Trittschall zählt zum Körperschall. Er entsteht zum Beispiel durch das Gehen auf einer Decke und strahlt nicht nur in den darunterliegenden Raum ab, sondern wird durch die Decke und die angrenzenden (flankierenden) Bauteile weitergeleitet und damit auch in benachbarten Räumen als Luftschall hörbar. Die beiden Anregungsarten für den Schall in Gebäuden sind in Bild 14.4 schematisch dargestellt.

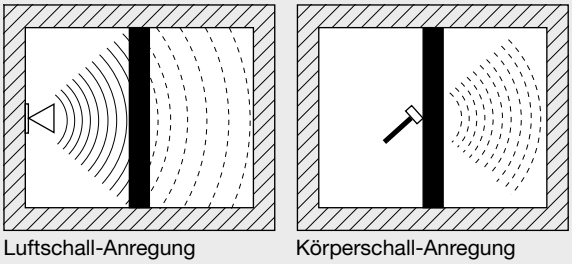



Abb. 14.4: Luft- und Körperschallanregung

### 14.4.2 Luftschalldämmung

Entscheidend für die Luftschalldämmung von Bauteilen sind:

- trennende Bauteile (Material, Dicke, Flächenmasse, Zahl der Schalen, Schalenabstand, Hohlraumfüllung)
- flankierende Bauteile (Seitenwände, Decken, Unterdecken, Estriche, Beläge)
- Anschlüsse (Wand/Decke, Wand/Wand, Dichtigkeit, Verzweigungsdämmung)
- Fugen (Form, Breite, Länge, Füllung, Elastizität, Dichtigkeit)
- Öffnungen (Fenster, Türen, Kanäle, Schächte)

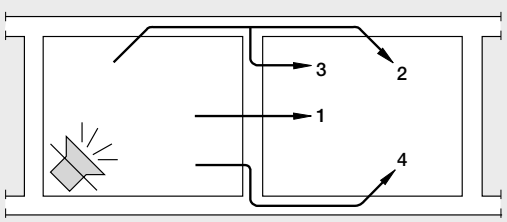
Für Anforderungen und Nachweise werden in DIN 4109 bewertete Schalldämmmaße für trennende Bauteile einschließlich der Schallübertragung der flankierenden Bauteile und gegebenenfalls über sonstige Nebenwege verwendet. Die verschiedenen Wege der Flankenübertragung sind in Bild 14.5 dargestellt. Sie ist der Teil der Nebenwegübertragung, der ausschließlich über die Bauteile erfolgt.

Das Modul Schallschutz des Planungsatlas Hochbau der deutschen Beton- und Zementindustrie bietet Hilfestellung zur Berechnung von bewerteten Schalldämm-Maßen für unterschiedliche Bauteilaufbauten und bei der Führung des Schallschutznachweises.

www.planungsatlas-hochbau.de

#### Einschalige, biegesteife Bauteile

Einschalig sind Bauteile im akustischen Sinn, wenn sie über die ganze Dicke gleichphasig schwingen. Dazu gehören Bauteile, die aus einem einheitlichen Baustoff bestehen, z. B. Beton, Leichtbeton und Porenbeton, aber auch Bauteile aus mehreren Schichten wie Mauerwerk mit Putz.




Neben der Übertragung durch die Trennwand Weg 1 wird der Luftschall längs der Wege 2, 3 und 4 übertragen.

Abb. 14.5: Wege der Luftschallübertragung

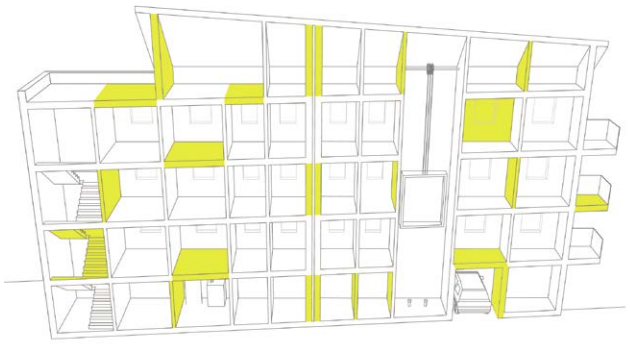


Abb. 14.6: Schallschutzrechner im Planungsatlas Hochbau mit Steuerung über das „Schallschutzhaus“

Die Luftschalldämmung einschaliger Bauteile hängt von ihrer flächenbezogenen Masse (Flächengewicht) und der Ausbildung der flankierenden Bauteile ab.

Das Flächengewicht eines Bauteils steigt mit dessen Dicke und der Rohdichte. Die Verhältnisse liegen also anders als beim Wärmeschutz, wo niedrige Rohdichten günstige Werte bedingen.

Die Flankenübertragung verringert die Schalldämmung des trennenden Bauteils. Je leichter die flankierenden Bauteile sind, desto ausgeprägter und damit ungünstiger wirkt die Flankenübertragung. Wenn das Flächengewicht der angrenzenden Bauteile ≥ 300 kg/m$^2$ ist, ist die Flankenübertragung gering. Leichte Konstruktionen sind im Allgemeinen schalltechnisch ungünstiger. Bauteile aus Beton bieten die Voraussetzungen für schalltechnisch gute Werte.

#### Mehrschalige Bauteile

Haustrennwände bei Doppel- und Reihenhäusern sind Bauteile, deren mangelnde Schalldämmung oft zu Belästigungen und zu Nachbarschaftsstreit führt. Diese Wände sollten immer zweischalig mit durchgehendem Luftspalt oder weich federnder Dämmschicht ausgeführt werden.

Eine weitere Möglichkeit auch zur nachträglichen Verbesserung der Schalldämmung von Innenwänden besteht in der Kombination der massiven Wandschale mit einer auf der lauten Seite der trennenden Wand aufgebrachten Vorsatzschale. Dabei dürfen die beiden Schalen keine oder eine nur „federnde“ Verbindung besitzen.

Die Luftschalldämmung von Decken als trennendes Bauteil ist ebenfalls abhängig von ihrem Flächengewicht.

### 14.4.3 Trittschalldämmung

Die Trittschalldämmung einer fertigen Decke wird aus der Summe der Trittschalldämmung der Betonfertigteildecke und dem Trittschallverbesserungsmaß der Deckenauflage ermittelt.

Schwimmende Estriche verbessern die Luft- und die Trittschalldämmung einer Betonfertigteildecke, weich federnde Bodenbeläge dagegen lediglich die Trittschalldämmung.

Die Trittschalldämmung von Treppen bezogen auf einen unmittelbar angrenzenden Raum ist abhängig von der Ausführung und Lagerung der Treppenläufe und -podeste, der Ausbildung der Treppenraumwand und der Verbindung zwischen Treppe und Wand.

Eine besonders günstige Trittschalldämmung von Treppen lässt sich erreichen, wenn die Treppenläufe von der Treppenraumwand abgesetzt und die Treppenläufe elastisch auf den Podesten gelagert werden. Mit Betonfertigteilen lässt sich dies besonders gut umsetzen.

## 14.5 Brandschutz

### 14.5.1 Allgemeines

Das umfassende Themenfeld des Brandschutzes wird üblicherweise in verschiedene Fachgebiete unterteilt (Bild 14.7). Bei der Verwendung von Betonbauteilen kann insbesondere der Bereich des baulichen Brandschutzes positiv beeinflusst werden, denn:

- Beton ist nicht brennbar und erzeugt im Brandfall keine giftigen Gase,
- Betonbauteile haben eine hohe Feuerwiderstandsdauer und können dadurch die Standsicherheit des Tragwerks während eines Brandes aufrechterhalten,
- mit Betonbauteilen ist eine Trennung von Brandabschnitten in einem Gebäude oder zwischen benachbarten Gebäuden gut möglich. Heiße Gase oder Flammen können nicht auf die dem Feuer abgekehrte Seite vordringen, sodass diese geschützt bleibt.
- Flächige Betonbauteile dienen als „Hitzeschild“. Sie begrenzen den Temperaturanstieg auf der den Flammen abgekehrten Seite.

In der Musterbauordnung (MBO) bzw. den 16 Landesbauordnungen sind bauordnungsrechtliche Anforderungen an den Brandschutz von Wohngebäuden (normale Art und Nutzung) festgelegt.

So ist beispielsweise in § 27 der MBO geregelt, dass tragende und aussteifende Wände und Stützen folgende Anforderungen erfüllen:

- in Gebäuden der Gebäudeklasse 5 feuerbeständig (R90 / F90),
- in Gebäuden der Gebäudeklasse 4 hochfeuerhemmend (R60 / F60),
- in Gebäuden der Gebäudeklassen 2 und 3 feuerhemmend (R30 / F30).

Eine Übersicht über die Gebäudeklassen zeigt Bild 14.8.

Bereits mit der üblichen statischen Bemessung von Betonbauteilen für Normaltemperatur werden häufig Feuerwiderstandsklassen ≥ R90 / F90 erreicht, sodass sich in der Regel aus der Brandschutzbemessung keine zusätzlichen Maßnahmen bezüglich des Brandschutzes im Wohnungsbau ergeben.

Schutzziele im Brandfall, die mit Betonbauteilen direkt erfüllt werden:

- Personenschutz: Sicherung von Leben und Gesundheit der Bewohner sowie der Einsatzkräfte der Feuerwehr
- Sachschutz: Erhalt des Bauwerks bzw. Schutz von Sach- und Wertgegenständen in Wohngebäuden
- Umweltschutz: Minimierung von Umweltschäden durch Rauch, toxische Gase oder kontaminiertes Löschwasser

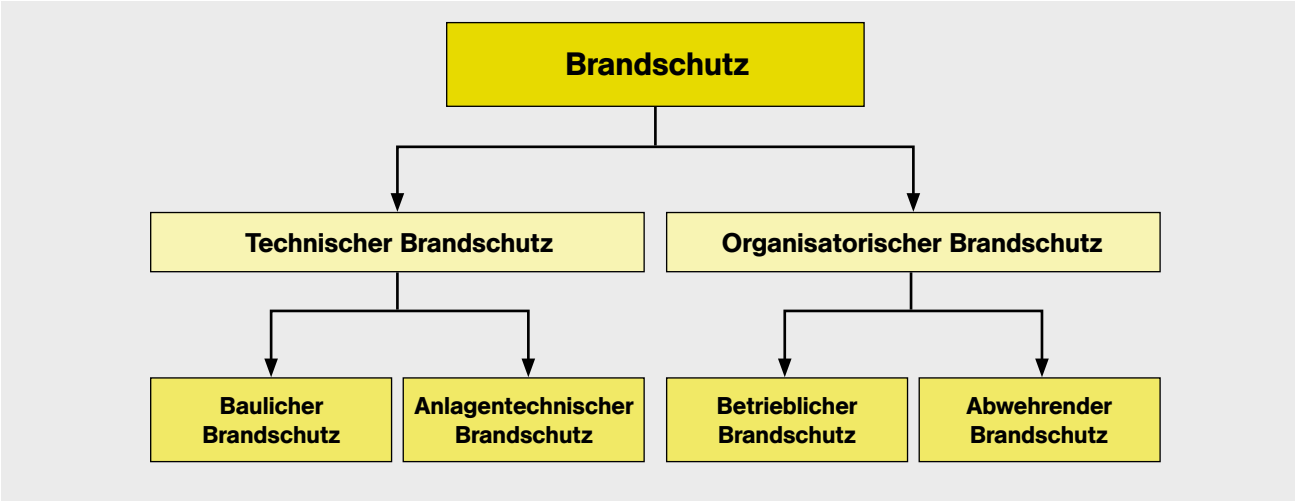
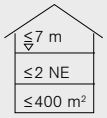
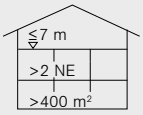
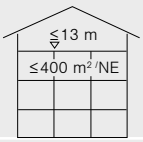
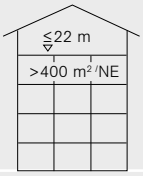



Abb. 14.7: Fachgebiete des Brandschutzes

| | |
|---|---|
| **Gebäudeklasse 1** |  |
| a) freistehende Gebäude mit einer Höhe*) bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m² und<br>b) freistehende land- oder forstwirtschaftlich genutzte Gebäude | |
| **Gebäudeklasse 2** | |
| Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m² | |
| **Gebäudeklasse 3** |  |
| sonstige Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m | |
| **Gebäudeklasse 4** |  |
| Gebäude mit einer Höhe bis zu 13 m und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m² | |
| **Gebäudeklasse 5** |  |
| sonstige Gebäude einschließlich unterirdischer Gebäude | |

*) Höhe der Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses, in dem ein Aufenthaltsraum möglich ist.

Abb. 14.8: Gebäudeklassen nach Musterbauordnung (MBO)

### 14.5.2 Brandschutzbemessung

Beton, Stahlbeton und Spannbeton werden als „nichtbrennbar“ (Baustoffklasse A1) eingestuft. Die Brandschutzbemessung von Betonfertigteilen erfolgt weitgehend normativ über folgende Nachweisverfahren (Bild 14.9):

- tabellarische Daten für Einzelbauteile
- vereinfachte Rechenverfahren
- allgemeine Rechenverfahren

Für übliche Betonbauteile im Wohnungsbau ist die Anwendung von tabellarischen Daten in der Regel ausreichend.

Mindestquerschnittsabmessungen von Betonfertigteilen für verschiedene Feuerwiderstandsklassen mit einer Vielzahl an konstruktiven Details sind im Merkblatt Nr. 7 der Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e. V. über Brandschutzanforderungen von Betonfertigteilen (www.fdb-fertigteilbau.de/Planungshilfen) enthalten.

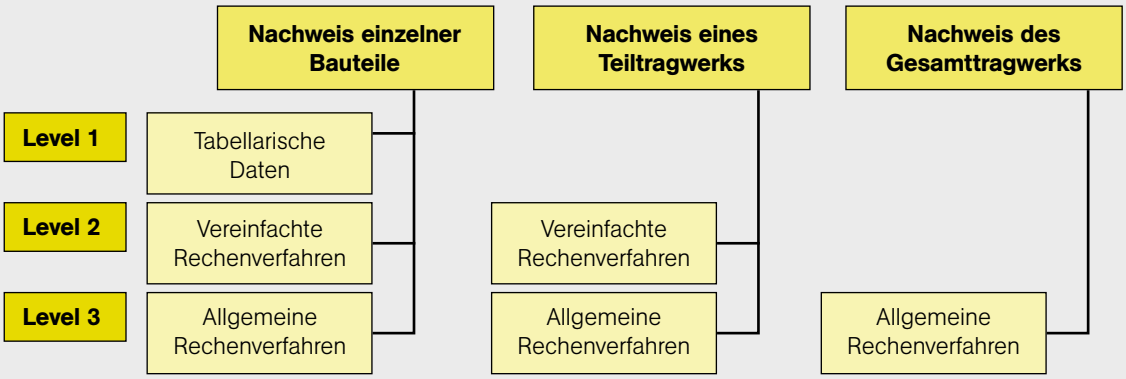



Abb. 14.9: Möglichkeiten der Heißbemessung nach Eurocode

# 15 Entwurf und Planung

## 15.1 Allgemeines

Mit Betonfertigteilen lassen sich häufig unvereinbar erscheinende Maßgaben gleichzeitig verwirklichen:

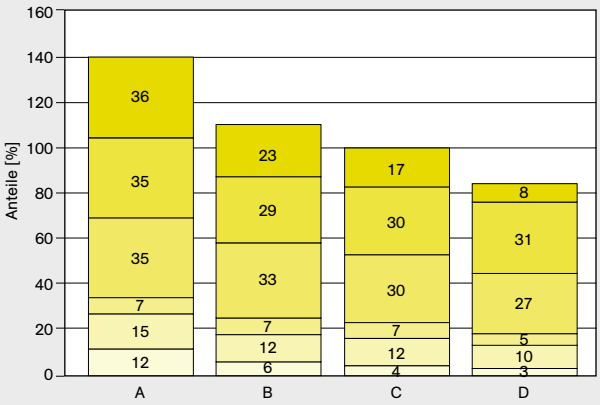
- Termine und Kosten,
- Ansprüche an die Qualität von Planung und Ausführung,
- Abstimmung der architektonischen, statisch konstruktiven, gebäudetechnischen und bauphysikalischen Anforderungen.

Folgende Hinweise sollen bei der Erstellung eines Fertigteilentwurfs helfen und das Verständnis für fertigteilgerechte Konstruktionen verbessern.

Gestiegene Ansprüche von Bauherrn und Forderungen nach wirtschaftlichen Bauvorhaben haben zu einer zunehmenden Rationalisierung durch den Einsatz vorgefertigter Bauteile geführt, bei der neben einer Bauzeitverkürzung Einsparungen von Schalungs- und Gerüstkosten im Vordergrund stehen.

Je mehr der folgenden Entwurfsgrundsätze beachtet werden, umso eher können Termine eingehalten und Kosten gesenkt werden und umso schneller und somit wirtschaftlicher können Projekte realisiert werden:

- Verwendung von typisierten Querschnitten und Verbindungen
- möglichst viele gleiche oder ähnliche Elemente
- Optimierung der Transportabmessungen und Montagegewichte
- gleichmäßiges Planungsraster




A: viele verschiedene Positionen, kleine Stückzahlen, knappe Termine
B: wenige Positionen, angemessene Stückzahlen, normale Termine
C: wenige Positionen, gute Schalungsauslastung, normale Termine
D: großer Auftrag mit großen Serien, optimale Schalungsauslastung, normale Termine

Abb. 15.1: Kostenstruktur eines Fertigteil-Geschossbaus in Abhängigkeit von Stückzahl und Terminvorgabe

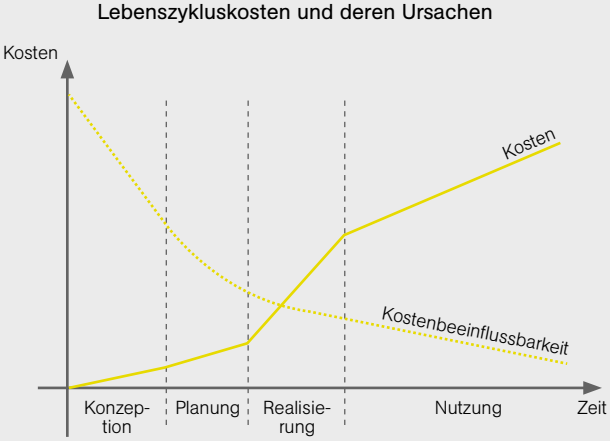



Abb. 15.2: In der Konzeptions- und Planungsphase lassen sich die Kosten positiv beeinflussen.

## 15.2 Zusammenarbeit im Projektteam

Ein fertigteilgerechter Entwurf muss die Besonderheiten der Bauweise von Anfang an berücksichtigen. Effiziente und flexible Abstimmungsprozesse im Projektteam und die frühe Einbeziehung der verschiedenen Fachplaner sind hierfür unerlässlich.

Aufgrund der verstärkten Forderung nach einer verkürzten Planungsdauer ist darüber hinaus eine zeitgleiche Bearbeitung der einzelnen Planungsaufgaben erforderlich. Das Entwerfen mit Betonfertigteilen erfordert daher zunächst die frühzeitige Zusammenarbeit von Architekt und Tragwerksplaner. Das schließt die Überlegung ein, ob ein Bauvorhaben je nach architektonischen und statisch-konstruktiven Erfordernissen komplett oder nur in Teilen aus Fertigteilen hergestellt werden kann und welche Vorteile dieser Bauweise genutzt werden bzw. welche Unverträglichkeiten sich eventuell ergeben können.

Aspekte der Bauphysik und der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) müssen insbesondere dann zu einem möglichst frühen Zeitpunkt einbezogen werden, wenn sie einen maßgeblichen Einfluss auf Anordnung und Ausbildung der Tragstruktur haben. Fragen nach Installationsführungen und erforderlichen Öffnungen müssen daher früh beantwortet werden, um mit der Produktion der Teile beginnen zu können.

Darüber hinaus sollten rechtzeitig die Fachingenieure der Fertigteilindustrie hinzugezogen werden. Diese sind mit dem aktuellen Stand einer wirtschaftlichen Fertigungstechnik vertraut und können die Realisierbarkeit der Entwürfe am ehesten einschätzen.

Beim Entwerfen einer Fertigteilkonstruktion sind Kenntnisse über Folgendes erforderlich:

- Tragsysteme
- Details und Knotenpunkte
- brandschutz-, schallschutz- und wärmeschutztechnische Anforderungen und Bedürfnisse
- Installationsführungen und -öffnungen
- Herstellungsprozesse
- Transport- und Zufahrtswege
- Krankapazitäten
- Montageart und Montagefolge

## 15.3 Serienfertigung

Der Begriff ‚Serie' kann im Betonfertigteilbau heutzutage mit dem Prinzip ‚Klasse statt Masse' umrissen werden und spiegelt somit die gesteigerten Anforderungen an individuell gestaltete Bauwerke wider. Moderne Herstellungstechniken in Verbindung mit CAD/CAM-Unterstützung, gegebenenfalls auch verknüpft mit BIM-Prozessen, erlauben eine hohe Flexibilität und Variabilität bei kurzen Herstellungsprozessen.

Die Form der Fertigteile und damit der Aufwand für deren Entwicklung, Schalungsherstellung und Produktion haben erhebliche Auswirkungen auf die ‚optimale' Seriengröße. Gleichzeitig hat die Serienbildung einen großen Einfluss auf die technische Bearbeitung und die Schalungskosten. Günstige Bedingungen liegen bei einem ungestörten Produktionsfluss vor. Auch elliptische oder runde Gebäudegrundrisse können mit ‚rechteckigen' Betonfertigteilen kosteneffizient realisiert werden.

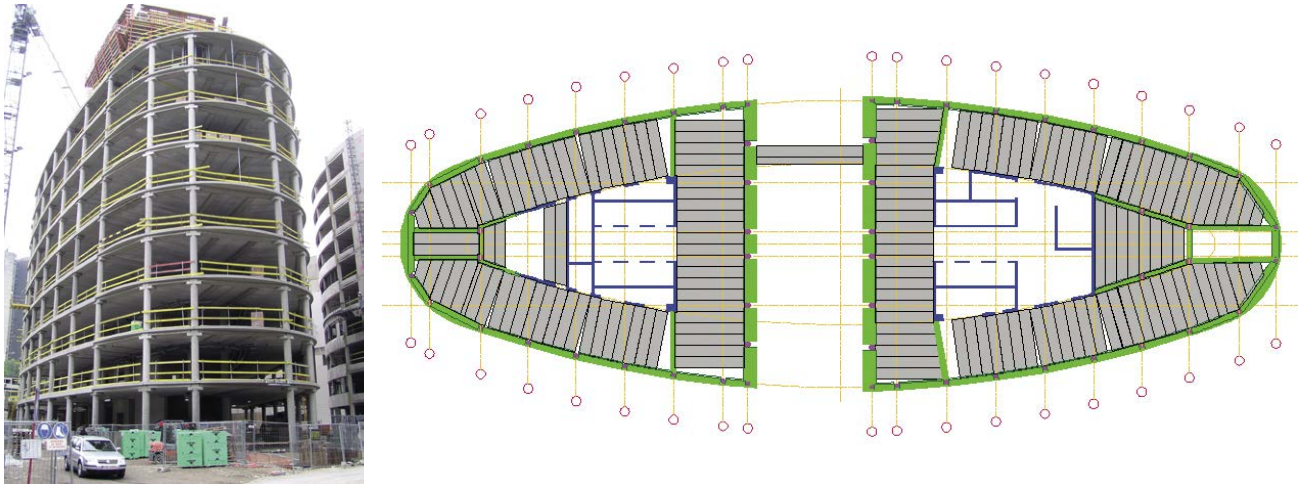


Abb. 15.3: Aus rechteckigen Deckenplatten lassen sich auch unregelmäßige Grundrisse realisieren.

## 15.4 Konstruktionsprinzip

Bei Tragwerken aus Fertigteilen kommen häufig einfache, statisch bestimmte Systeme, wie gelenkige Auflagerungen von Deckenplatten auf Wänden zum Einsatz. Die Tragfähigkeit der Struktur ist aufgrund der statischen Bestimmtheit relativ genau definiert und der Rechenaufwand für die statischen Nachweise im Bau- und Endzustand hält sich in Grenzen. Hinzu kommt, dass die einzelnen Konstruktionselemente getrennt bemessen werden können und somit eine schrittweise Betrachtung und Optimierung (Decke – Wand – Stütze – Fundament) erfolgen kann.

## 15.5 Elementierung

Herstellung, Transport und Montage sowie die Elementierung eines Bauwerks beeinflussen sich gegenseitig und sollten deshalb schon bei der Entwurfsplanung berücksichtigt werden.

Elementierung bedeutet die Unterteilung eines Gebäudes bzw. eines Gebäudeabschnitts in herstellbare, transportable und montierbare Einheiten. Wichtige Faktoren sind hierbei die maximalen Transportabmessungen, das Transportgewicht und die Transportwege sowie die möglichen Montagegewichte und Hebezeuge.

Projektbezogene Daten der Bauteile, oftmals auch im Zuge von BIM- oder 3D-Konstruktionen erstellt, werden weitgehend digital in den Produktionsprozess übernommen.

Je kleiner die Elemente bzw. je größer die Stückzahlen, desto größer ist der Arbeitsaufwand für Transport und Montage, für Befestigungen und Verbindungen der einzelnen Elemente untereinander sowie für die Herstellung der Fugen. Daher sollte eine maximale Größe der Elemente angestrebt werden, um den oben beschriebenen Aufwand zu minimieren und unnötige Kosten zu vermeiden.

Allerdings sind auch die örtlichen Gegebenheiten und die Montageweise von großer Bedeutung. Beim Bauen auf der grünen Wiese sind selten Zwangspunkte zu berücksichtigen, die einen störenden Einfluss auf den Bauablauf haben könnten. Beim Bauen in dicht bebauten innerstädtischen Gebieten kann allerdings aufgrund beengter Bausituationen der ausschließliche Einsatz eines Hochbaukrans unumgänglich sein, sodass die Konstruktion eher kleinteilig gestaltet werden muss.

Der übliche Transport auf der Straße bestimmt wegen der begrenzten Fahrzeugbreite und -höhe und der lichten Durchfahrtshöhen unter den Brücken die maximalen Elementabmessungen. Die Standardteile im Wohnungsbau sind etwa 2,70 m hoch. Elemente bis zu einer Höhe von ca. 3,50 m können in Schräglage auf einem so genannten Tieflader transportiert werden.

# 16 Objektsteckbriefe

## 16.1 Mehrfamilienhaus „Volksfestwiese“

Objektart: Mehrfamilienhaus mit acht Wohneinheiten
Standort: Gars am Inn
Planung: Architekturbüro Schmuck, München
Bauherr: Otto Schwarzenbeck, Gars am Inn
Hersteller: Martin Schwarzenbeck & Co. Bauunternehmung und Betonwerk GmbH & Co. KG, Gars am Inn
Baujahr: 2020

**Hinweise zur Konstruktion**

- Fassaden aus Architekturbeton
- Thermowand
- Betonfertigteiltreppen, Betonfertigteilbalkone
- Fertigkeller aus Doppelwänden

Im Baugebiet „Volksfestwiese“ in Gars am Inn sind gleich mehrere Wohnhäuser in Betonfertigteilbauweise entstanden. Neben einem Ein- und Drei-Familienhaus wurde ein Mehrfamilienhaus mit acht Wohneinheiten errichtet. Es umfasst vier 2-Zimmerwohnungen mit rund 65 $m^2$, drei 3-Zimmerwohnungen mit rund 82 $m^2$ sowie ein 50 $m^2$ großes Appartement. Die Wohnungen im Erdgeschoss sind allesamt barrierefrei.

Das zweistöckige Gebäude besticht durch seine moderne und ansprechende Optik. Die Fassade besteht aus Architekturbeton-Fertigteilen, die im unteren Bereich eine vertikale Rillenstruktur aufweisen. Die Außenwände aus Thermowänden sorgen für ein optimales Raumklima im Sommer. Besten Schall- und Brandschutz bieten die Wohnungstrenn- und tragenden Wände aus Doppelwandelementen. Lediglich die innenliegenden Zwischenwände wurden zur flexiblen Grundrissgestaltung in Trockenbauweise hergestellt. Sämtliche Treppenhäuser wurden zudem mit Betonfertigteiltreppen ausgestattet.

Abb. 16.1: Mehrfamilienaus mit einer Architektur-Fertigteilfassade aus Beton

Abb. 16.2: Detailansicht der Fassade mit Rillenstruktur

Beim Bau des Kellers kamen ebenfalls Doppelwände zum Einsatz. Durch die liegende Produktion auf den Stahltischen sind die Oberflächen schalungsglatt und damit malerfertig, was weitere Zeit- und Kostenersparnisse mit sich bringt.

Auch im Außenbereich fanden Betonelemente ihre Anwendung, beispielsweise als Balkone, Pflastersteine oder Terrassenplatten sowie beim Bau des außenliegenden Treppenhauses.

Bei der Planung wurde selbstverständlich das Thema nachhaltiges und effizientes Bewirtschaften des Gebäudes berücksichtigt. Daher hat man sich für eine Holzheizung entschieden. Der Hackschnitzelbunker wurde in Doppelwandbauweise errichtet, die Revisionsöffnung als Lichtschacht aus Betonvollwänden erstellt.

Durch den konsequenten Einsatz von Betonfertigteilen konnte somit in relativ kurzer Bauzeit attraktiver und bezahlbarer Wohnraum mit bestem Schall- und Wärmeschutz geschaffen werden.

## 16.2 Mehrgenerationenprojekt Sonnenhaus

Objektart: Mehrgenerationenhaus mit 56 Wohneinheiten
Standort: Wuppertal
Planer: Monika Mika, andramis GmbH
Bauherr: privater Investor
Hersteller: Solidbox GmbH, Heek
Baujahr: 2020

**Hinweise zur Konstruktion**

- Modulbauweise mit Betonelementen
- vorgehängte Fassade aus Sichtbeton
- Flachdach mit Photovoltaik-Anlage
- Kellerräume und Tiefgarage aus Fertigteilen
- Energiestandard: KfW 40+

Das viergeschossige Mehrgenerationenprojekt Sonnenhaus in Wuppertal besteht aus 34 Apartmentwohnungen und zwei Pflegewohngemeinschaften für Senioren mit jeweils elf Wohneinheiten. Es wurde aus insgesamt 140 Raummodulen aus Beton errichtet. Sie wurden nahezu vollständig im Werk vorgefertigt und die Haustechnik bereits integriert, sodass die Arbeiten auf der Baustelle in wenigen Tagen abgeschlossen werden konnten. Die Bauzeit vom Aushub des Kellers bis zum Bezug betrug acht Monate. Die produzierten Module bestehen aus 120 Varianten und gewährleisten maximale Flexibilität bei Größe und Grundrissen. Praktisch ist also kein Modul wie das andere. Möglich war dies durch die konsequente Digitalisierung des Planungs- und Fertigungsprozesses mit BIM (Building Information Modeling).

Die kurze Bauzeit sowie die sehr hohe Termin- und Kostensicherheit sind das große Plus der Modulbauweise. Das Konzept von solidbox überzeugte auch die Fachjury des europaweiten Wettbewerbs des GdW Bundesverbandes der deutschen Wohnungs- und Immobilienunternehmen zum seriellen und modularen Bauen. Ziel des Wettbewerbs war die Beschleunigung des Baus preiswerter Wohnungen in hoher Qualität.

Abb. 16.4: Offen gestaltetes Treppenhaus

Abb. 16.3: Das modular konzipierte Mehrgenerationenhaus hat eine farbige Fassade aus Sichtbeton.

## 16.3 Einfamilienhaus mit thermoaktivierten Bauteilen

Objektart: Einfamilienhaus
Standort: München
Planer: Neutard Schneider Architekten, München
Bauherr: privater Bauherr
Hersteller: CONCRETE Rudolph GmbH, Weiler-Simmerberg

**Hinweise zur Konstruktion**

- 250 m² Green Code Thermowände 40 cm stark, U-Wert 0,17
- 550 m² Doppelwände
- 500 m² Green Code Klimadecke

Beton ist in diesem Einfamilienhaus nicht nur der Werkstoff für tragende Bauteile: Die Fertigteil-Elemente werden auch kreativ für die Innenausstattung eingesetzt.

Im Eingangsbereich befindet sich die Garderobe in einem Betonschrank mit Schiebetür aus Milchglas. Küche und Essbereich sind durch einen Raumteiler vom Wohnzimmer getrennt – eine Kombination aus Fertigteil und Trockenbaukonstruktion in Sichtbeton-Optik. Dieses Element wird durch den eingearbeiteten Kamin und eine Nische für Feuerholz in Szene gesetzt. Betonsitzbänke im Innenbereich setzen sich auf der Terrasse fort, wodurch die beiden Bereiche optisch miteinander verbunden werden. Und auch die Treppe besteht aus dem vielseitigen Werkstoff, hier in Kombination mit Holz.

Das Obergeschoss kragt aus und überdacht den Sitzbereich der Terrasse. Zur Stabilisierung dieser Konstruktion ist die Bewehrung im darunterliegenden Baukörper verankert. Da die Scheibenwirkung der Wände im Bereich der Auskragung durch Fensteröffnungen beeinträchtigt ist, sind verstärkende Überzüge eingearbeitet. Der Baukörper ist vollständig mit Green Code Elementen ausgeführt. Neben kerngedämmten Thermowänden für die Gebäudehülle sind auch maßgeschneiderte Klimadecken verbaut. Darin werden bei der Vorfertigung Rohrregister integriert, Lüftung und Elektrik vorbereitet sowie Details eingearbeitet – in diesem Fall Einbauspots und LED-Lichtleisten, die bündig mit der Decke abschließen.

Die Rohrregister in der Decke werden sowohl zum Heizen als auch zum Kühlen verwendet. Im Heizbetrieb fließt warmes Wasser hindurch, nur wenige Grad über der Raumtemperatur. Diese Wärme verteilt sich in Form von Wärmestrahlung gleichmäßig in jeden Winkel des Raumes. Dabei wird nicht die Luft erwärmt, sondern direkt Boden, Wände, Fenster und Möbel: Die Luft gerät nicht ins Zirkulieren und wirbelt keinen Staub auf. Im Kühlbetrieb fließt kaltes Wasser durch die Rohrregister. Wärmestrahlung aus dem Raum und die aufgestiegene warme Luft erwärmen die Decke. Das zirkulierende Wasser führt die Wärme ab und kühlt den Raum.

Abb. 16.5: Maßgeschneiderte Klimadecken mit integrierten Einbauspots und LED-Lichtleisten sorgen für gutes Klima.

Abb. 16.6: Einfamilienhaus aus Betonfertigteilen in Sichtbetonoptik

## 16.4 Steinzeugpark

Objektart: zwölf Reihenhäuser, vier Mehrfamilienhäuser
Standort: Bretten-Diedelsheim
Planer: Harsch Bau GmbH + Co KG, Bretten
Bauherr: Harsch Bau GmbH + Co KG, Bretten
Hersteller: Harsch Bau GmbH + Co KG, Bretten
Baujahr: 2020

**Hinweise zur Konstruktion**

- Tragende Wände als Stahlbeton-Fertigteilwände, außenseitig Wärmedämmverbundsystem teilweise mit Klinker
- Keller aus Stahlbeton-Fertigteilwänden, außenseitig abgedichtet mit Bitumenschweißbahnen
- Dach als Stahlbetonmassivplatte bei den Reihenhäusern, bei den Mehrfamilienhäusern als Halbfertigteil mit Aufbeton, in beiden Fällen oberseitig mit Wärmedämmung
- Reihenhäuser und Mehrfamilienhäuser KfW 55 Standard

Abb. 16.8: Die Dachbegrünungen auf Wohnhäusern, Garagen und Carports dienen der Regenrückhaltung.

Abb. 16.7: Moderner, serieller Wohnungsbau mit Betonfertigteilen

Auf einer kleinen Anhöhe westlich der Brettener Innenstadt ist der Steinzeugpark entstanden. Dieses Wohnquartier bietet die Möglichkeit, dort zu wohnen, wo früher die Maschinen ratterten: Hier fertigte das traditionsreiche Unternehmen Harsch in einer der modernsten Anlagen der damaligen Zeit Rohre aus Steinzeug, die über Jahrzehnte weltweit geschätzt waren. Auf dieser Grundstücksfläche von über 29.000 $m^2$ entstand ein anspruchsvolles Ensemble aus Gebäuden in zeitloser Architektur. Unter anderem zwölf großzügige und hochwertige „Steinzeughäuser“, die eine Wohnfläche zwischen 149 $m^2$ und 196 $m^2$ umfassen sowie vier Mehrfamilienhäusern, deren Penthouse-Wohnungen und Apartments ebenfalls einen attraktiven Wohnraum von 26 $m^2$ bis 147 $m^2$ bieten. Sowohl die Mehrfamilien- als auch die Reihenhäuser sind dabei nach dem KfW-55-Standard gebaut. Rund 1.050 Betonfertigteile sind für die Wohnbebauung der Reihen- und Mehrfamilienhäuser im eigenen Betonwerk der Firmengruppe Harsch entstanden.

## 16.5 Variowohnen am Campus

Objektart: Studentenwohnheim Bochum mit 258 Wohnplätzen
Standort: Bochum
Planer: Architektur-Contor Müller Schlüter, Wuppertal
Bauherr: Akademisches Förderungswerk Bochum
Hersteller: DW Systembau GmbH, Schneverdingen
Baujahr: 2019

**Hinweise zur Konstruktion:**

- Tragwerk in Skelettbauweise aus Stahlbetonfertigteilstützen
- Verwendung von Spannbetonfertigdecken
- Grundrisse ohne tragende Innenwände und damit maximale Flexibilität

Bezahlbarer Wohnraum für Studierende und Auszubildende, der sich flexibel auch für andere Nutzungen umgestalten lässt und dabei ökologisch wie ökonomisch überzeugt, war die Zielsetzung des Modellvorhabens „Variowohnungen“. Im Mittelpunkt des Förderprogramms steht die Schaffung preiswerten Wohnraums in Ballungsgebieten. Wesentliche Kriterien dabei sind eine kurze Bauzeit, eine modulare Bauweise und die Verwendung seriell vorgefertigter Bauteile.

Für das Akademische Förderungswerk als Bauherr entstanden in unmittelbarer Nähe zur Ruhr-Universität Bochum 258 Wohnplätze auf einem früheren Bergbaugelände, das durch den Neubau revitalisiert werden konnte. Die Architekten vom Architektur-Contor Müller Schlüter in Wuppertal entwarfen hierfür drei L-förmige Gebäudekomplexe, die in einer Bauzeit von nur 15 Monaten fertiggestellt worden sind.

Abb. 16.10: Das Studentenwohnheim bietet flexible Nutzungsmöglichkeiten.

Die kürzeren Kopfbauten präsentieren sich mit fünf Geschossen etwas höher als die jeweils anschließenden Schenkel mit vier Etagen. Zwischen beiden Gebäudeteilen befindet sich die Erschließung, die aus Kostengründen außenliegend erfolgt und durch ein zusätzliches Fluchttreppenhaus an der jeweiligen Südseite ergänzt wird.

Die drei Neubauten bestehen in hohem Umfang aus vorgefertigten seriellen Komponenten: Ein Tragwerk in Skelettbauweise aus Stahlbetonfertigteilstützen, deckengleichen DeltaBeam® Unterzügen und 20 cm starken vorgespannten BRESPA®-Decken von DW SYSTEMBAU. Fertigbäder und vormontierte Holztafelelemente für die Fassade verkürzten die Bauzeit zusätzlich.

Neben einer kurzen Bauzeit und hohen Planungssicherheit ermöglichen die weit gespannten Spannbeton-Fertigdecken Grundrisse ohne tragende Innenwände und damit maximale Anpassungsfähigkeit für spätere Nutzungsänderungen.

Abb. 16.9: Erst bezahlbarer Wohnraum für Studierende, dann für Senioren oder Familien

Abb. 16.11: Die Wohnungen können später problemlos umgebaut werden.

## 16.6 Musterhaus Innoliving®

Objektart: Energieautarkes Gebäude
Standort: Bernkastel-Kues
Planer: Innogration GmbH / Domostatik GmbH, Bernkastel-Kues
Bauherr: Innogration GmbH, Bernkastel-Kues
Hersteller: Betonwerk Büscher GmbH & CO. KG, Heek
Baujahr: 2020

**Hinweise zur Konstruktion**

- Sammeln und Speichern von Wärmeenergie
- Multifunktionale Betonwand mit schaltbarer Wärmedämmung
- Modulbauweise mit vorgefertigten Betonelementen
- Hybridwand aus Holz und Beton mit 100 % rezyklierter Gesteinskörnung

Die im Mustergebäude InnoLiving® umgesetzten Innovationen betreffen das Einsammeln, Speichern und Verteilen von erneuerbaren Energien, um daraus ein energieautarkes Gebäude entstehen zu lassen. Die neuartige Technologie von InnoLiving® setzt auf die täglich kostenlos zur Verfügung stehende Umgebungstemperatur, die über einfachste Techniken erhöht oder verringert werden kann, um dann für die weitere Verwendung gespeichert zu werden. Die vorhandene Temperatur lässt sich über einfachste Techniken „einfangen“ und gleichzeitig erhöhen. Dazu zählen alle mit Glasscheiben eingehausten Räume, wie das Gewächshaus auf dem Dach, das große Fassadenfenster und die äußere Glasscheibe vor der GVI®-Wand. Insbesondere in der kalten Jahreszeit entsteht durch den so genannten Gewächshauseffekt Wärme, die gesammelt

Abb. 16.13: Gesamtansicht des energieautarken Gebäudes

und gespeichert werden kann. Der allseitig eingesetzte Beton wird auch als Wärmespeicher genutzt. So dienen die Wände, Decke und Bodenplatte aus Beton als Pufferspeicher. Der unter der Bodenplatte angeordnete Erdkollektor in Form einer Betonplatte wird insbesondere für die Speicherung von niedrigen Temperaturen genutzt. Dank seiner Lage unter dem Gebäude wird eine gleichbleibende Temperatur vorgehalten.

Eine besondere Innovation stellt die GVI®-Wand dar. Die tragende Betonwand ist vollständig von einer Vakuumdämmung umgeben. Die Spezialität liegt in der schaltbaren Vakuumdämmung. So kann die durch die Sonneneinstrahlung hinter der Glasscheibe erzeugte Wärme bei offener Dämmung der äußeren Hülle direkt in die Betonwand eingeleitet werden. Die Wärme aus der Wand kann aber auch über die offene Dämmung auf der Innenseite direkt in den Raum abgegeben

Abb. 16.12: Konstruktion des Gebäudes mit Hinweisen zu den Bauteilen

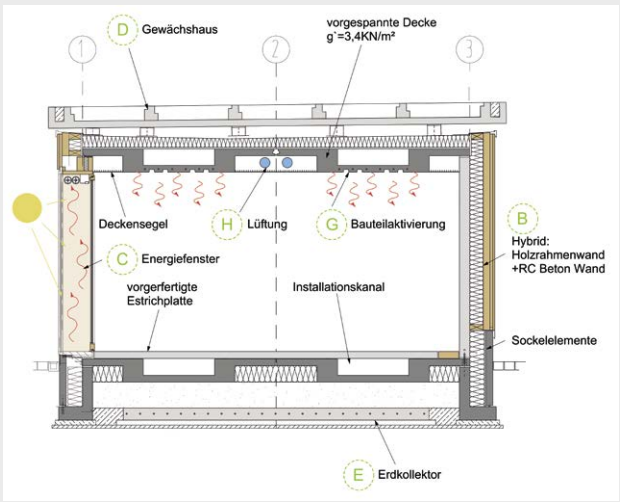



Abb. 16.14: Darstellung der neuartigen Techniken in der Übersicht

werden. Es handelt sich um ein multifunktionales Wandelement, denn die Wand ist tragend, kann die Wärme aufnehmen, speichern und verteilen. Und schlussendlich wird die Dämmung für den Raumabschluss genutzt.

Die Basis der Konstruktion ist eine Modulbauweise, welche mit den vorgefertigten Bauteilen erst vor Ort zur Konstruktion zusammengesetzt wird. Zentrales Element bildet die weitgespannte Deckenkonstruktion mit einem speziell geformten Querschnitt. Die Form des Querschnitts ist das Optimum aus einem Sandwichquerschnitt und einem T-Querschnitt. Nur so ist es möglich, bei einer Schlankheit von L/h = 30 ein Maximum an Widerstand und ein Minimum an Eigengewicht zu erzielen. Bei der umgesetzten Spannweite von L = 10,0 m resultiert eine Deckenstärke von h = 0,34 m und ein dafür niedriges Eigengewicht von g = 3,8 kN/m$^2$. Außerdem bietet die gewählte Querschnittsform in den Zwischenräumen ausreichend Platz für sämtliche Installationsleitungen wie z. B. für die Heizung/Kühlung und die Lüftung. Bei diesem weitspannenden Deckenelement braucht es für das einzelne Modul nur noch die beiden tragenden Stirnwände. Alle weiteren Wände im Inneren als auch entlang der großen Fassade lassen sich dann als nichtragende Bauteile ausbilden.

Die neuartige Hybridwand in der Materialkombination von Beton und Holz stellt eine weitere Neuentwicklung dar. Das Material Beton wird nicht nur für Decke und Boden sondern auch für die Wände eingesetzt, um möglichst viel Speichermasse für die Wärme zur Verfügung zu stellen. So bleibt die Raumtemperatur über einen längeren Zeitraum konstant, auch wenn sich die inneren und teilweise auch die äußeren Temperaturlasten verändern. In Verbindung mit der in dem Betonquerschnitt integrierten Bauteilaktivierung hilft insbesondere der Selbstregeleffekt, um ohne großen Regelaufwand gleichbleibende Raumtemperaturen sicherzustellen. Andererseits braucht es eine effiziente Dämmung der äußeren Hülle in Ergänzung zu der Betonfläche. Die wiederum wird bei den Wänden über die Holzständerbauweise mit der zugehörigen Zellulose geliefert. Die einzelnen Holzpfosten stehen in fester Verbindung mit der Betonwand und erlauben die Befestigung von Fassadenverkleidungen jeglicher Art. Der Zwischenraum wird mit dem eingeblasenen Zellulosematerial optimal gedämmt. In der gewählten Kombination konnte der Beton sogar als ressourcenschonender Recyclingbeton mit 100 % rezyklierter Gesteinskörnung hergestellt werden. Dieses neuartige Produkt eröffnet auch interessante Aspekte hinsichtlich einer kompletten Vorfertigung. Die Betonwand dient dem Holzbaubetrieb als Grundlage für die Befestigung der Holzständer und die damit verbundenen Aktivitäten wie Dämmung und Fassadenverkleidung. So konnte auch die vollständige Fensterlaibung in die Dämmebene bereits werkseitig eingebaut werden.

Abb. 16.15: Neuartige Hybridwand in Materialkombination

Abb. 16.16: Rauminnenansicht auf die Energiefassade

## 16.7 Haus mit den Blättern

Objektart: Mehrfamilienhaus mit 52 Wohnungen und zwei Gewerbeeinheiten
Standort: Lindenstraße 2-4 in Berlin
Planer: Sommer+Sommer Architekten, Berlin
Bauherr: Lindenstraße 2-4 GbR, Leipzig
Hersteller: GBJ Geithner Betonmanufaktur Joachimsthal GmbH, Ziethen
Baujahr: 2018

**Hinweise zur Konstruktion**

- Betonfertigteilfassade mit texturierter Oberfläche
- Bäder aus vorgefertigten Raumodulen
- Betonfertigteilbalkone

Abb. 16.18: Das modern gestaltete Mehrfamilienhaus fügt sich geschickt ins grüne Umfeld ein.

Vom „Haus mit den Blättern“ spricht der Köpenicker Volksmund in Berlin. Es steht an einem Wäldchen und ist von Eichen umgeben, was aber nicht gemeint ist. Bevor an dem Mietshaus der Beton der Fassaden hart wurde, legten die Bauleute Blätter auf die Schalung, die der Bauherr vor Ort gesammelt hatte. Einige Bäume mussten dem Bau weichen, doch so überdauern sie als „versteinerte“ Abdrücke.

Nicht nur in der Fassade spielt das Haus mit dem Kontrast von Beton und Natur-Anmutung. Die ums Haus laufenden Balkone, mit ihren lindgrünen Metallbrüstungen, sind aus Betonfertigteilen. Ähnlich lindgrün lackiert sind die Holzrahmen der großen, ringsum gleichen Fenstertüren. Aus Eiche sind die Fußböden, als Parkett über der Fußbodenheizung. Nur an den Decken blieb der Beton sichtbar und muss laut Mietvertrag so bleiben.

Die tragende Betonkonstruktion wurde aus Ortbeton hergestellt, die sichtbare Fassade besteht aus Betonfertigteilen. Vorgefertigt sind auch die 53 Bäder im Haus. Als komplett ausgestattete Module schwebten sie per Kran ein, bevor die jeweilige Betondecke betoniert wurde. Alle Bäder sind identisch. Der Einsatz der Fertigteile verkürzte den Bauablauf. Nach gut einem Jahr war der Bau fertig.

Abb. 16.17: Die Fassade und Balkone sind aus Betonfertigteilen.

Abb. 16.19: Eingelegte Blätter dienten als Gestaltungselement.

## 16.8 Lyoner Carrée

Objektart: Außenanlage Mehrfamilienhäuser
Standort: Frankfurt am Main
Planer: Albert Speer + Partner GmbH Frankfurt am Main
Hersteller: Rinn Beton- und Naturstein GmbH & Co. KG, Heuchelheim
Baujahr: 2017

**Hinweise zur Konstruktion:**

- Fertigteile für Mauerwinkel zur Beeteinfassung und Mauerteile als Wangen für Treppen, Rampen sowie Briefkastenanlagen
- Pflaster und Platten als Bodenbeläge
- Blockstufen für Treppenanlagen
- Sitzblöcke in Sichtbeton-Oberfläche

Abb. 16.21: Betonsteinpflaster ermöglichen sichere und gepflegte Zugangswege.

Die Bürostadt Frankfurt Niederrad wurde sukzessive von einem monostrukturellen Gewerbegebiet in einen lebendigen Stadtteil mit gemischten Nutzungen umgewandelt. Hierzu gab es 2008 den Rahmenplan „Lyoner Viertel“ als Grundlage für einen neuen Bebauungsplan. Ehemalige Bahner-Kleingärten wurden aufgekauft und die Fläche für einen Mietwohnungsbau im Passivhausstandard umgenutzt. Drei Gebäuderiegel mit Sockelbauten bieten insgesamt 134 Wohnungen zwischen 60 $m^2$ bis 130 $m^2$, dazu gehört eine 5-zügige Kintertagesstätte.

Die Außenanlagen wurden familienfreundlich gestaltet. Viele Mauerwinkel und Mauerteile gliedern die Beete und Hänge in passende Übergangsbereiche zwischen den Gebäuden. Rampen ermöglichen barrierefreie Zugänge. Besonders die Fertigteile mit den Briefkästen verleihen den Eingangssituationen einen besonders hochwertigen Look und steigern insgesamt die Anmutung des gesamten Umfelds. Positiv ist, dass alle Fahrzeuge in Tiefgaragen geparkt werden und das landschaftliche Bild vom Verkehr ganz unbelastet wirkt.

Der Auftraggeber ABG FRANKFURT HOLDING legte großen Wert auf die klimaneutrale Herstellung der Baumaterialien und steht in Frankfurt als Vorreiter für nachhaltiges Bauen der Zukunft.

Abb. 16.20: Treppenanlage aus Blockstufen runden die Außenanlage ab.

Abb. 16.22: Der Eingangsbereich punktet mit verschiedenen Betonbauteilen.

# 17 Ansprechpartner und Planungshilfen

## 17.1 Ansprechpartner

Sie haben sich für das Bauen mit Betonbauteilen entschieden. Wir stehen Ihnen als direkte Ansprechpartner mit weiteren Informationen gerne zur Verfügung.

**Bayerischer Industrieverband**
**Baustoffe, Steine und Erden e. V.**
Fachgruppe Betonbauteile
Beethovenstraße 8, 80336 München
Tel. 089 51403-153, Fax 089 51403-161
betonbauteile@biv.bayern, www.biv.bayern

**Betonverband Straße, Landschaft, Garten e. V.**
Schloßallee 10, 53179 Bonn
Tel. 0228 95456-21, Fax 0228 95456-90
slg@betoninfo.de, www.betonstein.org

**Fachverband Beton- und Fertigteilwerke**
**Baden-Württemberg e. V.**
Gerhard-Koch-Str. 2+4, 73760 Ostfildern
Tel. 0711 32732-300, Fax 0711 32732-350
fbf@betonservice.de, www.betonservice.de

**Fachvereinigung Betonbauteile mit Gitterträgern e. V.**
Raiffeisenstraße 8, 30938 Großburgwedel
Tel. 05139 9599-30, Fax 05139 9994-51
info@fachvereinigung-bmg.de
www.fachvereinigung-bmg.de

**Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e. V.**
Schloßallee 10, 53179 Bonn
Tel. 0228 95456-56, Fax 0228 95456-90
info@fdb-fertigteilbau.de, www.fdb-fertigteilbau.de

**Unternehmerverband Mineralische Baustoffe e. V.**
**Fachgruppe Betonbauteile**
Walter-Köhn-Str. 1c, 04356 Leipzig
Tel. 0341 520466-0, Fax 0341 520466-40
presse@uvmb.de, www.uvmb.de

**Bundesverband Spannbeton-Fertigdecken e. V.**
Paradiesstraße 208, 12526 Berlin
Tel. 030 616957-14, Fax 030 616957-40
info@spannbeton-fertigdecken.de
www.spannbeton-fertigdecken.de

**Fachvereinigung Betonfertiggaragen e. V.**
Schloßallee 10, 53179 Bonn
Tel. 0228 95456-11, Fax 0228 95456-90
info@betonfertiggaragen.de, www.betonfertiggaragen.de

**Verband Beton- und Fertigteilindustrie Nord e. V.**
Raiffeisenstraße 8, 30938 Großburgwedel
Tel. 05139 9994-30, Fax 05139 9994-51
info@vbf-nord.de, www.vbf-nord.de

## 17.2 Planungshilfen

Nachfolgend eine Auswahl verfügbarer Planungshilfen:

**Bauen mit Betonbauteilen**

- FDB-Broschüre Betonfertigteile im Geschoss- und Hallenbau
  www.fdb-fertigteilbau.de/fdb-angebote/literatur-downloadcenter-merkblaetter/broschueren/broschuerendownload/
- FDB-Tragfähigkeitstabellen zur Vordimensionierung
  www.fdb-fertigteilbau.de/planungshilfen/tragfaehigkeitstabellen-zur-vordimensionierung/
- BmG-Sonderdruck: Elementdecken mit Gitterträgern, Fachvereinigung Betonbauteile mit Gitterträgern (BmG) e. V. (Sonderdruck aus Beton- und Stahlbetonbau 2015)
  www.fachvereinigung-bmg.de/images/downloads/sonderdruck_elementdecke/Sonderdruck2015.pdf
- Technische Merkblätter des BVSF
  www.spannbeton-fertigdecken.de/produkte/technische-merkblaetter

**Betonfassaden**

- FDB-Merkblatt Nr. 3 zur Planung vorgefertigter Stahlbetonfassaden
  www.fdb-fertigteilbau.de/fdb-angebote/literatur-downloadcenter-merkblaetter/fdb-merkblaetter/merkblatt-nr-3/
- FDB-Merkblatt Nr. 4 über die Befestigung vorgefertigter Betonfassaden
  www.fdb-fertigteilbau.de/fdb-angebote/literatur-downloadcenter-merkblaetter/fdb-merkblaetter/merkblatt-nr-4/
- FDB-Merkblatt Nr. 8 über Betonfertigteile aus Architekturbeton
  www.fdb-fertigteilbau.de/fdb-angebote/literatur-downloadcenter-merkblaetter/fdb-merkblaetter/merkblatt-nr-8/

**„Weiße Wanne“**

- BmG-Sonderdruck: Elementwände als wasserundurchlässige Konstruktion zur Anwendung der neuen WU-Richtlinie (Sonderdruck Beton- und Stahlbetonbau 09-2019)
  www.fachvereinigung-bmg.de/images/Sonderdruck_09-2019_Elementäwnde_als_wasserundurchlässige_Konstruktuion-zur_Anwendung_der_neuen_WU-Richtlinie.pdf
- Zement-Merkblatt Hochbau H10 – Wasserundurchlässige Betonbauwerke, InformationsZentrum Beton GmbH
  www.beton.org/fileadmin/beton-org/media/Dokumente/PDF/Service/Zementmerkblätter/H10.pdf

**Infrastruktur**

- Merkblatt Kleinkläranlagen aus Beton, Informations-Zentrum Beton GmbH
  www.betonshop.de/kleinklaranlagen-aus-beton
- Günthert, F. W.: Studie Niederschlagswasserbehandlung – Urbane Sturzfluten 4.0, München 2018
  www.muenchen.dmg-ev.de/wp-content/uploads/Günthert-2018-Starkregen-Urbane-Sturzfluten-4.0.pdf

**Wärmeschutz**

- IZB Planungsatlas für den Hochbau – Modul Wärmeschutz
  www.planungsatlas-hochbau.de/waermeschutz

**Schallschutz**

- IZB Planungsatlas für den Hochbau – Modul Schallschutz
  www.planungsatlas-hochbau.de/schallschutz

**Brandschutz**

- FDB-Merkblatt Nr. 7 Brandschutz mit Betonfertigteilen
  www.fdb-fertigteilbau.de/fdb-angebote/literatur-downloadcenter-merkblaetter/fdb-merkblaetter/merkblatt-nr-7/

**Außenanlagen**

- SLG-Merkblatt für versickerungsfähige Pflasterbefestigungen aus Beton, Betonverband SLG e. V., Bonn
  www.betonshop.de/merkblatt-fur- versickerungsfähige-pflasterbefestigungen-aus-beton
- SLG-Merkblatt Plattenbeläge aus Betonfür befahrbare Verkehrsflächen, Betonverband SLG e. V., Bonn
  www.betonstein.org/fileadmin/betonstein-de/media/Service/Downloads/Merkblatt_Plattenbeläge_aus_Beton_für_befahrbare_Verkehrsflächen_web.pdf
- SLG-Merkblatt Treppen und Stufenanlagen aus Betonbauteilen im Außenbereich, Betonverband SLG e. V., Bonn
- Technisches Handbuch – Dauerhafte Verkehrsflächen mit Betonpflastersteinen, Betonverband SLG e. V., Bonn
  www.betonshop.de/dauerhafte-verkehrsflachen-mit-betonpflastersteinen

## Bildnachweis

| | |
|---|---|
| Titelbild | © artismedia |
| Abb. 1.1: | Schöck Bauteile GmbH |
| Abb. 1.2: | InformationsZentrum Beton GmbH |
| Abb. 1.3-1.5: | Albert Regenold GmbH |
| Abb. 1.6: | Güteschutz Betonbauteile BAU-ZERT e. V. |
| Abb. 2.1: | von rechts oben im Uhrzeigersinn:<br>Braas GmbH<br>F.C. Nüdling Betonelemente GmbH + Co. KG<br>Kronimus AG<br>Albert Regenold GmbH<br>Knecht-Betonwerk<br>Verband Beton- und Fertigteilindustrie Nord e. V.<br>Hieber Betonfertigteilwerk GmbH<br>Gebrüder Ott Betonwerke GmbH & Co. KG<br>Kronimus AG<br>istock / U. J. Alexander |
| Abb. 3.1: | Fachvereinigung Betonbauteile<br>mit Gitterträgern e. V. |
| Abb. 3.2: | Fensterle Beton- und Fertigteilwerk GmbH |
| Abb. 3.3: | DW Systembau GmbH |
| Abb. 3.4: | Verlag Bau+Technik GmbH |
| Abb. 4.1: | Verband Beton- und Fertigteilindustrie Nord e. V. |
| Abb. 4.2-4.3: | Fachvereinigung Betonbauteile<br>mit Gitterträgern e. V. |
| Abb. 4.4: | Tim Karczewski |
| Seite 18: | linke Spalte:<br>Baustoffwerke Gebhart & Söhne GmbH & Co. KG<br>rechte Spalte:<br>Hermann Peter KG<br>Knobel GmbH & Co. KG |
| Abb. 4.5: | Baustoffwerke Gebhart & Söhne GmbH & Co. KG |
| Abb. 5.1: | InformationsZentrum Beton GmbH |
| Abb. 5.2: | Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e. V. |
| Abb. 5.3: | Laumer Bautechnik GmbH |
| Abb. 5.4: | Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e. V. |
| Abb. 5.5: | artismedia GmbH |
| Abb. 6.1: | Solidbox GmbH |
| Abb. 6.2: | Laumer Bautechnik GmbH |
| Abb. 7.1: | Knecht-Betonwerk |
| Abb. 7.2: | Rensch-Haus / Knecht-Betonwerk |
| Abb. 7.3: | BetonBild |
| Abb. 7.4: | Hieber Betonfertigteilwerk GmbH |
| Abb. 8.1: | Schöck Bauteile GmbH |
| Abb. 8.2: | InformationsZentrum Beton GmbH |
| Abb. 9.1: | Knecht-Betonwerk |
| Abb. 9.2: | Bernhard Jäger Betonwerk GmbH & Co. KG |
| Abb. 9.3-9.4: | Knecht-Betonwerk |
| Abb. 9.5: | Oliver Kern Fotografie /<br>Hemmerlein Ingenieurbau GmbH |
| Abb. 10.1: | F.C. Nüdling Betonelemente GmbH + Co. KG |
| Abb. 10.2-10.3: | Braas GmbH |
| Abb. 11.1: | Gebrüder Ott Betonwerke GmbH & Co. KG |
| Abb. 11.2: | Laumer Bautechnik GmbH |
| Abb. 12.1: | InformationsZentrum Beton GmbH |
| Abb. 12.2: | Kronimus AG |
| Abb. 13.1-13.2: | Mall GmH |
| Seite 37: | von links oben im Uhrzeigersinn:<br>Rekers Betonwerk GmbH & Co. KG<br>Baustoffwerke Gebhart & Söhne GmbH & Co. KG<br>Fachvereinigung Betonrohre und Stahlbeton-<br>rohre e. V.<br>Mall GmbH (ein Bild + Grafik) |
| Abb. 13.3: | Laumer Bautechnik GmbH |
| Abb. 13.4-13.7: | Bernd Beierkuhnlein – S!STEMS:<br>eine Marke der GC Großhandelskontor GmbH |
| Abb. 14.1: | InformationsZentrum Beton GmbH |
| Abb. 14.2: | Fachverband Beton- und Fertigteilwerke<br>Baden-Württemberg e. V. |
| Abb. 14.3: | Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e. V. |
| Abb. 14.4-14.7: | InformationsZentrum Beton GmbH |
| Abb. 14.8-14.9: | Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e. V. |
| Abb. 15.1: | Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e. V. |
| Abb. 15.2: | Hochschule Osnabrück |
| Abb. 15.3: | fib bulletin 74 – Planning and design handbook<br>on precast building structures |
| Abb. 16.1-16.2: | Martin Schwarzenbeck & Co. Bauunternehmung<br>und Betonwerk GmbH & Co. KG |
| Abb. 16.3-16.4: | Solidbox GmbH |
| Abb. 16.5-16.6: | Erik Dreyer Photography, München /<br>Concrete Rudolph GmbH |
| Abb. 16.7-16.8: | Harsch Bau GmbH + Co KG, Bretten |
| Abb. 16.9-16.11: | DW Systembau GmbH |
| Abb. 16.12.-16.16: | Innogration GmbH |
| Abb. 16.17-16.19: | GBJ Geithner Betonmanufaktur Joachimsthal<br>GmbH |
| Abb. 16.20-16.22: | Rinn Beton- und Naturstein GmbH & Co. KG |
| Seite 58: | istock / peterschreiber.media |

**InformationsZentrum Beton GmbH**
Toulouser Allee 71
40476 Düsseldorf
Telefon 0211 28048-1
izb@beton.org
www.beton.org

## Kontakt und Beratung vor Ort

**Büro Berlin**
Kochstraße 6-7
10969 Berlin
Telefon 030 3087778-0
berlin@beton.org

**Büro Hannover**
Hannoversche Straße 21
31319 Sehnde
Telefon 05132 502099-0
hannover@beton.org

**Büro Beckum**
Neustraße 1
59269 Beckum
Telefon 02521 8730-0
beckum@beton.org

**Büro Ostfildern**
Gerhard-Koch-Straße 2 + 4
73760 Ostfildern
Telefon 0711 32732-200
ostfildern@beton.org