

4. BAUTEILE



4.1 FUNDAMENTE

- Flachgründungen
- Tiefgründungen
- Bodenplatten
- Bodenanschluss

4.2 WEISSE WANNE

4.3 FUSSBODEN

- Flüssigdämmung
- Estrich
- Boden mit Gestaltungsfunktion
- Industriefußboden

4.4 WAND

- Wand mit Schutzfunktion
- Kellerwand
- Innenwand
- Außenwand
- Unbewehrte Wand
- Sichtbetonwand
- Sichtbetonwände in Farbe
- Sichtbetonoberflächen

4.5 DECKE

- Ortbetondecke
- Elementdecke
- Volldecke

4.6 DACH

- Massive Dachkonstruktionen

4.7 WEITERE BAUTEILE

- Säulen und Stützen
- Unterzüge
- Binder und Pfetten
- Balkone
- Treppen
- Beton für den Wohnbereich

4.1 FUNDAMENTE

Für die Statik von Bauten sind stabile Gründungen und Fundamente unerlässlich.

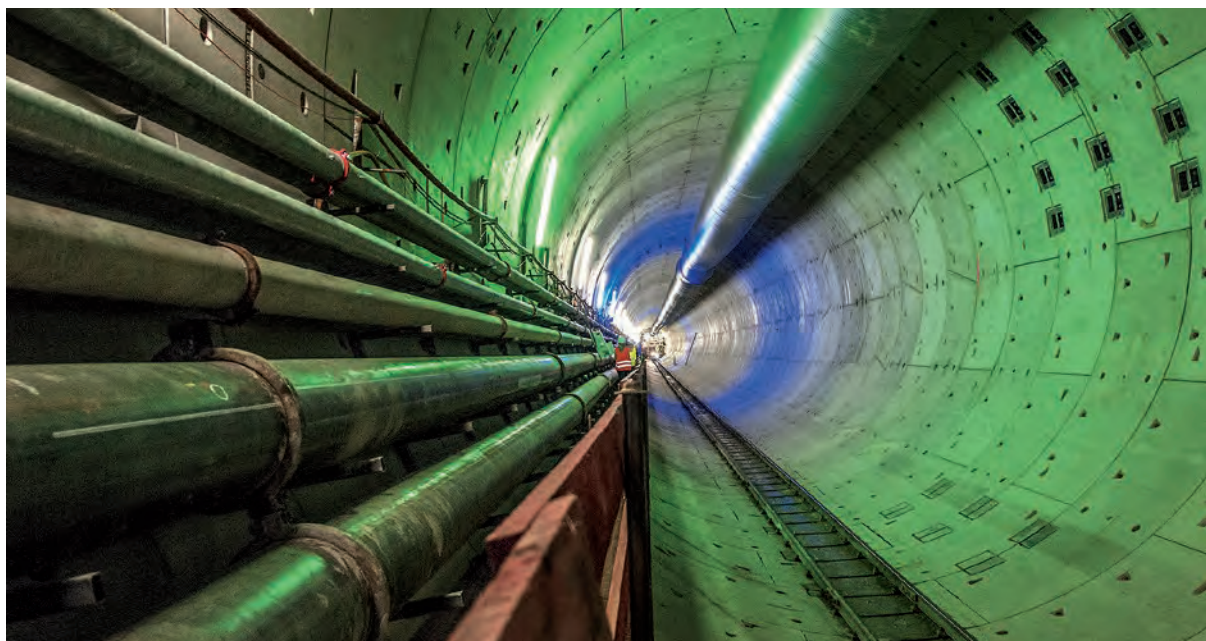
Gründungen und Fundamente von Bauten erfüllen wichtige statische Aufgaben und müssen daher gegen enorme Belastungen, steigenden Grundwasserspiegel, Temperaturschwankungen, Bodenbewegungen und vieles mehr gefeit sein. Dass heute auch die Bebauung extremer Grundstücke kein Problem ist, ermöglichen spezifische Baustoffe, die auf außergewöhnliche Herausforderungen adäquate Antworten haben.

Mit wasserundurchlässigen, mit Stahlfasern bewehrten oder mit selbstverdichtenden Betonen, mit innovativen Techniken und Produkten, die resistent sind gegen Druck, Frost, Wasser oder Säuren schaffen Architekten in aller Welt die Grundlage für sichere Bauwerke. Voraussetzung für die Planung kleiner und großer Projekte ist in jedem Fall die Tragfähigkeit des Untergrunds. Art und Dimensionierung der Fundamente werden je nach statischen Erfordernissen vom Architekten in enger Zusammenarbeit mit dem Tragwerksplaner erarbeitet.

BESTÄNDIG IN EXTREMSITUATIONEN

Auch in Extremsituationen wie Erdbeben oder Kollisionen können ausreichend bemessene Bauteile aus Beton von entscheidender Bedeutung sein. Daher wird Beton weltweit für den Bau von Brücken, Straßen, Tunneln und Gebäuden eingesetzt. Beton ist zudem beständig gegen Fäulnis, Pilz- und Schimmelbefall sowie Schädlinge wie Ratten und Mäuse.

Tunnel →
Rastatt



FLACHGRÜNDUNGEN

Flachgründungen bieten sich an, wenn die Lasten in die oberen Bodenschichten eingeleitet werden können. Zur Kategorie der Flachgründungen gehören beispielsweise Einzelfundamente. In diesem Fall tragen einzeln stehende Stützen die Lasten eines vertikalen Bauteils in das darunter liegende Fundament ab.

Ebenfalls zu den Flachgründungen gehören Streifenfundamente aus Beton, die meist unter Wänden oder Linienlasten streifenförmig angeordnet werden. Streifenfundamente übertragen Lasten aus Wänden und Pfeilern in den Boden. Auch statisch nicht wirksame Bodenplatten können auf Betonstreifen aufliegen. Die Streifen sind in der Regel breiter als die darüber stehende Wand und erzeugen damit eine bessere Lastverteilungsfläche.

Je nach statischen Erfordernissen werden die Betonfundamente bewehrt oder unbewehrt ausgeführt.



TIEFGRÜNDUNGEN

Tiefgründungen sind nötig, wenn die bodennahen Schichten nicht tragfähig sind und wenn zur Lastabtragung Pfähle oder Schlitzwände erforderlich werden. Die senkrechten Bauelemente, oft Ortbetonpfähle, Stahlbeton- oder Fertigbeton-Rammpfähle, leiten Bauwerkslasten in tiefere, tragfähigere Schichten ab.

Die aktuelle Energieeinsparverordnung EnEV schreibt im Neubau die Nutzung regenerativer Energien vor. Viele Architekten nutzen bei Bauvorhaben, die aufgrund der geologischen Bodenbeschaffenheit eine Pfahlgründung erfordern, oberflächennahe Geothermie. Spezielle Entwicklungen wie ThermoCem, ein hydraulisch abbindender Trockenmörtel, der speziell für die Einbettung von Erdwärmesonden konzipiert wurde, gewährleisten einen kraftschlüssigen Verbund zwischen Sonde und Erdreich.

Die Nutzung der so gewonnenen Erdwärme wird mittels Wärmetauscher für Heiz- und Kühlsysteme möglich (Betonkerntemperierung: siehe auch Kapitel 4.1 Bodenplatten).

Weitere Informationen zu ThermoCem sind zu finden unter www.heidelbergcement.de/thermocem

Autobahn A94 ↓



BODENPLATTEN

Bodenplatten dienen als statisch wirksame Konstruktion und bilden die Last abtragende Schicht unter den aufstrebenden Bauteilen eines Gebäudes. Stahlfaserbetone wie Steelcrete reduzieren den Bedarf an Bewehrung, ohne die Rissicherheit zu gefährden. Bodenplatten sind sinnvoll bei schlechtem Untergrund, bei geringer Lasteinwirkung oder wenn auf Untergeschosse und Keller verzichtet werden soll. Ab einer gewissen Stärke und Größe sind Einzelfundamente wirtschaftlicher als stark dimensionierte Bodenplatten.

Bei Gebäuden ohne Unterkellerung wird in vielen Fällen die von unten gedämmte Bodenplatte aus Beton als Wärmespeicher für durchdachte Klimakonzepte (Betonkernaktivierung) in Verbindung mit erneuerbaren Energien eingesetzt und die Platte etwa als effiziente Flächenheizung mit Niedertemperatur genutzt.

Als massiver Unterbau von Kellern oder wasserundurchlässigen Kellerbauten können Bodenplatten bei tragfähigen Böden ausgeführt werden.

BODENANSCHLUSS

Anschlüsse zum Fundament beziehungsweise zur Gründung sind unter energetischen Gesichtspunkten sorgfältig zu planen. Die Dämmung der Flach- und Streifen Gründung ist generell ein wesentlicher Aspekt zur Minimierung von Wärmebrücken und damit zur Reduzierung von Wärmeverlusten, nicht nur, wenn die massiven Bodenplatten zur Betonkerntemperierung genutzt werden.



← HeidelbergCement
Technology Center, Leimen
HHS Planer + Architekten AG,
Kassel

4.2 WEISSE WANNE

Hohe Nutzungsanforderungen bei Bauten im Erdreich verlangen den Einsatz wasserundurchlässiger Betone.

Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton, so genannte Weiße Wannen oder WU-Konstruktionen, werden seit langem bei hohen Nutzungsanforderungen an Innenräume bei Bauwerksgeschossen im Erdreich errichtet.

Tatsächlich sind die Anforderungen an Bauten im Erdreich in den letzten Jahren gestiegen. Hanglagen weisen Bereiche auf, die teilweise im Souterrain liegen und dennoch als vollwertige Geschosse vermarktet werden. Museen, wie die neue Sammlung Brandhorst in München, legen aus Platzgründen ihre Ausstellungshallen unter die Erde. Hotel- und Messebauten stellen Konferenz- oder Wellness-Zonen im Basisgeschoss zur Verfügung. Im Wohnbau müssen Architekten ein umfangreiches Raumprogramm bei begrenztem Budget und Baugrund abwickeln.

Multifunktionale Aufenthaltsräume können problemlos im Untergeschoss geplant werden, wenn eine so genannte „Weiße Wanne 1 A“ (Beanspruchungsklasse 1 – drückendes Wasser, Nutzungsklasse A – keinerlei Durchtritt von flüssigem Wasser) realisiert wird.

Weiße Wannen sind für Kellertragwerke jeder Größe und in unterschiedlichsten Ausführungsvarianten möglich. Bei der Weißen Wanne mit konventioneller Bewehrung übernimmt Beton, wie zum Beispiel Permacrete (siehe Kapitel 5.3 Permacrete), neben den Aufgaben der Standsicherheit auch gleichzeitig die Aufgaben für die dauerhafte Dichtigkeit im Zusammenspiel mit der richtigen Abdichtungstechnologie (Fugenbänder, Durchdringungen, Anschlüsse usw.).

Das Spektrum von wasserundurchlässigen Betonbauwerken, die auf diese Weise gegen Erdfeuchte und drückendes Wasser geschützt werden, ist groß. Es reicht von dauerhaft trockenen Untergeschossen in Wohn- oder Geschäftshäusern, über Schwimmbäder bis hin zu feuchtigkeitsempfindlichen Archivräumen.

Wannenbad der besonderen Art: →
Auch getaucht in ein mit Wasser gefülltes Bassin, widersteht ein Betonkeller ungerührt dem Wasserdruck. Durch den entstehenden Auftrieb wird der hier gezeigte Keller zu einer schwimmenden Wanne.



Bei Ein- und Zweifamilienhäusern lassen sich durch die Kombination von flächendeckender Bewehrung und Stahlfaserbeton (Steelcrete) Einsparungen beim Bewehrungsgrad erreichen – ein Einsparpotenzial, das bei jedem Bauwerk individuell ermittelt werden muss.

Beim Bau Weißer Wannen können Architekten durch die Zusammenarbeit mit regionalen Abdichtungsfirmen eine 10-jährige Dichtungsgewährleistung erreichen. Der Architekt überträgt dabei die Planungshaftung für den genau definierten Bereich auf das Spezialunternehmen. Auf diese Weise kann er durch die Optimierung der Detailplanung, der Betonrezepturen, der Einbauverfahren und Bauabläufe auch erhebliche Kostenersparnisse für den Bauherrn realisieren.

Dauerhaft genutzte Kellerräume werden in der Regel beheizt. Die neue Energieeinsparverordnung (EnEV) verlangt die Wärmedämmung beheizter Aufenthaltsräume im Untergeschoss. Dies trägt zur Einsparung von Heizenergie bei und verhindert gleichzeitig Kondenswasserbildung auf kalten Bauteiloberflächen, die immer wieder zu Unrecht der Weißen Wanne angelastet wird. Nachweislich ist die durch drückendes Wasser in WU-Konstruktionen nachtransportierte Feuchtigkeit vernachlässigbar gering im Vergleich zu nutzungsbedingter Feuchte, die durch ein entsprechendes Lüftungsverhalten oder durch zusätzliche bauphysikalische Maßnahmen ausgeschlossen werden muss.

Anforderungen an die Bauweise der Weißen Wanne sind in der DIN 1045 und in der WU-Richtlinie geregelt.



www.permacrete.de

HÄLT DAS WASSER DRINNEN ...

Beton ist ein ausgezeichneter Baustoff für Behälter, sowohl als Zwischenspeicher in der Wasserversorgung als auch für die Regenwassernutzung im eigenen Haus.

... UND LÄSST ES DRAUSSEN!

In anderen Situationen muss dafür gesorgt werden, dass das Wasser draußen bleibt. Beton kann als Überflutungsschutz eingesetzt werden, zum Schutz von Flüssen und Küstenstreifen vor Überschwemmungen infolge von Unwettern und hohen Flutwellen. Beim Hausbau können Betonbauteile für bewohnte Kellerräume eingesetzt werden, wodurch ein besonders robustes und wasserundurchlässiges Bauwerk geschaffen wird.

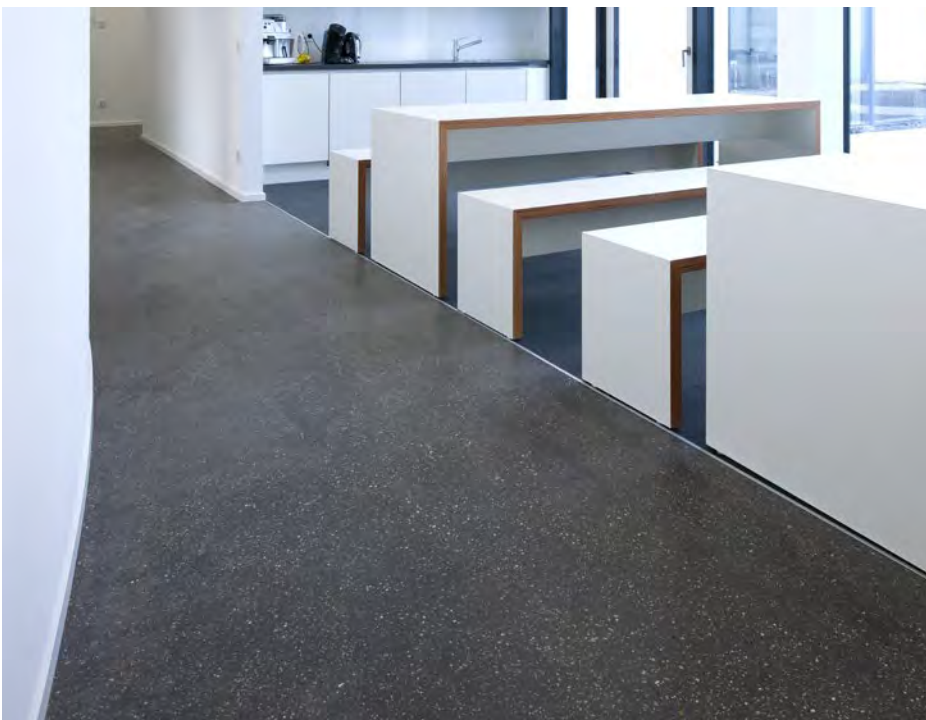
4.3 FUSSBODEN

Neben ästhetischen Gesichtspunkten muss ein Fußboden auch funktionale Aspekte erfüllen.

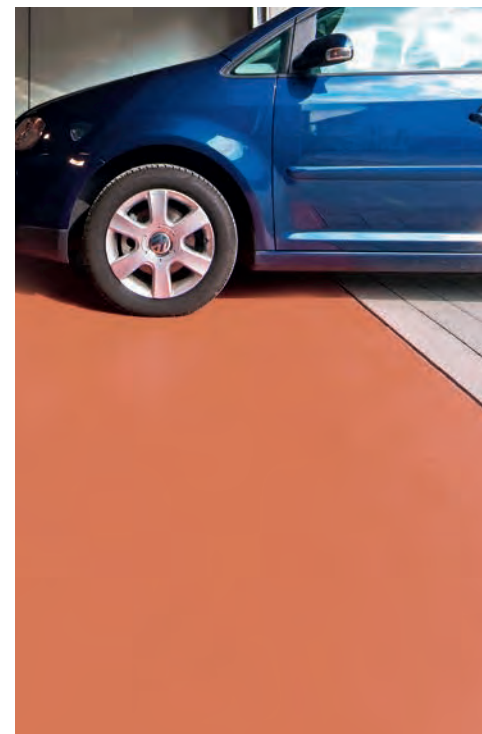
Ein Fußboden übernimmt seit jeher funktionale Aufgaben. Schallschutz, Tragfähigkeit und Brandschutz sind die relevanten Stichworte. Im Industriebau sind Böden aus Beton aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften hinsichtlich Stabilität und Unempfindlichkeit seit jeher bewährt.

Im öffentlichen Bau, im Wohnungs- und Gewerbebau hat der Bodenaufbau in den letzten Jahren an Komplexität zugenommen, insbesondere seit dem weit verbreiteten Einbau von energieeffizienten Fußbodenheizungen. Im Neubau und auch bei der Sanierung geht es darum, bei möglichst geringen Aufbauhöhen eine ebene, meist wärmegeämmte, oft auch beheizbare Fläche zu planen, die Grundlage bietet, alle weiteren Gestaltungsvorstellungen bezüglich der Bodenfläche in Innenräumen zu realisieren.

Inzwischen hat das große Gestaltungspotenzial von Beton auch den Themenbereich Fußboden erreicht. Was sich anfangs beim Umbau von Industriearealen in edle Lofts anbot, hat inzwischen Einzug in moderne Wohnkonzepte gehalten. Ähnlich wie die Akzeptanz von Sichtbeton hat auch der Anteil von Fußböden mit sichtbaren Betonoberflächen stark zugenommen.



↑ Bechthold Fensterfabrik, Kronau
Vollack Management + Beteiligungen GmbH & Co. KG, Karlsruhe



↑ Garagenboden aus rot eingefärbtem
Zementfließestrich, Heidelberg

FLÜSSIGDÄMMUNG

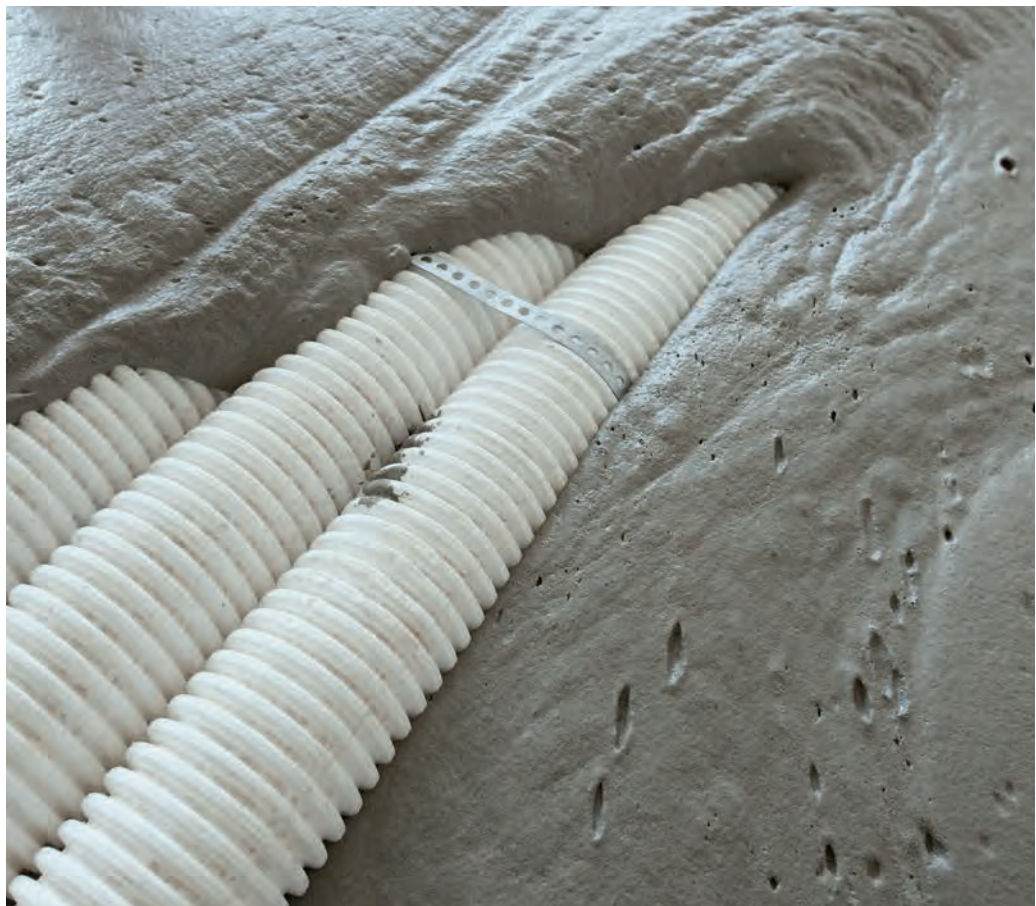


Fußböden erfüllen heute weit komplexere Aufgaben als früher. Ihr Aufbau wird so geplant, dass Schallübertragung minimiert wird und kaum Wärmeverluste erfolgen. In vielen Fällen bietet es sich an, unter dem Estrich einen modernen wärmedämmenden Porenleichtmörtel einzuplanen.

In der patentierten Flüssigdämmung Poriment von Heidelberger Beton werden durch niedrigere Rohdichten die Wärmedämmwerte erhöht. Wärme- und Schallbrücken werden mit Hilfe der direkt aus dem Fahrmischer angelieferten Produkte praktisch ausgeschlossen. Auf diese Weise entfällt manuelles und ungenaues Zurechtschneiden von Dämmplatten auf der Baustelle.

Die modernen, genau auf die jeweiligen Anwendungen zugeschnittenen Bauprodukte sichern die rationelle Abwicklung auf der Baustelle. Gleichzeitig gewährleistet eine auf die Produkte abgestimmte Planung auch die präzise Umsetzung rechnerischer Werte, etwa in Bezug auf Wärmedämmung und hilft Ausführungsmängel zu verhindern.

www.poriment.de



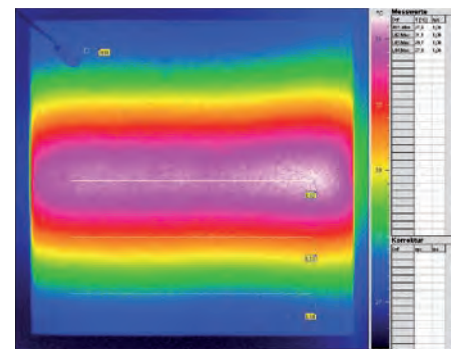
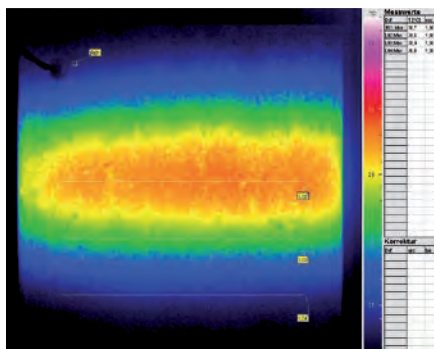
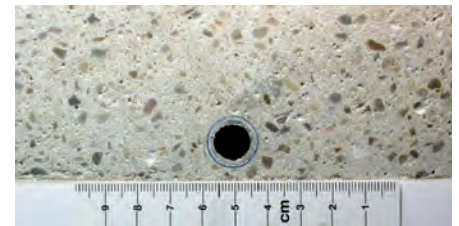
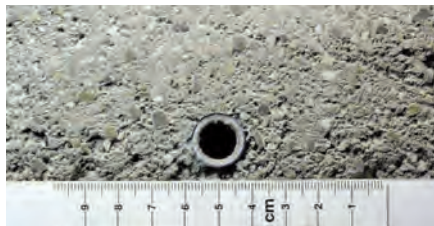
ESTRICH

Der bekannteste Boden im Wohn- und Objektbau ist der Zementestrich nach DIN EN 13813, ein „CT“ (von Cementitious screed) genannter Bodenaufbau, der sich oberhalb der Bodenplatte oder der tragenden Geschossdecke und unterhalb des Bodenbelags befindet. Er ist die Grundlage für gleichmäßige und ebene Bodenbeläge. Mit speziell abgestimmten Fließestrichen von Heidelberg Beton können Architekten selbst großflächige Untergründe exakt ausführen lassen, denn der Zementfließestrich (CemFlow) und der Calciumsulfat-Fließestrich (Anhyment) kommen in einer stets gleich bleibenden Qualität aus dem Fahrmischer.

Der faserverarmte Zementfließestrich CemFlow kann je nach Projekt unterschiedlich eingesetzt werden. Die Anwendungsart hängt von den jeweiligen Anforderungen und dem Einsatzgebiet ab und folgt der DIN 18560. Bei unebenen Untergründen empfiehlt sich ein Estrich im Verbund. Bei Sanierungen wird er oftmals auf Trennlagen eingepplant.

www.cemflow.de

Eine Übersicht der geltenden Normen für Estrich ist auf der Webseite von Heidelberg-Cement unter www.betontechnische-daten.de zu finden.



↑ Konventioneller erdfeuchter Estrich auf Fußbodenheizung

↑ Fließestrich auf Fußbodenheizung

Zeitgemäße Anforderungen im Hochbau erfordern meist schwimmend verlegte Estriche, in der Regel auf Trenn- oder Dämmschichten (siehe Kapitel 5.5 Poriment), die der Wärmedämmung dienen. Oft werden Fußbodenheizungen auf Dämmschichten umgesetzt. Die Fließestriche umschließen die Heizrohre perfekt. Dadurch wird die Regelflexibilität gesteigert und die Wärme effizient an den Raum abgegeben. Als Heizestriche unterstützen die Fließestriche Energiekonzepte, die Heizen und Kühlen gleichermaßen umfassen. Diese sind als Niedertemperatursysteme sehr energieeffizient und werden meist in Verbindung mit regenerativen Energiequellen eingepplant.

Je nach Einsatzgebiet und Grad der zu tragenden Bodenlast können Architekten unter verschiedenen Bodenaufbau-Varianten wählen, die im Vorfeld sinnvoll zugeordnet werden müssen. Fachleute von Heidelberg Beton kennen die Erfordernisse unterschiedlicher Projektarten und beraten den Planer bei der Auswahl des passenden Produkts. In allen Fällen wird der Fließestrich auf die Baustelle mit Fahrmischern angeliefert, an die Verwendungsstelle gepumpt und durch Fachpersonal planeben eingebaut.

BODEN MIT GESTALTUNGSFUNKTION

Im Wohnungs-, Kultur- oder öffentlichen Bau diene ursprünglich ein Estrich dazu, die vorgegebene Höhenlage zu erreichen oder eine ebene Grundlage für den abschließenden Bodenbelag zu bilden. Heute werden wärmegeämmte Bodenaufbauten in ihrer Zusammensetzung so geplant und ausgeführt, dass sie auch als abschließende Oberflächen die Ästhetik der Architektur unterstützen und zur Behaglichkeit der Nutzer und Bewohner beitragen.

Wie beim Sichtbeton haben Architekten bei der Konzeption sichtbarer und unbedeckter Fußböden aus Beton bzw. Estrich enorme Gestaltungsmöglichkeiten. Das fängt bei der Auswahl geeigneter Betone und Estrichmörtel und ihrer Zuschlagstoffe an, geht über jeweilige Farbgebung durch Pigmentierung (siehe Kapitel 5.3 Heidelberger Farbbeton) sowie die Fugenplanung, bis zur abschließenden Oberflächenbearbeitung, wie Schleifen oder Polieren. Zu beachten ist, dass Estriche nicht für Außenbereiche anwendbar sind.

Für spezielle Projekte stehen erfahrene Betontechnologen zur Seite, die bei der Auswahl geeigneter Betone und deren Verarbeitung unterstützen.

GESTALTERISCHE FUNKTION

In modernen Architekturkonzepten übernehmen Betonböden und Estriche gestalterische Funktionen. Wie im Industriebau zeigen nun auch Museen oder extravagante Lofts den Luxus edler Estriche.

↓ Centerpark, Bostalsee
Gasse/Schuhmacher/Schramm, Bremen



art Tisch, Landau. Arnold Architekten, Landau

Designböden

Inzwischen hat das große Gestaltungspotenzial von Beton und weiteren zementgebundenen Baustoffen auch den Themenbereich ‚Fußboden‘ erreicht. Zementgebundene Designböden, sprich Estrich- oder Betonböden mit geschliffenen und polierten Oberflächen, haben in vielen Baubereichen traditionelle Beläge beim Innenausbau wie Parkett, Fliesen, oder Teppichböden ergänzt.

Was sich anfangs beim Umbau von Industriearealen in edle Lofts anbot, hat selbst Einzug in moderne Wohnkonzepte gefunden. Ähnlich wie die Akzeptanz von Sichtbeton hat auch der Anteil von Fußböden ohne Endbelag stark zugenommen. Publikumswirksam realisierten zunächst international renommierte Architekturbüros wie Staab Architekten oder Peter Zumthor in Kulturbauten überzeugende Böden ohne zusätzlichen Belag. Sie zeigten, was heute immer häufiger auch im öffentlichen Bau, in den Foyers von Schulen, Hochschulen und Theatern, in Flughäfen und Bahnhöfen, in Einkaufszentren und Einrichtungshäusern realisiert wird: eine individuell auf das jeweilige Bauwerk abgestimmte Bodenfläche, die ganz – wie die Form, die Fassade oder die Materialität des Hauses – dem Gestaltungswillen der Architekten und den Anforderungen des Bauherrn entspricht.



Möbel Höffner, Fürth

Wie bei Sichtbeton haben Architekten bei der Konzeption sichtbarer und unbedeckter Fußböden aus Beton beziehungsweise Estrich enorme Gestaltungsmöglichkeiten. Durch die Wahl der Zuschläge und den Einsatz von Farbpigmenten lassen sich zementgebundene Böden in unzähligen Varianten als Designböden ausführen. Aufwändig hergestellte Designböden aus Beton oder Zementfließestrich sollen möglichst dauerhaft ihre Ausstrahlung und Atmosphäre behalten. Neben der fachgerechten Bearbeitung der Oberflächen sorgen Schutzsysteme für die Beständigkeit eines zementgebundenen Designbodens. Die Auswahl des geeigneten Schutzsystems muss in Abhängigkeit der Ansprüche an die optischen Eigenschaften der Oberfläche und vor allem der zu erwartenden Belastungen bei der Nutzung erfolgen.

Zementgebundene Designböden werden als oberflächenfertige Böden mit Beton oder mit Zementfließestrich geplant. Dabei hängt die Entscheidung für die eine oder andere Bauweise meist von der Art der Nutzung, von statischen und energetischen Erfordernissen und nicht zuletzt auch von den Gestaltungsvorstellungen der Planer und Entscheider ab. Von Anfang an müssen jeweils die konstruktiven Anforderungen an Estrich oder an Beton mit berücksichtigt werden.

Bei veredelten Estrichböden beträgt die Estrichschicht nur wenige Zentimeter. Das Größtkorn liegt beim Einsatz von Estrich bei etwa acht Millimetern, hat also weniger gestalterische Relevanz als etwa bei Betonböden. Ihre edle und individuelle Anmutung erhalten Designböden auf dieser Basis eher durch die Farbnuancen des Zementmörtels und der eingesetzten regionalen Körnungen sowie durch leichte Pigmentierung und den gewählten Schleifgrad, der hochglänzende Oberflächen erzielen kann. Wichtig für die gute Schleifbarkeit und damit die Brillanz des Endergebnisses ist wiederum ein dichtes Gefüge der Estriche. Besonders für den Einbau als Designboden hat sich daher der spezielle CemFlow-Zementfließestrich CT-C30 F5, ein Estrich in höherer Güte, bewährt.

Bei der Planung von Betonböden ist entscheidend, ob der Boden statischen Anforderungen als Bodenplatte oder Betondecke genügen muss oder nicht. Denn dies hat Auswirkungen auf die Wahl der Betonzusammensetzung und auch auf die Wahl der Ausgangsstoffe, die für die jeweilige Rezeptur in Frage kommen. Bei Betonböden mit farbintensiven und markanten Gesteinskörnungen können mittels Schliff bis zum maximalen Korndurchmesser von 32 Millimetern Effekte erzielt werden, die an überlieferte Terrazzotechniken erinnern. Pfeffer und Salz-Optik ergibt sich bei kleiner Sieblinie und leichtem Anschliff. Der gewünschte Farbton zementgebundener Designböden lässt sich wie bei Sicht- oder Farbbeton durch Wahl der Bestandteile, Pigmentierung und Oberflächenbearbeitung steuern (siehe Kapitel 5.3 Heidelberger Sichtbeton und Heidelberger Farbbeton). Gleichwohl bleiben zementgebundene Estrich- und Betonböden Unikate, die je nach Plan, Rezeptur, Flächengestaltung und Ausführungsqualität ein individuelles Aussehen zeigen.



← Anbau Wohnhaus Werner, Dietfurt
Gebauer.Wegerer.Wittmann Architekten BDA

INDUSTRIEFUSSBODEN

Im Industriebau werden Fußböden aus Beton seit jeher aufgrund des hohen Verschleißwiderstands der Oberflächen und wegen des hohen Widerstands gegen chemische Substanzen großflächig eingesetzt. Bei der Ausführung von Betonböden im Industriebau gilt der Einsatz von Stahlfaserbeton als Stand der Technik. Mit Steelcrete, dem Stahlfaserbeton von Heidelberger Beton (siehe Kapitel 5.1 Steelcrete), können großflächige Böden mit Scheinfugen oder große, fugenlose Flächen je nach Anforderung realisiert werden. Insgesamt erhöht das zähe Materialverhalten des Stahlfaserbetons die Gebrauchstauglichkeit der industriell genutzten Bodenflächen.

SCHMILZT NICHT

Im Gegensatz zu vielen anderen Baustoffen schmilzt Beton auch bei hohen Temperaturen nicht. Das bedeutet, dass Schutzanstriche oder besondere Isolierungsmaßnahmen überflüssig sind und die Oberflächen tatsächlich so bleiben, wie sie vom Architekten oder Planer entworfen und gebaut wurden.



www.steelcrete.de



←
Materialwirtschaftszentrum
Maschinenfabrik Reinhausen,
Regensburg

4.4 WAND

Wände definieren Räume. Als vertikale Bauteile grenzen sie nach außen ab und unterteilen Funktionsbereiche im Inneren.

Das 21. Jahrhundert mit seiner urbanen Wohnkultur und mit modernen Arbeitswelten fordert helle Räume mit großen Öffnungen und individuellen Grundrissen. In Verbindung mit massiven Wandscheiben können Architekten heute Glasfassaden, eingeschnittene Gebäudekanten oder Räume, die über komplette Gebäudeteile auskragen, planen.

Der massive Baustoff Beton weist in spezifischen Festigkeits-, Konsistenz- und Expositionsclassen für jede Bauaufgabe hervorragende bautechnische Eigenschaften auf und bietet dabei ein Höchstmaß an Kreativität im Entwurf. Aus diesem Grund realisieren Architekten von Tadao Ando über Ben van Berkel bis Zaha Hadid und andere immer wieder außergewöhnliche Jahrhundertbauten. Äußerst fließfähige oder selbstverdichtende Betone wie Easycrete, stahlfaserbewehrte Betone wie Steelcrete oder Sicht- und Farbbetone unterstützen weltweit Architekten in ihrem expressiven Gestaltungswillen.

Wände definieren Räume. Als vertikale Bauteile grenzen sie nach außen ab und unterteilen Funktionsbereiche im Inneren. Selbst bei schlanker Ausführung übernehmen massive Betonwände tragende oder aussteifende statische Funktionen und unterstützen eine rationelle und wirtschaftliche Bauweise.

Massivbau, Schottenbau und Skelettbau bilden primäre Formen der Baustruktur. Im 21. Jahrhundert stehen für komplexe hybride und organische Bauformen Hightech-Betone zur Verfügung.

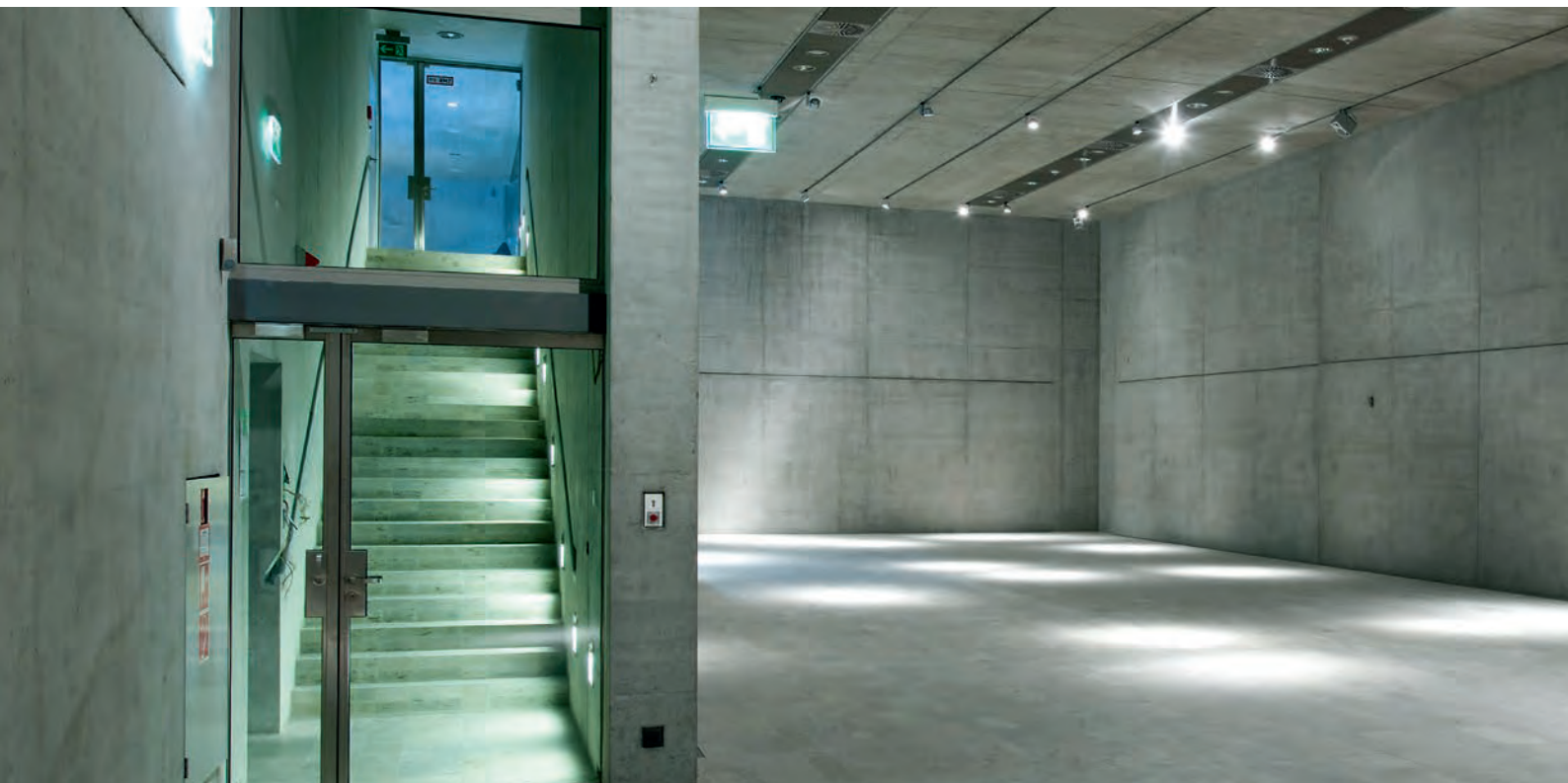
Betonoase, Berlin →
Gruber + Popp Architekten BDA,
Berlin



Je nach Gebäudeart, nach Größe, Höhe und gestalterischer Orientierung werden Wände aus Beton unterschiedlich eingesetzt und entsprechend geplant. Massive Außenwände sowie tragende Trennwände oder nicht tragende Innenwände werden vor Ort aus bewehrtem oder unbewehrtem Transportbeton aufgebaut. Alternativ verbinden Elementwände die Vorteile der Transportbeton-Bauweise und der von vorgefertigten Bauteilen. Nicht zuletzt können Wände auch komplett mit Betonfertigteilen geplant werden.

In intelligenten, energieeffizienten und luftdichten Wandkonstruktionen sorgt Beton für hervorragenden Wärme- und Schall-, Brand- und Feuchteschutz.

Bei der Statik richten sich Planer und Architekt nach der DIN 1045-1, „Bemessung und Konstruktion“. Stellt das Bauteil besondere Anforderungen, ist es etwa dauerhaft Meerwasser oder Frost ausgesetzt, helfen Betontechnologen von Heidelberger Beton bei der Entscheidung über die Expositionsklasse. Diese weiterreichenden Informationen über Betoneigenschaften, sowie Herstellung und Konformität des Betons sind in DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 geregelt. Sie geben also Auskunft über die Anforderungen an den Beton.



↑ Staatliches Museum Ägyptischer Kunst, München
Peter Böhm Architekten, Köln

WAND MIT SCHUTZFUNKTION

Schallschutz

Ruhiges Arbeiten und Wohnen gehört heute zu den Grundbedingungen für ein gesundes Umfeld. Als moderne Wandkonstruktionen begrenzen Wände aus Beton nicht nur Räume, sondern sie erfüllen auch ganz besondere Anforderungen. Architekten wie Bauherren profitieren also von den günstigen bauphysikalischen Eigenschaften des Werkstoffs Beton.

Beim Thema Schallschutz, insbesondere bei der Luftschalldämmung, also der Übertragung von störenden Außengeräuschen, aber auch von lauter Sprache und Musik, ist die Wandkonstruktion entscheidend. In Städten, in Nachbarschaft zu Gewerbe, an verkehrsbelasteten Straßen oder in der Nähe von Flughäfen schirmen sie dauerhaften, krank machenden Lärm ab. Innerhalb von Gebäuden trennen Wände ruhige Zonen von Bereichen mit erhöhtem Geräuschpegel.

Massive Wände aus Beton sind aufgrund ihres Flächengewichts und der Rohdichte des Baustoffs schalltechnisch besonders günstig. In Sport-, Veranstaltungs- und Konzerthallen werden eigens entwickelte Betonwände den hohen Ansprüchen an Lärmschutz und Akustik gerecht. Bei der Planung von Belastungen durch Körperschall oder Trittschall, der sich zwischen festen Stoffen ausbreitet, ist die Abkopplung flankierender Bauteile besonders wichtig. Anschlüsse werden so geplant, dass keine Schallübertragung etwa auf leichtere Bauteile erfolgen kann.

Jedes Wandsystem, ob Außenwand, ein- oder zweischalige Trennwände, hat spezifische Schalldämm-Maße, die unter anderem von der Wanddicke, der gewählten Betonklasse, der Rohdichte, den Dämmsystemen, den Trennfugen und Putzdicken abhängen. Erhöhte Anforderungen an den Schallschutz, etwa beim Bau von Reihen- oder Doppelhäusern, geben das Projekt oder der Bauherr vor. Bei immer höherer Sensibilität gegenüber Umweltbelastungen kommt ihre Umsetzung der Werthaltigkeit der Gebäude entgegen. Regelungen zum Schallschutz gibt die DIN 4109.

Brandschutz

Wo Menschen auf dichtem Raum zusammen leben war Brandschutz schon immer ein (lebens-) wichtiges Thema. Heute spielen bei Bränden neben dem Feuer auch die Rauchentwicklung und die Umweltbelastung eine Rolle. Wände aus Beton fallen nach der DIN 4202 Teil 1 in die Baustoffklasse A. Als nicht brennbare Bauteile entflammen sie zu keinem Zeitpunkt. Beton trägt nicht zur Brandlast bei und leitet Flammen auch nicht weiter. Er bildet keinen Rauch und setzt auch keine toxischen Gase frei. So lassen sich selbst mit dünnen, nach Anforderung dimensionierten Wänden aus Beton alle Feuerwiderstandsklassen planerisch einfach realisieren.

Entsprechend geplante Häuser aus Beton erreichen mindestens die Feuerwiderstandsklasse F 30. Die sichere Bauweise mit massiven Wänden aus Beton empfiehlt sich daher für den Bau von Ein- und Zweifamilienhäusern, auch wenn in diesem Segment Bauordnungen kaum Anforderungen an den Brandschutz stellen. Für Bauherren zahlt sich diese Sicherheit auch durch geringere Versicherungssummen aus.



←
Herrschaftsbucktunnel,
Rheinfelden

Für nicht alltägliche Anwendungen, etwa in Kliniken oder Forschungseinrichtungen, werden Betone mit ganz spezifischen Schutzfunktionen entwickelt.

Strahlenschutzbeton

Strahlenschutzbeton schützt gegen radioaktive Strahlung. Durch unterschiedliche Betonzusammensetzungen kann auf die jeweilige Art der Strahlung reagiert werden.

Schwerbeton

Schwerbeton wiederum wird eingesetzt, wenn extreme Anforderungen an den Schallschutz gestellt werden oder wenn ein Gebäude gegen Auftrieb gesichert werden muss. Schwerzuschläge, wie das Mineral Baryt, können Beton die jeweils erforderliche höhere Dichte geben.

Wand mit energetischen Vorteilen

Für Bauten mit zeitgemäßen Energiekennwerten und einer wirtschaftlichen Klimatisierung sind massive Wände aus Beton relevante Bauteile. Oft werden die Wände explizit als Bestandteil weit reichender Energiekonzepte in die Planung integriert. Generell sorgt bei hochsommerlichen Temperaturen die große Masse der Betonwände durch die Temperaturträgheit speziell bei Leichtbeton für ein ausgeglichenes Raumklima. Im Winter speichern gedämmte Betonwände die Wärme und geben sie zeitverzögert in der Nacht wieder nach innen ab (siehe auch Kapitel 5.3 Heidelberger Leichtbeton).

Was im Winter für die Berechnung effizienter Energiesysteme bis hin zur Konzeption von Passiv- und Nullemissionshäusern von Vorteil ist, zahlt sich also auch im Sommer aus. Längst wird in öffentlichen und privaten Bauten die massive Bauweise in Verbindung mit Flächenheizungen und kontrollierter Lüftung auch zur Klimatisierung herangezogen. Auf eine umweltschädigende, ressourcenintensive Kühlung kann dann verzichtet werden.



↑ Konzernzentrale der Mediengruppe des Süddeutschen Verlages, München; Oliver Kühn GKK+Architekten, Berlin

Wand ohne Wärmebrücken

Luftdichte Gebäude in Verbindung mit einem durchdachten Heiz- und Lüftungssystem sind Voraussetzung beim Neubau. Die Vermeidung von Wärmebrücken und der Nachweis der Luftdichtigkeit mittels Blower-Door-Test gehören zur ganzheitlichen Betrachtung von Gebäuden, die seit der Energieeinsparverordnung EnEV 2009 von Interesse ist. Es geht außerdem um den spezifischen Transmissionswärmeverlust (H_t'), der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche von Gebäuden bezogen ist.

Passivhäuser oder die von der Kreditanstalt für Wiederaufbau KfW-40 Häuser müssen den in der EnEV vorgegebenen Höchstsatz erheblich unterschreiten. Diese sinnvolle Auflage lässt sich mit massiven Wandkonstruktionen auf einfache Weise erreichen. Mittels Betonbauweise und der Vermeidung von Wärmebrücken kann – korrekte Ausführung vorausgesetzt – eine Luftdichte erreicht werden, die noch deutlich unter den geforderten Werten $n_{50} = 0,6 [1/h]$ für Passivhäuser liegt. In Verbindung mit einem entsprechenden Wandaufbau – ausreichenden Dämmmaßnahmen und/oder Wandstärken – ist somit die Voraussetzung für eine zeitgemäße Gebäudehülle geschaffen.



Wände aus Beton sind Bestandteile effizienter Energiekonzepte.

↑ Feuerwache, Heidelberg
Peter Kulka Architektur, Köln

Bei der Planung von massiven Wandkonstruktionen und Anschlüssen unterstützt der „Wärmebrücken- und Konstruktionsatlas für den Massivbau“ (Hrsg.: BetonMarketing Deutschland GmbH), der im Internet zum Download unter www.beton.org bereit steht. Dieses umfangreiche Kompendium reduziert den Aufwand bei der Planung auf ein Minimum, wenn es darum geht, Wärmebrücken konstruktiv zu vermeiden. Wärmebrückeneffekte sind hier für alle Varianten massiver Konstruktionen mittels der Finite-Elemente-Methode berechnet. Dieses Werkzeug zu Rate gezogen, kann der Fachplaner einen individuellen Nachweis für sein Projekt führen, ohne auf die ungünstigeren pauschalen Aufschläge nach EnEV zurückgreifen zu müssen.

Hilfreiche Downloads gibt es im HeidelbergCement CAD-Download-Center oder unter www.beton.org

KELLERWAND

Trockene, teilbeheizte Keller haben einen hohen Aufenthaltswert für Arbeit, Freizeit, Lagerung und Archivierung. Größerer Platzbedarf, steigende Grundwasserspiegel und drohendes Hochwasser bei Unwetter hat die Bedeutung wasserundurchlässiger Kellerwände in den letzten Jahren erhöht. Nach wie vor zählen Keller in Deutschland beim Kauf von Immobilien zu den ausschlaggebenden Argumenten.

Massive Kellerwände werden daher in der Regel in Verbindung mit der Bodenplatte als wasserundurchlässiges System konzipiert, welches unter dem Namen ‚Weiße Wanne‘ in der Fachwelt bekannt ist (siehe auch Kapitel 4.2 Weiße Wanne).

Wasserundurchlässige Kellerwände übernehmen neben den Aufgaben der Standsicherheit auch gleichzeitig Aufgaben für die dauerhafte Dichtigkeit. Für wasserundurchlässige Kellerwände moderner Bauvorhaben steht mit Permacrete-Transportbeton ein hochwertiger Beton zur Verfügung. Er zeichnet sich durch seinen besonders hohen Wassereindringwiderstand aus und erfüllt unter anderem alle bauphysikalischen Anforderungen aus der WU-Richtlinie.

Werden wasserundurchlässige Kellerwände mit Betonhalbfertigteilen auf der Bodenplatte montiert und anschließend mit Transportbeton verfüllt, erfordert die wasserundurchlässige Verbindung der einzelnen Elemente untereinander besondere Sorgfalt.

Wasserundurchlässige Keller erhöhen den Wert der Immobilie.



INNENWAND

Im Innenbereich machen tragende Trennwände und nicht tragende Innenwände zeitgemäße und individuelle Grundrisse möglich. Je nach Anforderungen an Statik und Bauphysik werden sie als zweischalige oder schlanke, einschalige Wände konzipiert.

Die Bauweise mit Transportbeton gewährt die gestalterische Freiheit für eine individuelle Raumaufteilung mit großzügigen Raumfluchten. Leerrohre für Installationen werden nach Plan in der Schalung montiert. Analog zu Betonböden eignen sich massive Betonwände für den Einbau moderner Flächenheizungen mit niedrigem Temperaturvorlauf, die entsprechend ökonomisch arbeiten. Sie erzeugen ein angenehmes Raumklima und ersetzen störende Heizkörper. Innenwände schließen je nach gestalterischen Vorstellungen individuell mit Putzoberflächen, Tapeten oder Wandbekleidungen ab.

In jüngster Zeit setzen Architekten immer häufiger unbehandelte Sichtbetonflächen für Foyers, für Kunsträume, für Wohnlandschaften und repräsentative Treppenhäuser um (siehe auch Kapitel 5.3 Heidelberger Sichtbeton und Heidelberger Farbbeton).

Beim öffentlichen Bau, im Industrie- und Wohnungsbau werden auch vorgefertigte Wandelemente für den Einbau von tragenden Wandscheiben oder für nichttragende Trennwände eingeplant. Die Wirtschaftlichkeit der seriellen Produktion setzt sich hier im rationellen Aufbau fort.

Architekten nutzen das Potenzial, das Beton als kreativer Werkstoff bietet, auch für den Innenbereich.

Einfamilienhaus Freising
FIEDLER + PARTNER ARCHITEKTURBÜRO, Freising
↓ mit Infralichtbeton von Heidelberger Beton



AUSSENWAND

Außenwände aus Beton eignen sich für nahezu jede Bauaufgabe. Sie werden entsprechend dimensioniert und aus Transportbeton in Schalungen rund um die Bewehrung gegossen. Die massive Bauweise mit Transportbeton bietet Planern bei der individuellen Formgebung bis zum Betoniervorgang von Gebäuden weitestgehende Freiheit. So lassen sich heute mit modernen, fließfähigen und selbstverdichtenden Betonen wie Easycrète fast alle geometrischen und organischen Formen entwerfen und realisieren. Jørn Utzons Oper in Sydney oder Gottfried Böhms Bauwerke aus den 60er Jahren, etwa das Rathaus in Bensberg und die Wallfahrtskirche in Neviges, waren ihrer Zeit voraus. Heute realisieren Architekten expressive Bauten aus Beton wie massive Wohnhäuser mit vor- und zurückspringenden Quadern am Rhein, organisch geformte Villenbauten oder Hotels in extremen Wüstenlagen.

Wohnhaus am See →
werkraum a, GbR;
steller welsch architekten,
Herrsching mit
Infraleichtbeton von
Heidelberger Beton

Hochleistungsbetone
optimieren den Bau-
ablauf vor Ort, sie um-
fließen Bewehrungen
und unterstützen
bei Verdichtung und
Entlüftung.



Architekten wie Ben van Berkel von UN Studio, Amsterdam, die sich bei der Umsetzung bis an die Grenzen der Machbarkeit vorwagen, weiten nur den Horizont dessen, was mit moderner Betontechnologie machbar ist.

Die Erstellung von Außenwänden mit Transportbeton bietet Architekten freie Hand für nahezu jede Gebäudeform. Spezialbetone optimieren den Bauablauf vor Ort. Die fließfähigen, selbstverdichtenden oder hochfesten Betone lassen den Bau von Rundungen, schmal dimensionierten Fensterbrüstungen oder Eckpfeilern zu, die weite Gebäudeöffnungen flankieren. So ermöglichen diese Betone auch den Bau extrem schlanker Bauteile auf der Baustelle auf einfache, wirtschaftliche und schnelle Weise. Easycrète umfließt enge Bewehrungen und komplizierte Formen und unterstützt beim Einbau des Betons die vollständige Verdichtung und Entlüftung.

Bildet Beton die tragende Struktur der Außenhülle, ist der Gestaltung der Gebäudeansicht mit unterschiedlichsten Fassadenwerkstoffen keine Grenze gesetzt. In der Regel erhalten Betonbauten ihre guten Energiekennwerte durch Dämmungen, die den jeweiligen Anforderungen entsprechend nach dem Ausschalen außen am Bauwerk angebracht werden. Ein abschließender Putz erzeugt traditionelle Oberflächen, die auch in extravagante Architekturkonzepte eingebunden sein können.

Vorgehängte hinterlüftete Fassaden bilden mit der tragenden Betonwand – in Verbindung mit Unterkonstruktion und Bekleidung – ein dauerhaftes und energieeffizientes System, da hier die Dämmschichtdicke je nach Bedarf dimensioniert wird. Die abschließenden Fassadenelemente dieser Betonbauten können mit jedem Werkstoff ausgeführt werden, der als Fassadentafel oder Bekleidungs-element realisierbar ist. So werden diese Betonbauten mit Holz, Metall, Farbbeton, Natur- oder Betonwerkstein sowie mit modernen textilen Materialien bekleidet.

Im mehrgeschossigen Wohnungsbau sowie bei rationellen Entwürfen für die öffentliche Hand oder im Gewerbebau werden unterschiedliche Außenwandkonstruktionen auch mit Betonfertigteilen geplant, die meist drei- oder vierschichtig aufgebaut sind. So kommen komplette ‚Sandwichelemente‘ mit oder ohne hinterlüftete Vorsatzschalen zum Einsatz. Außenwände aus vorgefertigten Stahlbeton-tafeln werden ebenso wie Ortbetonwände mit Wärmedämmverbundsystemen oder als vorgehängte hinterlüftete Fassaden ausgeführt.



Schulze-Delitzsch-Carrée, Landau
Arnold Architekten,
Architekturbüro Hertel,
Knauth Architekten,
Architekturbüro Treiling,
Werkgemeinschaft Landau

UNBEWEHRTE WAND

Architekten kennen Wände aus Beton als bewehrte Konstruktionen, bei denen die Kombination von Beton und Stahl eine dauerhafte Verbindung eingehen. Ohne Bewehrungsstahl, so die gängige Lehrmeinung, müssten Betonwände dick ausgebildet werden, sie verbrauchten auf unökonomische Weise Material und Fläche.

Eine neue Typenstatik für unbewehrte Wände ermöglicht nun sehr schlanke Wandquerschnitte auch bei unbewehrten Wänden aus Transportbeton. Die vom Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie in Auftrag gegebene Typenstatik bezieht sich auf die bauaufsichtlich eingeführte Normenreihe DIN 1045 für den Betonbau und entspricht, laut Professor Josef Hegger vom Institut für Massivbau der RWTH Aachen, den anerkannten Regeln der Technik. Architekten, die heute mit dieser Bemessungsgrundlage planen, nutzen alle Vorteile der innovativen Konstruktionstechnik.

Musikerhaus Hombroich, →
Raketenstation auf der Insel
Hombroich, Neuss;
Prof. Dipl. Ing. Raimund
Abraham, New York/Wien



KANN GERADE ODER GESCHWUNGEN SEIN ...

Bei Außenwänden oder Verkleidungen nennt man die Form eines Betonbauteils auch sein „Profil“. In derartigen Anwendungsbereichen ist es manchmal sehr wichtig, viele unterschiedliche Profile herstellen zu können. Hier bestechen Betonbauteile durch die Flexibilität und die Genauigkeit im Herstellungsprozess.

Verschiedene Bauvorhaben mit unbewehrten Wänden, unter anderem ein mit dem BTB-Partnerpreis des Bundesverbandes der Deutschen Transportbetonindustrie e. V. ausgezeichnetes Passivhaus, wurden in den letzten Jahren nach dieser Methode rationell und wirtschaftlich erstellt.

Berechnungen der RTWH Aachen haben nachgewiesen, dass Wandstärken im Vergleich zur Berechnung nach DIN 1045-1 beispielsweise von 25 Zentimetern auf 15 Zentimeter reduziert werden können. Die unbewehrte Wandbauweise ist ein Quantensprung, den Architekten für ihre Bauherren beim Bau von Eigenheimen nutzen können.

SICHTBETONWAND

Die besondere Oberflächenqualität des natürlichen Baustoffs Beton hat Architekten stets dazu angeregt, authentische Bauten mit sichtbaren Betonflächen zu gestalten. Soll etwa die Materialität sichtbar von außen nach innen weitergeführt werden, bietet sich Beton aufgrund seiner Eleganz und der hohen Oberflächen- und Gestaltungsqualität besonders an. Immer wenn Wände, aber auch Decken, Treppen und sonstige Bauteile, in ihrer spezifischen Anmutung sichtbar bleiben, insbesondere wenn sie gestalterische Funktionen übernehmen, ist von Sichtbeton die Rede.



Eine Übersicht der sichtbetonspezifischen Anforderungen finden Sie in unserer Broschüre: „Sichtbetonklassen und Anforderungen“ von Heidelberger Beton. Diese steht auch für Sie zum Download auf unserer Webseite bereit.

Anbau Wohnhaus Werner, Dietfurt
Gebauer.Wegerer.Wittmann
← Architekten BDA

Die Renaissance des Sichtbetons hat diesen Baustoff wieder ins Zentrum architektonischer Überlegungen gerückt. Sichtbeton wird heute in fast allen Bereichen ausgeführt. Beispielhafte Bauten gibt es für die öffentliche Hand, für Kunst und Kultur. Sichtbeton ist Thema beim Wohnungs- und beim Industriebau. Bemerkenswerte Beispiele reichen vom großen Projekt bis hin zum exklusiven Penthouse.

Schon bei der Ausschreibung von Sichtbeton müssen sich Architekten entscheiden, ob sie einen sehr gleichmäßigen Beton wünschen oder ob sie Farbtonunterschiede bis hin zu stärkeren farblichen Differenzen an der Betonfläche bevorzugen.

Anforderungen an Sichtbeton sind in der Norm DIN 18217 „Betonoberflächen und Schalhaut“ geregelt. Das „Merkblatt Sichtbeton“, herausgegeben vom BDZ/DBV teilt Betonoberflächen in vier konkrete Sichtbetonklassen ein und beschreibt die mit diesen Klassen verknüpften Anforderungen. Architekturbüros, wie Stephan Braunfels Architekten, Berlin, die immer wieder Sichtbetonbauten realisieren, haben eigene, spezifische Anforderungsprofile definiert, die bei jedem Projekt in Zusammenarbeit mit Betontechnologen der Hersteller und den Rohbauunternehmern angenähert werden müssen.

In der Leistungsbeschreibung sollte die Sichtbetonklasse festgelegt werden, aus der sich klare Anforderungen hinsichtlich der Oberflächenqualität ableiten lassen. Ab Sichtbetonklasse 2 werden Referenzflächen empfohlen, die als Bemusterung dienen und Grundlage der Bauabnahme sind. Ohne solche Erprobungs- oder Referenzflächen, die der Ausschreibung zugrunde liegen, sollten Architekten keine Betonfassaden ausführen lassen.

Einen Überblick zum Thema Sichtbeton finden Sie in unserem Leitfaden für Architekten, Planer und Tragwerksplaner.

Spezialisten von Heidelberger Beton beraten Architekten bei der Umsetzung architektonischer Vorstellungen. Steht die Betonrezeptur fest, beeinflussen immer noch die Art, Struktur und Glätte der Schalhaut sowie die geplanten Ankerstellen die Sichtbetonanmutung (siehe auch Kapitel 5.3 Heidelberger Sichtbeton).

Um ein möglichst homogenes Ergebnis zu erzielen, versuchen Architekten bereits in der Planungsphase bei der Detailausbildung durch bewusste Wasserführung spätere Wasserablagerungen zu vermeiden. Manche Architekten entscheiden sich aber auch bewusst gegen betontechnologische oder konstruktive Maßnahmen, weil sie die optischen Veränderungen im Laufe der Zeit, das ‚aging‘ für ihr Projekt in Kauf nehmen wollen.

Betonoase, Berlin →
Gruber + Popp
Architekten BDA, Berlin



Die Herstellung genau definierter Sichtbetonflächen ist eine Kunst, deren Qualität von vielen Faktoren abhängt.

SICHTBETONWÄNDE IN FARBE

In jüngster Zeit erhält das elegante Grau moderner Sichtbetonbauten farbige Pendant. Je nach Entwurf vermitteln lasierte oder farblich beschichtete Oberflächen den Bauten eine besondere Anmutung. Wird bei den oben genannten Verfahren nur die Oberfläche des Baustoffs farblich verändert, so ist bei durchgefärbten Betonwänden die Farbgebung Bestandteil der Rezeptur. Durch die Wahl von Weißzement, die Beimischung farbiger Körnungen oder die Beimischung unterschiedlichster Pigmente lässt sich eine breite Palette von Farben realisieren, die Betonbauten ein eigenwilliges und signifikantes Aussehen gibt, ohne den spezifischen Charakter der Betonbauweise aufzugeben.



Sichtbeton bewahrt sich als natürlicher Baustoff stets ein authentisches Erscheinungsbild.

Waldorfschule Augsburg
Ottseeger Architekten, Augsburg

Heidelberger Beton unterstützt Architekten bei der Auswahl von geeigneten Betonen und berät mit eigenen versierten Betontechnologen, die Erfahrung im Umgang mit Pigmentierung oder der Zugabe von Flüssigfarben für eine breite Palette unterschiedlichster Farben haben.

Was für die Ausbildung von Sichtbetonbauten generell gilt, trifft in besonderem Maße auch auf farbige Betone zu. Jeder Bestandteil in der Zusammensetzung, jede Variable in der Produktionskette, bei Lieferung und Ausführung wirkt sich auf das Gesamtergebnis aus. Bei Transportbeton spielen für Homogenität und Farbanmutung auch die jeweiligen Witterungsbedingungen beim Betoniervorgang vor Ort eine Rolle.

SICHTBETONoberFLÄCHEN

Je nach Vorstellung des Architekten können Sichtbetonwände sehr unterschiedliche Oberflächenstrukturen erhalten, die entweder durch die Art der Schalung oder durch eine spezielle Behandlung nach dem Betoniervorgang möglich wird. Mit der Wahl der Schalung, ob Holz, Stahl oder kunststoffbeschichtete Schalplatten, wird bekanntermaßen ein Abdruck forciert, der von sägerau bis zu spiegelglatt tendiert. Nach Wahl und Anordnung der Schalung lassen sich hier Fugen sowie ganze Muster und Raster abbilden, die dem Sichtbetonprojekt ein individuelles Gepräge geben. Der Schalungsplan wiederum gibt genau das Abbild der Ankerpunkte vor, die oft auch zur Strukturierung oder Gestaltung der Oberflächen herangezogen werden.

Individuelle Strukturen können Architekten durch den Einsatz von Strukturmatrizen ausführen lassen. Außergewöhnliche Matrizen können für größere Projekte eigens angefertigt werden.

Eine nachträgliche Oberflächenbearbeitung, die dem Betoniervorgang folgt, verändert ebenfalls die Ansicht. Beim Absäuern oder Feinwaschen werden etwa die obersten Zementschichten gelöst und weggeschwemmt, so dass eine samtene bis sandige Struktur entsteht. Je nach Art der für den Beton gewählten Sande oder der Größe der Körnung kann diese raue Oberflächenstruktur beeinflusst und in ihrer Tiefenwirkung differenziert werden.

Ein besonderes Verfahren ermöglicht der so genannte Fotobeton. Die Folien werden als Träger von Verzögerern auf der Schalung befestigt und später mit dieser wieder entfernt. Durch unterschiedlich verzögerte Bereiche der Betonoberfläche entsteht ein Bild. Das ist spätestens seit dem Bau der Fachhochschul-Bibliothek Eberswalde von Herzog & De Meuron bekannt.

NS Dokumentationszentrum, München →
GSW Georg Scheel Wetzels Architekten,
Berlin, Landeshauptstadt München



Hilton Munich Airport Hotel, Reliefbild aus Beton,
FMG Flughafen München GmbH, München



KANN LEBENSGROSSE BILDER DARSTELLEN

Mit einem so genannten Fotogravurverfahren können Betonbauteile in riesige Fotoalben verwandelt werden. Die Punktmatrix eines ausgewählten Fotos oder einer Grafik wird so effektiv auf der Oberfläche des Fertigteils reproduziert, dass das Foto im Laufe der Zeit nicht verblasst oder abgewaschen wird. Durch diese Technik wird oft ein frappierender Effekt erzielt.

Wird Wert auf äußerst glatte Oberflächen gelegt, sorgen fließfähige Betone wie Easycrète für porenarme Flächen, die sich zusätzlich noch polieren lassen.

Sichtbetonwände können also auch durch eine nachträgliche mechanische Bearbeitung – etwa Scharrieren, Bossieren, Schleifen und Polieren – eine charakteristische Oberfläche erhalten.

Die Oberflächenbehandlung mit nicht sichtbaren Anti-Graffiti-Systemen oder die Hydrophobierung der Ansichten schützt Sichtbetonwände außerdem vor Verschmutzung und Vandalismus.

Wichtige Grundlagen:

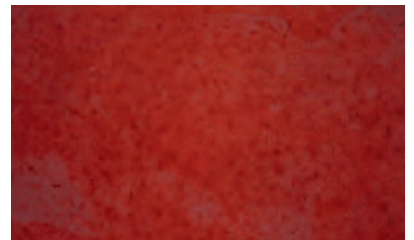
- Sichtbeton-Leitfaden für Architekten, Planer und Tragwerksplaner von Heidelberger Beton
- Merkblatt B1 des Vereins Deutscher Zementwerke aus Düsseldorf sowie das Merkblatt H8 der Deutschen Zementindustrie



Schleifen und Polieren



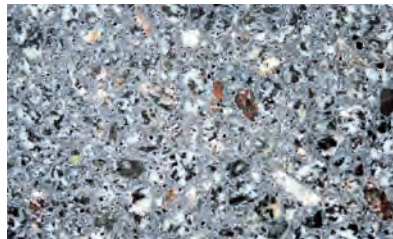
Auswaschen



Schalung glatt



Oberfläche gesäuert



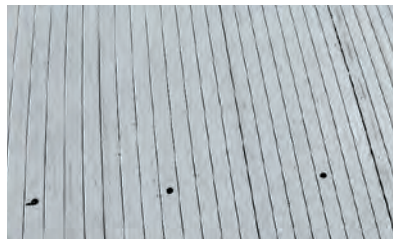
Oberfläche geschliffen



Oberfläche sandgestrahlt



Bretter sägerau saugend texturiert



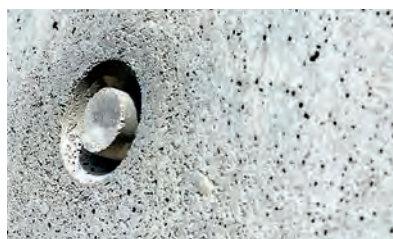
Strukturplatte



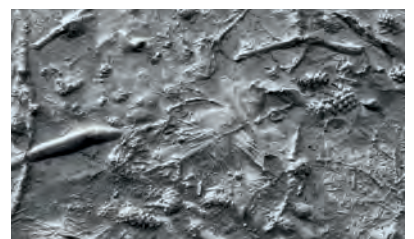
Stöße



Strukturmatrizen



Ankerfläche



Kunststoff-Matrizen nicht saugend texturiert

4.5 DECKE

Raumfluchten in großen Dimensionen und weit gespannte Decken finden sich in fast allen Gebäudetypologien.

Der erhöhte Platzbedarf des Einzelnen für Wohnen und Arbeiten lässt sich auch an den immer großzügiger werdenden Grundrissen ablesen. Aufgrund der hohen Tragfähigkeit können Architekten mit Decken aus Beton die gewünschten Spannweiten einfach realisieren. Nicht tragende Innenwände, die nach Wunsch angeordnet werden können, ermöglichen dann eine flexible Raumaufteilung.

Für die Schalldämmung müssen wohnungstrennende Decken die Anforderung $R'_{w} = 54$ dB gemäß DIN 4109 erfüllen. Da ruhiges Wohnen und Arbeiten in erheblichem Maß zum Wohlbefinden beiträgt, realisieren Architekten Bauten aus Beton oftmals mit erhöhtem Schallschutz. Die Empfehlung des Beiblatts 2 zu DIN 4109 für einen erhöhten Schallschutz beträgt $R'_{w} = 55$ dB (siehe auch Kapitel 4.4 Wand mit Schutzfunktion).

Ähnlich wie die anderen massiven Bauteile, Bodenplatten, Fußböden und Wände übernehmen Decken heute besondere Funktionen. Sie sind als Kühldecken Bestandteil effizienter Energiekonzepte oder übernehmen als Sichtbetondecken gestalterische Aufgaben.



Leichtbeton eignet sich besonders zur Gewichtseinsparung. So können die Lasten um bis zu 25 % gegenüber ‚Normalbeton‘ verringert werden. Dadurch können die lastabtragenden Bauteile (z. B. Wände, Stützen, Fundamente) auch geringer dimensioniert werden. Zusätzlich haben Leichtbetondecken eine bessere Wärmedämmung (siehe auch Kapitel 5.3 Heidelberger Leichtbeton).

ORTBETONDECKE

Für Decken wird Beton vor Ort in rationelle Systemschalungen gegossen. So genannte Ortbetondecken ermöglichen eine optimale Abstimmung auf die jeweiligen Anforderungen und örtlichen Gegebenheiten. Mit der erforderlichen Tragfähigkeit lassen sich individuelle Grundrisse flexibel ausführen. Ein fließfähiger und leicht verarbeitbarer Beton wie Easycrète umfließt das Bewehrungsgeflecht in der Deckenschalung mit nahezu vollständiger Verdichtung (siehe Kapitel 5.1 Easycrète). Lunker oder Kiesnester werden minimiert. So können auch die Untersichten von Transportbetondecken in höchster Sichtbetonqualität ausgeführt werden. Sie unterstützen moderne Wohnkonzepte oder prägen das zeitgemäße Erscheinungsbild öffentlicher Bauten.



↑ Staatliches Museum Ägyptischer Kunst, München
Peter Böhm Architekten, Köln

ELEMENTDECKE

Elementdecken mit der integrierten, statisch erforderlichen Bewehrung werden erst nach der Montage vor Ort mit Beton ausgegossen. Sie verbinden dabei die Vorteile des im Betonwerk geplanten und gefertigten Halbfertigteiles mit der konventionellen Transportbetonbauweise. Die Montage von Halbfertigdecken lässt sich auch mit kleinen Baukränen schnell bewerkstelligen und bietet Architekten eine vergleichsweise hohe Anpassungsfähigkeit an die geplanten Grundrisse.



→
Tower 185, Frankfurt am Main
Christoph Mäckler Architekten,
Frankfurt am Main

HOCH HINAUS...

Hohe Gebäude mit bis zu 80 Stockwerken werden wegen ihrer konstruktiven Effizienz vorzugsweise aus Betonbauteilen gebaut. Die Deckenstärke ist bei gleicher Spannweite geringer als bei anderen Baustoffen. Das führt zu einer geringeren Etagenhöhe und es wird somit höchst wirtschaftlich, mehr Stockwerke bei gleicher Gebäudehöhe zu bauen.

VOLLDECKE

Im Werk vorgefertigte Volldecken werden auf der Baustelle nur noch an den statisch-konstruktiv erforderlichen Punkten kraftschlüssig verbunden. Ein Vorteil ist die rationelle und schnelle Bauabwicklung. Die Maße der Volldecken sind jedoch durch den Transport und die Krankapazitäten vor Ort beschränkt.

4.6 DACH

Für die Konzeption von Dächern mit außergewöhnlichen Formen und großen Spannweiten bieten massive Konstruktionen die besten Voraussetzungen.

Moderne Flachdächer und exklusive Dachwohnungen haben es längst vorgemacht. Für die Konzeption von Dächern mit außergewöhnlichen Formen und großen Spannweiten bieten massive Konstruktionen die besten Voraussetzungen. Auch im Wohnungsbau bringen heute massive Dächer Vorteile für behagliches und sicheres Wohnen. Leben unter schrägen Dächern muss im Hinblick auf Schall- und Wärmeschutz ebenso komfortabel sein wie in einer Geschosswohnung.

MASSIVE DACHKONSTRUKTION

Heute werden massive Betondächer in unterschiedlichen Dachformen, auch als konventionelle Satteldächer, geplant. Architekten wählen dabei verschiedene Konstruktionen. Die geeigneten Dächer lassen sich wie Wände schalen und vor Ort mit Transportbeton ausgießen. Dachöffnungen, Einschnitte und Auskragungen können so individuell angeordnet werden. Alternativ konzipieren Architekten einzelne großformatige Dachelemente auch nach Art von Elementdecken mit Filigranträgern für das Dach, die dann auf einen Firstträger aufgelegt werden, mit Wärmedämmung befüllt oder ausgegossen werden. In jedem Fall sind die Rohbauten direkt nach dem Dachaufbau mit einer massiven Betonschale geschlossen und der Innenausbau kann unmittelbar erfolgen. Je nach Entwurf und Anordnung der Dämmung werden die Massivdächer im Inneren auch in Sichtbetonqualität ausgeführt.



LEISE ...

Durch ihr Materialgewicht sorgen Betonbauteile im Gebäude für ein ruhiges Leben. Die Privatsphäre wird durch eine wirksame Geräuschreduzierung gewährleistet. Damit stellen Bauteile aus Beton die ideale Wahl insbesondere für Wohngebäude dar.



4.7 WEITERE BAUTEILE

Moderne Architektur rückt den Werkstoff Beton immer mehr in den Mittelpunkt des Hochbaus.

Moderne Architektur verbunden mit dem Wunsch nach Authentizität und anhaltender Qualität rückt den Werkstoff Beton immer mehr in den Mittelpunkt des Hochbaus. Heute machen Architekten Konstruktion und Materialität sichtbar und beziehen die statischen und gestalterischen Möglichkeiten von zementgebundenen Baustoffen ein. Sie entwerfen im Objektbau und seit einiger Zeit auch im Wohnungsbau äußerst schlanke und filigrane Bauteile, die gleichwohl Lasten tragen. Heute ist es machbar, dass die Decken von Foyers, Ausstellungshallen und Konzertsälen auf schlanken Stützen schweben oder von extrem schmalen Säulen getragen werden. Äußerst filigrane Bauteile aus Beton, schmale Träger und gewundene Treppen sind heute nicht nur bei außergewöhnlichen Projekten wie dem Literaturmuseum der Moderne in Marbach von David Chipperfield gang und gäbe. Der Kulturbau thront mit umlaufenden Stützen über dem Neckar wie ein neuzeitliches Pantheon.

Erst fließfähige Betone und hochfeste Betone ermöglichen eine unkomplizierte freie Bauteilplanung und die Umsetzung komplexer Bauteilgeometrien. Denn schlanke Bauteile, enge Bewehrungen und komplizierte Formen bergen oft das Risiko, dass beim Einbau des Betons keine vollständige Verdichtung und Entlüftung erfolgt. Dank der weit entwickelten Verarbeitungseigenschaften können inzwischen auch enge Bewehrungen weitgehend hohlraumfrei umschlossen werden, Korrosion ist kein Thema mehr und auch die Verdichtung wird reduziert oder kann sogar ganz entfallen.

Neubau Hauptverwaltung HeidelbergCement AG,
Heidelberg, AS+P Albert Speer + Partner GmbH,
Frankfurt am Main



KANN FILIGRAN SEIN ...
Durch den Einsatz von Faserbewehrung in Beton können extrem schlanke Teile hergestellt werden. Das bedeutet, dass auch Beton für baulich sehr ehrgeizige Projekte eingesetzt werden kann.

↓ Treppenaufgang Angelika-Lautenschläger-Kinderklinik, Heidelberg; Nickl & Partner Architekten, München



SÄULEN UND STÜTZEN

Die hohen Decken im Foyer des neugebauten Bundesarchivs in Berlin werden von acht Meter hohen, schlanken Säulen abgefangen. Um die von Stephan Braunfels Architekten angestrebte Sichtbetonqualität dieser Säulen zu erreichen, wurde ein weißer Beton der Druckfestigkeitsklasse C50/60 peu à peu in glatte Fertig-Rundstützenschalungen gegossen.

Eine derartige Länge von Stützen oder Säulen ist heute mit selbstverdichtenden Betonen einfach zu planen und auch auszuführen. Der Beton umfließt in speziellen Schalungen mit runden oder eckigen Querschnitten die entsprechende Bewehrung, er muss vor Ort nicht mehr verdichtet oder gerüttelt werden, um seine optische Qualität zu erhalten.



↑ Neubau Hauptverwaltung HeidelbergCement AG, Heidelberg,
AS+P Albert Speer + Partner GmbH, Frankfurt am Main

DÄMPFT SCHWINGUNGEN ...

Bauten wie Sportstadien und Konzertsäle sind in Bezug auf Schwingungsverhalten durch Lärm und Menschenmassen besonders empfindlich. Das kann sich für die Benutzer dieser Einrichtungen störend auswirken. Beton kann wegen seiner Masse zur Dämpfung dieser Schwingungen eingesetzt werden.

Elegante Säulen und Stützen werden oft auch bei kleineren Projekten und im Wohnungsbau eingeplant, wenn beispielsweise großflächige Glasfronten von schmalen Stützen flankiert werden sollen. Moderne, offene Wohnformen, z. B. mit Übergängen zwischen Kochbereich und Wohnzimmer, verlangen großzügige Grundrisse. Hier lassen sich große Spannweiten mit attraktiven Säulen realisieren, die gleichzeitig die Räume elegant unterteilen.

Projektbezogen werden schlanke Bauteile mit runden oder eckigen Querschnitten mit Transportbeton geplant. So können Architekten ihre Dimensionierung und die statischen Vorgaben bezüglich Bewehrung und Betonklasse exakt auf den Entwurf abstimmen.

Darmstadium,
Darmstadt;
fs-architekten,
Darmstadt



Säulen und Stützen gibt es auch als klassische Betonfertigteile, die in Standardmaßen am Markt sind. Bei Fertigteilstützen führt jedoch jedes Abweichen von der Rechteckform zu höheren Kosten bei Herstellung, Transport und Einbau. Daher müssen Planer die Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Querschnittsabmessungen im Vorfeld in ihren Entscheidungsprozess einbeziehen.

UNTERZÜGE

Unterzüge oder so genannte Riegel werden als Träger eingesetzt, um die Lasten einer Decke auf Stützen, Säulen oder Wände zu übertragen. Vorgefertigte Unterzüge oder Riegel gibt es L-, T-, I-, oder U-Riegel mit rechteckigem Querschnitt. Neben diesen Standardquerschnitten sind weitere Querschnitte möglich.

Abhängig von den auftretenden Kräften werden die Verbindungen von Deckenplatten zu Unterzügen ausgebildet. Architekten wählen zwischen Bewehrungsstößen, profilierten Fugen oder an individuelle Vorgaben angepassten Verbindungsstrukturen.

BINDER UND PFETTEN

Dachbinder aus Beton tragen als weit gespannte Träger oft leichte Dacheindeckungen. Sie werden in der Regel als Satteldachbinder, Pultdachbinder oder Parallelbinder ausgebildet und können für unterschiedliche Spannweiten eingeplant werden.

Pfetten sind Einfeldträger aus Beton, mit denen die Dachlast auf die Binder abgetragen wird. Sie werden eingeplant, wenn der Abstand der Binder größer als die größtmögliche Stützweite der Deckung ist. Binder und Pfetten sind gängige Betonfertigteile.



Messehalle 11, Frankfurt am Main, →
Hascher Jehle Architektur, Berlin

BALKONE

Die Strukturierung von Gebäuden mit weit auskragenden Balkonen hat im Wohnungsbau einige spektakuläre Projekte hervorgebracht. Der persönliche Raum im Freien macht urbanes Wohnen in der Stadt noch attraktiver und für viele Bewohner ist ein Balkon unerlässlicher Bestandteil der Wohnung. Balkone werden als ‚externe Räume‘ gestaltet und mit unterschiedlichsten Brüstungssystemen oder Verglasungen gesichert. Meist führt die massive Bauweise der Balkonbodenplatte schwellenfrei von innen nach außen. Anders als früher werden Balkone heute jedoch so angedockt, dass keine Wärmebrücken entstehen.

Nicht nur bei spezifischen Entwürfen, sondern auch bei der Sanierung größerer Objekte im Wohnungsbau greifen Architekten häufig auf vorgefertigte Balkonelemente zurück. Diese Betonelemente für den Balkonbau entsprechen gängigen Anforderungen und bieten als Fertig- oder Halbfertigteile eine große Bandbreite von Formen und Abmessungen.



←
Wohnhaus Westhafen,
Frankfurt am Main

TREPPEN

Spätestens seit Leonardo da Vinci als Baumeister eine doppelläufige Wendeltreppe im Loireschloss Chambord realisiert hat, die Molières Theaterstücken vor Louis XIV eine grandiose Bühne bot, ist die Bedeutung repräsentativer Treppen in Kunst und Kultur belegt.

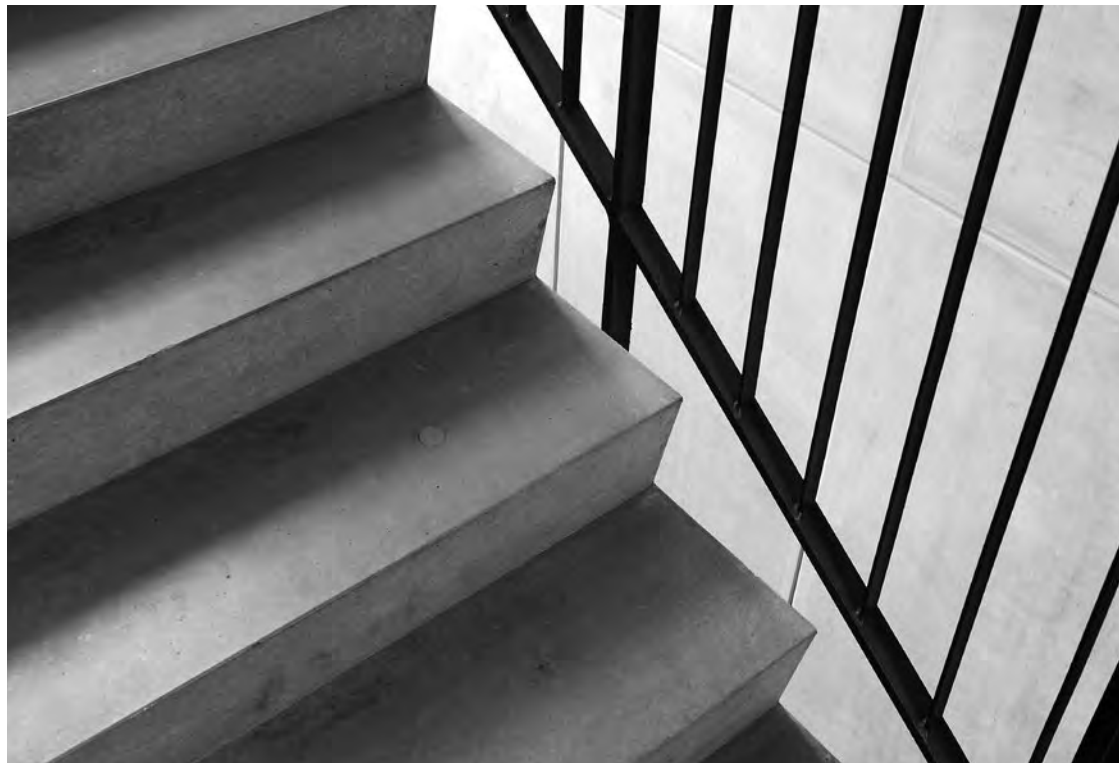
Im Deutschen Historischen Museum in Berlin von Ieoh Ming Pei, im eben der Öffentlichkeit wieder zugänglich gemachten Museumsbau von Friedrich August Stüler oder dem von David Chipperfield kongenial sanierten Neuen Museum auf der Museumsinsel, überall spielen Treppenaufgänge und ihre Ausformung eine wichtige Rolle. Auf ihnen wird – anders als in hermetisch geschlossenen Aufzügen – ein Kommen und Gehen inszeniert. Treppen dieser Art zelebrieren ein eigenes Raumerlebnis.

Auch im Treppenbau ermöglichen Hochleistungsbetone in Bezug auf Statik und Formgebung unglaubliche Geometrien und außergewöhnliche Entwürfe.

Im wirtschaftlichen Wohn- und Industriebau spielen Treppen eine eher funktionale Rolle. Als notwendige Erschließungsräume müssen Treppenhäuser dennoch ästhetisch und klar ausgebildet sein. Neben spezifisch geschalteten Treppen aus Transportbeton werden vor allem für nebengeordnete Treppen, etwa für Kellertreppen oder Fluchtwege, oftmals Fertigteiltreppen eingeplant, deren Bandbreite von geraden oder gewendelten Treppen bis hin zu Spezialanfertigungen reicht.

Wie alle Bauteile aus Beton können Treppen in Sichtbetonqualität ausgeführt werden und genügen auch in dieser Hinsicht hohen architektonischen Anforderungen.

Beton bietet für die Ausformung extravaganter Treppen und Treppenläufe ein ideales Medium.



BETON FÜR DEN WOHNBEREICH

Moderne Architektur kennt beim Einsatz von Beton keine Grenzen. Der spielerische Umgang mit dem Material lässt nicht selten herausragende Projekte entstehen. Frei nach Schiller, dass der Mensch sich erst im Spiel so richtig entfalten könne, laufen Architekten zu Höchstform auf, wenn sie Idee, Werkstoff und Form im Kopf und in der Realität zu einer unvergleichlichen Einheit zusammenbringen.

Beton ist der Stoff für couragierte Gestaltung. Was für den Hochbau gilt, ist nun auch im Ausbau und insbesondere in der Wohnkultur angekommen. Sogar in Badezimmern werden Waschbecken und Badewannen aus Beton entworfen. Kunst, Möbel, Kamine, Kochzeilen, Tische, Arbeitsplatten, Gefäße und Lampen, es gibt kaum einen Bereich, für den Beton tabu wäre. So zeigt sich nochmals die Bandbreite von ‚opus caementitium‘, der wie selbstverständlich in der Alltagskultur angekommen ist. Seit der Moderne haben Architekten stets auch als Designer gewirkt. Mit Beton erhält die Ausformung aller Lebensbereiche einen besonderen ästhetischen Reiz.

GESUNDES INNENRAUMKLIMA ...
Die einfachen Formen und Kanten des Betons sind leicht zu reinigen. Dies führt zu ungünstigen Lebensbedingungen für Hausstaubmilben, die Asthma und andere Atemwegserkrankungen auslösen können. Bei Gebäuden zur Produktion und Lagerung von Lebensmitteln sorgt Beton zudem für hygienische Produktions- und Lagerbedingungen.

Einfamilienhaus Freising →
FIEDLER + PARTNER
ARCHITEKTURBÜRO,
Freising

Wohnhaus am See
↓ werkraum a, GbR; steller welsch architekten, Herrsching



STICHWORTVERZEICHNIS

SUCHBEGRIFF	KAPITEL (SEITE)	SUCHBEGRIFF	KAPITEL (SEITE)
A		Betonüberdeckung	1.4 (1)/ 3.4 (2)
Abböschung	2.2 (1)	Betonveränderungen	3.3 (2)
Abdecken	3.5 (2)	Betotech	6 (3)
Abdichtende Bodenplatte	2.2 (3)	Bewehrung	1.3 (1,2)/ 3.4 (3,4,5)/ 3.5 (1)/ 4.1 (4)/ 4.2 (1,2)/ 4.4 (11)/ 4.5 (3)/ 4.7 (1,4)/ 5.1/ 5.4
Absäuern	4.4 (16)	Biegezugfestigkeit	5.5 (4)
Aircrete	5.2 (1,2)	Bims	1.2 (2)/ 5.3 (6)
Anhymant	4.3 (3)/ 5.5 (3)	Binder	4.7 (4)/ 6 (3)
Ankerpunkte	4.4 (16)/ 5.3 (3)	Blähglas	1.2 (2)/ 5.3 (6)
Annahme von Beton	3.3 (1)	Blähschiefer	1.2 (2)/ 5.3 (6)
Ausbreitmaß	3.4 (2,4)/ 5.1 (2)	Blähton	1.2 (2)/ 5.3 (6)/ 5.5 (4,5)
Außenwände	4.4 (2,9,10,11)	Blower-Door-Test	4.4 (6)
B		Bluten	1.3 (1)/ 5.3 (2)
Balkone	4.7 (5)/ 5.3 (7)/ 6 (3)	Böden	
Bankettbeton	5.2 (3)	- aus Beton	4.3 (1,4,5,6,7)
Baryt	1.2 (2)/ 4.4 (4)/ 5.2 (12,13)	- geschliffen	4.3 (5)
Basalt	1.2 (2)/ 5.4 (2)	- mit Gestaltungsfunktion	4.3 (4,5,6)
Baugrube	2.1 (1)/ 2.2 (1,2,3)/ 5.2 (9)/ 5.4 (5,6)	Bodenanschluss	4.1 (4)
Baugrubenverbau	2.2 (2,3)	Bodenplatte	2.2/ 4.1 (4)/ 5.1(1,3,)/ 5.4 (4)
Baugrund	2.1 (1,2,3,4)/ 2.2 (1,3)/ 4.1 (3)/ 4.2 (1)/ 5.2 (15)/ 5.2 (9)	Bodenschichten, obere	4.1 (2)/ 5.2 (3)
Baustellenablauf	3.3 (1)	Bohrpfahlbeton	5.2 (15)
Bauteile		Bossieren	4.4 (17)
- filigran	4.7 (1)	Brackwasser	1.4 (1)
- flankierend	4.4 (3)	Brandschutz	4.3 (1)/ 4.4 (4)/ 5.3 (6)
- schlank	4.4 (1,10)/ 4.7 (1,3)/ 5.1 (3)/ 5.3 (6)/ 5.4 (1)	Brücken	4.1 (1)/ 5.2 (1)/ 5.3 (5,6)/ 5.4 (1)/ 6 (3)
Beschleuniger	1.3 (1)/ 5.4 (5)	C	
Besprühen	3.5 (2)	Calciumsulfat-Fließestrich	4.3 (3)/ 5.5 (3)
Bestellung von Beton	3.2/ 3.3	CemFlow	4.3 (3,4,6)/ 5.5 (1,2)
Beton		CemFlow TOP	5.5 (2)
- für den Wohnbereich	4.7 (7)	CemFlow Cure	5.5 (2)
- jung (Austrocknungsverhalten)	3.4 (6)/ 3.5 (1,2)	Chemischer Angriff	3.5 (1)/ 5.2 (14)/ 5.4 (1)
- nach Eigenschaften	3.1 (1)/ 3.2 (1,2)/ 3.3 (2)	Chronocrete	5.2 (7,8)
- nach Norm	3.1 (1)	Contractor-Verfahren	5.2 (16)
- nach Zusammensetzung	3.1/ 3.2 (1)/ 3.3 (1)	D	
Betonausgangsstoffe	1/ 3.1 (2)/ 3.2 (1)/ 5.3 (2)	Dachkonstruktion	4.6
Betonfertigteile	4.4 (2,10)/ 4.5 (3)/ 4.7 (2,3,4,5,6)/ 5.2 (7)/ 5.3 (1)/ 6 (3)	Dämmschicht	4.3 (3)/ 5.5 (1,4,5)
Betonherstellung	1.2 (1)/ 1.4/ 6 (2)	Decke	4.5/ 4.7 (1,2,4)/ 5.1 (3,4)/ 5.3 (1,6)/ 6 (3)
Betonieren bei extremen Temperaturen	3.4 (6,7,8)/ 3.5	Designboden, zementgebunden	4.3 (5,6)
		Dichtigkeit	1.3 (2)/ 4.2 (1)/ 4.4 (7)/ 5.2 (14)/ 5.3 (9)/ 5.4 (1)

STICHWORTVERZEICHNIS

SUCHBEGRIFF	KAPITEL (SEITE)	SUCHBEGRIFF	KAPITEL (SEITE)
E			
Easycrète	2.2 (3)/ 3.4 (3,4)/ 4.4 (1,9,10,17)/ 4.5 (2)/ 5.1 (3,4)/ 5.2 (2)/ 5.3 (3)	Fließestrich	
Eisengranulat	1.2 (2)	- calciumsulfatgebunden	4.3 (3)/ 5.5 (3)
Elementdecke	4.5 (3), 4.6 (1)	- zementgebunden, faserarmiert	4.3 (3,5)/ 5.5 (1)
Energieeinsparungsverordnung (EnEv)	4.1 (3)/ 4.2 (2)/ 4.4 (6)/ 5.3 (6)	Fließfähiger Beton	3.4 (3)/ 4.4 (1,9,10,17)/ 4.5 (2)/ 4.7 (1)/ 5.1 (3)/ 5.2 (10,11)/ 5.5 (2)
Entmischen	3.4 (1)/ 5.2 (16)/ 5.3 (2)	Fließmittel	1.3 (1)/ 3.2 (1)/ 3.3 (1)/ 5.4 (2)
Erdwärmesonden	4.1 (3)	Flüssigboden	5.2 (9,10)
Erprobungsflächen	4.4 (14)	Flüssigdämmung	4.3 (2)/ 5.5 (5)
Estrich	4.3/ 5.3 (7)/ 5.5/ 6 (2,3)	Förderbänder	3.4 (1)/ 5.2 (13)
- auf Dämmschicht	4.3 (3)/ 5.5 (1,5)	Fördern von Beton	3.4 (1,2)
- auf Trennlage	4.3 (3)/ 5.5 (1,5)	Fotobeton	4.4 (16)
- im Verbund	4.3 (3)/ 5.5 (1)	Frischbetontemperatur	3.2/ 3.4 (6,7)
- schwimmend verlegt	4.3 (3)	Frost- und Tausalz widerstand	1.3 (1)/ 5.2 (1,2,4)/ 5.4 (1)/ 5.5 (5)
Einbringen von Beton	3.4 (3)	Fugen	4.3 (4)/ 4.4 (16)/ 4.7 (4)/ 5.3 (3,9)/ 5.5 (2,3)
Estrichböden, veredelt	4.3 (6)	Fundamente	2.1 (3)/ 4.1/ 4.5 (1)/ 5.2 (14)/ 6 (3)
Estrichkonstruktionen	5.5 (1,2,3)	Fußboden	4.3/ 5.5
Expositionsklassen	3.1/ 3.2/ 3.3/ 3.5 (2)/ 5.2 (14)/ 5.3 (9)	G	
Externe Räume	4.7 (5)	Gebäude ohne Keller	4.1 (4)
F		Geotechnische Prüfung	2.1 (2,3)
Fahrbahndecke	5.2 (6)	Gesteinskörnung	1.2/ 3.1 (2)/ 3.2/ 3.3/ 3.4 (7)/ 4.3 (6)/ 5.2 (5,12,13)/ 5.3 (2,4,6,7,10)/ 5.4 (2)
Fallhöhen	3.4 (3)	- künstlich	1.2 (1,2)/ 5.2 (12)
Farbbeton	4.3 (4,6)/ 4.4 (1,8,10)/ 5.3 (3,4,5)	- leicht	1.2 (2)/ 5.3 (7)
Farbpigmente	4.3 (5)/ 5.2 (6)/ 5.3 (4)	- natürlich	1.2 (1,2)/ 3.1 (2)/ 5.2 (12)
Faserbeton	5.4 (3,4)	- rezykliert	1.2 (2)/ 5.3 (6,10)
Fassaden	4.4 (10, 14)/ 5.3 (1,5)/ 5.4 (4)	- Rohdichte	1.2 (2)/ 3.2 (1,2)/ 3.3 (2)/ 5.2 (12,13)/ 5.3 (6,7)
Fertigteilstützen	4.7 (3)	Gewerbebau	4.3 (1)/ 4.4 (10)/ 5.1 (1)/ 5.5 (1,4)
Festbetoneigenschaft	1.3 (1)/ 5.2 (4,6)/ 5.3 (9)	Gleitschalungsfertiger	5.2 (1)
Festigkeitsklasse	2.2 (3)/ 3.2/ 3.3/ 4.7 (2)/ 5.2 (2)/ 5.3 (6)/ 5.4 (1,2)/ 5.5 (1)	Granit	1.2 (2)/ 5.4 (2)
Feuchtigkeitsklasse	3.2/ 3.3	Größtkorn	1.2 (1)/ 3.2/ 3.3/ 3.4 (5)/ 4.3 (6)/ 5.2 (16)
Feuerwiderstand	4.4 (4)	Gründungen	4.1 (1,2,3)/ 5.2 (16)/ 5.3 (8)
Flachgründungen	4.1 (2)	Grundwasser, -spiegel	1.4 (1)/ 2.1 (1,3)/ 2.2 (2)/ 4.1 (1)/ 4.4 (7)/ 5.2 (5,12,14)/ 5.3 (8)

STICHWORTVERZEICHNIS

SUCHBEGRIFF	KAPITEL (SEITE)	SUCHBEGRIFF	KAPITEL (SEITE)
H		L	
Hämatit	1.2 (2)/ 5.2 (1)	Konsistenzbereiche	3.4 (1,4)
Haufwerksporiger Beton	5.2 (4)	Konsistenzklassen	3.2 (2)/ 3.3 (2)/ 5.1 (3)/ 5.2 (14)
HeidelbergCement	1.1/ 1.2 (3)/ 6 (1)	Kornfestigkeit	1.2 (3)
Heidelberger Beton	4.3 (2,3,7)/ 4.4 (2,13,14,15,17)/ 5.1 (1)/ 5.2 (7,8,12,14)/ 5.3 (3)/ 5.4 (2)/ 5.5 (5)/ 6 (2)	Kornform	1.2 (1)/ 3.4 (2)
Heidelberger Betonelemente	6 (3)	Korngrößenverteilung	1.2 (3)
Heidelberger Sand und Kies	6 (3)	Korrosion	1.3/ 1.4 (1)/ 3.4 (3)/ 4.7 (1)/ 5.1 (4)
Heizestrich	4.3 (3)/ 5.5 (1)	Kunststofffasern	5.4 (3)
Hochbau	4.3 (3)/ 4.7 (1,7)/ 5.3 (5,6,7)/ 5.4 (1)	L	
Hochfester Beton	5.4 (1,2)	Landschaftsbau	5.3 (1)/ 6 (3)
Hochleistungsbetone	4.4 (9)/ 4.7 (6)/ 5.2 (6)/ 5.4 (5)	Lärmemission	5.2 (5)
Hochofenschlacke	1.2 (2)	Lärmschutz/ -minderung	4.4 (3)/ 5.2 (4)
Hohlraum	5.1 (4)/ 5.2 (3,5,9,10)/ 5.3 (7)/ 5.5 (1)	Lavasand, -kies	1.2 (2)
Homogenbereiche	2.1 (2,3,4)	Leichtbeton	1.2 (2)/ 3.2 (2)/ 3.3 (2)/ 4.4 (5)/ 4.5 (1)/ 5.3 (6,7)/ 5.4 (1)
Hüttenbims	1.2 (2)	- gefügedicht	5.3 (7)
Hydratation	1.1 (1)/ 1.3 (2)/ 3.4 (8)/ 5.2 (13)	- haufwerkporig	5.3 (7)
Hydraulische Bindemittel	1.1 (1)/ 2.2 (1)	Leicht verarbeitbarer Beton	2.2 (3)/ 4.5 (2)/ 5.1 (3)/ 5.2 (2)
I		Leichtschüttung, zementgebundene	5.3 (7)
Industriebau	4.3 (1,4,7,8)/ 4.4 (13)/ 4.7 (6)/ 5.1 (1,3)/ 5.3 (6)	Leistungsstufe	3.2 (2)/ 3.3 (2)
Industriefußboden	4.3 (7)/ 5.1 (1,3)/ 5.4 (4)	Lieferschein	3.3
Ingenieurbau	5.2 (14)/ 5.3 (7)	Lieferung von Beton	3.3/ 4.4 (15)
Innenrüttler	3.4 (5)	Limonit	1.2 (2)
Innenwände, nicht tragend	4.4 (2,8)/ 4.5 (1)	Lithonplus	6 (4)
Instandsetzung	5.2 (6,7)/ 5.4 (6)	Luftdichte Gebäude	4.4 (2,6)
K		Luftdichtigkeitsprüfung	4.4 (6)
Kalksteinmehl	1.3 (2)	Luftporen	1.3 (1)/ 5.2 (1,2)/ 5.3 (6)/ 5.5 (4)
Kalkstein	1.1	Luftporenbeton	1.3 (1)/ 5.2 (1,2)
Keller	4.4 (7)/ 4.7 (6)/ 5.3 (6,9)/ 6 (3)	Luftporenbildner	1.3 (1)/ 3.2 (1)/ 5.2 (1)
- Kellertreppen	4.7 (6)	Luftschalldämmung	4.4 (3)
- massive Kellerwände	4.4 (7)	Lufttemperatur	3.4 (6,8)/ 3.5/ 5.5 (4)
- wasserundurchlässige Kellerwände	4.1 (4)/ 4.4 (7)	M	
Kies	1.2 (2)/ 6 (3)	Magnetit	1.2 (2)/ 5.2 (12)
Kieselgur	1.2 (2)	Massivbau	2.1 (2)/ 4.4 (1,6,11)
Klimatisierung	4.4 (5)	Mechanische Beanspruchung	3.5 (1)/ 5.2 (10)/ 5.4 (1)
Klinkerbruch	1.2 (2)	Meerwasser	1.4/ 4.4 (2)
		Mikrohohlkugeln	5.2 (1)

STICHWORTVERZEICHNIS

SUCHBEGRIFF	KAPITEL (SEITE)	SUCHBEGRIFF	KAPITEL (SEITE)
N		Q	
Nachbehandlung	3.4 (8)/ 3.5/ 5.3 (2)	Quarzit	5.4 (2)
Nachrisszugfestigkeit	5.4 (3)	Quarzmehl	1.3 (2)
Niedertemperatur	4.1 (4)/ 4.3 (3)		
Normalzemente	1.1		
Normen	1.2 (3)/ 2.1 (3)/ 4.3 (3)/ 4.4 (11)		
Nullemissionshäuser	4.4 (5)		
O		R	
Oberflächen	1.2 (1)/ 3.4 (5)/ 3.5 (1,2)/ 4.3 (4,5,6,7)/ 4.3 (1,4,5,6,7)/ 4.4 (10,13,14,15,16,17)/ 5.1 (4) /5.3 (1,2,3,4,5)/ 6 (4)	Referenzflächen	4.4 (14)
- Bearbeitung	4.3 (4,6)/ 4.4 (16)/ 5.3 (2)	Ramppfähle	4.1 (3)
- Behandlung	4.4 (17)/ 5.3 (2)	Restwasser	1.4
- Qualität	4.4 (13,14)	Riss- und Bruchverhalten	5.1 (2)
Offenporiger Beton	5.2 (4,5)	Rissneigung	3.4 (8)/ 5.5 (5)
Off-shore Bauwerke	5.3 (6)	Rohdichte	1.2 (2)/ 3.2/ 3.3 (2)/ 4.3 (2)/ 4.4 (3)/ 5.2 (12,13)/ 5.3 (6,7)
Ortbetondecke	4.5 (2)	Rohstoffe	1.1
Ortbetonpfähle	4.1 (3)	Rost	1.4 (1)
		Rütteln	3.4 (5)
		S	
		Sandwichelemente	4.4 (10)
		Satteldach	4.6 (1)/ 4.7 (4)
		Säulen	4.7 (1,2,3,4) / 5.3 (1,5)
		Säurewiderstandsfähiger Beton	5.2 (14)
		Schallabsorbierender Beton	5.2 (4,5)
		Schalldämm-Maße	4.4 (3)
		Schalldämmung	4.4 (3)/ 4.5 (1)/ 5.5 (4,5)
		Schallschutz	4.3 (1)/ 4.4 (3,4)/ 4.5 (1)
		Schalung	3.4 (3,5,6)/ 3.5 (2)/ 4.4 (8,9,16,17)/ 4.5 (2)/ 4.7 (2)/ 5.1 (3,4)/ 5.2 (7)/ 5.3 (2,3)/ 5.4 (5)
		Schalungsplan	4.4 (16)
		Scharrieren	4.4 (17)
		Schlagfestigkeit	5.1 (1)/ 5.4 (3)
		Schleifen	4.3 (4)/ 4.4 (17)
		Schleifgrad	4.3 (6)
		Schlitzwände	2.2 (3)/ 4.1 (3)/ 5.2 (15)
		Schottenbau	4.4 (1)
		Schotter	1.2 (2)
		Schrumpfrissbildung	3.5 (1)/ 5.4 (3)
		Schwerbeton	1.2 (2)/3.2/ 3.3 (2)/ 4.4 (4)/ 5.2 (12,13)/ 5.4 (1)
P			
Parallelbinder	4.7 (4)		
Passivhäuser	4.4 (6,12)		
Permacrete	2.2 (3)/ 4.2/ 4.4 (7)/ 5.3 (8,9)		
Pervacrete	5.2 (4,5)		
Pfahlgründung	4.1 (3)		
Pfetten	4.7 (4)		
Pigmentierung	4.3 (4,6), 4.4 (15)		
Polieren	4.3 (4)/ 4.4 (17)/ 5.3 (3)		
Polymere	5.2 (4,6)		
Porenleichtmörtel	4.3 (2)/ 5.5 (5)		
Poriment	4.3 (2,3)/ 5.3 (7)/ 5.5 (4,5)		
Powercrete	5.2 (11)		
Pulldachbinder	4.7 (4)		
Pumpen	3.4 (1,2)/ 5.2 (13)		

STICHWORTVERZEICHNIS

SUCHBEGRIFF	KAPITEL (SEITE)	SUCHBEGRIFF	KAPITEL (SEITE)
Schwermetallschlacken	1.2 (2)/ 5.2 (12)	T	
Schwerspat (Baryt)	1.2 (2)/ 4.4 (4)/ 5.2 (12,13)	Tätigkeitsfelder	6
Selbstverdichtender Beton	3.4 (3,4)/ 4.1 (1)/ 4.4 (1,9,10)/ 4.7 (2)/ 5.1 (3)/ 5.2 (2)	Temperaturdifferenzen	3.5 (1)
Senkrechte Bauelemente	4.1 (3)	TerraFlow	5.2 (9,10)
Sichtbeton	1.2 (1,3)/ 1.3 (1)/ 3.4 (3)/ 4.3 (1,4,5,6)/ 4.4 (8,13,14,15,16,17)/ 4.5 (1,2)/ 4.6 (1)/ 4.7 (2,7)/ 5.1 (4) /5.3 (1,2,3,4,5,7)	Terrazzotechnik	4.3 (6)
- Haupteinsatzgebiete	5.3 (1)	ThermoCem	4.1 (3)
- Klassen und Anforderungen	4.4 (13,14)/ 5.3 (3,5)	Tiefbau	2.1 (2)/ 5.4 (6)/ 5.5 (5)/ 6 (3)
- Merkblatt	4.4 (13)/ 5.3 (2,3,5)	Tiefgründungen	4.1 (3)
- Oberflächen	4.4 (8,14,16,17)/ 5.1 (4)/ 5.3 (1,2,3,4)	Tragfähigkeit	2.1 (3)/ 4.1 (1)/ 4.3 (1)/ 4.5 (1,2)/ 5.2 (6)
- Wand	4.4 (13,14,15,16,17)/ 5.1 (4)	Trass	1.3 (2)
Sieblinie	1.2 (3)/ 3.2 (1)/ 4.3 (6)/ 5.2 (4)	Trennwände, tragend	4.4 (2,3,8)
Skelettbau	4.4 (1)	Treppen	4.4 (13)/ 4.7 (1,6)/ 5.3 (1,5)/ 6 (3,4)
Spezialbetone	4.4 (10)/ 5.2 (7,8,11)	Trittschalldämmung	5.5 (4,5)
Spezialtiefbau	1.1/ 5.4 (6)/ 6 (1)	Tuffstein	1.3 (2)
Spezialzemente	1.1 (1)	Tunnel	4.1 (1)/ 5.2 (5)/ 5.4 (4,5,6)/ 6 (3)
Splitt	1.2 (2)	Typenstatik	4.4 (11,12)
Spritzbeton	1.3 (1)/ 5.2 (2)/ 5.4 (5,6)	U	
Stabilisierer	1.3 (1)	Untergrund	2.1 (1,3)/ 2.2 (1)/ 4.1 (1,4)/ 4.3 (3)/ 5.2 (15)/ 5.5 (4)
Stahlfaserbetone	2.2 (3)/ 4.1 (4)/ 4.2 (2)/ 4.3 (7)/ 4.4 (1)/ 5.1 (1,2)	Unterzüge	4.7 (4)
Stahlfasern	4.1 (1)/ 5.1 (1,2)	Unterwasserbeton	5.2 (16)
Standardbeton	3.1/ 3.2 (1)/ 3.3 (1)	V	
Standicherheit	2.1 (2,3)/ 4.2 (1)/ 4.4 (7)	Verdichten von Beton	3.4 (1,4,5) /5.1 (3)/ 5.2 (10)/ 5.3 (2)/ 5.4 (3)
Statik	4.1 (1)/ 4.4 (2,8,11,12)/ 4.7 (6)	Verdichtungsmaßnahmen/ -methoden	3.4 (4,5)
Steelcrete	2.2 (3)/ 4.1 (4)/ 4.2 (2)/ 4.3 (7)/ 4.4 (1)/ 5.1 (1,2)	Verflüssiger	1.3 (1)/ 3.4 (2)
Strahlenschutzbetone	4.4 (4)/ 5.2 (12,13)	Verfüllbaustoff	5.2 (9,10)/ 5.5 (5)
Straßen	4.1 (1)/ 4.4 (3)/ 5.2 (3,4,5,6,7)/ 5.3 (5)	Verkehrswegebau	2.1 (2,3)/ 5.2 (4)/ 6 (3)
Straßenbetone	1.3 (1)/ 5.2 (4)	Versickerungsfähiger Beton	5.2 (4)
Streifenfundamente	4.1 (2)	Verzögerer	1.3 (1)/ 4.4 (16)
Strukturmatrizen	4.4 (16,17)/ 5.3 (3)	Volldecken	4.5 (3)
Stützen	4.1 (2)/ 4.5 (1)/ 4.7 (1,2,3,4)/ 5.1 (3)/ 5.4 (1)/ 6 (3)		

STICHWORTVERZEICHNIS

SUCHBEGRIFF	KAPITEL (SEITE)	SUCHBEGRIFF	KAPITEL (SEITE)
W		Z	
Wandelemente	4.4 (8)/ 5.2 (15)	Zement	1.1/ 1.3 (2)/ 3.2/ 3.3/ 3.4 (6,7,8)/ 4.4 (15)/ 5.2 (13,16)/ 5.3 (2,4)/ 5.4 (2,5)/ 6 (1)
Wand	2.2 (1,2)/ 4.1 (2)/ 4.4/ 4.5 (1)/ 4.6/ 4.7 (4)/ 5.1 (1)/ 5.1 (3)/ 5.2 (13,15)/ 5.3 (1,5,6)/ 5.4 (4)/ 6 (3)	Zementfließestrich (CemFlow)	4.3 (3,5,6)/ 5.5 (1)
- gedämmt	4.4 (5)	Zugfestigkeit	5.1 (1,2)/ 5.2 (6)/ 5.4 (3)
- massiv	4.4 (1,2,3,5)	Zusatzmittel	1.3/ 3.1 (2)/ 3.2 (1)/ 3.3
- mit energetischen Vorteilen	4.4 (5)	Zusatzstoffe	1.3/ 3.1 (2)/ 3.2 (1)/ 3.3 (2)/ 3.4 (6)/ 5.4 (2)
- mit Schutzfunktion	4.4 (3,4,5,6)	- puzzolanisch	1.3 (2)
- ohne Wärmebrücken	4.4 (6)	- latent hydraulisch	1.3 (2)
- tragend	4.4 (1,2,8,10)/ 4.5 (1)	Zuschlag	1.2 (2)/ 4.3 (5)/ 4.4 (4)/ 5.2 (12)
- unbewehrt	4.4 (11,12)	Zwangsmischer	1.3 (1)
Wärmebrückenatlas	4.4 (6)		
Wärmedämmende Schüttungen	5.3 (7)		
Wärmedämmung	4.2 (2)/ 4.3 (2,3)/ 4.5 (1)/ 4.6/ 5.3 (6)/ 5.5 (5)/ 6 (3)		
Wärmeentwicklung	1.3 (2)/ 3.2 (2)/ 3.4 (6)/ 5.2 (11)		
Wärme gedämmte Bodenaufbauten	4.3 (1,4)		
Wärmeleitfähiger Beton	5.2 (11)		
Wärmetauscher	4.1 (3)		
Wasser	1.1 (1)/ 1.2 (3)/ 1.3 (2)/ 1.4/ 2.1/ 2.2 (2)/ 3.3/ 3.5 (1,2)/ 4.1 (1)/ 4.2/ 4.4(7,14)/ 5.2 (1,4,5,12,14,16)/ 5.3 (4,8,9)/ 5.4 (2,5)/ 5.5 (3,5)		
Wassereindringwiderstand	3.2 (2)/ 4.4 (7)/ 5.3 (2)		
Wasserundurchlässige Bauwerke	2.2 (3)/ 4.2/ 5.1 (3)/ 5.3 (9)		
Wasserundurchlässiger Beton	2.2 (3)/ 4.1 (1)/ 5.3 (9)		
Wasser-Zement-Wert (w/z)	1.3 (2)/ 3.2 (1)/ 3.3 (1)/ 5.4 (2)		
Weißer Wanne	2.2 (3)/ 4.2/ 4.4 (7)/ 5.1 (3)/ 5.3 (9)		
Weißzement	4.4 (15)		
Whitetopping	5.2 (6)		
Wirtschaftlichkeit	4.4 (8)/ 4.7 (3)/ 5.1 (4) 5.4 (6)/ 6 (3)		
Witterung	3.4 (1,6)/ 4.4 (15)/ 5.2 (1)/ 5.3 (2,4,5)/ 5.5 (4,5)		
Wohnungsbau	4.4 (8,10)/ 4.6 (1)/ 4.7 (1,3,5,7)/ 5.2 (9)/ 5.3 (6)/ 5.5 (1)		
WU-Bauweise	2.2 (3)/ 4.2/ 4.4 (7)/ 5.3 (9)		
WU-Richtlinie	4.2 (2)/ 4.4 (7)/ 5.3 (9)		

IMPRESSUM

Herausgeber

Heidelberger Beton GmbH
Berliner Straße 10
69120 Heidelberg
Deutschland

info@heidelberger-beton.de
www.heidelberger-beton.de

Autoren

HeidelbergCement AG, Marketing & Kommunikation Deutschland, Heidelberg
Susanne Ehrlinger, Freie Journalistin, Berlin

Konzept/Grafik:

HeidelbergCement AG, Marketing & Kommunikation Deutschland, Heidelberg
ServiceDesign GmbH, Heidelberg

Druck:

abcdruck GmbH, Heidelberg
Gerscher GmbH, Aglasterhausen

Bildnachweis:

Alle Bilder © HeidelbergCement AG/Steffen Fuchs, ausgenommen:

Kapitel (Seite)

3.2 (2) – HeidelbergCement AG/Christian Buck

3.4 (3) – iStock

3.4 (5) – HeidelbergCement AG/Benno Riffel

3.4 (8) - Pixabay

3.5 (3) – HeidelbergCement AG/Andreas Franke

4.4 (16) rechts – HeidelbergCement AG/Michael Voit

4.7 (1) oben – HeidelbergCement AG/Raphael Neff

5.1 (3) – HeidelbergCement AG/Benno Riffel

5.2 (3) – HeidelbergCement AG/Siegfried Riffel

5.2 (5) – HeidelbergCement AG/Michael Voit

5.2 (14) – HeidelbergCement AG/Andreas Friese

5.3 (5) – HeidelbergCement AG/Andreas Franke

6 (4) – Lithonplus GmbH & Co. KG/Conné van d' Grachten

6 (5) – HeidelbergCement AG/Benno Riffel

Haftungsausschluss

Für die Richtigkeit und Vollständigkeit der in diesem Architektenordner enthaltenen Angaben und Informationen kann trotz sorgfältiger Erstellung keine Gewähr übernommen werden. Gleiches gilt auch für Webseiten, auf die in diesem Architektenordner mittels Hyperlink verwiesen wird.

HeidelbergCement behält sich das Recht vor, Änderungen oder Ergänzungen der bereitgestellten Informationen vorzunehmen.

Copyright

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt (Copyright). Alle Rechte liegen, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei HeidelbergCement. Jedwede unerlaubte Verwendung ist nicht gestattet.