

Unter dem Begriff „Schlüsselfertigbau“ („SF-Bau“) wird eine vollständige Errichtung eines Bauwerks verstanden, das sich bei der Übergabe an den Bauherren in einem betriebsbereiten Zustand befindet. Im Regelfall erfolgt die Ausführung der Gesamtleistung durch einen Generalunternehmer. Hierfür müssen die verantwortliche Bauleiterin und der verantwortliche Bauleiter grundlegende Kenntnisse in den verschiedenen Bauleistungsbereichen besitzen, um eine funktionsfähige Herstellung des Bauwerks sicherzustellen. Auch bei der Sanierung von bestehenden Bauobjekten arbeiten die Bauleiter bei unterschiedlichen Ausbaugewerken zusammen, wodurch die Bedeutung der gewerkespezifischen Fachkenntnisse im Schlüsselfertigbau nochmals verstärkt wird. Gerade Berufseinsteigerinnen und Berufseinsteiger, die sich für die Tätigkeit in der Bauleitung entscheiden, können mit neuen Fachbegriffen, ihnen nicht bekannten Konstruktionen und Fachgesprächen mit den Stakeholdern konfrontiert werden. Grund hierfür ist das fehlende theoretische Wissen, das aus einem unzureichenden Modulangebot der Universitäten und Hochschulen im Bereich SF-Bau resultiert und zu Schwierigkeiten im Berufseinstieg führen kann.

Ziel dieses Buches ist die Vermittlung von fundiertem Grundlagenwissen und elementaren Konstruktionsregeln zu ausgewählten Gewerken, die für die schlüsselfertige Erstellung eines Bauvorhabens unabdingbar sind. Die Leserinnen und Leser sollen durch die Fachtheorie ein Grundverständnis für die Thematik entwickeln. Die zahlreichen Tabellen und Abbildungen sorgen zudem für einen besseren Praxisbezug und verdeutlichen Bauteilkonstruktionen sowie bauphysikalische Fragestellungen. Die Erstellung dieses Buches basiert auf einer gezielten Auswahl der wichtigsten Gewerke in der Ausbauphase. Diese basiert auf eigenen Erfahrungen und deckt die Bauleistungsbereiche im Hochbau, insbesondere im Wohnungsbau, ab. Die Arbeit wurde durch eine systematische Literaturrecherche mit anschließender Auswertung der unterschiedlichen Fachbücher, Fachzeitschriften und Normen erstellt.

Das Buch ist in elf Kapitel unterteilt, wobei das erste Kapitel die Einleitung darstellt. Die weiteren Kapitel werden nachfolgend kurz erläutert.

Im zweiten Kapitel „Rohbau“ werden insbesondere die unterschiedlichen Ausführungsvarianten für die Erstellung eines Gebäudes erläutert. Je nach Anforderungen und Wünschen der Auftraggeber können Gebäude aus Stahlbeton, Mauerwerk, Holz oder aus einer Kombination dieser Baustoffe erstellt werden. Bestandteil dieses Kapitels ist auch die Baustelleneinrichtung. Hier werden die einzelnen Elemente kurz erläutert und die Vorgehensweise für die Dimensionierung von Großgeräten anhand eines Beispiels aufgezeigt. Das Kapitel wird mit dem Thema Bauwerksabdichtung abgeschlossen. Aufgezeigt werden hier

die unterschiedlichen Abdichtungsmaterialien für verschiedene Bauteile und Anwendungsgebiete.

Das dritte Kapitel „Flachdächer“ zeigt die unterschiedlichen Nutzungsarten der Flachdachausführungsvarianten auf und erläutert den jeweiligen Schichtenaufbau. Verstärkt wird dies, durch die Aufführung von entsprechenden Konstruktionsdetails am Ende des Unterkapitels. Abschließend werden die Flachdachzubehörteile erläutert und dargestellt.

Im weiteren Verlauf wird im vierten Kapitel das Gewerk „Trockenbau“ behandelt. Zu Beginn werden die wichtigsten zu berücksichtigenden Normen der einzelnen Elemente übersichtlich dargestellt. Die unterschiedlichen Wand- und Deckensysteme aus Trockenbau werden mit den einzelnen Bestandteilen, Baustoffen, Fachbegriffen und den bauphysikalischen Anforderungen beschrieben.

Kapitel fünf „Fassadenkonstruktionen“ beinhaltet die einzelnen Fassadenarten für den Wohnungs- und Gewerbebau. Neben den Metall- und Wärmedämmverbundfassaden werden zusätzlich die Vorhang- und Glasfassaden thematisiert. Das Thema „Fenster und Türen“ wird im sechsten Kapitel dieses Buches behandelt. Es werden die unterschiedlichen Fenster- und Türarten sowie deren einzelne Bestandteile vorgestellt. Bei diesen Bauteilen sind die Anforderungen bzgl. der Bauphysik (Schall-, Wärme-, Feuchte- sowie Brandschutz, etc.) und der Einbruchhemmung besonders zu berücksichtigen. Montage und Aufbau der einzelnen Elemente werden ebenfalls mit Hilfe von Abbildungen erläutert.

Im siebten Kapitel „Estrichkonstruktionen“ werden in erster Linie die Unterschiede der Estrich- und Verlegearten vermittelt. Wesentliche Aspekte für die Praxis sind die Einteilung von Estrichfugen sowie die Grenzwerte der Belegreife in Bezug auf Oberflächenqualität und Feuchtegehalt. Um mögliche Folgeschäden durch fehlerhafte Fugeneinteilung und zu frühe Belegfreigabe des Estrichs zu vermeiden, werden wichtige Grenzwerte in diesem Kapitel tabellarisch und mit Bildern aufgezeigt. Die finalen Oberflächen der Wände und Böden werden im achten Kapitel „Gestaltung von Wänden und Böden“ erläutert. Hier werden textile und elastische Beläge sowie Holzfußbodenbeläge unterschieden und auf Besonderheiten bei der Verlegung sowie im Material hingewiesen. Ein weiteres Unterkapitel beinhaltet die Fliesenarbeiten. Nach einer Baustoffeinführung wird insbesondere auf die Verlegung sowie auf die Anforderungen eingegangen. Zur Vermeidung von größeren Schäden in der Praxis müssen die Abdichtungsanforderungen von feuchten Innenräumen beachtet werden. Vorhandene Tabellen und Grafiken sollen hier eine gute Übersicht und Basis schaffen. Abschließend werden die Wandbeschichtungen und -bekleidungen aufgeführt. Hier werden verschiedene Wandfarben und Beschichtungsarten erläutert. Mit Hilfe von Tabellen wird zudem die Verträglichkeit mit den unterschiedlichen Putzuntergründen aufgezeigt. Wandbekleidungen, speziell die Tapetenarbeiten, schließen das Kapitel ab.

In Kapitel neun wird das Grundlagenverständnis für das sehr breit gefächerte Thema „Gebäudetechnik“ geschaffen. Je nach Projekt beschäftigen sich separate TGA-Bauleiter mit den jeweiligen Themen der Gebäudetechnik. Jedoch hat sich in der Praxis gezeigt, dass Kenntnisse in der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) für die Ausbau-Bauleiter immer wertvoller und wichtiger für die Vermeidung von Fehlern während der Bauphase sind. Aus diesem Grund werden in diesem Kapitel die Hauptgebiete wie Wärmeversorgungs-, Raumluft-, Wasser-, Abwasser- und Elektrotechnik thematisiert. Wichtige Leitungsführungen, zentrale Fachbegriffe und Anlagenerläuterungen bilden hier eine solide Wissensbasis.

Das zehnte Kapitel Landschaftsbau dient der optischen Gestaltung rund um das Bauwerk. Themen sind die Herstellung von Zuwegungen, Einfriedungen sowie Pflanz- und Rasenarbeiten.

Im abschließenden elften Kapitel wird zusätzlich zu den zuvor dargestellten Ausführungs- und Konstruktionsvorgaben auf die erforderlichen Managementprozesse eingegangen. Während der Bauphase ist die Schnittstellenkoordination der einzelnen Gewerke ebenfalls ein wesentlicher Bestandteil für eine erfolgreiche Fertigstellung des Bauvorhabens. Insbesondere Fertigstellungstermin, Qualität und Kosten werden durch eine gewissenhafte Schnittstellenkoordination positiv beeinflusst. Um dies sicherzustellen, ist schon vor Bauausführung auf einen konsistenten Planungsprozess zu achten. Dies kann nur durch eine strukturierte und im weiteren Verlauf zunehmend detaillierte Planung in Bezug auf die drei Schlüsselparameter erreicht werden. Auch nach Vertragsabschluss ist dieser Ansatz weiter zu verfolgen.

Immer häufiger finden bereits heute die Methoden des Lean Construction (LC) Anwendung in der Bauindustrie. Hinter dieser Bezeichnung verbirgt sich die Verschlankung und Optimierung von Prozessabläufen. Zudem werden durch innovative und nachhaltige Ansätze neue Vertragsmodelle bzw. Projektabwicklungsstrukturen geschaffen, die die Kollaboration und Kooperation der Projektbeteiligten fördern sollen.

*Von Sedat Dökmetas und Ibrahim Ercan*

Natursteine, gefertigte Mauersteine oder Betonelemente bilden nicht nur die äußere Kontur, sondern stellen auch die statische Tragfähigkeit eines Bauwerks sicher. Dabei sorgen Wände und Decken für die Lastaufnahme und -weiterleitung. Zudem sind Anforderungen wie z. B. Schall-, Wärme- und Brandschutz sowie der Schutz vor Feuchte und Witterungseinflüssen zu erfüllen [7]. Neben Beton und Mauersteinen eignet sich mittlerweile der Baustoff Holz ebenfalls als gute Alternative [6]. Für die Fertigstellung eines Rohbaus können verschiedene Gewerke zum Einsatz kommen. Abhängig von der Bauart, Baukonstruktion und Anforderungen des Bauwerks sind Gewerke wie Stahlbetonbau, Mauerwerksbau sowie Holzbau beteiligt.

## ■ 2.1 Baustelleneinrichtung

Die Baustelleneinrichtung ist Teil der Arbeitsvorbereitung. Durch eine Baustelleneinrichtungsplanung wird die Basis für optimale Bauabläufe geschaffen. Sie umfasst die Gesamtheit der im Bereich einer Baustelle erforderlichen technischen Ausrüstungen für die Produktions-, Lager-, Transport- und Arbeitsstätten, die für die Errichtung, den Umbau oder die Sanierung einer baulichen Anlage notwendig sind. Die Baustelleneinrichtungsplanung beinhaltet die Auswahl, Dimensionierung und Planung der räumlichen und zeitlichen Anordnung aller Produktions-, Lager-, Transport- und Arbeitsstätten und die zugehörigen Ausrüstungen. Das Ziel ist, dass während des eigentlichen Bauprozesses Arbeitskräfte, Material, Geräte, Maschinen, Lagerflächen und Verkehrsflächen am richtigen Ort, zum richtigen Zeitpunkt sowie in der richtigen Menge und Qualität zur Verfügung stehen.

Dabei müssen allgemeine und baustellenspezifische Einflussgrößen beachtet werden, wobei die Art und Größe des Bauvorhabens und damit die Menge an einzubauenden Baustoffen sowie die zur Verfügung stehende Bauzeit die maßgebenden Einflussgrößen sind. Diese Einflussgrößen sind also sowohl technisch, bauverfahrenstechnisch, gerätespezifisch, sicherheitsspezifisch als auch wirtschaftlich. Die Arbeitsvorbereitung beinhaltet da-

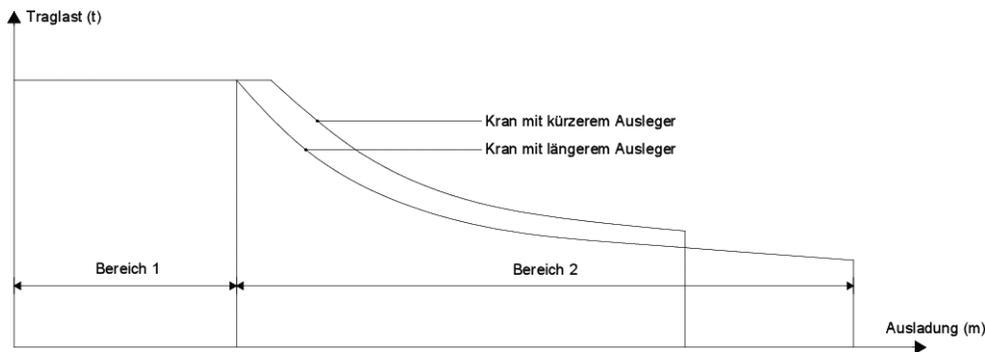
rüber hinaus weitere wichtige Aufgabenbereiche, wie z.B. die wirtschaftlichere Vorgehensweise und günstigere Einkaufsquellen (Betrachtung von Materialalternativen), zu erkennen oder sich vorab gegen Mängelansprüche und Schadensersatzforderungen abzusichern [74].

Die wesentlichen Elemente der Baustelleneinrichtung werden in sechs Hauptelemente eingeteilt:

- Großgeräte,
- Sozial- und Büroeinrichtungen,
- Verkehrsflächen und Transportwege,
- Medienversorgung und -entsorgung,
- Baustellensicherung/Sicherheits- und Schutzeinrichtungen,
- Baugrubensicherung.

### Großgeräte – am Beispiel Kran

Vorab sind ausreichende Kenntnisse zu den verschiedenen Auslegertypen (Katz-, Nadel-, Biegebalken- und Knickausleger) nötig. Darüber hinaus sind die Vor- und Nachteile zwischen Oben- und Untendreher, z.B. Platzbedarf, Traglastkurven (Bild 2.1) und Aufbauzeiten, zu beachten.



**Bild 2.1** Typische Traglastkurven eines Turmdrehkrans (Eigene Darstellung i. A. a [74])

Bei der Dimensionierung und Kranauswahl sollten folgende Punkte beachtet werden:

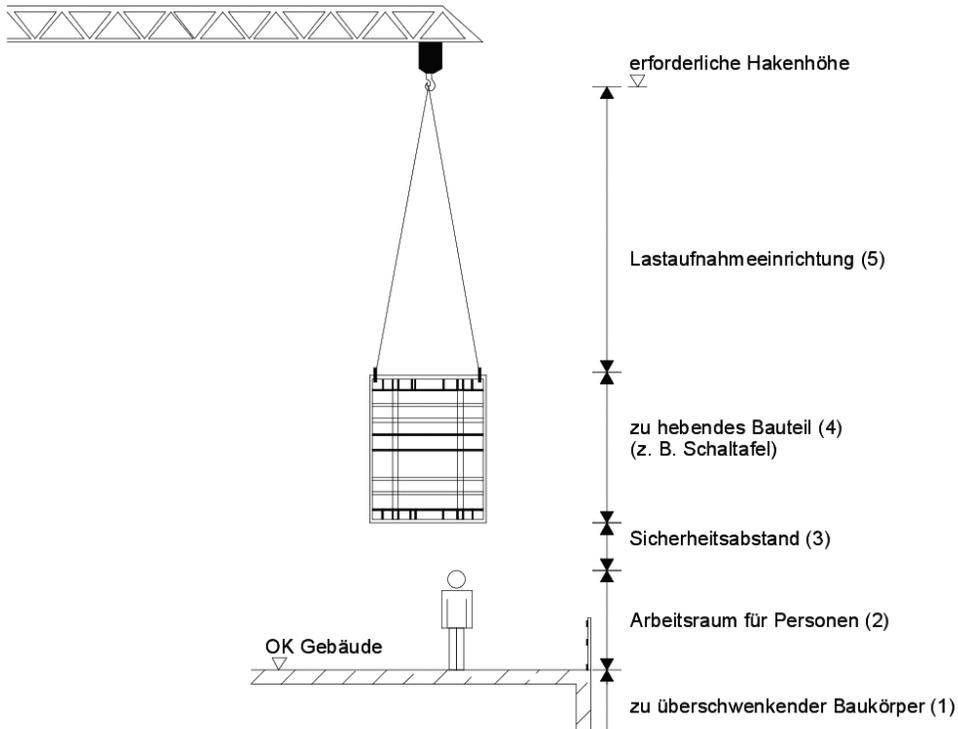
#### 1. Bauteilgeometrie und bauverfahrenstechnische Kriterien

- Baustellengröße und -volumen
- Bauweise in Ortbeton oder Fertigteilbauweise
- Verfügbare Bauzeit
- Anzahl der Arbeitskräfte, die bedient werden sollen

#### 2. Gerätespezifische Kriterien

- Ermittlung der erforderlichen Auslegerlänge durch Untersuchung der zur Verfügung stehenden Stellflächen unter Einhaltung von Arbeitsräumen, Sicherheitsabständen sowie Abständen zu Böschungen und Fassadengerüsten

- Bestimmung des Kranstandortes
  - Auswahl eines ausreichend dimensionierten Krans unter Beachtung der Traglastkurven und Traglastmomente
  - Ermittlung der erforderlichen Hakenhöhe (Bild 2.2) [74]
3. Wirtschaftliche Kriterien
- Berücksichtigung der Kosten für An- und Abtransport, Auf- und Abbau sowie Nutzung während der Bauphase [74]



**Bild 2.2** Ermittlung der erforderlichen Hakenhöhe (Eigene Darstellung i. A. a. [74])

Beim Einsatz von Großgeräten auf der Baustelle besteht eine hohe Gefahr für die Sicherheit und Gesundheit der Arbeitskräfte. Aus diesem Grund ist die Kommunikation zwischen den Geräteführern und der einweisenden Person essentiell. In Tabelle 2.1 werden gängige Handzeichen für die Verständigung aufgezeigt [74].

**Tabelle 2.1** Handzeichen für Einweisungen [83] (Eigene Abbildungen (W. Brenk))

Benennung	Bedeutung	Bild	Benennung	Bedeutung	Bild
<b>Achtung</b>	Hinweis auf nachfolgende Handzeichen		<b>Langsam</b>	Verzögern und langsames Fortsetzen eines Bewegungsablaufes	
<b>Halt</b>	Beenden eines Bewegungsablaufes		<b>Ortsbestimmung</b>	Markierung eines Zielpunktes für eine Bewegung	
<b>Halt – Gefahr</b>	Schnellstmögliches Beenden eines Bewegungsablaufes		<b>Angabe des Abstandes zum Haltepunkt</b>	Anzeige einer Abstandsverringerung	
<b>Auf</b>	Einleiten einer senkrechten Aufwärtsbewegung		<b>Langsam auf</b>	Einleiten einer langsamen Aufwärtsbewegung	
<b>Ab</b>	Einleiten einer senkrechten Abwärtsbewegung		<b>Langsam ab</b>	Einleiten einer langsamen Abwärtsbewegung	
<b>Abfahren</b>	Einleiten oder Fortsetzen einer Fahrbewegung gemäß einem vorlaufenden Richtungssignal		<b>Herkommen</b>	Einleiten einer Bewegung in Richtung des Einweisers	
<b>Richtungsangabe</b>	Einleiten einer Bewegung in eine bestimmte Richtung		<b>Entfernen</b>	Einleiten einer Bewegung vom Einweiser weg	
<b>Schließen, Fassen, Verriegeln</b>	Einleiten einer schließenden Bewegung an einer Lastaufnahmeeinrichtung (z.B. Greifer oder Zange)		<b>Öffnen, Loslassen, Entriegeln</b>	Einleiten einer öffnenden Bewegung an einer Lastaufnahmeeinrichtung (z.B. Greifer, Zange)	

### Sozial- und Büroeinrichtungen

Zur Planung der Baustelleneinrichtung gehört auch die vor Witterungseinflüssen geschützte Unterbringung von Arbeitskräften, Baustoffen, Kleingeräten und Ersatzteilen. Dazu können folgende Räumlichkeiten erforderlich werden:

- Pausen- und Umkleideräume,
- Sanitäranlagen,

- Unterkünfte für Arbeitskräfte,
- Büroflächen,
- Magazine für Kleingeräte und Werkzeuge,
- Baustoffprüflabore.

Die genannten Räumlichkeiten können auf oder in der Nähe der Baustelle bereitgestellt werden. Dazu werden meist Container auf der Baustelle installiert [74].

### **Verkehrsflächen und Transportwege**

Maßgebend für die Geschwindigkeit des Baufortschritts ist eine gute Organisation der Verkehrswege und Transportflächen. Zu den Verkehrswegen und Transportflächen zählen Baustraßen und Bauwege, Baustellenzufahrten und Baustellenausfahrten, Werk- und Bearbeitungsflächen sowie Lagerflächen [74].

### **Medienversorgung und -entsorgung**

Als Medienversorgung wird die Versorgung der Baustelle mit elektrischer Energie, Wasser, Druckluft, Treibstoff sowie der Anschluss an Kommunikationsnetze verstanden. Zur Entsorgung gehören der Abfall, Schmutz- und Niederschlagswasser [74].

### **Baustellensicherung/Sicherheits- und Schutzeinrichtungen**

Die Baustellensicherung umfasst:

- die Sicherung der Umgebung vor Gefahren nach außen, die durch die Bautätigkeiten entstehen, wie z.B. Gewässer- und Lärmschutz, Beschädigungen von fremden Leitungen,
- die Sicherungsmaßnahmen auf der Baustelle, wie z.B. Absturzsicherung, persönliche Schutzausrüstung (PSA), Beleuchtung der Baustelle,
- die Sicherung der Baustelle vor Gefahren von außen, wie z.B. das Betreten der Baustelle durch Unbefugte, Diebstahl, Verkehr [74].

### **Baugrubensicherung**

Baugruben sind beim Ausheben so zu sichern, dass sie während der verschiedenen Bauzustände standsicher sind. Einflüsse auf die Standsicherheit, die Standsicherheit von benachbarten Gebäuden, Beeinträchtigungen von Leitungen oder Verkehr sowie Einhaltung von Mindestabständen zu und in Baugruben sind zu berücksichtigen [74].

## **■ 2.2 Beton- und Stahlbetonarbeiten**

Beton ist seit vielen Jahrzehnten der universelle Baustoff im Bauwesen. Er ist feuerbeständig und weist Eigenschaften wie hohe Druckfestigkeit, Wasserundurchlässigkeit oder Widerstandsfähigkeit gegen chemische Angriffe auf. Zudem lässt er sich beliebig formen und an die Funktions- und Standortbedingungen des zu erstellenden Bauwerks anpassen [44].

### 2.2.1 Der Baustoff Beton

Beton ist ein künstlicher Baustoff, welcher aus Zement, Gesteinskörnung und Wasser hergestellt wird. Um bestimmte Eigenschaften gezielt zu beeinflussen, werden Betonzusatzmittel und -stoffe hinzugegeben. Beton kann an der Luft sowie unter Wasser erhärten und seine hohe Druckfestigkeit erreichen. Aufgrund der geringen Biegezug-, Zug- und Schubfestigkeit wird der Beton in Bereichen, in denen es zu Zugspannungen kommt, durch eine Stahlbewehrung verstärkt. Da Beton und Stahl ungefähr einen gleich großen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweisen, der Beton fest am Stahl haftet und eine Rostbildung des Stahls durch den Beton verhindert wird, kommt es zu einer optimalen Verbundwirkung beider Baustoffe. Aufgrund der großen Festigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Erschütterungen und Feuerbeständigkeit eignet sich Stahlbeton für die Ausführung von tragenden Bauteilen [45].

#### Klassifizierung des Betons

Der Beton kann in Bezug auf die Zusammensetzung wie folgt unterschieden werden:

- Standardbeton  
Einschränkungen und Grenzwerte sind vorhanden (Druckfestigkeitsklasse bis C 16/20, Expositionsklassen X0, XC1, XC2).
- Beton nach Zusammensetzung  
Der Planer gibt die genaue Mischungszusammensetzung vor und trägt somit die Verantwortung.
- Beton nach Eigenschaften  
Der Planer bestimmt lediglich die Umweltbedingungen, die in sogenannte Expositionsklassen unterteilt sind, und daraus die Eigenschaften, die der Beton haben muss.

Des Weiteren wird der Beton nach folgenden Kriterien unterteilt:

- Klassifizierung nach der Trockenrohddichte
  - Leichtbeton 0,8 bis 2,0 t/m<sup>3</sup>
  - (Normal-)Beton > 2,0 bis 2,6 t/m<sup>3</sup>
  - Schwebbeton > 2,6 t/m<sup>3</sup>
- Klassifizierung nach dem Ort der Herstellung
  - Baustellenbeton  
Betonbestandteile werden auf der Baustelle gemischt.
  - Transportbeton  
Betonbestandteile werden außerhalb der Baustelle gemischt und mit Betonmischfahrzeugen in einem einbaufertigen Zustand übergeben.
- Klassifizierung nach dem Ort des Einbringens
  - Ortbeton  
Beton, im nicht ausgehärtetem Zustand, der auf der Baustelle in die vorgegebene Lage gebracht wird und dort erhärtet.
  - Betonfertigteile  
Beton im vorgefertigtem Zustand, der auf der Baustelle in die vorgegebene Lage gebracht wird.

- Klassifizierung nach dem Fördern, Verarbeiten und Verdichten
  - Rüttelbeton
 

Meist verwendete Betonart, welche in die Schalung eingebracht wird und dort mittels Rüttlern verdichtet wird.
  - Fließbeton
 

Die Herstellung erfolgt durch Betonzusatzmittel (Betonverflüssiger, Fließmittel). Der Verdichtungsaufwand ist dabei geringer als beim Rüttelbeton.
  - Selbstverdichtender Beton (SVB)
 

Erfordert keine Verdichtung, sondern entlüftet allein durch die Schwerkraft.
  - Vakuumbeton
 

Nach der Einbringung und Verdichtung wird der Beton höhengenaue abgezogen und ihm mit Hilfe von Filtermatten das Überschusswasser entzogen. Durch die Senkung des w/z-Wertes kommt es zu einer zusätzlichen Verdichtung in oberflächennahen Bereichen. Es entsteht eine sehr verschleißfeste Oberfläche, welche bei Betonböden und -decken mit hoher Beanspruchung zum Einsatz kommt.
  - Schleuderbeton
 

Beton wird in Hohlkörperformen durch Schleudern verdichtet.
  - Stampfbeton
 

Beton wird steif oder erdfeucht eingebaut und mit Stampfern verdichtet.
  - Spritzbeton
 

Beton wird mit Druck an die Oberfläche, zur Verstärkung oder Betoninstandsetzung, gespritzt und bindet dort in kurzer Zeit ab.
- Klassifizierung nach der Konsistenz
  - Die Konsistenz beschreibt die Verarbeitbarkeit und Verdichtbarkeit des Frischbetons und richtet sich nach den Gegebenheiten. Die Unterteilung erfolgt in sehr steif, steif, plastisch, weich, sehr weich, fließfähig und sehr fließfähig [45].

### Prüfmethode

Die Prüfmethode sind in den verschiedenen Teilen der DIN EN 12 350 festgelegt. Je nach angestrebtem Ziel können folgende Prüfmethode angewandt werden.

### Verdichtungsmaß nach DIN EN 12 350-4:

Dieses Prüfverfahren bestimmt die Volumenänderung durch Verdichtung eines in einen Behälter locker eingefüllten Frischbetons. Das Ergebnis wird als Verdichtungsmaß  $c$  ausgewiesen.

Die Durchführung des Verdichtungsmaßes erfolgt folgendermaßen (Bild 2.3):

1. Innenflächen des sauberen Behälters matt anfeuchten.
2. Frischbeton mit einer Kelle nacheinander reihum über alle vier Oberkanten des Behälters einfüllen, ohne zu verdichten.
3. Überstehenden Beton mit Abstreichlineal in Sägebewegung ohne Verdichtungswirkung über die Oberkanten entfernen.