

Hinweise zur Verwendung und Verarbeitung von Transportbeton

Inhalt

1. Verarbeitbarkeitszeit.....	2
2. Befördern des Betons	2
3. Fördern des Betons	3
4. Vorbereiten des Betonierens	5
5. Einbringen	5
6. Verdichten	6
7. Nachverdichten.....	8
8. Quellen und Haftungsausschluss	9

Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen Gebrauch bestimmt. Zitate aus Normen und anderen Veröffentlichungen wurden zur besseren Verständlichkeit und aus Platzgründen teilweise gekürzt und vereinfacht dargestellt. Eine gewerbliche Nutzung, insbesondere für Ausschreibungen, Leistungsverzeichnisse und Gutachten, ist daher ausgeschlossen. Im Zweifelsfall ist ausschließlich der Originaltext der jeweiligen Norm oder zitierten Veröffentlichung maßgeblich.

Alle enthaltenen Informationen, technischen Daten, Definitionen, Auskünfte und Hinweise wurden nach bestem Wissen geprüft und zusammengestellt. Für deren Vollständigkeit und Richtigkeit übernehmen wir jedoch keine Haftung. Aus den Angaben können keine Ersatzansprüche abgeleitet werden. Etwaig genannte DIN-Normen sind beim Beuth-Verlag oder im Internet erhältlich. Anderweitige Anlagen wie DGUV Regelwerke oder Merkblätter von Fachverbänden sind ebenfalls im Internet einzusehen.

1. Verarbeitbarkeitszeit

Die Zeitspanne, in der Beton verarbeitet werden kann, hängt im Wesentlichen von den Wetterbedingungen sowie von der Zusammensetzung des Betons ab. Transportbeton sollte nach der Anlieferung möglichst ohne Verzögerung verarbeitet werden, um die gewünschte Qualität sicherzustellen. Detaillierte Informationen hierzu können dem Zementmerkblatt B 6 „Transportbeton“ entnommen werden. Sofern dem Beton ein verzögernd wirkendes Zusatzmittel zugesetzt wurde, lässt sich der Zeitpunkt des Einbaus entsprechend nach hinten verschieben. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Wirkung des Verzögerungsmittels stark temperaturabhängig ist. Zudem kann das kontinuierliche Mischen des Betons während des Transports oder beim Bereitstehen im Fahrzeug die Wirksamkeit des Verzögerers verringern.

Es muss stets gewährleistet sein, dass der Beton vollständig verarbeitet ist, bevor der Erstarrungsprozess einsetzt.

2. Befördern des Betons

Der Begriff „Befördern“ beschreibt den Vorgang, bei dem Beton zur Baustelle transportiert und dort bereitgestellt wird, in der Regel im Rahmen der Anlieferung von Frischbeton. Während des gesamten Transports ist der Beton vor schädlichen Witterungseinflüssen wie Hitze, Kälte, Niederschlag und Wind zuverlässig zu schützen.

Frischbeton der Konsistenzklassen F2 bis F6, die von plastisch bis sehr fließfähig reichen, darf ausschließlich in Fahrmischern oder Fahrzeugen mit integriertem Rührwerk transportiert werden. Steifer oder sehr steifer Beton kann hingegen auch mit anderen Transportmitteln, wie zum Beispiel Muldenkippern, befördert werden. Dabei ist darauf zu achten, dass das Material der Ladeflächen nicht mit dem Beton reagiert, insbesondere darf Aluminium nicht verwendet werden. Gerade bei dieser Art des Transports ist der Schutz vor ungünstigen Witterungseinflüssen besonders sorgfältig durchzuführen.

Um eine ordnungsgemäße Verarbeitung sicherzustellen, sollten Mischfahrzeuge spätestens neunzig Minuten nach der ersten Wasserzugabe vollständig entladen sein. Fahrzeuge ohne Mischeinrichtung müssen hingegen spätestens nach fünfundvierzig Minuten entladen werden. Diese Zeitangaben sind anzupassen, wenn witterungsbedingte Einflüsse ein beschleunigtes oder verzögertes Erstarren des Betons erwarten lassen. Vor dem Entladen ist der Beton erneut kräftig durchzumischen, um die gewünschte Konsistenz zu gewährleisten. In der Regel gilt der Zeitpunkt des Entladens

als Übergabezeitpunkt, jedoch kann auch die Ankunft auf der Baustelle als solcher vereinbart werden.

Besondere Vorsicht ist bei der Verwendung von Luftporenbeton geboten, da während des Pumpens, Einbringens und Verdichtens ein Verlust an Luftporen auftreten kann. Dies erfordert eine Abstimmung zwischen dem Verfasser der Festlegung, dem Hersteller und dem Verwender, um festzulegen, zu welchem Zeitpunkt der jeweils notwendige Luftgehalt erreicht sein muss. Der Prüfzeitpunkt richtet sich nach dieser Festlegung, da der Luftporengehalt zudem durch unterschiedliche Lufttemperaturen beeinflusst werden kann.

Eine nachträgliche Wasserzugabe nach Abschluss des Hauptmischvorgangs, zum Beispiel im Mischfahrzeug auf der Baustelle, ist grundsätzlich unzulässig, es sei denn, dies ist ausdrücklich vorgesehen und entsprechend vorbereitet. Ausführlichere Informationen hierzu sind im Zement-Merkblatt B6 „Transportbeton“ zu finden.

Während des Entladens ist eine Sichtprüfung des Transportbetons vorzunehmen. Wenn das Aussehen des Betons merklich vom üblichen Erscheinungsbild abweicht, ist der Entladevorgang umgehend zu unterbrechen, um die Ursache abzuklären.

3. Fördern des Betons

Der Förderprozess von Frischbeton beginnt in der Regel mit der Übergabe des Transportbetons auf der Baustelle. Der Transport endet schließlich an der Einbaustelle. Um eine reibungslose und fehlerfreie Förderung zu gewährleisten, ist es wichtig, die Zusammensetzung und die Eigenschaften des Frischbetons an das jeweilige Förderverfahren anzupassen. Der Beton muss so beschaffen sein, dass auch während des Transports keine nachteiligen Veränderungen, wie etwa Entmischungen, auftreten. Die Auswahl des geeigneten Förderverfahrens richtet sich dabei nach den spezifischen baubetrieblichen Gegebenheiten. Dazu zählen die zu fördernde Menge, die Förderweite und -höhe, die Abmessungen der Bauteile, die Konsistenz des Betons sowie die Verfügbarkeit der benötigten Geräte.

Bei der Förderung mit Kran- oder Aufzugskübeln können plastische oder weiche Betone zum Einsatz kommen. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Verschlussklappen der Kübel dicht schließen und kein Zementleim austreten kann. Bei der Nutzung fahrbarer Behälter, wie Karren oder Loren, besteht insbesondere bei langen und unebenen Transportwegen die Gefahr der Entmischung, vor allem bei weichen Konsistenzen. Deshalb ist eine sorgfältige Handhabung erforderlich, um die Materialqualität aufrechtzuerhalten.

Förderbänder eignen sich vornehmlich für plastischen Beton. Bei der Förderung steifer oder weicher Betone besteht im Abwurfbereich am Bandende jedoch das Risiko einer Entmischung. Um dies zu vermeiden, sollte an der oberen Umlenkrolle des Förderbands ein Prallblech angebracht werden, das grobe Gesteinskörnungen zurückführt, während

ein Abstreifer den Zementleim vom Band abnimmt. Zudem sollte ein Sammler, wie etwa ein Fallrohr, installiert werden. Bei längeren Bandstraßen ist es zudem unerlässlich, den Beton vor schädlichen Witterungseinflüssen zu schützen.

Beim Pumpen von Beton sind besondere Anforderungen an die Zusammensetzung zu beachten. Der Pumpbeton muss zusammenhaltend sein und darf kein Wasser absondern. Außerdem sollte die Konsistenz möglichst gleichmäßig und mindestens plastisch sein, um einen störungsfreien Pumpvorgang zu gewährleisten. Pumpen ist ab einem Ausbreitmaß von etwa 40 Zentimetern erfolversprechend. Zusatzmittel wie Betonverflüssiger oder Fließmittel können die Pumpfähigkeit zusätzlich verbessern.

Beim Verlegen stationärer Rohrleitungen für den Betonpumpvorgang sind ebenfalls einige Aspekte zu berücksichtigen. Es dürfen keine Leichtmetallrohre verwendet werden, und sämtliche verwendeten Rohre, Kupplungen und Schläuche müssen unbeschädigt sein. Rohrleitungen sollten möglichst wenige Richtungsänderungen aufweisen und diese durch großflächige Bogenstücke mit großen Radien ausgleichen. Bei Betonierarbeiten mit großem Ausdehnungsbereich ist es ratsam, die Leitung so zu verlegen, dass zunächst die größte Entfernung überbrückt wird und die Leitung im Verlauf des Betonierens schrittweise zurückgebaut werden kann.

Bei vertikalen Förderungen in größere Höhen ist es wichtig, die Rohre möglichst senkrecht zu verlegen und gut an der Unterkonstruktion zu befestigen, da das Gewicht der aufsteigenden Leitung nicht allein vom horizontalen Teil am Fußpunkt der Hochförderung getragen werden kann. Ab etwa dem dritten Stockwerk im Hochbau empfiehlt es sich, die Steigleitung mit einem Absperrschieber gegen das Rückfließen der Betonsäule während Pumpspausen zu sichern. Sollte dies nicht umsetzbar sein, ist die Entfernung von der Pumpe zur Steigleitung möglichst groß zu wählen, um durch die Reibung im horizontalen Leitungsabschnitt den Druck der Betonsäule zu mindern.

Besondere Vorsicht ist bei der Abwärtsförderung geboten, um ein Abreißen der Betonsäule zu verhindern. Andernfalls können Luftpolster im Gefälleleitungsbereich entstehen. Um dies zu vermeiden, sind Widerstände in Form von Rohrkrümmern oder Schiebern am Leitungsende einzubauen. Alternativ kann eine ansteigende Rohrleitung an die Gefälleleitung angeschlossen werden, um die Kontinuität der Betonsäule zu sichern.

Moderne Pumpensysteme ermöglichen die Förderung großer Betonmengen pro Stunde, weshalb diese Methode zu den leistungsfähigsten Förderverfahren zählt. Die Kombination aus Transportbeton und mobiler Autobetonpumpe stellt daher eine häufig genutzte und effektive Lösung dar.

Wird auf der Baustelle ein Fließmittel zugegeben oder nachdosiert, ist die Wirksamkeit durch stichprobenartige Konsistenzprüfungen vor und nach der Zugabe zu überprüfen und zu dokumentieren, um die Qualität des geförderten Betons sicherzustellen.

4. Vorbereiten des Betonierens

Vor dem Beginn des Betonierens ist es notwendig, die einzelnen Betonierabschnitte festzulegen. Dies gilt insbesondere für anspruchsvolle oder umfangreiche Betonvorgänge, wie beispielsweise bei eng liegender Bewehrung, massiven Fundamenten, speziellen Bauverfahren oder bei hohen Temperaturen. In solchen Fällen ist es sinnvoll, die Arbeitsschritte in einem detaillierten Betonierplan zu dokumentieren, um einen reibungslosen Ablauf sicherzustellen.

Die Planung des Personals und die Anzahl der benötigten Geräte müssen auf die Menge des angelieferten Betons abgestimmt werden, um Verzögerungen oder Materialverluste zu vermeiden. Das Größtkorn der Gesteinskörnung ist den Bauteilabmessungen, den Stababständen der Betonstäbe und der Betondeckung anzupassen. Gegebenenfalls sind die Beschränkungen vom Tragwerksplaner festzulegen und im Bewehrungsplan anzugeben. Falls solche Festlegungen fehlen, besteht auf der Baustelle noch die Möglichkeit, das Größtkorn rechtzeitig vor der Betonbestellung festzulegen.

Der Schalungsaufbau und die Anordnung der Bewehrung müssen so gestaltet sein, dass die Behinderung beim Einbringen und Verdichten des Betons möglichst gering ist. Es ist sicherzustellen, dass die Schalung frei von Verunreinigungen, Eis, Schnee und stehendem Wasser ist. Je nach Erfordernis muss die Schalung mit einem Trennmittel behandelt oder vor dem Betonieren vorgenässt werden. Wenn direkt gegen das Erdreich betoniert wird, ist der Frischbeton vor einer Vermischung mit dem Erdreich zu schützen.

Besondere Vorsichtsmaßnahmen sind bei ungünstigen Witterungsbedingungen zu treffen. Hohe oder niedrige Temperaturen, starke Sonneneinstrahlung, Wind, Frost, Wasser, Regen und Schnee können die Qualität des frischen oder jungen Betons negativ beeinflussen. Geeignete Maßnahmen müssen daher geplant und gegebenenfalls während des Einbringens und Verdichtens umgesetzt werden. Dazu gehören beispielsweise Abdeckungen, Kühl- oder Heizmaßnahmen sowie der Schutz vor Austrocknung und Wasseransammlungen.

Alle vorbereitenden Maßnahmen sind vor dem Beginn des Betonierens vollständig abzuschließen, um Verzögerungen zu vermeiden und die Qualität des Betons sicherzustellen.

5. Einbringen

Der Beton ist so einzubringen, dass er seine Festigkeit und Dauerhaftigkeit erreicht und gleichzeitig eine ausreichende Umhüllung der Bewehrung sowie aller Einbauteile gewährleistet ist. Um eine optimale Betonqualität sicherzustellen, darf es beim Einbringen in die Schalung nicht zur Entmischung kommen. Besonders bei vertikalen Bauteilen wie Wänden und Stützen besteht mit zunehmender Fallhöhe ein erhöhtes Risiko der Entmischung, insbesondere wenn eine dichte waagerechte Bewehrung vorhanden ist.

Um die Entmischungsgefahr zu minimieren, sollte der Beton bei Fallhöhen über 2 Metern (bei Sichtbeton über 0,5 Metern) durch Fallrohre oder Schläuche geführt werden. Diese sind, ähnlich wie Rutschen oder Verteilerschläuche von Pumpleitungen, bis kurz über die Einbaustelle zu führen. Bei Wänden ist es wichtig, durchlaufende Anker und Haken so anzuordnen, dass gegenseitige Behinderungen vermieden werden.

Die Bewehrung ist so einzubauen, dass ein ordnungsgemäßes Einbringen des Betons gewährleistet ist. Dabei sind die Einfüllöffnungen und Rüttellücken laut Plan besonders bei eng liegender Bewehrung zu berücksichtigen. Kurze Abstände zwischen den Einfüllstellen verhindern die Bildung von Schüttkegeln. Unabhängig von der Einbringmethode ist sicherzustellen, dass Bewehrungen, Einbauteile und Schalungsflächen später zu betonierender Abschnitte nicht durch Betonreste verunreinigt werden.

Der Beton sollte möglichst in gleichmäßigen, etwa 50 cm dicken Schichten mit waagerechter Oberfläche eingebracht werden. Die Schütt- bzw. Steiggeschwindigkeit ist so zu wählen, dass die Schalung den auftretenden Betondruck jederzeit aufnehmen kann. Bei fließfähigem und selbstverdichtendem Beton (SVB) sind höhere Betondrücke auf die Schalung möglich, weshalb besondere Sorgfalt geboten ist.

Unterbrechungen des Betoniervorgangs sollten – insbesondere bei Sichtbeton – nach Möglichkeit vermieden werden. Bauteile wie Wände, Stützen und hohe Unterzüge sind in der Regel vor den einbindenden Konstruktionselementen wie Platten, Balken oder Riegel zu betonieren.

Arbeitsfugen müssen so gestaltet sein, dass alle anfallenden Beanspruchungen aufgenommen werden können und ein ausreichender Verbund der Betonschichten gewährleistet ist. Vor dem Weiterbetonieren sind Verunreinigungen, Zementschlempe und lose Betonteile zu entfernen. Die Arbeitsfugen sind ausreichend vorzunässen, sodass die Oberfläche des älteren Betons zum Zeitpunkt des Anbetonierens mattfeucht ist. Dadurch kann sich der Zementleim des neuen Betons optimal mit dem bereits eingebrachten Beton verbinden.

Um die Verbindung der Betonschichten und die Dichtheit der Fuge zu verbessern, empfiehlt es sich, eine Anschlussmischung mit reduziertem Größtkorn zu verwenden. Bei wasserundurchlässigen Betonbauteilen kann eine solche Anschlussmischung in bestimmten Fällen erforderlich sein, um die geforderte Dichtigkeit sicherzustellen. Zudem sind Dicht- oder Fugenbänder anzubringen.

6. Verdichten

Ein dichtes Gefüge ist die Voraussetzung für dauerhaften Beton. Ohne vollständige Verdichtung kann der Beton nicht die zugrunde gelegten Festbetoneigenschaften erreichen, da bei allen betontechnologischen Regeln und Entwurfsgrundlagen eine nahezu vollständige Frischbetonverdichtung vorausgesetzt wird. Neben der

Betonzusammensetzung und der Nachbehandlung ist das Verdichten des Betons der wichtigste Vorgang bei der Herstellung von Betonbauteilen. Um eine hohe Verdichtungsqualität sicherzustellen, sollte ausschließlich eingewiesenes und zuverlässiges Personal eingesetzt werden. Die Verdichtungsarbeiten erfordern eine kontinuierliche Betreuung und Überwachung durch qualifiziertes Aufsichtspersonal. Besonders sorgfältig muss die Verdichtung in Ecken, entlang der Schalung, in engen, filigranen Bereichen sowie bei Einbauteilen, Fugeneinlagen und Bewehrungsanschlüssen erfolgen.

Besondere Aufmerksamkeit ist bei Querschnittsverengungen, Engstellen, Aussparungen, enger Bewehrungsführung und Arbeitsfugen geboten. An solchen Stellen besteht die Gefahr, dass Zwischenräume und Eck- oder Unterschneidungsbereiche nicht vollständig mit Beton ausgefüllt werden, was zu Fehlstellen und Mängeln im fertigen Bauteil führen kann. In diesen Fällen kann ein Nachverdichten des Betons erforderlich sein.

Im Laufe der Entwicklung der Betontechnik haben sich verschiedene Verdichtungsverfahren etabliert, die je nach technischer Anforderung und Verfahrensziel eingesetzt werden. Zu den wichtigsten Verdichtungsverfahren gehören das Rütteln, das Stochern und Stampfen, das Klopfen an der Schalung sowie das Walzen. Das Rütteln hat sich als maßgebendes Verfahren zur Verdichtung von Frischbeton durchgesetzt. Dabei werden hochfrequente Vibrationen in den frischen Beton eingeleitet, wodurch die Fließfähigkeit erhöht wird. Dies ermöglicht das rasche Aufsteigen von Lufteinschlüssen an die Oberfläche, wo sie entweichen können.

Die verschiedenen Rüttelmethoden unterscheiden sich je nach Konsistenz des Betons. Bei steifem Beton kommen Oberflächenrüttler, Stampfer und Schalungsrüttler zum Einsatz, teilweise auch unter Anwendung von Auflasten. Plastischer Beton wird mit Innenrüttlern und Schalungsrüttlern verdichtet, während weicher Beton mit Innenrüttlern, Schalungsrüttlern und Schalungsklopfern behandelt wird. Bei Fließbeton genügt leichtes Rütteln und Stochern. In der Praxis wird Ortbeton überwiegend mit Innenrüttlern verdichtet. Bei Bauteilen, deren Schalungsraum unzugänglich ist, wie etwa bei Tunnelschalungen, kommen Schalungsrüttler (Außenrüttler) zum Einsatz, die eine besonders stabile Stahlschalung erfordern, um die Schwingungsenergie effektiv weiterzuleiten.

Beim Arbeiten mit Innenrüttlern ist die Rüttelflasche rasch bis in die bereits verdichtete Schicht einzuführen, was auch als "Vernähen" der Schichten bezeichnet wird. Anschließend wird die Rüttelflasche langsam herausgezogen, wobei sich die Oberfläche des Betons schließen muss. Die Wirkungsbereiche der Rüttelstellen haben sich zu überlappen, um die im Beton eingeschlossene Luft effizient an die Oberfläche zu führen.

Die Verdichtung gilt als abgeschlossen, wenn der Beton sich nicht mehr setzt, die Betonoberfläche mit Feinmörtel geschlossen ist und keine größeren Luftblasen mehr

aufsteigen. Nach erfolgreicher Verdichtung beträgt der Luftgehalt im Beton noch etwa ein bis zwei Volumenprozent, was unter Baustellenbedingungen nicht weiter reduziert werden kann.

Sollte die Betonoberfläche nach dem Herausziehen des Rüttlers nicht mehr schließen, können verschiedene Ursachen vorliegen. Möglicherweise war die Rütteldauer nicht ausreichend, die Konsistenz des Betons war zu steif für den verwendeten Rüttler oder das Erstarren des Betons hatte bereits begonnen. Grundsätzlich sollte Beton nicht durch Innenrüttler in der Schalung verteilt werden, außer bei der Unterfüllung von Einbauten. Eine Alternative stellt die Verwendung von leicht verarbeitbaren Betonen (Konsistenz F5, F6) oder selbstverdichtendem Beton dar, um den Verdichtungsaufwand zu minimieren.

Für untergeordnete Bauteile, bei denen keine hohen Anforderungen an die Betongüte bestehen, wie beispielsweise kleinere Streifenfundamente, kann der Beton durch Stampfen verdichtet werden. Leicht verarbeitbare Betone haben den Vorteil, dass sich der notwendige Verdichtungsaufwand je nach Konsistenz deutlich verringern kann.

7. Nachverdichten

Das Nachverdichten des Betons ist eine zusätzliche Maßnahme zur Verbesserung oder Sicherstellung der geplanten Qualitätseigenschaften. Es erfolgt in der Regel nach Beginn des Erstarrungsprozesses, typischerweise nach etwa einer Stunde oder später. Wichtig ist jedoch, dass das Nachverdichten innerhalb eines Zeitraums durchgeführt wird, in dem der Beton noch verformbar ist. Dies lässt sich daran erkennen, dass sich die Betonoberfläche beim Herausziehen des Rüttlers noch schließt.

Das Nachrütteln dient dazu, Hohlräume zu schließen, die sich unter waagerechten Bewehrungsstäben oder Aussparungen gebildet haben. Auch Wasser- oder Lufteinschlüsse unter groben Gesteinskörnern, im Übergangsbereich zwischen Frischbeton und Schalung oder in Unterschneidungsbereichen der Schalung, werden durch das Nachverdichten mobilisiert und ausgetrieben. Dadurch wird die Verdichtung des Betongefüges weiter verbessert, was die Bildung von Fehlstellen reduziert und die Rissneigung verringert.

Besonders bei schlanken, hohen und schnell betonierten Bauteilen wie Stützen und Wänden empfiehlt sich das Nachverdichten im oberen Bereich. Der Einsatz dünnerer Rüttelflaschen bei engen Bewehrungsabständen kann ebenfalls vorteilhaft sein, um eine vollständige Verdichtung zu gewährleisten.

Bei waagerechten Betonflächen kann das Nachverdichten auch durch Oberflächenbearbeitung erfolgen, zum Beispiel mit Flügel- oder Scheibenglätttern. Diese Vorgehensweise vermindert die Gefahr von Fröhschwindrissen und trägt zur gleichmäßigen Verdichtung der Betonoberfläche bei.

8. Quellen und Haftungsausschluss

DIN EN 206-1, DIN EN 13670, DIN 1045-2, DIN 1045-3, DIN 1045-1000

Bei fehlerhafter oder unsachgemäßer Verwendung unserer Produkte, übernehmen wir keinerlei Gewährleistung für etwaige Konsequenzen.