NEWSLETTER
TECHNIK

HEIDELBERGCEMENT

November 2012 | Entwicklung und Anwendung

Umweltproduktdeklarationen (EPD) für Zement und Beton

Eine nachhaltige Entwicklung berücksichtigt umweltbezogene, soziale und wirtschaftliche Gesichtspunkte. **[mehr ...]**

Der „Quarry Life Award" von HeidelbergCement

Premiere für einen einzigartigen Wettbewerb zur Förderung der Artenvielfalt.

[mehr ...]

Betonieren bei kühler Witterung und bei Frost

Für das Betonieren im Winter müssen besondere Maßnahmen auf der Baustelle getroffen werden.

[mehr ...]

Fahrbahndecke mit Waschbetonoberfläche unter Verwendung von Portlandkalksteinzement im Tunnel Deschlberg

Der Tunnel Deschlberg auf der Bundesstraße B20. **[mehr ...]**

Herzlich willkommen zum neuen Newsletter Technik von HeidelbergCement!

Und schon wieder ist es Dezember, das Jahr ist fast vorbei. Doch bevor 2012 zu Ende geht haben wir für Sie einen neuen Newsletter Technik mit einigen interessanten Themen zusammengestellt. So hat Herr Jochen Reiners vom VDZ in Düsseldorf einen sehr informativen Beitrag zum Thema Umweltproduktdeklarationen für Zement und Beton geschrieben. Kurz berichten wir auch über den von HeidelbergCement in diesem Jahr erstmals vergebenen internationalen „Quarry Life Award", bei dem es um die Artenvielfalt in Steinbrüchen und Kiesgruben geht.

Frau Birgit Westermann, Bauberaterin in Leimen, hat sich mit dem in dieser Jahreszeit brandaktuellen Thema „Betonieren bei kühler Witterung und Frost" auseinandergesetzt und die Herren Andreas Thurnhofer, Bereichsleiter Betotech und Hilbert Atze, Bauberater in Burglengenfeld berichten über eine Fahrbahndecke mit Waschbetonoberfläche unter Verwendung von Portlandkalksteinzement im Tunnel Deschlberg.

Ich wünsche Ihnen auch heute viel Spaß beim Lesen, ein frohes und friedliches Weihnachtsfest sowie einen guten Start ins Jahr 2013.

Dagmar Küchlin
Bauberatung Zement,
Entwicklung und Anwendung, Leimen

Umweltproduktdeklarationen (EPD) für Zement und Beton

vdz.
Deutsche Zementindustrie

Dipl.-Ing. Jochen Reiners, Oberingenieur, Abteilung Betontechnik, VDZ Düsseldorf

Eine nachhaltige Entwicklung berücksichtigt umweltbezogene, soziale und wirtschaftliche Gesichtspunkte so, dass die Möglichkeiten nachfolgender Generationen, ihre Bedürfnisse zu befriedigen, nicht gefährdet werden. In eine Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden nach den in dem europäischen Normungsgremium CEN/TC 350 entwickelten Normen werden alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (umweltbezogene, soziale und ökonomische) einbezogen, dabei ist der gesamte Lebenszyklus eines Gebäudes zu betrachten. Auch technische und funktionale Eigenschaften (z. B. Brandschutz, Schallschutz etc.) werden bei der Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden berücksichtigt. Daher sind Vergleiche hinsichtlich der Nachhaltigkeit auf Produktebene nicht sinnvoll, sondern können nur auf der Ebene eines „funktionellen Äquivalents", also eines Gebäudes oder Gebäudeteils erfolgen. Ein funktionelles Äquivalent könnte z. B. ein Quadratmeter einer Gebäudeaußenwand mit definierten Anforderungen an Wärmedämmung, Schallschutz, Brandschutz und mechanische Widerstandsfähigkeit sein. Für dieses definierte funktionelle Äquivalent ist ein ökobilanzieller Vergleich verschiedener Bauweisen und Baustoffe (z. B. Massivbauweise oder Holzständerbauweise) möglich.

In Deutschland wurde durch die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V. (DGNB) ein Zertifizierungssystem zur ganzheitlichen Betrachtung und Bewertung von Nachhaltigkeitsaspekten für Gebäude entwickelt. Technische Eigenschaften, die Lebensdauer der Gebäudebestandteile, Wartungs- und Pflegeaufwand, Komforteigenschaften des Gebäudes sowie die im Laufe des Lebenszyklusses entstehenden Kosten sind gemeinsam mit Auswirkungen auf die Umwelt in eine Gesamtbetrachtung der Nachhaltigkeit einzubeziehen.

Zur Beurteilung der umweltbezogenen Nachhaltigkeit eines Bauwerks werden quantifizierte Umweltinformationen über die eingesetzten Bauprodukte benötigt. Das standardisierte Format, mit dem diese Informationen kommuniziert werden sollen, ist die sogenannte Umweltproduktdeklaration (Environmental Product Declaration EPD). In EPDs werden Auswirkungen von Bauprodukten auf definierte Wirkungskategorien wie z. B. den Treibhauseffekt, die Bildung von Sommersmog oder die Überdüngung von Gewässern quantifiziert. Die von CEN/TC 350 entwickelte Norm EN 15804 gibt Regeln für die Erstellung von EPDs vor. Ziel der Norm ist, dass die Produkthersteller verifizierbare und konsistente Daten zur Verfügung stellen, deren Ermittlung für alle Bauprodukte auf vergleichbaren Regeln beruht. Zur Sicherstellung der Glaubwürdigkeit der in Umweltproduktdeklarationen kommunizierten Informationen werden diese durch unabhängige Dritte verifiziert. EPDs bilden eine wichtige Grundlage für die Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden, z. B. nach dem System der DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen).

Der Verein Deutscher Zementwerke e.V. (VDZ) hat auf Beschluss seines Vorstands eine Umweltproduktdeklaration (EPD) nach EN 15804 für einen durchschnittlichen deutschen Zement erstellt. Die Zusammensetzung dieses Zements entspricht der mittleren Zusammensetzung der im Jahr 2010 in Deutschland hergestellten Zemente. Eine Datenabfrage in den deutschen Zementwerken war die Grundlage für die Ermittlung der Umweltwirkungen der Zementherstellung. 51 Werke, also fast alle deutschen Zement- und Mahlwerke, stellten Informationen zu stofflichen und energetischen Ressourcen zur Verfügung, darüber hinaus wurden die Ergebnisse der gesetzlich vorgeschriebenen Emissionsmessungen an Drehofenanlagen ausgewertet. Die EPD für Zement umfasst als sogenannte „cradle-to-gate"-EPD („von der Wiege bis zum Werkstor") alle Umweltlasten der Produktherstellung inklusive der Lasten aus der Roh- und Brennstoffgewinnung/-verarbeitung sowie aus dem Transport der Roh- und Brennstoffe zum Zementwerk.

Nach ISO 14025 sind Umweltproduktdeklarationen in einem Umweltdeklarationsprogramm zu verwalten. Der Programmbetreiber muss über sogenannte Produktkategorieregeln die Transparenz und Vergleichbarkeit der in seinem Programm veröffentlichten EPDs gewährleisten. Darüber hinaus muss er ein geeignetes Verifizierungsverfahren durch unabhängige Prüfer einrichten. Das in Deutschland bekannteste EPD-Programm ist das des Instituts Bauen und Umwelt e. V. (IBU), dem der VDZ im Zusammenhang mit der Erarbeitung der Zement-EPD als Mitglied beigetreten ist.

Über viele Jahre war bei der Berechnung von Ökobilanzen für Zemente strittig, wie die Umweltlasten aus Nebenprodukten anderer Industrieprozesse rechnerisch zu berücksichtigen sind, wenn diese Stoffe

▶

▶ UMWELTPRODUKTDEKLARATIONEN (EPD) FÜR ZEMENT UND BETON

vdz. Deutsche Zementindustrie

bei der Zementherstellung eingesetzt werden. Bei der Umweltproduktdeklaration von Zement betrifft dies insbesondere Hochofenschlacke als Nebenprodukt des Hochofenprozesses sowie Steinkohleflugasche als Nebenprodukt der Elektrizitätserzeugung. Hier stellt sich die Frage, welcher Anteil der Lasten aus diesen Prozessen rechnerisch dem Hauptprodukt (beim Hochofenprozess dem Roheisen und beim Kohlekraftwerk der Elektrizität) und welcher dem Nebenprodukt zuzuweisen ist. Laut der neuen DIN EN 15804 ist in solchen Fällen eine so genannte „ökonomische Allokation" durchzuführen, das heißt, die Umweltlasten sind im Verhältnis des generierten Betriebseinkommens auf die Haupt- und Nebenprodukte zu verteilen. Für die Hochofenschlacke und die Steinkohleflugasche ergibt sich, dass auf sie nur ein sehr geringer Anteil von < 1% der Umweltlasten des Hochofenprozesses bzw. der Elektrizitätsherstellung entfällt.

Die Umweltproduktdeklaration für einen deutschen Durchschnittszement wurde im März 2012 veröffentlicht und ist über die Internetseiten des IBU und des VDZ verfügbar. Tabelle 1 zeigt eine Auswahl einiger in der EPD enthaltener Umweltinformationen. Im Wert für das Globale Erwärmungspotenzial enthalten sind 98,1 kg CO_2-Äq. aus der Verbrennung von Abfällen bei der Klinkerherstellung. Nach dem Verursacherprinzip (EN 15804) wären diese dem Produktsystem zuzuordnen, das den Abfall verursacht hat. Innerhalb dieser EPD wird jedoch von einer Subtraktion dieses Anteils abgesehen. So soll über Ländergrenzen hinweg die Vergleichbarkeit von berechneten Treibhauspotenzialen für Zemente auch dann sichergestellt werden, falls die bei der Klinkerherstellung eingesetzten Sekundärbrennstoffe in anderen Ländern keinen Abfallstatus haben sollten.

Der VDZ hat am Beispiel eines fiktiven, typischen Bürogebäudes mit Stahlbetontragwerk untersucht, welchen Einfluss die Umweltlasten der Zementherstellung auf das Ergebnis einer Nachhaltigkeitsbewertung im DGNB-System haben (siehe Abb. 1). Es zeigt sich zunächst, dass die Herstellung von Zement und Beton die Ökobilanz der Gebäudeherstellung maßgeblich beeinflusst. Beispielsweise hat das Treibhauspotenzial, das aus der Herstellung von Beton (inklusive seiner Ausgangsstoffe) resultiert, einen Anteil von ca. 40% am Treibhauspotenzial eines Obergeschosses des betrachteten Bürogebäudes, weitere 13% resultieren aus dem Treibhauspotenzial, welches mit der Herstellung von Zementestrich verbunden ist. Dennoch führen die Umweltlasten der Gebäudenutzung (insbesondere aus der Bereitstellung von Energie) sowie die Berücksichtigung ökonomischer, soziokultureller und technischer Kriterien, die im DGNB-System gleichwertig mit ökologischen Kriterien bewertet werden, dazu, dass die bei der Zementherstellung verursachten Umweltlasten nur einen sehr geringen Einfluss auf das Gesamtergebnis einer Nachhaltigkeitsbewertung im DGNB-System haben. Abbildung 2 zeigt, mit welchen Anteilen die Umweltwirkungen der Zement- und

Parameter	Einheit	Wert
Globales Erwärmungspotenzial	kg CO_2-äq.	691,7
Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht	kg CFC11-äq.	1,50E-5
Versauerungspotenzial von Boden und Wasser	kg SO_2-äq.	0,83
Eutrophierungspotenzial	kg $(PO_4)^{3-}$-äq.	0,12
Potenzial für die Bildung von troposphärischem Ozon	kg Ethen-äq.	0,10
Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen (Elemente)	kg Sb-äq.	1,30E-3
Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen (fossile Brennstoffe)	MJ	1901,4
Gesamteinsatz nicht erneuerbarer Primärenergie	MJ	2451,3
Gesamteinsatz erneuerbarer Primärenergie	MJ	65,8

Tab. 1: Übersicht wichtiger Indikatoren zu Umweltauswirkungen und Ressourceneinsatz für die Herstellung einer Tonne deutschen Durchschnittszements

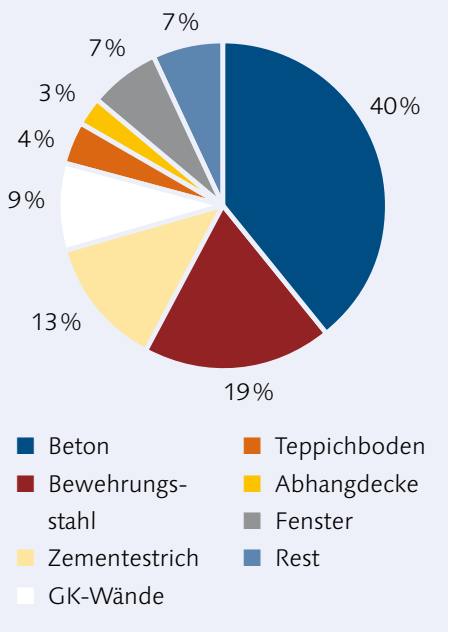

Abb. 1: Treibhauspotenzial des Obergeschosses eines typischen, fiktiven Bürogebäudes

▶ UMWELTPRODUKTDEKLARATIONEN (EPD) FÜR ZEMENT UND BETON

vdz. Deutsche Zementindustrie

Betonherstellung in die Nachhaltigkeitsbewertung nach DGNB eingehen und welche weiteren Kriterien, auf die diese Umweltwirkungen keinen Einfluss haben, das Bewertungsergebnis beeinflussen. Im betrachteten Beispiel lag der Einfluss der Umweltwirkungen der Zementherstellung auf die Nachhaltigkeitsbewertung des Gebäudes letztlich bei nur rund 0,4 – 1,2 % des Gesamtergebnisses. Dieser Zahlenwert ergibt sich durch Multiplikation der in Abbildung 2 angegebenen DGNB-Gewichtungsfaktoren. Die Nachhaltigkeitsbewertung des Gebäudes wird letztlich also nur in geringem Maße davon beeinflusst, ob z. B. ein Portlandzement oder ein Hochofenzement zur Anwendung kommt. Bemerkenswert ist, dass technische Kriterien (z. B. Brandschutz oder Schallschutz) im DGNB-System z. T. höher bewertet werden als Indikatoren aus der Ökobilanzierung wie z. B. das Treibhauspotenzial.

Auf Basis der Ökobilanzdaten für deutsche Zemente werden gegenwärtig durch den VDZ Ökobilanzen für Betone verschiedener Festigkeitsklassen erarbeitet, die in Umweltproduktdeklarationen veröffentlicht werden sollen. Hierzu haben der Bundesverband der deutschen Transportbetonindustrie (BTB) und die Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau (FDB) bereits Produktionsdaten ihrer Mitgliedsunternehmen ermittelt und dem VDZ zur Verfügung gestellt. Die Beton-EPDs sollen dabei nicht nur potenzielle Umweltwirkungen der Betonherstellung ausweisen, sondern auch Angaben zu typischen Umweltwirkungen weiterer Lebenszyklusphasen (z. B. Transport zur Baustelle, Einbau ins Bauwerk) enthalten.

Die Veröffentlichung der Beton-EPDs ist für die erste Jahreshälfte des Jahres 2013 vorgesehen.

Die EPD für Zement

Die Umweltproduktdeklaration (EPD) enthält Daten zur Ökobilanz und zu den Auswirkungen der Herstellung des Zements auf die Umwelt.

Unter dem folgenden Link können Sie die Umweltproduktdeklaration (EPD) für einen durchschnittlichen deutschen Zement beim VDZ herunterladen:

http://www.vdz-online.de/publikationen.html

[zurück ...]

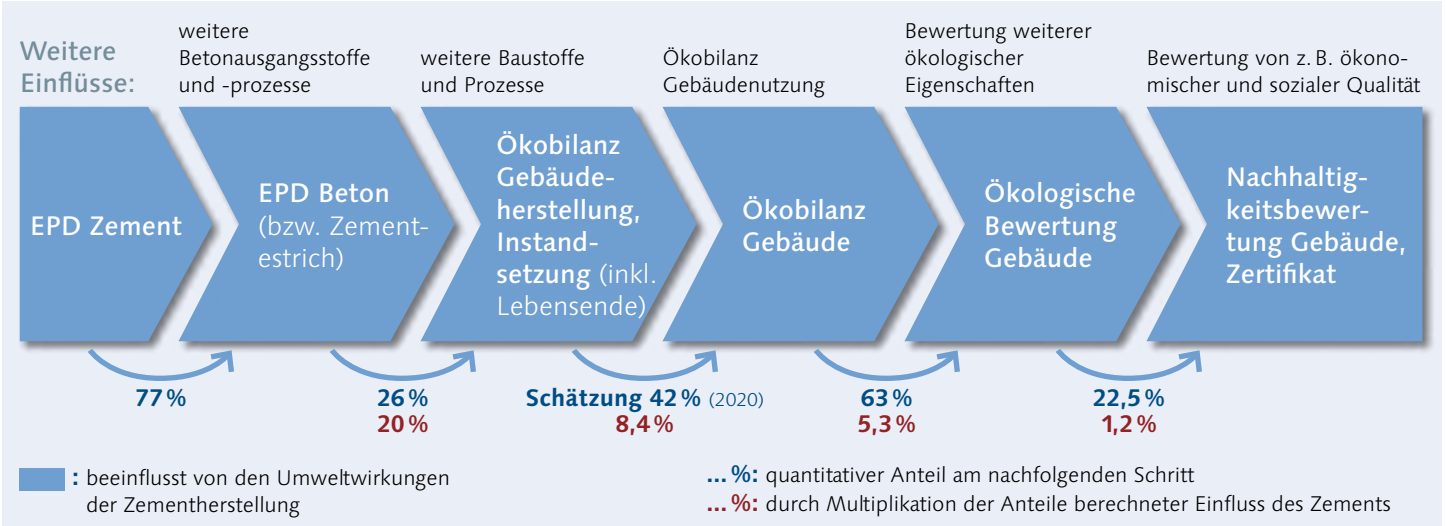

Abb. 2: Einfluss der Umweltwirkung von Zement auf die Nachhaltigkeitsbewertung im DGNB-System am Beispiel eines typischen, fiktiven Bürogebäudes

Der „Quarry Life Award“ von HeidelbergCement

Premiere für einen einzigartigen Wettbewerb zur Förderung der Artenvielfalt

Mehr als 300 Projektideen aus 18 Ländern – der Quarry Life Award ist schon bei seiner Premiere eine Erfolgsgeschichte. HeidelbergCement hat mit dem Quarry Life Award einen internationalen Wettbewerb ins Leben gerufen, dessen Ziel es ist, neue Ideen zum Erhalt und zur Förderung von Artenvielfalt in den Steinbrüchen und Kiesgruben des Unternehmens zu finden. Die Projektideen sollen nicht zuletzt mit dazu beitragen, das Wissen über den biologischen Wert von Abbaustätten für die Natur zu vertiefen. Insgesamt 80 Projekte haben es in die Endausscheidung um die jeweiligen nationalen Preise und den internationalen Quarry Live Award geschafft.

Wie in allen teilnehmenden Ländern wurden auch in Deutschland fünf Teams von einer Fachjury ausgewählt, die begehrten Preise von 1.500 Euro, 3.000 Euro oder gar 5.000 Euro für den nationalen Sieger zu gewinnen. Nach der praktischen Arbeit von Februar bis September warten die Teilnehmer gespannt auf die Namen der Gewinner, die im Rahmen der Verleihung des Quarry Live Awards am 13. Dezember bekannt gegeben werden. Gastrednerin bei der Ehrung der deutschen und internationalen Gewinner ist die weltbekannte Primatenforscherin, UN-Friedensbotschafterin und Umweltaktivistin Jane Goodall.

Wie schon bei der Auswahl der fünf Final-Teilnehmer hatten die Jury-Mitglieder Dr. Andre Baumann/NABU, Thomas Beißwenger/ISTE, Christiane Bohlmann/Marketing Deutschland HeidelbergCement, Prof. Rainer Buchwald/Universität Oldenburg und Christian Knell/General Manager von HeidelbergCement in Deutschland, keine leichte Wahl, da alle Projekte durch Ideenreichtum und Akribie in der Ausführung überzeugten.

Mit der „Heinrich-Kaim-Schule GHWRS“ in Schelklingen und dem Leibniz-Gymnasium in Östringen waren auch zwei Schulen in die Endausscheidung des deutschen Quarry Live Awards gekommen. Durch die aktive Einbindung der Projektarbeit in den Unterricht sorgte der Quarry Live Award nicht nur an den Schulen, sondern auch in den beiden Gemeinden für enorme Aufmerksamkeit.

Die Themen der deutschen Finalisten beschäftigten sich mit der „Identifizierung, Pflege und Schutz ökologisch wertvoller Steinbruchbiotope“ (Nussloch), mit der Planung und Realisierung einer „Wildbienenweide“ im Steinbruch Burglengenfeld, der Ansiedlung von „Hellweg-Schafen“ im Steinbruch Geseke, dem Projekt „Kräutertee aus dem Steinbruch Schelklingen“ und dem Thema „Wasseroasen im Trockenrasen“ (Burglengenfeld).

Nach dem großen Erfolg des Wettbewerbs steht bereits vor den offiziellen Feierlichkeiten Mitte Dezember fest, dass der Quarry Life Award auch in den kommenden Jahren seine Fortschreibung finden wird. Die Erkenntnisse für die Arbeiten in Steinbrüchen und Kiesgruben sind beachtlich und werden in Abbaupläne und Renaturierungs- bzw. Rekultivierungskonzepte einfließen. Sie leisten einen aktiven Beitrag in Sachen ökologischer Nachhaltigkeit und werden die Bedeutung von Abbaustätten in Punkto Biodiversität bei HeidelbergCement auch international noch stärker in den Fokus rücken.

Mehr Informationen zum Quarry Life Award, den nationalen und internationalen Siegern und der Preisverleihung am 13. Dezember erhalten Sie im Internet unter www.quarrylifeaward.de

THE QUARRY LIFE AWARD

[zurück ...]

Betonieren bei kühler Witterung und bei Frost

**Dipl.- Ing.
Birgit Westermann,
Bauberatung
VKR Südwest,
Leimen**

Für das Betonieren im Winter müssen besondere Maßnahmen sowohl bei der Herstellung im Transportbetonwerk als auch bei der Verarbeitung und Nachbehandlung auf der Baustelle getroffen werden, damit Frost, Schnee, Regen und Wind den Beton bzw. die Bauteilqualität nicht negativ beeinflussen.

Unter winterlichen Wetterbedingungen sind Umgebungstemperaturen unter +5 °C zu verstehen, wobei auch Schnee, Eis und starker Wind auftreten können.

Bei Betonierarbeiten im Winter ist sicherzustellen, dass der Beton die Gefrierbeständigkeit erreicht hat, bevor die Betontemperatur das erste Mal auf unter Null Grad absinkt. Gefrierbeständig ist junger Beton, wenn er durch wenige Frost-Tau-Wechsel nicht geschädigt werden kann.

Wertvolle Hinweise für das Betonieren in der kalten Jahreszeite gibt das DBV-Merkblatt „Betonieren im Winter“ aus dem Jahr 2004 [2]. Einige der in diesem Artikel genannten Punkte wurden diesem entnommen.

Auswirkungen tiefer Temperaturen

Das Betonieren in der kalten Jahreszeit ist mit folgenden Risiken verbunden:

- Verzögerung des Erstarrens und der Festigkeitsentwicklung des Betons durch niedrige Betontemperaturen. Daraus resultieren längere Ausschalfristen und eine längere Nachbehandlungsdauer, d. h. der junge Beton muss länger geschützt werden.
- Wirkung von Betonzusatzmitteln: bei tiefen Temperaturen kann sich die Wirkung von z. B. Fließmitteln oder LP-Bildnern verändern.
- Gefügeschäden durch zu frühes Durchfrieren: gefriert junger Beton bevor die Gefrierbeständigkeit erreicht ist, kann das Betongefüge aufgrund der Volumenvergrößerung des im Beton enthaltenen gefrierenden Wassers gestört und dauerhaft geschädigt werden.
- Verringerung des Haftverbunds zwischen Beton und Bewehrung bzw. Ober- und Unterbeton durch Eis- und Schneeablagerungen an Schalung oder Bewehrung. Auch können lokal erhöhte w/z-Werte in den betroffenen Bereichen die Festigkeit, Dichtigkeit, Gefrierbeständigkeit und Dauerhaftigkeit des Betons beeinträchtigen.
- Gefahr von Frostschäden beim Betonieren gegen gefrorenen Boden, Schalung oder Bauteile, wenn deren Temperatur so niedrig ist, dass der Beton vor Erreichen seiner Gefrierbeständigkeit durchfriert.
- Gefahr der Rissbildung wenn aufgrund von höheren Temperaturdifferenzen im Bauteil zwischen Rand- und Kernzone, insbesondere nach dem Ausschalen bzw. Entfernen wärmedämmender Abdeckungen hohe Eigenspannungen entstehen. Dies gilt besonders für massige Bauteile. Ebenso kann kalte trockene Luft – auch in Verbindung mit Wind – im Winter zu verstärktem Austrocknen des Betons und damit zu verstärkter Rissbildung führen. Deshalb ist eine ausreichende Nachbehandlung auch im Winter sicherzustellen.

Wann darf junger Beton gefrieren?

Junger Beton übersteht ein einmaliges Durchfrieren ohne dauerhafte Gefügeschäden, wenn er eine bestimmte Reife erreicht hat (Gefrierbeständigkeit). Diese ist nach DIN 1045-3 erreicht, wenn der Beton eine Druckfestigkeit von mindestens 5 N/mm² aufweist oder seine Temperatur wenigstens 3 Tage +10 °C nicht unterschritten hat.

So erhärteter Beton entwickelt seine Festigkeit nach Durchfrieren und Auftauen normal weiter, wenn die erforderliche Nachbehandlung sachgerecht durchgeführt wird.

Maßnahmen für das Betonieren im Winter im Transportbetonwerk

Damit auch bei niedrigen Umgebungstemperaturen die in Tabelle 1 genannten Mindesttemperaturen des Frischbetons eingehalten werden, muss das Transportbetonwerk über entsprechende Einrichtungen zur Herstellung des Betons verfügen sowie bei der Herstellung weitere Maßnahmen ergreifen.

Erforderliche Einrichtungen im TBW

Zur Sicherstellung der Mindestbetontemperaturen sind im Lieferwerk folgende Einrichtungen vorzuhalten:

- geeignete Lagerungs- und Beheizungsmöglichkeiten (z. B. Dampfeindüsung, Warmluft, Heizschlangen) insbesondere für die Gesteinskörnungen und Zusatzmittel
- ausreichend dimensionierte Warmwassererzeuger
- Ggf. Möglichkeit der Dampfzufuhr sowie Berücksichtigung des mit dem Dampf eingebrachten Wassers
- Messeinrichtung zur Bestimmung der Feuchte der Gesteinskörnung
- Messeinrichtung zur Bestimmung der Temperaturen der Ausgangsstoffe und der Frischbetontemperatur

Lufttemperatur [°C]	Mindesttemperatur des Frischbetons beim Einbau [°C]
+5 bis -3	+5 allgemein +10 bei Zement < 240 kg/m³ oder bei LH-Zementen
< -3	+10 sollte mindestens 3 Tage gehalten werden[1)]

1) Wird diese Anforderung nicht erfüllt, ist der Beton solange zu schützen, bis eine ausreichende Festigkeit erreicht ist.

Tab. 1: erforderliche Frischbetontemperaturen bei niedrigen Außentemperaturen

Winterrezepturen

Unter „Winterrezepturen" werden Betonzusammensetzungen mit höherer Hydratationswärmeentwicklung und schneller Festigkeitsentwicklung verstanden. Diese werden erreicht über:

- Verwendung von Zementen mit höherer Hydratationswärmeentwicklung und schnellerer Festigkeitsentwicklung
- Erhöhung der Zementgehalte auf mindestens 300 kg/m³ bzw. kein Ersatz von Zement durch Flugasche
- Verringerung des w/z-Wertes (z. B. durch Einsatz von Betonverflüssigern oder Fließmitteln)

Beheizen der Ausgangsstoffe

Im Freien gelagerte Gesteinskörnungen nehmen i. d. R. die Außentemperaturen an, Leitungswasser hat ca. +6 bis +8 °C.

In Abhängigkeit der Außentemperaturen kann die Frischbetontemperatur über die in Tabelle 2 empfohlene Erwärmung der Ausgangsstoffe eingestellt werden [1].

▶

Bei der Einstellung der Frischbetontemperatur ist auf ein ausreichend großes Vorhaltemaß zu achten, in dem Temperaturabsenkungen während des Transportes, der Wartezeiten, der Förderung und des Einbaus berücksichtigt werden.

Weitere Maßnahmen bei der Betonherstellung:

- Sorgfältiges Mischen, um trotz unterschiedlich temperierter Ausgangsstoffe eine gleichmäßige Temperaturverteilung im Frischbeton zu erhalten
- Kontinuierliche Überwachung des Feuchtegehaltes der Gesteinskörnungen und Temperaturen der Ausgangsstoffe
- Keine Zugabe von gefrorenen Ausgangsstoffen
- Zugabe von Betonzusatzmitteln möglichst spät und ausreichend lange und intensiv einmischen

Transport

Für den Transport zur Baustelle sollten möglichst kurze Transportzeiten angestrebt werden, da der Beton während des Transportes vom Herstellwerk zur Baustelle je nach Frischbeton- und Außentemperatur, Transportart, Füllmenge und Fahrgeschwindigkeit pro 15 min um ca. 0,5 K bis 3 K abkühlt.

Maßnahmen für das Betonieren im Winter auf der Baustelle

Betonannahme

Bei Anlieferung des Betons ist zu Beginn des Entladens zusätzlich zu den Prüfungen nach DIN 1045-3 die Frischbetontemperatur zu messen und zu protokollieren. Für die Erfüllung des Liefervertrages zwischen der Baustelle und dem Betonhersteller ist die vereinbarte Entladetemperatur unter Berücksichtigung der vereinbarten Lieferzeit und eventueller Wartezeiten maßgebend.

Einbau des Betons

Für einen reibungslosen Betonierablauf sollten folgende Hinweise beachtet werden:

- Transportwege, Arbeitsflächen und -gerüste etc. schnee- und eisfrei halten
- Wartezeiten auf der Baustelle möglichst auf maximal 15 Minuten begrenzen, nur bei schwierig einzuschätzenden Betonierbedingungen auch länger
- Förder- und Einbauzeit: Vorgewärmten Beton zügig einbringen und verdichten, bei Kübelförderung i. d. R. mind. 6 min/m³ erforderlich
- Schalung und Bewehrung sowie Beton- und Bodenflächen, an die betoniert wird, müssen bei Betonieren schnee- und eisfrei sein
- Nicht gegen gefrorenen Baugrund, gefrorene Bauteile oder Bodenbereiche betonieren
- Temperaturverluste bei längeren Pumpleitungen berücksichtigen, ggf. durch Wärmedämmung, da die Betontemperatur um bis zu 3 K pro 100 Meter Förderweg sinken kann
- Von DIN 1045-3 abweichende Mindesteinbautemperaturen (Gleitschalung, Einhausung) sind zu vereinbaren
- Die vereinbarten Anforderungen an die Liefertemperatur sind zu Beginn der vereinbarten Entladezeit einzuhalten
- Besondere Bedingungen (z. B. für massige Bauteile) sind zu vereinbaren

Schutz, Nachbehandlung und Ausschalen

Maßnahmen zum Schutz des Betons sind bis zum Erreichen der Gefrierbeständigkeit durchzuführen. Eine Temperatur von +5 °C sollte i. d. R. dabei nicht unterschritten werden.

Nach dem Einbau ist ein entsprechender Wärmeschutz des jungen Betons notwendig, um den Wärmeabfluß möglichst

▶

Außentemperatur	Maßnahme
bis -5 °C	■ Erwärmung des Zugabewassers für die Temperaturerhöhung des Frischbetons normalerweise ausreichend ■ Wassertemperatur bis 60 °C: i. d. R. direkte Zugabe in den Zwangsmischer möglich ■ Wassertemperaturen > 60 °C: Zugabewasser vor der Zementzugabe mit der Gesteinskörnung vermischen
< -5 °C	■ ggf. zusätzlich zum Anmachwasser Erwärmung der Gesteinskörnungen: zunächst nur des Sandes (bis ca. +40 °C); reicht dies nicht aus, Erwärmen der groben Gesteinskörnung ■ Keine Korngruppe der Gesteinskörnung sollte auf Temperaturen über 100 °C erwärmt werden

Tab. 2: Maßnahmen im Betonwerk zur Erhöhung der Frischbetontemperatur [1]

▶ BETONIEREN BEI KÜHLER WITTERUNG UND BEI FROST

gering und die Erhärtungstemperaturen auf dem normgerechten Niveau zu halten.

Erforderliche Schutzmaßnahmen sind rechtzeitig vorzubereiten und bleiben für den notwendigen Zeitraum in vollem Umfang erhalten. Diese richten sich insbesondere nach den Witterungsbedingungen, Art und Abmessungen der Bauteile und der Schalung.

In kurzen Frostperioden können wärmedämmende Abdeckungen (Thermofolien, Brettschalung, trockene Stroh- und Schilfmatten, Leichtbauplatten oder Kunststoffmatten) ausreichend sein. Die Abdeckung wird zweckmäßig beidseitig mit Folie vor Durchfeuchtung geschützt.

Bei strengem Frost oder bei längeren Frostperioden muss die den Frischbeton umgebende Luftschicht erwärmt werden (Heizen mit Infrarotlampen oder mit trockener Luft). Hierbei ist darauf zu achten, dass die Betonoberfläche nicht austrocknet.

Im Winter muss der junge Beton jedoch nicht nur vor Wärmeverlust, sondern auch vor Feuchtigkeitsverlust geschützt werden, weil bei kaltem und/oder trockenem Wetter der Feuchtigkeitsgehalt der Luft sehr gering ist.
Über die Nachbehandlung wird ein übermäßiges Verdunsten von Wasser über die Betonoberfläche verhindert.
Die in Tabelle 3 genannte Mindestnachbehandlungsdauer ist um die Zeit zu verlängern, während der die Oberflächentemperatur unter +5 °C lag. Die Nachbehandlung mit Wasser ist bei Frost nicht erlaubt.

Nr.	1	2	3	4	5
Oberflächentemperatur θ °C[e]		Mindestdauer der Nachbehandlung in Tagen[a]			
		Festigkeitsentwicklung des Betons[c] $r = f_{cm2} / f_{cm28}$[d]			
		Schnell	mittel	langsam	sehr langsam
		$r \geq 0{,}50$	$r \geq 0{,}30$	$r \geq 0{,}15$	$r < 0{,}15$
1	$\theta \geq 25$	1	2	2	3
2	$25 > \theta \geq 15$	1	2	4	5
3	$15 > \theta \geq 10$	2	4	7	10
4	$10 > \theta \geq 5$[b]	3	6	10	15

[a] Bei mehr als 5 h Verarbeitbarkeitszeit ist die Nachbehandlungsdauer angemessen zu verlängern.

[b] Bei Temperaturen unter 5 °C ist die Nachbehandlungsdauer um die Zeit zu verlängern, während der die Temperatur unter 5 °C lag.

[c] Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis der Mittelwerte der Druckfestigkeiten nach 2 Tagen und nach 28 Tagen (ermittelt nach DIN EN 12390-3) beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.

Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt als 28 Tage bestimmt, ist für die Ermittlung der Nachbehandlungsdauer

– der Schätzwert des Festigkeitsverhältnisses aus dem Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen (f_{cm2}) zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit zu ermitteln oder

– eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

[d] Zwischenwerte dürfen eingeschaltet werden.

[e] Anstelle der Oberflächentemperatur des Betons darf die Lufttemperatur angesetzt werden.

Tab. 3: Mindestnachbehandlungsdauer nach DIN 1045-3 für die Expositionsklassen nach DIN 1045-2 außer X0, XC1 und XM

➔ Beim Betonieren im Winter sind wie beschrieben zusätzliche Maßnahmen erforderlich, die mit entsprechenden Mehrkosten verbunden sind. Diese zusätzlichen Kosten sind bereits in Ausschreibung zu berücksichtigen. Für das Betonieren im Winter gibt das DBV-Merkblatt „Betonieren im Winter" aus dem Jahr 2004 wertvolle Hinweise [2].

Quellenangaben:

[1] DBV-Rundschreiben Nr. 211: Betonieren im Winter, Dezember 2006

[2] DBV-Merkblatt Betonieren im Winter, Fassung 1999, redaktionell überarbeitet 2004, Deutscher Beton- und Bautechnikverein e.V.

[zurück ...]

Fahrbahndecke mit Waschbetonoberfläche unter Verwendung von Portlandkalksteinzement (CEM II/A-LL 32,5 R) im Tunnel Deschlberg

Hilbert Atze, Bauberater Verkaufsregion Südost, Burglengenfeld

Andreas Thurnhofer, Bereichsleiter Betotech Niederbayern

Für die Ortsumfahrung Furth im Wald wurde unter Bauherrenschaft des Staatlichen Bauamtes Regensburg zwischen 2009 und 2011 der Straßentunnel Deschlberg von der Firma Jäger Bau GmbH, Schruns-Österreich gebaut.

Der Tunnel Deschlberg bildet einen Teil des Ausbaus der Bundesstraße B20 zwischen Cham und der Landesgrenze und durchquert den Deschlberg.

Das Bauwerk hat eine Länge von 745 m und besteht aus einem Haupttunnel mit zwei Fahrstreifen und einem parallel verlaufenden, begehbaren Rettungsstollen, der über zwei Querschläge mit dem Haupttunnel verbunden ist.

Bei der Fahrbahndecke entschied sich der Bauherr wegen der Helligkeit, der Wartungsfreundlichkeit und Langlebigkeit sowie auch der geringeren Brandlast im Vergleich zu Asphalt für eine Bauweise in Beton mit Waschbetonoberfläche.

Der Betoneinbau erfolgte durch die Fa. Berger Passau, die Betonlieferung durch die Liefergemeinschaft TBG Bayerwald und Rädlinger.

Auf Grund der regional zur Verfügung stehenden Ausgangsstoffe und der langjährigen guten Erfahrungen mit Portlandkalksteinzement – dieser wurde beispielsweise bereits 1997 bei einem Teilstück der A6 für eine einschichtige Deckenbauweise nahe der Grenze zu Tschechien verwendet – wurde für die Fahrbahndecke im Tunnel Deschlberg nun ebenfalls ein Portlandkalksteinzement CEM II/A-LL 32,5 R aus dem Zementwerk Burglengenfeld eingesetzt.

Die Rezeptur des Fahrbahndeckenbetons wurde von der Betotech Bereich Niederbayern entwickelt. Die Rezepturdaten enthält Tabelle 1.

Zement	CEM II/A-LL 32,5 R, HeidelbergCement AG Werk Burglengenfeld
Sand 0/4	44 %
Splitt (Granit) 5/8	56 %
FM	Sika ViscoCrete 1051, 0,5 M.-% v. Z.
LP-Bildner	Sika LPS V, 0,45 M.-% v. Z.
w/z-Wert	0,43

Tab. 1: Waschbetonrezeptur für den Fahrbahndeckenbeton, C30/37, XC4, XD3, XA2, XM2

▶ FAHRBAHNDECKE MIT WASCHBETONOBERFLÄCHE UNTER VERWENDUNG VON PORTLANDKALKSTEINZEMENT IM TUNNEL DESCHLBERG

Der Betoneinbau erfolgte zwischen dem 3. und 5. August 2011 mittels eines Fertigers mit einer Breite von 7,5 m bei einer Einbauhöhe von 24 cm durch die Fa. Berger Passau. Insgesamt wurden mit der in Tabelle 1 genannten Betonzusammensetzung ca. 1300 m³ Fahrbahndeckenbeton mit CEM II/A-LL 32,5 R erfolgreich eingebaut.

Tabelle 2 enthält eine Zusammenfassung der Frisch- und Festbetondaten aus den Überwachungsprüfungen der Betonprüfstelle Berger.

Unter Verwendung des für die Waschbetonoberfläche nötigen Oberflächenverzögerers wurde durch die Fa. Otto Alte-Teigeler die Decke ausgekehrt und die gewünschte Waschbetonstruktur erzeugt. Das Schneiden der Fugen und Aufbringen des Nachbehandlungsmittels erfolgte ebenfalls durch Otto Alte-Teigeler.

Ein Unterschied bei der Herstellung der Waschbetonstruktur im Vergleich zu CEM I-Rezepturen konnte nicht festgestellt werden.

Prüfgröße	Wertebereich der Prüfergebnisse über alle Prüfungen	
w/z-Wert	0,42 – 0,44	
Ausbreitmaß F2	355 – 400 mm	
Frischbetonrohdichte	2,27 – 2,33 kg/dm³	
LP-Gehalt	5,8 – 7,0 Vol.-%	
Rauhtiefe (Sandfleckverfahren)	0,96 – 1,07	
Druckfestigkeiten nach 28d	40,9 – 49,3 N/mm² Mittelwert 45,2 N/mm²	
LP-Kennwerte am Festbeton	LP gesamt	3,5 Vol.-%
	Mikroluftgehalt A_{300}	3,0 Vol.-%
	Abstandsfaktor $\bar{L}$	0,15 mm

Tab. 2: Zusammenfassung der Ergebnisse der Frisch- und Festbetonprüfungen der Betonprüfstelle Berger

Wir bedanken uns bei der Firma Berger Bau GmbH für die freundliche Überlassung der Überwachungsdaten.

Fotos: Berger Fertiger, Betonanlieferung, Tunnelportal, OAT, Fugenschneiden, Waschbetonoberfläche, fertiges Fugenbild

[zurück ...]

Impressum: Schlussverantwortung Eckhard Bohlmann, Leiter Entwicklung und Anwendung, Deutschland.

Hinweis: Sollten Sie diesen Newsletter abbestellen wollen, schicken Sie uns bitte eine kurze E-Mail mit dem Betreff „Abbestellung Newsletter Technik“ an tecletter@heidelbergcement.com