



Anwendung von Fließmitteln
auf PCE-Basis im
Industriebodenbau

1. Ausgabe, Dezember 2011

Impressum

1. Ausgabe, Dezember 2011
Redaktionsschluss: November 2011
Auflage: 6000

Copyright 2011

Deutsche Bauchemie e. V.
Mainzer Landstraße 55
60329 Frankfurt am Main
Telefon +49 69 2556 - 1318
Telefax +49 69 2556 - 1319
www.deutsche-bauchemie.de

150-IS-D-2011

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung, Verbreitung und Übersetzung, bleiben der Deutschen Bauchemie e. V. vorbehalten.

Gestaltung
NEEDCOM GmbH, Bad Soden am Taunus
www.needcom.de

Druck
Frotscher, Darmstadt
www.frotscher-druck.de

Bildnachweis
Mitgliedsunternehmen der
Deutschen Bauchemie e.V.

ISBN 978-3-935969-72-7

Diese Informationsschrift entbindet in keinem Fall von der Verpflichtung zur Beachtung der gesetzlichen Vorschriften. Die Informationsschrift wurde mit großer Sorgfalt erstellt. Dennoch übernimmt die Deutsche Bauchemie keine Haftung für die Richtigkeit der Angaben, Hinweise, Ratschläge sowie für eventuelle Druckfehler. Aus etwaigen Folgen können deswegen Ansprüche weder gegenüber der Deutschen Bauchemie noch den Verfassern geltend gemacht werden. Dies gilt nicht, wenn die Schäden von der Deutschen Bauchemie oder ihren Erfüllungshelfern vorsätzlich oder grob fahrlässig verursacht wurden.

Verantwortliches Handeln



Die Deutsche Bauchemie e. V. unterstützt das weltweite Responsible-Care-Programm.

INHALT

1. EINFÜHRUNG	2
2. PCE FLIESSMITTEL	3
3. HINWEISE ZUR PLANUNG UND AUSSCHREIBUNG	4
4. HINWEISE ZUR BETONHERSTELLUNG	5
5. HINWEISE ZUM BETONEINBAU	7
6. ZUSAMMENFASSUNG	10
7. NACHWORT	11
LITERATUR	11

1. EINFÜHRUNG

Industrieböden aus Beton sind ein fester Bestandteil des Industriebaus. Da diese Böden langfristig hohen mechanischen Beanspruchungen standhalten sollen, muss der Beton besonders leistungsfähig sein, um diese hohen Anforderungen zu erfüllen. In den letzten Jahren wurde mehrfach über Schäden an Industrieböden berichtet, die auf Fehler bei ihrer Herstellung zurückgeführt wurden. Die Ursache einiger dieser Schadensfälle wurde der Verwendung PCE-basierter Fließmittel bei der Betonherstellung zugeschrieben. Allerdings haben sich PCE-Fließmittel in den vergangenen Jahren in nahezu allen Anwendungen des Betonbaus als anwendungssicheres Produkt bewährt und sind auch für die Verwendung im Industriebodenbau geeignet.

Industrieböden sind Fußböden aus Beton, auf denen der Betriebsablauf in Produktions- und Lagerhallen stattfindet. Sie bestehen aus einem verdichteten Untergrund, einer Tragschicht aus Kies, Schotter oder verfestigtem Boden und einer Bodenplatte aus Beton, auf die in den meisten Fällen eine Hartstoffschicht zur Erzielung der mechanischen Eigenschaften aufgetragen wird.

Die meisten Betonoberflächen werden nach dem Einbringen maschinell geglättet und werden deshalb auch als „Glättbetone“ bezeichnet. Nach dem Abscheiben wird die Einstreuung des Hartstoffes vorgenommen. Damit ein sicherer Verbund zwischen Hartstoffeinstreu und Beton entsteht, muss die Betonoberfläche einerseits begehbar sein, andererseits noch weich genug, um sich mit dem Hartstoff zu verbinden. Das Zeitfenster zwischen dem Einbringen des Betons und dem Glätten bzw. der Applizierung der Hartstoffschicht kann allerdings als kritischer Pfad des gesamten Bauvorhabens betrachtet werden und erfordert eine gute Abstimmung zwischen dem beteiligten Transportbetonhersteller, dem Einbauer und dem Glätter. Sind unterschiedliche Firmen für den Betoneinbau und die Glättarbeiten verantwortlich, können leicht Interessenkonflikte entstehen. Da der Betoneinbau innerhalb kurzer Zeit und ohne großen Aufwand realisiert werden soll, wird oft eine hohe Betonkonsistenz gewählt. Eine hohe Konsistenz kann die Zeitspanne zwischen der Nachbehandlungs- und Liegezeit des Betons bis zur Bildung seiner „Trittfestigkeit“ und dem richtigen Zeitfenster für das Glätten allerdings erhöhen. Der nachfolgende Glätter wiederum möchte seine Arbeit innerhalb des definierten Zeitfensters erledigen und so schnellstmöglich mit dem Glätten beginnen. Dazu muss der Beton jedoch schnell zurücksteifen.



Bei der Verwendung von PCE-Fließmitteln mit signifikant verlängerter Konsistenzhaltung kommt es mitunter zur Fehleinschätzung des Zeitfensters, innerhalb dessen die Hartstoffschicht auf den noch weichen Beton aufgebracht werden kann. Ein mangelhafter Verbund, Rissbildungen und Abplatzungen der Hartstoffschicht waren in diesen Fällen die Folge und führten zu Schadensfällen und Reklamationen. Daraufhin wurden PCE-Fließmittel in vielen Ausschreibungen pauschal vom Einsatz im Industriebodenbau ausgeschlossen.

Die gewünschten Eigenschaften der Betonrezeptur lassen sich allerdings über die Auswahl eines geeigneten Fließmittels steuern.

Inzwischen sind zahlreiche Fließmittel auf PCE-Basis auf dem Markt, die sowohl eine hohe Konsistenz zur verbesserten Verarbeitbarkeit als auch ein gezieltes Rücksteifen des Betons bewirken. Diese Eigenschaften werden beiden Parteien, dem Einbauer und dem Glätter gerecht.

Mit der Einführung der DIN EN 206-1 und den dazugehörigen Anwendungsregeln in DIN 1045-2 haben sich die Anforderungen an die Betontechnologie grundlegend verändert. Während Betone mit hohen Konsistenzen und einem w/z -Wert von unter 0,5 vor 10 Jahren eine Ausnahme waren, sind sie heute ein Standardprodukt. PCE-Fließmittel ermöglichen die Herstellung von Betonen mit niedrigen w/z -Werten und mit hohen Konsistenzklassen und damit einen leichten Einbau des Betons. Die Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten von PCE-Fließmitteln sowie die Voraussetzungen für deren ziel sichereren Einsatz im Industriebodenbau möchten die in der Deutschen Bauchemie e.V. vertretenen Hersteller von Betonzusatzmitteln in dieser Informationsschrift aufzeigen.

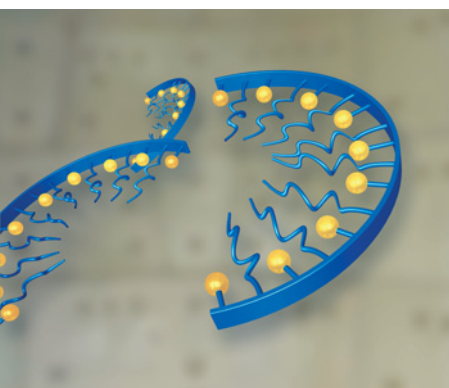
2. PCE FLIESSMITTEL

Fließmittel werden auf Basis von Melamin, Naphthalin oder Polycarboxylatether (PCE) hergestellt. Im Vergleich zu Melamin- und Naphthalinsulfonaten verfügen PCE über vielfältige Variationsmöglichkeiten in ihrer chemischen Struktur, wodurch Fließmittel gezielt für unterschiedliche Einsatzzwecke hergestellt werden können. Entscheidend für die Wirkung der PCE sind zum einen die Adsorption an der Zementoberfläche und zum anderen der sterische Effekt der Seitenketten. Die Adsorption lässt sich durch die Menge der negativen Ladungen steuern. Dies ermöglicht die Entwicklung von schnell adsorbierenden Fließmitteln mit einer hohen Anfangsverflüssigung oder von langsam adsorbierenden Fließmitteln mit einem sehr langen Konsistenzerhalt. Über den Aufbau der Seitenketten kann die Viskosität des Zementleims und die Festigkeitsentwicklung des Zements beeinflusst werden.

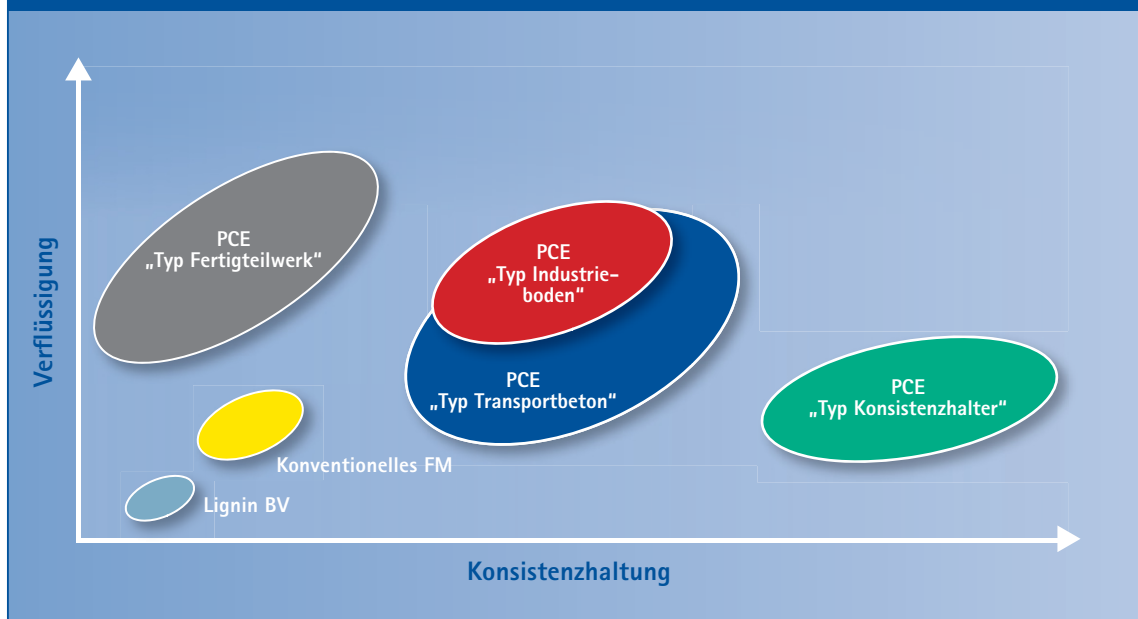
Innerhalb der PCE-Fließmittel gibt es verschiedene Kategorien und anwendungsbezogene Produkttypen, die bei der Auswahl des geeigneten Zusatzmittels im Industriebodenbau berücksichtigt werden sollten. Sie werden nach ihrem Anwendungsbereich in die zwei Produktkategorien Transportbeton und Fertigteile eingeteilt.

Im Transportbetonbereich werden überwiegend Fließmittel eingesetzt, die eine signifikant verlängerte Konsistenzhaltung bewirken und die Verarbeitungszeit des Betons verlängern. Fließmittel, die die „Offenzeit“ des Betons nur moderat verlängern und innerhalb der gewohnten Zeitspanne ansteifen, sind ebenfalls in dieser Kategorie zu finden.

Im Fertigteilebereich ist die Wirkungsweise der Fließmittel insbesondere auf eine gute Verflüssigung des Betons und die Bildung hoher Frühfestigkeiten abgestimmt.



ÜBERSICHTSSCHEMA LEISTUNGSSCHARAKTER VON FLIESSMITTELN



Allgemein sind für den Industriebodenbau besonders PCE-Fließmittel geeignet, die sowohl eine gute Verarbeitungszeit ermöglichen, gleichzeitig die „Offenzeit“ des Betons aber nur moderat verlängern und nach kurzer Zeit ein Rücksteifen des Betons bewirken. Die Zeitspanne des Ansteifens des Betons erfolgt so in einem vergleichbaren Rahmen wie bei der Herstellung mit konventionellen Fließmitteln. Fehleinschätzungen über die Ausbildung der „Trittfestigkeit“, dem Zeitpunkt für das Glätten und der Aufbringung der Hartstoffschicht können so vermieden werden. Ebenfalls sollten die Witterungsverhältnisse im Zeitraum der Betonage bei der Auswahl des Fließmittels berücksichtigt werden. Da die Umgebungstemperatur einen Einfluss auf den Hydratationsprozess hat, können hohe Temperaturen das Ansteifen des Betons beschleunigen, während kalte Witterungsverhältnisse diesen Prozess eher verlangsamen. Die Eigenschaften des Fließmittels sollten auf diese Einflüsse abgestimmt sein (Sommer/Winter PCE).

3. HINWEISE ZUR PLANUNG UND AUSSCHREIBUNG

Grundlage für die Planung und Ausschreibung ist es, die geplante Nutzung möglichst genau zu erfassen und die daraus folgenden Anforderungen hinsichtlich der Expositions- und Nutzungsklassen an den Industriebodenbeton zu definieren. Zur Sicherstellung des Erfolges von Baumaßnahmen ist es sinnvoll, schon bei der Ausschreibung grundlegende Anforderungen an die Bauausführung zu stellen, die den vielfältigen betontechnologischen Einflüssen von Frischbetontemperatur, Windverhältnissen an der Einbaustelle, Luftporengehalt und Hartstoffeinstreu auf die Bauausführung Rechnung tragen.

Besondere Berücksichtigung sollte in diesem Zusammenhang die Forderung nach Zwischennachbehandlung und Nachbehandlung der Oberflächen in Abhängigkeit von den oben genannten Parametern im Leistungsverzeichnis als gesonderte Position finden. Bei der Beschreibung dieser Positionen ist darauf hinzuweisen, dass die Nachbehandlungsmaßnahmen auf die zu erwartenden Witterungsverhältnisse abgestimmt sein und entsprechend angepasst werden müssen. Bei extremen Umgebungs- und Bauteiltemperaturen im Sommer und Winter sollte auf den Einbau von Glättbetonen verzichtet werden. Falls dies nicht gewünscht ist, sollten die erforderlichen Maßnahmen in der Ausschreibung als gesonderte Position aufgeführt werden.

Eine Hartstoffeinstreuung ist bis zur Betonfestigkeitsklasse C30/37 zielsicher umsetzbar, da der Wassergehalt in diesen Betonen ausreichend hoch ist, um den Hartstoff ohne Verbundschwächung sicher in die Oberfläche einzureiben. Sofern die erforderliche Festigkeitsklasse höher ist, sollte auf die Einstreuung zugunsten des Einbaus eines Hartstoffestrichs verzichtet werden.

Um Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit zweifelsfrei für alle Vertragspartner festzulegen, ist die Vereinbarung von Referenzflächen oder Proben für die zu erzielende Oberflächenstruktur und Rutschfestigkeitsklasse zu empfehlen. Solche Vereinbarungen haben sich insbesondere bei bewitterten Außenflächen bewährt.

4. HINWEISE ZUR BETONHERSTELLUNG

Allgemeine betontechnologische Planungsgrundsätze

Die speziellen betontechnologischen Aspekte erfordern wesentliche Kenntnisse von Bauunternehmer, Planer und Ausführenden gleichermaßen.

Alle notwendigen Planungs- und Ausführungsanforderungen sollten in gemeinsamen Gesprächen mit den jeweilig zuständigen Verantwortlichen im Vorfeld geklärt werden.

Zu betrachtende Grundsätze sind:

- Festlegung Beton nach Eigenschaften oder nach Zusammensetzung
- Festlegung der Anforderungen und Eigenschaften wie z.B. Druckfestigkeit, Expositionsclassen, Einbaukonsistenz und Verschleiß (Hartstoffe)
- Festlegung der gewählten Ausgangsstoffe wie z.B. Zementart, Zusatzstoffe, Gesteinskörnung und Zusatzmittel
- Eingrenzung von Luftporengehalt und Betontemperatur
- Art und Durchführung der Zwischennachbehandlung
- Art und Durchführung der Nachbehandlung
- Festlegung der Art des Einbaus und der Einbauleistung
- Eingrenzung der Umgebungsbedingungen wie z.B. Zugluft, Frost oder Erschütterungen

Beton (Rezepturplanung)

Bei der Betonzusammensetzung sind durch betontechnologische Maßnahmen die Zwangsspannungen im jungen und im erhärteten Beton möglichst gering zuhalten.

Einbaukonsistenzen sind im Bereich von F4 empfehlenswert – bei weicherer Konsistenz kann sich die Gefahr der Entmischung und der Rissbildung im jungen Beton erhöhen. Bei zu geringen Konsistenzen ist eine vollständige Verdichtung nicht zu gewährleisten und es sind Verbundstörungen bei Aufbringen von Einstreuungen zu erwarten. Der Mehlkorngelalt (< 0,125 mm) sollte sich zwischen 360 und 370 kg/m³ bewegen, der Mehlkorn- und Feinstsandgehalt (< 0,25 mm) nicht mehr als 430 kg/m³ betragen.

Vorzugsweise sollten CEM I- und CEM II-Zemente verwendet werden. Bei höheren Temperaturen kann auch eine Kombination mit Flugasche oder der Einsatz von CEM III/A sinnvoll sein. Vorzugsweise sind Zemente der Zementfestigkeitsklasse CEM 32,5 einzusetzen.

Wichtig: Auch hier ist die Liegezeit (Wartezeit bis zur Nachbearbeitung) so kurz wie möglich zu halten.



Für die Herstellung üblicher Betonböden haben sich Rezepturen, die zwischen 320 kg/m^3 und 340 kg/m^3 Zement beinhalten, als bewährt gezeigt.

Flugasche kann zum Herabsetzen der Hydratationswärmeentwicklung und zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit eingesetzt werden. In Sonderfällen ist auch die Verwendung von Silikastaub für sehr dichte Betone oder mechanisch hoch belastete Bereiche sinnvoll.

Bei der Verwendung von Fließmitteln auf Basis von PCE sind die unter Punkt 2 genannten Hinweise auf Charakter und Leistungseigenschaften zu beachten. Sinnvoll ist hier im Vorfeld das Abstimmen des zu verwendenden Fließmittels auf die Gegebenheiten.

Bei einem gleichzeitigen Einsatz von Fließmittel (FM) und Luftporenbildner bei der Herstellung des Betons ist im Rahmen einer Wirksamkeitsprüfung deren Eignung nachzuweisen (Bestimmung der Luftporenkennwerte durch den Zusatzmittellieferant).

Empfehlungen zur Rezepturplanung:

- Den Zielwert der Einbaukonsistenz auf max. 52 cm begrenzen.
- Mehlkorngesamt $0/0,125 \text{ mm} \leq 370 \text{ kg/m}^3$
- Mehlkorn-/Feinstsandgesamt $0/0,250 \text{ mm} \leq 430 \text{ kg/m}^3$
- Bei w/z -Werten $\leq 0,45$ sind Hartstoffeinstreuungen nicht zielsicher herzustellen. Besser sind in diesem Fall Industrieestriche oder eine Hartstoffschicht mit nachträglichem Verbund.
- Eine Kombination von XF4 und XM3 ist technisch nicht ausführbar.
- Bei der Verwendung von LP-Betonen und frisch aufgetragenen Hartstoffeinstreuungen kann es zwischen Beton und Hartstoffschicht zu Verbundstörungen kommen (Abplatzungen der Verschleißschicht).
- Eine Begrenzung des Gesamtluftgehaltes im Frischbeton (außerhalb von LP-Betonen) auf maximal 3,5% hat sich bewährt (Kontrollprüfungen).
- Bewertung des Erstarrungsverhaltens mit geeigneten Prüfverfahren wie z. B. Knetbeutel, um eine Einschätzung der zu erwartenden Liegezeiten zu erhalten.
- Bewertung des Blutverhaltens des Betons, um ggf. Maßnahmen zu ergreifen bzw. auf die Planung der Zwischennachbehandlung einzuwirken.
- Dosierung von PCE-Fließmittel auf 1,0% v.Zg. in der Rezepturplanung begrenzen.
- Bei der Verwendung von Fasern den möglichen Lufteintrag beachten.



SCHEMATISCHER ÜBERBLICK FÜR AUSWAHLKRITERIUM FLIESSMITTEL

Konventionelle Fließmittel



PCE Fließmittel „Typ Industrieboden“



PCE Fließmittel „Typ Konsistenzhalter“



Die Dauer der dargestellten Arbeitsschritte variiert in Abhängigkeit der Ausgangsstoffe, Umgebungsbedingungen und notwendigen Dosiermengen des PCE.

Bei der Auswahl und Festlegung eines geeigneten Fließmittels auf Basis von Polycarbo-lylathether sollte deshalb nicht in erster Linie die bestmögliche Konsistenzhaltung im Vordergrund stehen, sondern ein gezieltes Rücksteifen für ausreichende Verarbeitung und kurzmöglichste Liegezeit bis zum Glätten.

5. HINWEISE ZUM BETONEINBAU

Betonabnahme

Bei der Anlieferung des Betons auf der Baustelle sind zunächst die Angaben des Lieferscheins mit der Bestellung zu vergleichen.

Bei der Übergabe an der Baustelle muss der Beton die vereinbarte Konsistenz aufweisen. Als Kompromiss zwischen den Wünschen der Verarbeiter nach leichtem Einbau des Betons und der Forderung, die Konsistenz des Betons aus Gründen der Stabilität (Vermeidung von Schlämme-Anreicherungen an der Oberfläche) zu begrenzen, haben sich Betone der Konsistenzklasse F4 bewährt. Die ergänzende Vereinbarung eines Zielwerts für die Konsistenz, z. B. 520 ± 20 mm nach der Pumpe, wirkt sich positiv auf die Gleichmäßigkeit der Betonkonsistenz aus. Die Nachdosierung von FM auf der Baustelle ist durch die Zugabe eines geeigneten Fließmittels im Transportbetonwerk möglichst zu vermeiden. Die Zugabe von Wasser auf der Baustelle ist untersagt.



Um einen unplanmäßigen Luftporengehalt im Beton zu erkennen, der sich beim Glätten der Oberfläche negativ auswirken könnte, wird die stichprobenartige Prüfung des Luftporengehalts empfohlen. Luftporengehalte unterhalb von 3,5% gelten hierbei als unkritisch.

Einbaubedingungen

Die Austrocknung der Oberfläche eines frisch eingebauten Industriebodens wird bekanntermaßen vor allem durch die Luftgeschwindigkeit und die Oberflächentemperatur bestimmt. Vom Einbau bis zum Beginn der Nachbehandlung muss deshalb darauf geachtet werden, dass keine Zugluft auftritt und die Bodenplatte nicht – auch nicht partiell – von direkter Sonneneinstrahlung betroffen ist.

Einbringen des Betons

Einen wesentlichen Anteil an der erfolgreichen Herstellung eines Industriebodens hat das Betonierkonzept. Hierunter fallen die Ablauf- und Personalplanung sowie die Schnittstellenkoordination. Besonders wichtige Punkte sind hierbei:

- **Abstimmung der Betoneinbauleistung und der Einstreu- und Glättleistung**
Es muss sichergestellt sein, dass die Oberfläche der eingebauten Betonflächen auch innerhalb der zur Verfügung stehenden Zeit fertig gestellt werden kann. Bei Tagesleistungen von mehr als 1000 m² sind in der Regel zusätzliche Maßnahmen erforderlich, z. B. zweite Kolonne.
- **Festlegung der Betonierreihenfolge**
Es ist darauf zu achten, dass die Oberfläche in derselben Reihenfolge bearbeitet werden kann, in der der Beton eingebaut wurde und keine stark unterschiedlich alten Betonflächen aneinander stoßen.
- **Schnittstellenkoordination**
Lückenlose Dokumentation und Information in der Kette Betonbesteller → Beton-einbauer → Glätter. Jedes Gewerk muss die erforderlichen Informationen (z. B. Betoneigenschaften, Einbauzeiten) zur Verfügung haben.

Betonverdichtung

Beton der Konsistenzklasse F4 muss immer vollständig verdichtet werden. Dies muss entweder durch Innenrüttler oder Oberflächenrüttler (Rüttelbohle, Motorpatsche) erfolgen. Bei Innenrüttlern ist der Eintauchabstand so eng zu wählen, dass keine unverdichteten Zwischenräume bleiben. Bei Oberflächenrüttlern muss sichergestellt sein, dass der Beton über die gesamte Einbauhöhe vollständig verdichtet wird.

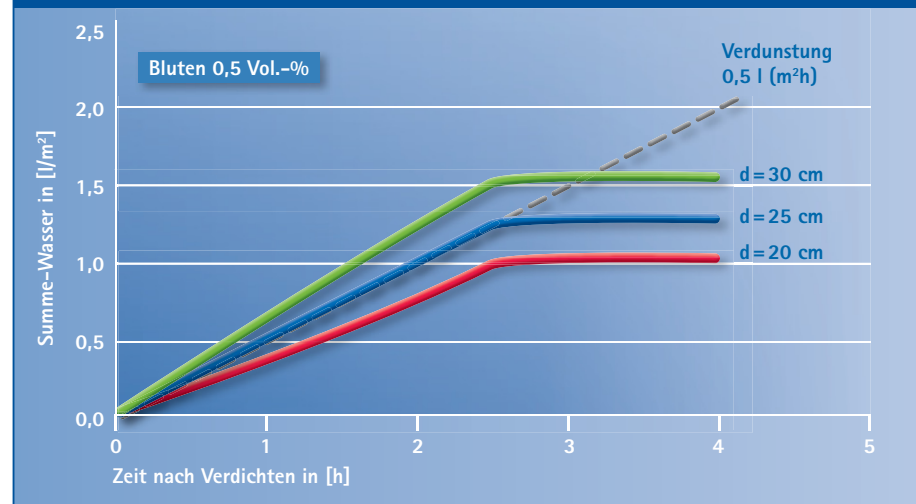
Zwischennachbehandlung

In dem Zeitraum zwischen dem Abziehen der Betonoberfläche nach dem Verdichten und dem Einstreuen bzw. Glätten, der sogenannten Liegezeit (siehe Abschnitt 4), darf die Betonoberfläche nicht austrocknen. Es kann sonst zu einer Verfestigung der oberflächlichen Zementleim-/Feinmörtelschicht kommen, die in der Praxis mit „Elefantenhaut“ bezeichnet wird und eine Tragfähigkeit des Betons vortäuscht, die in Wirklichkeit noch nicht vorhanden ist. Auch für die Hartstoffeinstreuung und das Glätten ist es zwingend erforderlich, dass die Betonoberfläche mattfeucht ist.

Forschungsergebnisse zum Phänomen der Elefantenhautbildung bestätigen, dass diese durch Zwischennachbehandlung sicher vermieden wird. Wenn die Betonoberfläche austrocknet, ist die Gefahr einer Elefantenhautbildung unabhängig vom eingesetzten Fließmittel umso größer, je länger die Liegezeit ist. [5]

Ob die Betonoberfläche austrocknet, hängt nach Krell [3] vom Verhältnis zwischen dem Wasserverlust an der Oberfläche durch Verdunstung und dem Wassernachschub an die Oberfläche durch das Bluten des Betons ab.

VERGLEICH VON VERDUNSTUNG UND BLUTEN IN ABHÄNGIGKEIT VON DER PLATTENDICKE



Quelle: Krell [3]

Ist die erwartete Verdunstung größer als das erwartete Bluten, muss eine Zwischenbehandlung vorgesehen werden. Die zu erwartende Verdunstung kann mit dem Verdunstungsdiagramm aus [6] abgeschätzt werden. Über das zu erwartende Bluten sollte der Transportbetonlieferant Auskunft geben können.

Geeignete Maßnahmen zur Zwischen-Nachbehandlung sind entweder ein feiner Wassernebel (z.B. mit einem Hochdruckreiniger erzeugt) oder ein Nachbehandlungsmittel auf Basis einer Kunststoff-Dispersion. Übliche Nachbehandlungsmittel auf Basis von Paraffinwachs sind nicht geeignet.

Hartstoffeinstreuung und Glätten

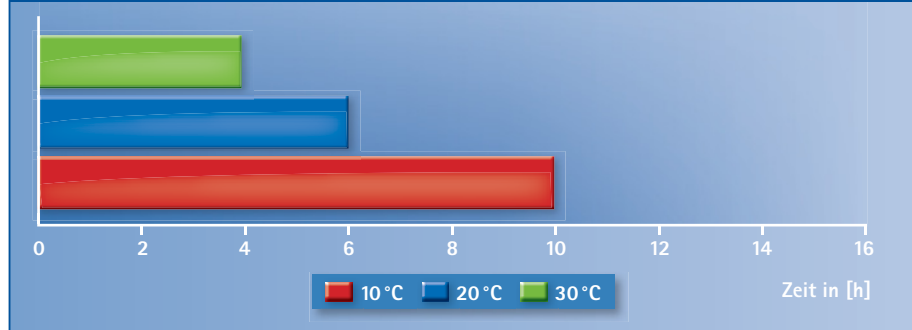
Soll die Oberflächenfestigkeit des Industriebodens durch das Einarbeiten von Hartstoff verbessert werden, so muss der Beton mindestens der Festigkeitsklasse C25/30 und höchstens C30/37 entsprechen. Hartstoffeinstreuungen bei Betonen der Festigkeitsklasse C35/45 sind nicht zielsicher herstellbar.

Das Einstreuen der Hartstoffe sollte so früh wie möglich erfolgen. Entweder direkt nach dem Abziehen der Betonoberfläche mit einer maschinengeführten Einstreuvorrichtung oder sobald der Beton begehbar ist mit einem handgeführten Einstreuwagen. Erfolgt das Einstreuen zu spät, können Hohlstellen und Abplatzungen die Folgen sein.

Der Zeitpunkt der Begehbarkeit und damit der Beginn der Nachbearbeitung wird auf der Baustelle in der Regel mit dem „Stiefeltest“ bestimmt. Anhaltswerte hierfür sollte der Transportbetonlieferant nennen können. Der Beginn der Nachbearbeitung ist für eine bestimmte Betonsorte vor allem abhängig von der Temperatur (Beispiel siehe nachfolgende Abbildung).



EINFLUSS DER TEMPERATUR AUF DEN BEGINN DER NACHBEARBEITUNG



Das Einarbeiten der Hartstoffe erfolgt in der Regel mit einem Tellerklärer, das Fertigstellen der Oberfläche erfolgt danach in mehreren Übergängen mit einem Flügelklärer. Die Glättarbeiten müssen vor dem Erstarrungsende des Betons abgeschlossen sein. Anhaltswerte zum Erstarrungsende sollte der Transportbetonlieferant geben können.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Die in der vorliegenden Informationsschrift dargelegten vielfältigen Einflüsse und die daraus folgenden Maßnahmen, die den Erfolg bei der Ausführung von Industriefußböden entscheidend beeinflussen, belegen, dass eine frühzeitige und andauernde Zusammenarbeit der Beteiligten in allen Phasen des Ablaufs der Herstellung eines Industriebodens zwingend erforderlich ist.

Wie bei allen Betonieraufgaben ist auch das Betonkonzept auf die Gesamtheit der Anforderungen an Frisch- und Festbeton so abzustimmen, dass diese erfüllt werden können. Festgestellt wurde, dass dies Auswirkungen auf die Eignung aller Ausgangsstoffe hat.

Forschungsarbeiten [5] zu diesem Thema unter besonderer Berücksichtigung der Wahl besonders geeigneter Verflüssiger auf der Basis von PCE werden zurzeit durchgeführt. Die Kontrolle des Wasserverlusts über die Oberfläche wurde in der Arbeit als entscheidend für die Verhinderung einer Elefantenhautbildung beschrieben. Das gilt unabhängig von der Art des eingesetzten verflüssigenden Zusatzmittels. Als geeignete Fließmittel für die Bauausführung wurden solche mit mittlerer Verzögerungszeit im Sommer und kurzer Verzögerungszeit im Winter als empfehlenswert herausgearbeitet. Werden Fließmittel mit zu langer Verarbeitbarkeitszeit eingesetzt, führen die dann erforderlichen langen Nachbehandlungszeiten insbesondere im Winter zu nicht hinnehmbaren Verzögerungen und Fehlern im Bauablauf.

Die beschriebenen Faktoren gelten grundsätzlich für alle Industriefußböden, unabhängig von der Art der verwendeten Betonzusatzmittel. Für einen Ausschluss der Verwendung bestimmter Betonzusatzmittelrohstoffe, wie dies vereinzelt für den Einsatz verflüssigender Rohstoffe auf der Basis von PCE empfohlen wird, besteht bei Beachtung der in der Informationsschrift beschriebenen Hinweise für die Auswahl eines stimmigen Stoffkonzepts keine Begründung.



NACHWORT

Diese Informationsschrift wurde von einer Projektgruppe des Fachausschusses 2 „Betontechnik“ der Deutschen Bauchemie erarbeitet. Die Informationsschrift soll den Mitgliedsunternehmen sowie der Fachöffentlichkeit zur Information dienen.

Die Deutsche Bauchemie e.V. bittet darum, Erfahrungen und Anmerkungen zu dieser Informationsschrift der Geschäftsstelle in Frankfurt mitzuteilen.

Der Projektgruppe gehören folgende Mitglieder an:

Dipl.-Ing. Michele Colonna

MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG, Bottrop

Dipl.-Ing. Petra Fischer

Deutsche Bauchemie e.V., Frankfurt

Obmann

Dipl.-Ing. Georg Heidrich

Ha-Be Betonchemie GmbH & Co. KG, Hameln

Dipl.-Ing. Peter Löschnig

Sika Deutschland GmbH, Leimen

Stephan Meier

BASF Construction Polymers GmbH,
Geschäftsbereich Betonzusatzmittel, Glöthe

Dipl.-Chem. Matthias Oly

Grace Bauprodukte GmbH, Lügde

LITERATUR

- [1] Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V. (Hrsg.): DBV-Merkblatt „Industrieböden aus Beton für Frei- und Hallenflächen“ Fassung November 2004
- [2] Lohmeyer/Ebeling: Betonböden für Produktions- und Lagerhallen, Planung, Bemessung, Ausführung. Düsseldorf, 2006
- [3] Krell, J. Oberfläche und Nachbehandlung von Betonböden. In: Industrieböden aus Beton. 4. Symposium Baustoffe und Bauwerkserhaltung, Müller, Nolting, Haist (Hrsg.). Karlsruhe, 2007
- [4] Holcim (Süddeutschland) GmbH (Hrsg.): Leitfaden für Glättbetone, Tipps zu Planung und Herstellung. Dotternhausen, 2009
- [5] Freimann: Forschungsprojekt „PCE-basierte Fließmittel im Industriebodenbau“, Abschlussbericht 12/2011 (unveröffentlicht)
- [6] Verein Deutscher Zementwerke (Hrsg.): Nachbehandlung von Beton. Zement-Merkblatt B8. Düsseldorf, 2009



Deutsche Bauchemie e. V.
Mainzer Landstraße 55
60329 Frankfurt am Main
Telefon +49 69 2556 - 1318
Telefax +49 69 2556 - 1319
www.deutsche-bauchemie.de

