

GESTALTEN  
MIT  
**BETON**



WERKANLEITUNG  
**FLOWSTONE®**

**SVEN BACKSTEIN**

**GESTALTEN MIT BETON**

**WERKANLEITUNG  
FLOWSTONE®**



Sven Backstein

Herzlich willkommen zu meinem Künstlerseminar „Gestalten mit Beton“. In diesem Heft möchte ich Interessierte mit und ohne Vorkenntnisse an das künstlerische Gestalten mit dem Werkstoff Beton heranführen. Als freischaffender Künstler und Ingenieur gestalte ich selbst seit vielen Jahren Kunstobjekte aus Beton und bin von den unendlichen Möglichkeiten dieses außergewöhnlichen Materials nach wie vor fasziniert. Mein Wissen darüber gebe ich regelmäßig in Betonworkshops an interessierte Schüler weiter. Mit meinem Lehrbuch „Kunst aus Beton“ und meinen Seminaren auf DVD und in Heftform möchte ich auch die ansprechen, die den weiten Weg in meine Werkstatt nicht auf sich nehmen und lieber im Selbststudium den kreativen Umgang mit dem Künstlerwerkstoff Beton erlernen möchten.

Das vorliegende Heft ist eine Einführung in die gestalterische Arbeit mit dem Spezialzement Dyckerhoff-FLOWSTONE®. Es gibt wichtige Antworten auf alle relevanten Fragen, die sich mir und anderen Anwendern über die Jahre zu diesem Thema gestellt haben. Bei der Zusammenstellung der Informationen habe ich vielfach auf die aktive und kompetente Unterstützung durch die Dyckerhoff AG zurückgreifen dürfen, wofür ich mich an dieser Stelle auch im Namen meiner Leser ganz besonders bedanken möchte.

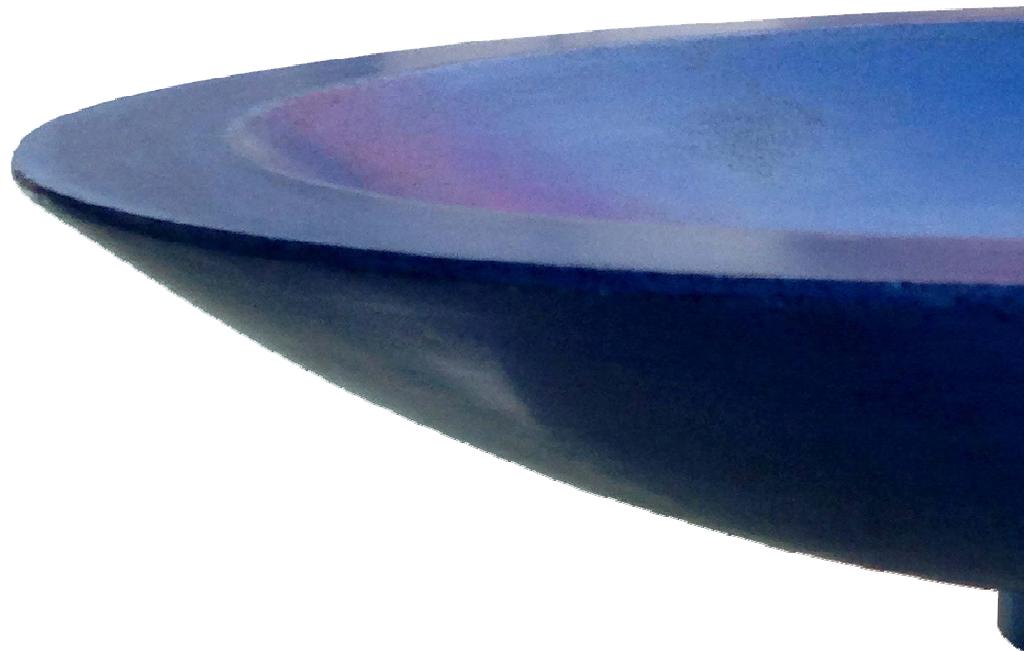
## Übersicht

Objekte aus Beton sind heute allgegenwärtig und bereichern mehr und mehr unsere Wohnumgebung. Mit den in jüngerer Zeit aufgekommenen hochfesten Vergussbetonen ergeben sich Materialeigenschaften und Oberflächen, die eher an Keramik erinnern als an Beton, wie man ihn früher kannte. Die heute erzielbaren hohen Festigkeiten ermöglichen nicht nur Möbel, Accessoires und Kunstgegenstände aus Beton, sondern sogar auch dünnwandige Objekte bis hin zu Lampenschirmen und Essgeschirr. Das besonders dichte und nahezu porenfreie Material bietet sich besonders für viel strapazierte Gebrauchsgegenstände des täglichen Lebens an, wie etwa Küchenarbeitsplatten oder Treppen. In diesem gestalterischen Umfeld kommt eine besondere Rolle dem Bindemittel FLOWSTONE® zu, das vom Zementhersteller Dyckerhoff etwa zur Jahrtausendwende auf den Markt gebracht wurde und sich inzwischen unter Betondesignern als der maßgebliche Standard etabliert hat.

Es hat sich gezeigt, dass das übliche Grund- und Allgemeinwissen über Beton oft nicht ausreicht, um den fachgerechten Umgang mit hochfestem Vergussbeton und insbesondere mit FLOWSTONE® sicherzustellen. Professionelle Anwender haben selbstverständlich die entsprechende Erfahrung und das nötige

Know-how, wer jedoch zum ersten Mal oder nur sporadisch mit dem Thema in Berührung kommt, tut sich mitunter schwer.

Diese Kurzanleitung richtet sich an Kleinanwender, die den Bau von Betonmöbeln und Gebrauchsgegenständen aus hoch-



festem Beton mit dem Spezialzement FLOWSTONE® beabsichtigen. Sie soll helfen, bereits im Vorfeld wichtige Fragen im Umgang mit dem Material zu klären und Fehler infolge von Unkenntnis oder unvollständiger Information zu vermeiden. Neben den allgemeinen Grundlagen geht es dabei vor allem um die spezifischen Besonderheiten von FLOWSTONE® bezüglich Rezeptur, Festigkeit, Mischwerkzeugen, Materialbedarf, Formenbau, Bewehrung, Gussvorgang sowie Farb- und Oberflächengestaltung.

## Bindemittel

FLOWSTONE® ist ein zementhaltiges Bindemittel für hochfesten Beton, das in grau und weiß erhältlich ist. Dieses Bindemittel setzt sich zusammen aus Portlandzement und aufbereitetem Gesteinsmehl von genau abgestimmter Korngröße. Durch die gezielte Kornabstufung im Bereich feinsten Partikel wird erreicht, dass ein dichtes, nahezu lückenloses Betongefüge von sehr hoher Festigkeit entstehen kann.

## Wasser

Um in der praktischen Anwendung tatsächlich ein derart dichtes Betongefüge zu erhalten, ist es äußerst wichtig, bei der Herstellung des Betons nicht mehr als die zulässige Wassermenge zu verwenden. Die vom Hersteller vorgeschriebene Wassermenge liegt bei 180 bis 190 Gramm Wasser pro Kilogramm FLOWSTONE®. Sie bemisst sich genau daran, was für die Hydratation des Betons, also den Abbindevorgang, benötigt wird. Wasser, welches darüber hinaus zugegeben würde, wäre störend, weil es ein poröses und somit weniger festes Betongefüge bewirken würde.

Besondere Vorsicht bei der Wasserzugabe ist dann geboten, wenn feuchter Sand oder Kies verwendet wird. Die bereits im Sand oder Kies enthaltene Wassermenge muss dann natürlich bei der Wasserdosierung für den Beton abgezogen werden. Leider sieht man feuchtem Sand nicht an, wie viel Wasser er genau enthält. Es kann durchaus sein, dass schon mehr Wasser darin



*Das Spezialbindemittel FLOWSTONE® gibt es in grau und in weiß. Es besteht zum größten Teil aus Portlandzement und enthält außerdem feinste Zuschlagstoffe. Die spezielle Rezeptur ermöglicht die Herstellung von besonders hochwertigem Beton. Durch Zugabe von zementechten Pigmenten lässt sich mit FLOWSTONE® eine breite Palette von Farbtönen erzielen.*

enthalten ist, als für die Betonherstellung benötigt wird. Der Wassergehalt lässt sich ermitteln, indem man eine kleine Sandmenge wiegt, im Ofen trocknet und erneut wiegt. Die Differenz der Gewichte vorher und nachher entspricht der enthaltenen Wassermenge. In der Praxis wird man allerdings eher so vorgehen, dass man mit reduzierter Wasserzugabe den Beton mischt und erforderlichenfalls Wasser nachdosiert. Entscheidend ist letzt-

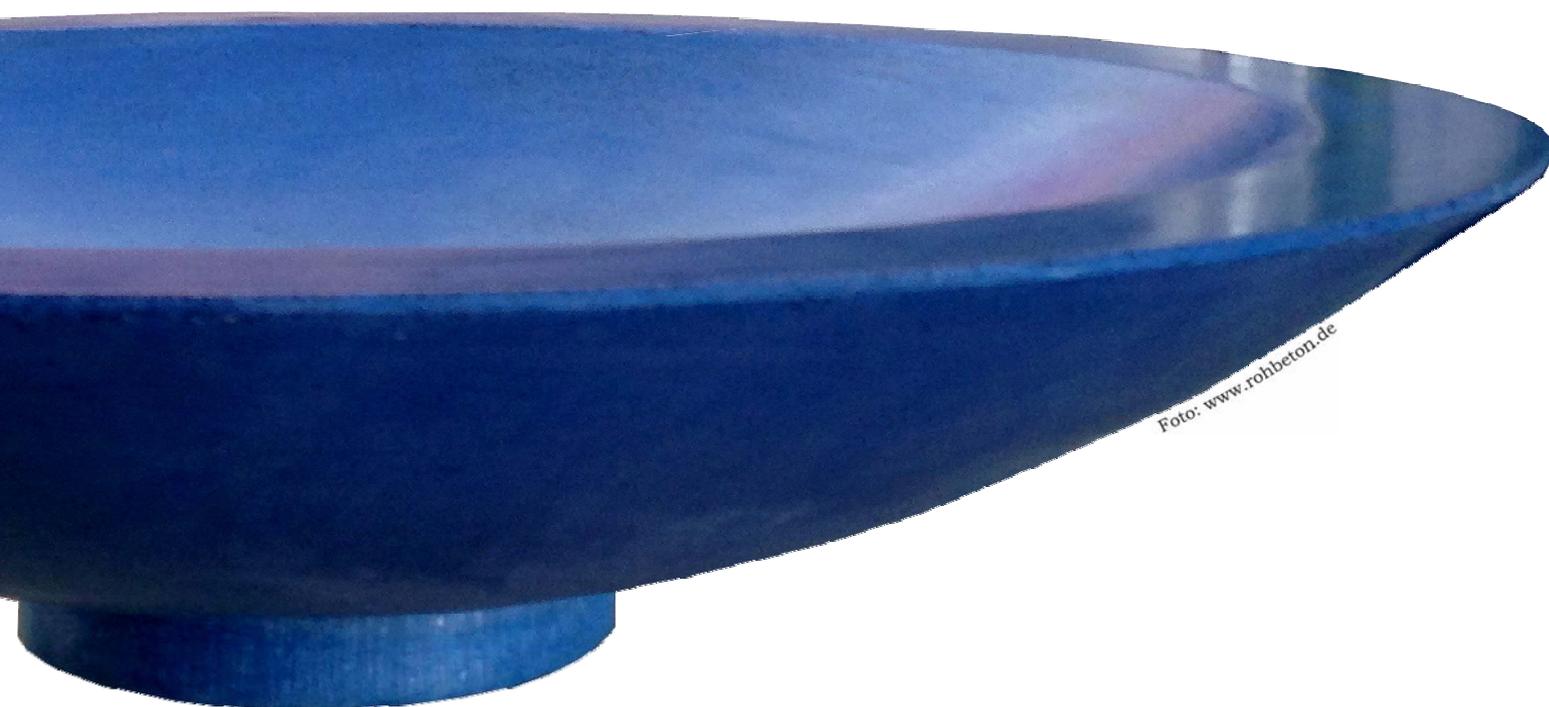


Foto: [www.rohbeton.de](http://www.rohbeton.de)

endlich die richtige Konsistenz des hergestellten Betons nach einer Mischdauer von mindestens 5 bis 8 Minuten. Die Masse muss auf einer ebenen Stahlplatte zu einem breiten Kuchen zerfließen, dessen Durchmesser man als Ausbreitmaß bezeichnet. Das anzustrebende Ausbreitmaß für ein Kilogramm FLOWSTONE®-Beton liegt zwischen 28 und 36 cm.

Mit einiger Erfahrung lässt sich schon durch einfache Sichtprobe erkennen, ob der Beton richtig ist, die Wassermenge also stimmt. Um auch als Laie ganz auf der sicheren Seite zu sein, empfiehlt es sich, die FLOWSTONE®-Beton Fertigmischung MOBY DUR® (siehe weiter unten) zu verwenden und die im Sackaufdruck angegebene Wassermenge genau abzuwiegen. Ein Liter Wasser wiegt 1 kg.

## Körnung

Ein mit FLOWSTONE® hergestellter Beton enthält neben FLOWSTONE® und Wasser natürlich auch noch gröbere Gesteinskörnung, also Sand oder Kies. Bei der Auswahl dieses so genannten Zuschlags besteht ein vergleichsweise großer Spielraum. Scharfkantige Brechsande oder Splitte können ebenso verwendet werden



**Portlandzement kann die Atemwege reizen. Wenn er mit Wasser in Kontakt kommt, entsteht eine stark alkalische Lösung. Aufgrund der hohen Alkalität können Haut- und Augenreizungen hervorgerufen werden.**

**Aufgrund des wasserlöslichen Cr(VI)-Gehalts können vereinzelt allergische Reaktionen auftreten.**

wie rundkörnige Flusssande oder Kiese. Allerdings ist auch hier auf eine geeignete Kornabstufung zu achten. Das heißt, es müssen jeweils auch passende kleinere Körner da sein, welche die Lücken zwischen größeren Körnern einnehmen können. Körner, die kleiner sind als 0,3 mm, sollten nicht zugemischt werden, um die oben erwähnte genau abgestimmte Kornverteilung im Feinstkornbereich nicht zu stören. Der Einfachheit halber empfiehlt es sich, die im Baustoffhandel gängigen fertigen Gemische (Betonkies, Estrichkies oder gewaschenen Sand) zu verwenden, sofern nicht besondere Anforderungen an die Farbe oder Gesteinsart des Zuschlags bestehen. Je gröber der Zuschlag ist, desto höher darf er dosiert werden. Als Richtwert gilt für gewaschenen Sand (Körnung 0-2 mm) etwa 1 bis 1,1 kg Sand pro kg FLOWSTONE® und für Estrichkies (Körnung 0-8 mm) etwa 1,5 kg Kies pro kg FLOWSTONE®.

## Fließmittel

Aus einem gut rezeptierten Gemisch von FLOWSTONE®, Körnung und Wasser entsteht durch Umrühren noch nicht ohne Weiteres ein gut zu verarbeitender Beton. Die Masse erinnert zunächst eher an erdfeuchten Sand als an Beton und ist weit davon entfernt, sich in Formen gießen zu lassen. Der Grund dafür liegt in der sehr geringen Wassermenge, die enthalten sein darf. Würde man weiteres Wasser hinzugeben, so ergäbe sich zwar bald ein leicht verarbeitbares Betongemisch der vielleicht gewohnten Art, jedoch wäre die Festigkeit des Betons auf ein Bruchteil reduziert. Die einzige Möglichkeit, mit der vorgeschriebenen Wassermenge auszukommen, ist der Einsatz eines hochwirksamen Fließmittels. Moderne Fließmittel auf Basis von Polycarboxylatether (PCE-Fließmittel) wie beispielsweise FLUP® bewirken eine so starke Verflüssigung

der Masse, dass eine Konsistenz ähnlich der von flüssigem Honig erreicht wird. So lässt sich der Beton mühelos gießen und füllt aufgrund seiner guten Verlaufeigenschaften auch komplizierte Formen lückenlos aus. Das übliche Betonrütteln ist hier nicht notwendig.

## Entschäumer

Da beim Mischen des Betons immer auch Luft eingerührt wird, steigen später aus der frisch vergossenen Betonmasse noch einige Zeit lang Luftblasen auf. Diese Selbstentlüftung wird durch das verwendete Fließmittel erst ermöglicht und lässt sich mit einem Entschäumer noch zusätzlich anregen. Der Entschäumer wirkt der Porenbildung an senkrechten Flächen entgegen und bringt außerdem eine glattere freie Gussoberfläche. Anders als das Fließmittel ist der Entschäumer notfalls auch verzichtbar.

## Stellmittel

Bei sehr fließfähigen Betonen kann es passieren, dass sich die grobe Gesteinskörnung am Boden der Gussform absetzt, während sich die Feinbestandteile an der Oberseite sammeln. Man hat es dann mit einer nicht optimalen Betonzusammensetzung zu tun. Ein Stellmittel kann in solchen Fällen der unerwünschten Entmischung entgegenwirken und dafür sorgen, dass die Körnung gleichmäßig im Beton verteilt bleibt.

Allerdings ist diese Maßnahme eher ein Notbehelf, weil sie das eigentliche Übel kaschiert und zudem die Gefahr einer unmerkten Überwässerung mit sich bringt.

Bei FLOWSTONE®-Beton ist die Neigung zur Entmischung von Hause aus äußerst gering und ein Stellmittel daher in aller Regel nicht erforderlich. Sofern es

dennoch Anwendung findet, sollte es in extrem geringen Mengen dosiert werden. Bei zu hoher Dosierung kann die Fließfähigkeit der Masse so stark abnehmen, dass sich der Beton nicht mehr gießen lässt. Durch absichtliche Überdosierung des Stellmittels ist es auch möglich, FLOWSTONE®-Beton in eine knetfähige Konsistenz zu bringen, mit der sich wieder neue interessante Gestaltungsmöglichkeiten ergeben.

## Beschleuniger

FLOWSTONE®-Beton lässt sich nicht durch Zugabe von Beschleuniger oder Verzögerer steuern, sondern nur durch Wärme.

## Schwindreduzierer

Schwindreduzierer verringern das Schwinden des Betons um etwa ein Drittel. Das ist zwar nicht sehr viel, kann aber ausreichend sein, um dünne Betonplatten davon abzuhalten, sich zu verwerfen (zu „schüsseln“) oder um Krackeleerisse an der Oberfläche zu verhindern. Mit FLOWSTONE® sind Schwindreduzierer grundsätzlich gut verträglich, allerdings

mindern sie die Endfestigkeit um etwa 10% und können den Abbindevorgang leicht verzögern.

## Fertigmischung

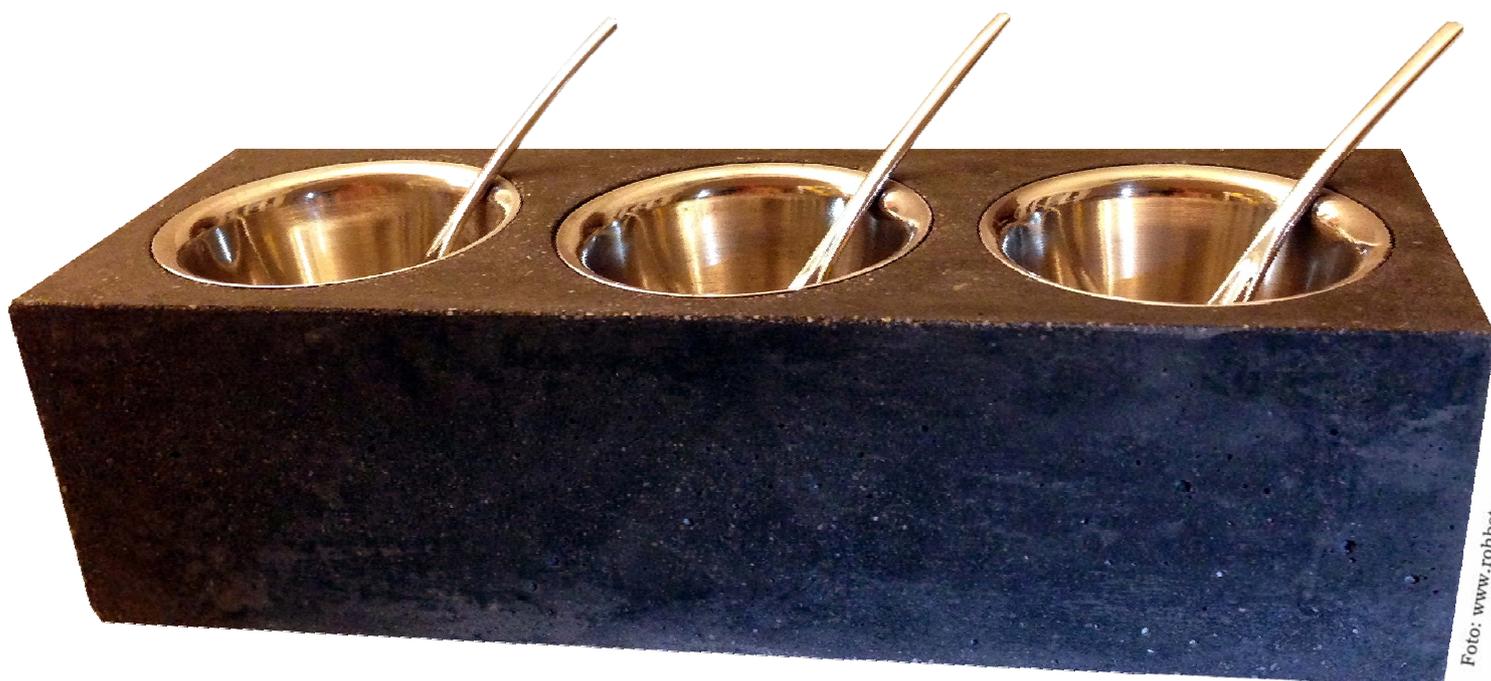
Die oben beschriebenen Komponenten ergeben bei richtiger Auswahl, Dosierung und Verarbeitung einen Beton von sehr hoher Dichtigkeit und Oberflächenhärte mit Druckfestigkeiten oberhalb von 100 N/mm<sup>2</sup>. Zum Vergleich: Die Druckfestigkeit von bauüblichem Beton liegt zwischen 25 und 45 N/mm<sup>2</sup>. Natürlich wird bei einer Eigenmischung je nach Korngröße und lokaler Verfügbarkeit der Rohstoffe die Betonqualität immer in gewissen Grenzen variieren. Eine komfortable Möglichkeit, auch in Kleinmengen stets gleichbleibend gute Ergebnisse zu erzielen, ohne die einzelnen Rohstoffe vorhalten zu müssen, besteht in der Verwendung von MOBY DUR®. Diese gebrauchsfertige Trockenmörtelmischung enthält außer weißem FLOWSTONE® auch die Komponenten Körnung (bis 2,5 mm), Fließmittel und Entschäumer in perfekt abgestimmter Dosierung und wird nur noch mit Wasser gemischt.



*Mit MOBY DUR® haben Klein- und Hobbyanwender einen besonders leichten Zugang zu dem Werkstoff FLOWSTONE®. Die Fertigmischung enthält bereits alle Komponenten die für einen perfekten FLOWSTONE®-Beton erforderlich sind. Es fehlt nur noch das Wasser.*

## Materialbedarf

FLOWSTONE®-Beton hat eine Ergiebigkeit von etwa 0,44 Liter pro kg. Ein 25 kg Sack MOBY DUR® ergibt also ein Betonvolumen von etwa 11 Litern. Und bei einer Eigenmischung aus FLOWSTONE® und Sand/Kies reicht ein 25 kg Sack FLOWSTONE® je nach Korngröße für zwischen 22 und 27,5 Liter Beton.



## Mischen von Hand

Das Mischen von FLOWSTONE®-Beton erfordert sehr viel mehr Reibung als das von einfachem Normalbeton. Der Grund liegt in der geringen Wassermenge, die zum Mischen zur Verfügung steht. Mit so wenig Wasser gelingt es erst durch sehr intensives Reiben der Partikel aneinander, auch die feinsten Bestandteile komplett zu benetzen und das angestrebte Fließen der Masse herbeizuführen.

Das Mischen von Hand ist in kleinsten Mengen (bis 2 kg) zwar möglich, erfordert aber sehr viel Kraft und einen langen Atem, da eine Mischzeit von mindestens 5 bis 8 Minuten eingehalten werden muss. Üblicherweise verwendet man zum Mischen so kleiner Mengen einen Baueimer und eine handliche Kelle. Alternativ dazu kann man auch alle Zutaten einschließlich Wasser in einen dickwandigen Plastikbeutel geben, den man dann mit einem Kabelbinder fest verschließt und so lange durchknetet, bis ein weicher Brei entstanden ist. Die Methode hat den Vorteil, dass es beim Mischen nicht staubt oder spritzt und später auch kein Werkzeug gereinigt werden muss. Auch das Entnehmen des Betons aus dem Beutel lässt sich recht sauber bewerkstelligen, indem man ihn an einer Ecke aufschneidet und den Beton durch die entstandene Öffnung direkt in die Gussform laufen lässt.

Mengen bis 10 kg kann man bei ausreichend vorhandener Körperkraft und Ausdauer mit einem handgehaltenen Quirl im Mörtelkübel mischen, darf aber auch dabei die vorgeschriebene Mischdauer nicht unterschreiten und auch nicht der Versuchung nachgeben, die Wassermenge über das vorgeschriebene Maß hinaus zu erhöhen.

*Der SVENOMAT®-S50 ist ein spezieller, besonders preisgünstiger Zwangsmischer, der auf einem klassischen Freifallmischer basiert. Er vereint die Vorteile beider Mischertypen, nämlich das gründliche Mischen durch ein umlaufendes Mischwerkzeug und die leichte und komfortable Handhabung beim Ausgießen und Reinigen.*

*Wenn der Beton fertig gemischt ist, kann man das Mischwerkzeug des SVENOMAT®-S50 entnehmen und die Masse bei Bedarf mit geeigneter Mischtrommel weiter umwälzen.*



## Mischen im Zwangsmischer

Der sicherste und zugleich komfortabelste Weg zu einem perfekten Mischergebnis ist die Verwendung eines Zwangsmischers. Diese Geräte sind bauartbedingt und wegen ihrer geringeren Verbreitung teurer als die bauüblichen Freifallmischer. Alternativ zum Kauf kann man Zwangsmischer unterschiedlicher Anbieter auch an vielen Mietstationen ausleihen. Eine vergleichsweise preiswerte und zugleich effiziente Zwangsmischer-Bauform stellt der 2013 neu eingeführte SVENOMAT®-Mischer vom Typ S50 dar.

Der Mischvorgang im Zwangsmischer gestaltet sich etwa wie folgt:

- 1) Befüllung des Mixers mit allen trockenen Komponenten (Sand und Zement bzw. fertige Trockenmörtelmischung)
- 2) Hinzugabe von etwa 95% der vorgesehenen Wassermenge, ggf. unter Berücksichtigung der Sandfeuchte (siehe Abschnitt „Wasser“ weiter oben).
- 3) Starten des Mischvorgangs
- 4) Nach 5 bis 8 Minuten Mischdauer Anhalten des Mixers und Überprüfung der Fließeigenschaften. Solange die Masse noch nicht gut genug fließt oder noch nicht gut genug entlüftet (Aufsteigen von Luftblasen an die Oberfläche) weitermischen und dabei allmählich Wasser bis maximal zur höchsten zulässigen Wassermenge nachdosieren.



Bei stehender Mischtrommel wird befüllt. Im Zwangsmischer muss immer erst die Trockenmasse und dann das Wasser eingefüllt werden. Im Bild sieht man auch noch oranges Pigment.



Nach dem Start des Zwangsmischers wirkt die Masse zunächst krümelig. Es scheint Wasser zu fehlen, was aber nicht der Fall ist. Hier muss man nur abwarten, sonst nichts.



Nach einer Minute Mischzeit wirkt die Masse noch klumpig und inhomogen. Also weiter abwarten.



Nach fünf Minuten Mischzeit ist schon ein homogener Brei entstanden. Es muss aber noch einige Minuten lang weitergemischt werden, bis der Beton richtig fließt.



Nach zehn Minuten Mischzeit fließt die Masse perfekt, und es zeigt sich ein leichter Glanz auf der Oberfläche. So soll es sein.



Der Mischvorgang wird beendet, und beim Blick in den Mischer zeigt sich ein intensives Blubbern an der Oberfläche. Der Beton beginnt also bereits zu entlüften.

Der auf Baustellen gebräuchliche Freifallmischer mit fest eingebauten Schaufeln braucht zum Mischen von FLOWSTONE®-Beton zwar etwas länger als ein Zwangsmischer, erledigt die Arbeit aber letztendlich ebenso gut, wenn man es richtig anfängt. Man muss hier zunächst etwa ein Viertel oder auch mehr von der Trockenmasse zurückhalten, damit der Mischprozess in Gang kommen kann. Die zurückgehaltene Menge wird erst während des Mischens nach und nach dazugegeben. Wenn alles drin ist, muss der Mischer noch etwa 8 bis 10 Minuten weiterlaufen. Hat man es richtig gemacht, so bekommt man ein gleich gutes Mischergebnis wie mit dem Zwangsmischer.



## Mischen im Freifallmischer

Obwohl sie offiziell als für FLOWSTONE®-Beton ungeeignet gelten, sei an dieser Stelle auch auf Freifallmischer eingegangen, denn sie sind im Gegensatz zu Zwangsmischern weit verbreitet und schon für wenig Geld zu beschaffen. Und es ist keineswegs unmöglich FLOWSTONE®-Beton im Freifallmischer zu mischen, sofern man es richtig angeht.

Im Freifallmischer gibt es keine Rührwerkzeuge oder Abstreifer die dafür sorgen, dass das Mischgut sich nicht an den Wänden festsetzen kann. Es gibt nur eine rotierende Trommel mit fest eingebauten Mischblechen, über die das Mischgut immer wieder purzelt, während es in der Trommel umgewälzt wird. Unter diesen Bedingungen wäre das Mischen von FLOWSTONE®-Beton tatsächlich wenig erfolgreich, wenn man zu Beginn des Mischvorgangs die gesamte Menge an Trockenmasse und Wasser einfüllen und dann nur noch den Startknopf drücken würde.

Folgende Vorgehensweise hingegen führt nach etwa 10 bis 15 Minuten zu ausgezeichneten Mischergebnissen im Freifallmischer:

- 1) Verwendung einer gebrauchsfertigen Trockenmörtelmischung auf Basis von FLOWSTONE®, die schon alle nötigen Zusatzmittel enthält (MOBY DUR®)
- 2) Befüllung des Mixers mit zunächst nur  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$  der vorgeesehenen Menge an Trockenmörtel und 100% der vorgesehenen Wassermenge.
- 3) Starten des Mischvorgangs
- 4) Nach 3 bis 5 Minuten Mischdauer allmähliches Nachfüllen von Trockenmörtel im Halbminutentakt in Schritten von 1 bis 2 kg, bis die anfänglich zurückgehaltene Menge aufgebraucht ist.
- 5) Fortsetzen des Mischvorgangs für weitere 8 bis 10 Minuten.

Die maximale Füllmenge, die sich mit einem Freifallmischer auf diese Weise bewältigen lässt, kann man nach folgender Faustformel vom Volumen der Mischtrommel ableiten:

Füllmenge in Kilogramm = halbes Trommelvolumen in Litern.

Beispiel: Eine 120 Liter Trommel ist passend für maximal 60 kg Beton.

## Gussvorgang

FLOWSTONE®-Beton hat hervorragende Fließeigenschaften und ist dadurch in der Lage, auch komplizierte Formen lückenlos zu füllen. Das Einrütteln des Betons in die Form ist nicht erforderlich, da die Masse sich selbst verdichtet.

Möglichst zügig nach dem Mischen sollte der Beton verarbeitet werden, denn dann fließt er am besten. Lässt man ihn dagegen erst einige Zeit ruhen, so sorgt die einsetzende Verdichtung dafür, dass die Fließfähigkeit nachlässt. Erst ein erneutes Aufrühren oder mehrfaches Umschütten von einem Eimer in den anderen stellt dann die ursprüngliche Fließfähigkeit wieder her.

Manchmal ist es erforderlich, die für einen Guss benötigte Betonmenge in mehreren Etappen zu mischen, weil die Kapazität des verfügbaren Mixers nicht für das ganze Gussstück ausreicht. Da ein FLOWSTONE®-Beton bei richtiger Rezeptur und Temperaturen um 20°C etwa eine Stunde lang verarbeitbar bleibt, kann das Mischen durchaus auch nach und nach erfolgen. Wenn allerdings zu lange Pausen zwischen den einzelnen Etappen der Befüllung liegen und/oder die Mischungsverhältnisse von Mal



zu Mal nicht genauestens beibehalten werden, besteht die Gefahr, dass sich später die einzelnen Schüttlagen an der Oberfläche des Gussstücks abzeichnen. Es hat sich in solchen Fällen als praktikabel erwiesen, den gemischten Beton zunächst in handlichen Eimern zu sammeln bis genug Masse für den gesamten Guss zur Verfügung steht, dann alle Eimer mit dem Rührwerk kurz aufzurühren und zügig nacheinander in die Form zu entleeren.

Beim Gießen in die Form ist man bestrebt, möglichst wenig Luft miteinzubringen. Man gießt deshalb in gleichmäßigem Strahl an den tiefsten Punkt der Form und lässt die Masse von dort aus langsam aufsteigen.

## Lufteinschlüsse

Je nach Neigung der Formwandung fällt es mehr oder weniger leicht, völlig luftporenfreie Oberflächen zu erzielen. Die makellosesten Oberflächen erbringt der Formboden, also die Fläche unten in der Form, die ganz oder nahezu horizontal verläuft. Hier liegt sozusagen die spätere Schokoladenseite des Gussteils. Die vertikalen Wände der Gussform sind dagegen weniger begünstigt. Durch die Selbstentlüftung des Materials steigen nämlich über längere Zeit wie in einem Sektglas immer wieder einzelne Bläschen nach oben auf. Je steiler die Formwandung ist, desto eher besteht die Gefahr, dass diese Luftbläschen an der Form haften bleiben und sich später als Luftporen im Werkstück abzeichnen. Besonders ungünstig ist es, wenn sich die Gussform nach oben hin verjüngt. In einer solchen Form lassen sich ganz und gar porenfreie Ergebnisse kaum erzielen.

Hat die Gussform Höhlen, aus denen die Luft beim Guss gar nicht entweichen kann, so wird

der Beton nicht in diese „Höhlen“ eindringen und der Raum bleibt ungefüllt. Solche Stellen müssen von vorn herein mit Entlüftungsöffnungen im höchsten Punkt versehen werden.

## Formenbau

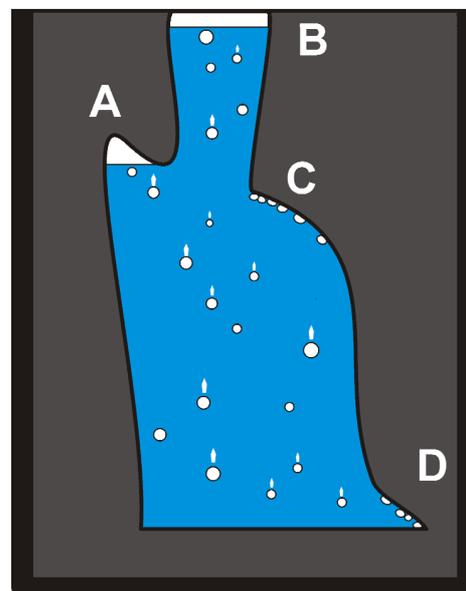
Die Gussform kann aus unterschiedlichen Materialien bestehen, sollte aber zumindest etwas flexibel sein, damit sich das Gussteil später gut aus der Form lösen lässt. Ungünstig ist beispielsweise eine starre Form aus Gips oder Beton, günstig dagegen eine Form aus Silikon, Polyurethan, Latex, Stahlblech, Kunststofffolien oder beschichteten Holzplatten.

Ist eine Aussparung im Beton-gussteil vorgesehen, beispielsweise die Öffnung in einer Tischplatte für ein später einzusetzendes Waschbecken oder eine Kochmulde, so sollte der Platzhalter, der beim Guss die Aussparung frei hält, unbedingt flexibel ausgeführt werden, damit er das Schwinden des Betons beim Abbindevorgang nicht behindern kann. Anderenfalls muss mit Schwierigkeiten bei der Entformung und mit der Bildung von

Rissen im Betonteil gerechnet werden. Das ideale Material für solche Platzhalter ist Styropor, da es auf Druck sehr leicht nachgibt.

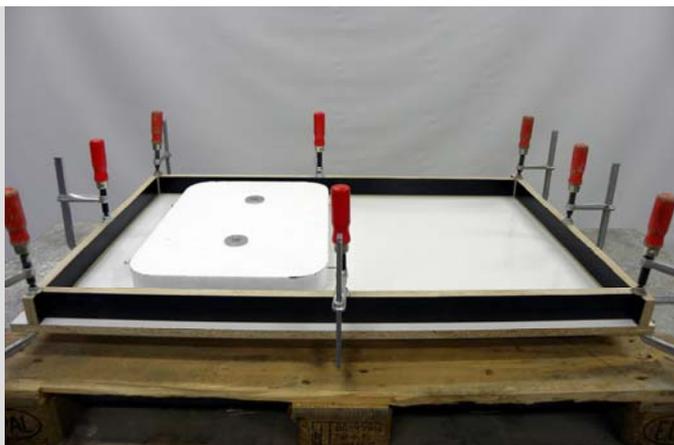
Abrupte Übergänge von dickwandigen zu dünnwandigen Bereichen im Gussteil können später zu Rissen oder Brüchen führen, weil die Steifigkeit zu beiden Seiten des Übergangs stark unterschiedlich ist. Für den Formenbau bedeutet dies, dass man solche Übergänge möglichst gar nicht erst entstehen lässt. Beispielsweise würde man eine 4 cm dicke Waschtischplatte mit integriertem Becken so gestalten, dass möglichst auch das Becken eine Wandstärke von 4 cm hat. Ungünstig wäre es dagegen, das Becken mit nur 2 cm Wandstärke auszuführen, denn dann ergäbe sich zwischen der dickwandigen Waschtischplatte und dem dünnwandigen integrierten Becken ein unerwünschter so genannter Steifigkeitssprung, der diese Stelle später besonders rissanfällig machen würde.

Grundsätzlich sollte man innenliegende Ecken nicht rechtwinklig oder scharfkantig sondern immer ausgerundet gestalten, um einer Rissbildung vorzubeugen.



Wenn der Beton (hier blau) in die Gussform (grau) eingebracht ist, steigen Luftbläschen an die Oberfläche. Die Gussform in diesem Beispiel hat in Bezug auf die Entlüftung einige Problemzonen.

- 1) Die Höhle (A) kann sich nicht mit Beton füllen, weil die Entlüftung nach oben fehlt.
- 2) Der Füllstand (B) senkt sich beim Entlüften spürbar ab, weil der Einguss sehr eng ist.
- 3) Die Formwand ist an den Stellen (C) und (D) so stark geneigt, dass sich Luftbläschen fangen, die später als Fehlstellen sichtbar bleiben.
- 4) Die untere Kante (D) ist so spitz zulaufend, dass sich darin leicht Luftbläschen festsetzen können.



Mit Schraubzwingen ist die Form für eine Tischplatte schnell montiert. Die Aussparung für eine Herdmulde hält ein passendes Styroporteil frei, das mit zwei Schrauben fixiert wird.



Die sorgfältige Abdichtung der Form sorgt für makellose Kanten am Gussstück. Hohlkehlenkitt und Kittkugeln gibt es im Moertelshop.



Mit dem passenden Trennmittel wird die Form dünn eingerieben. Es soll kein sichtbarer Rückstand zu sehen sein, nur ein leichter Glanz.



Rings um die Herdaussparung und besonders in den bruchgefährdeten Bereichen neben der Aussparung ist eine Bewehrung aus Moniereisen oder Fiberglasstäben erforderlich.

## Formdichtigkeit

Es ist wichtig, dass die Gussform wasserdicht ausgebildet ist. Formen, die aus einzelnen Platten zusammengefügt sind, sollten in den Ecken mit Fugenmaterial aus Silikon oder Acrylat oder einer geeigneten Kittmasse abgedichtet werden. Unabgedichtete Spalte würden zwar nicht unbedingt den Beton aus der Form laufen lassen, hätten aber Fehlstellen an der Oberfläche zur Folge. Selbst feinste Ritzen können dem Beton durch Kapillarwirkung Wasser entziehen und auf diese Weise zu

brüchigen Kanten und einer Farbveränderung an der Guss-haut führen. Sofern es also auf die Makellosigkeit der Betonoberfläche ankommt, muss die Form ganz dicht sein.

## Trennmittel

Vor dem Guss sollte die Form mit einem Trennmittel behandelt werden. Die Wahl des Trennmittels erfolgt abhängig vom Formmaterial und von der gewünschten Oberflächenqualität. Es empfiehlt sich, die Wirkung des gewählten Trennmittels an einem Probe-

stück zu prüfen, bevor das eigentliche Werkstück gegossen wird. Die am Markt erhältlichen Trennmittel enthalten Wirkstoffe unterschiedlichster Art, von Seife über Wachs bis zu Öl und Geschirrspülmittel. Eine porenfreie Gussoberfläche lässt sich nur bei richtiger Wahl des Trennmittels realisieren. Gute Ergebnisse werden auf nahezu allen Formmaterialien mit dem Trennmittel PLOPP erzielt. Dieses Mittel auf Paraffinbasis wird nur sehr dünn mit dem Lappen aufgetragen und nachgerieben, so dass kein sichtbarer Rückstand auf der Formoberfläche zu sehen bleibt.



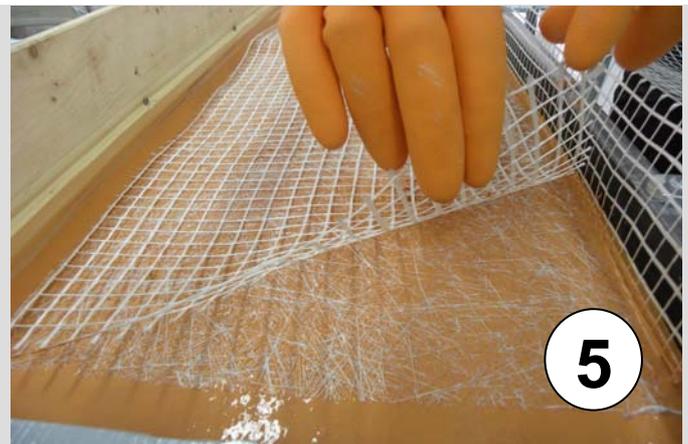
Bei dieser 4 cm dicken Treppenstufe mit 2 cm dicker Aufkantung besteht die Bewehrung aus AR-Glasfasern. Die einzelnen Arbeitsschritte werden in den folgenden Bildern gezeigt.



Die Bewehrung für die Aufkantung wird in den vorgesehenen Spalt gestellt und der Beton so eingegossen, dass er das Bewehrungsgitter an die Rückwand drückt, wo es nicht stört.



Auf die 1 cm dicke Betonschicht wird Glasfasermatte gelegt, die verhindern soll, dass sich das regelmäßige Gittergewebe später an der Oberfläche des Betons abzeichnet.



Gleich darüber kommt nun eine Lage AR-Gittergewebe, um die Tragfähigkeit weiter zu steigern.

## Bewehrung

Die Bewehrung hat die Aufgabe, Zugspannungen aufzunehmen, die entstehen, wenn sich der Beton verformt. Verformungen können entweder durch äußere Belastung (Zug, Druck, Biegung) verursacht werden oder vom Schwinden des Betons herrühren. Die Auswahl und Anordnung der Bewehrung ist davon abhängig, welche dieser Ursachen an welcher Stelle zu Rissen oder Brüchen führen könnte. Aus Sicht der Statik ist es günstig, die Bewehrung immer möglichst nahe

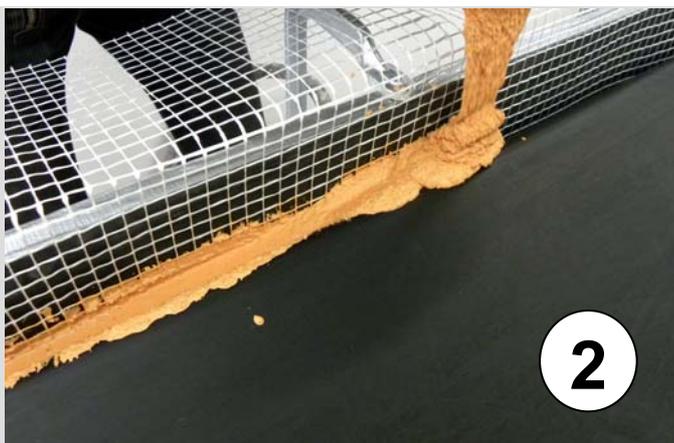
an der Betonoberfläche zu platzieren. In der Praxis wird man an Sichtflächen einen Abstand von etwa 1 cm zur Oberfläche einhalten, damit sich die Bewehrung nicht in Form eines Schattenbildes auf der Oberfläche abzeichnet.

## Stangenmaterial

Eine Bewehrung aus Moniereisen- oder Fiberglasstäben ist immer dann angebracht, wenn schlanke Teile großen Beanspruchungen standhalten sollen. Beispielsweise würde man die dünnen Stege

einer Küchenarbeitsplatte im Bereich der Aussparung für das Kochfeld unbedingt damit bewehren (siehe S.11), da hier beim Transport und Einbau der Platte eine hohe Bruchgefahr besteht.

Dabei ist es wichtig, zu wissen, dass Stahl mehr als dreimal so schwer ist wie Beton. Deshalb muss eine Bewehrung aus Moniereisen in der Form festgehalten werden, um nicht in der äußerst fließfähigen Masse auf den Boden abzusinken. Es hat sich in der Praxis bewährt, sie an Drähten oder Nylonfäden aufzuhängen.



2

Zuerst wird er Spalt ganz gefüllt, um das Bewehrungsgitter stabil in Position zu halten. An der Rückwand zeichnet es sich später zwar im Beton ab, ist aber von vorn nicht zu sehen.



3

Dann wird die Trittläche der Stufe etwa 1 cm dick gegossen. Die Form ist in diesem Beispiel mit schwarzer Latexfolie überzogen, die das Abdichten, Entformen und Reinigen erleichtert.



6

Jetzt wird der Rest des Betons eingegossen, bis die angestrebte Plattendicke erreicht ist.



7

Zuletzt wird das Bewehrungsgitter, das immer noch aus dem Spalt für die Aufkantung herausragt, umgelegt und ange-drückt, so dass es die untere Bewehrung der Tritstufe bildet.

Diesen Zusatzaufwand kann man sich schenken, wenn man die speziell für Beton entwickelten ComBAR® - Fiberglasstäbe verwendet. Die sind genauso schwer wie Beton und bleiben deshalb genau da in der Schwebe, wo man sie platziert. Außerdem können sie im Gegensatz zu Stahl nicht rosten.

## Faserbewehrung

Ebenso wie die Fiberglasstäbe sinkt auch eine Bewehrung aus Glasfasern oder Carbonfasern im Beton nicht auf den Boden ab.

Das ermöglicht eine sehr einfache Arbeitsweise, bei der in Schichten abwechselnd Beton und Faser-einlagen in die Form eingebracht werden. Nichts muss zuvor gebogen oder an Drähten in die Form gehängt werden. Das spart Zeit.

Auch ist keine Mindestüberdeckung einzuhalten wie bei Stahl, d.h. man braucht die Faserbewehrung nicht mindestens 2 cm tief in den Beton einbetten, um sie vor dem Rosten zu schützen. Allerdings muss bei einer Glasfaserbewehrung, die verwendete Glassorte alkalibeständig sein, damit sie von der Alkalität des Betons nicht an-

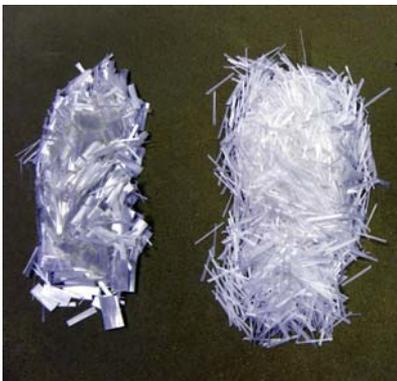
gegriffen wird. Man spricht dann von AR-Glasfasern, wobei AR für alkaliresistent steht.

AR-Glasfasern gibt es in unterschiedlichen Formen, als regellose Matten, als ebene Gittergewebe, als Gewirke, die sich auch gekrümmten Flächen anschmiegen lassen, oder auch als lose Kurzfasern. In Verbindung mit FLOWSTONE®-Beton werden vor allem AR-Gittergewebe eingesetzt. Bei Auswahl und Dimensionierung der Gewebe hilft der Online-Betonrechner im Moertelshop.

Anders als die Gewebe, Gewirke und Matten werden die Kurz-

fasern nicht beim Gussvorgang eingebracht, sondern gegen Ende des Mischvorgangs in den Beton eingerührt. Aufgrund ihrer geringen Länge von 12 bis 15 mm haben sie deutlich weniger tragende Wirkung als ein AR-Gewebe. Für eine statische Bewehrung sind sie daher nicht sehr geeignet. Bei komplizierten Gussteilen und schwer zugänglichen Formen können sie aber dennoch hilfreich sein kann, wenn sich anders keine Bewehrung einbringen lässt.

Allerdings ist zu bedenken, dass bei höherer Dosierung von Kurzfasern die Fließfähigkeit des Betons stark zurückgeht. Sofern das nicht gewünscht ist, sollte man in jedem Fall die Fasern vom Typ „integral“ und nicht die vom Typ „dispersibel“ wählen. Die dispersiblen Fasern verteilen sich im Beton in Form feinsten Einzelfasern, während die Integralfa-



*Kurzfasern aus alkaliresistentem Glas haben Längen von bis zu 15mm. Man unterscheidet zwischen dispersiblen Fasern (links) und Integralfasern (rechts). Weil sie die Fließfähigkeit stark beeinträchtigen, kommen dispersible Fasern in FLOWSTONE®-Beton üblicherweise nicht zum Einsatz. Auch die Integralfasern behindern das Fließen, wenn auch nicht so stark. Sie werden deshalb nur in geringen Mengen verabreicht. Eine flächige Bewehrung aus Geweben, Gewirken oder Matten ist in jedem Fall vorzuziehen.*

asern in nadelförmigen Bündeln zusammenhaften und das Fließen dadurch weniger beeinträchtigen.

## Entformung

Damit das Werkstück die Entformung unbeschadet übersteht, muss es erst eine bestimmte Festigkeit erreicht haben. Als Faustformel gilt, dass es nach einem Tag aus der Form geholt werden kann. Allerdings ist das nur eine sehr grobe Angabe, denn die Erhärtungsgeschwindigkeit ist stark von der Temperatur abhängig. Wenn beispielsweise bei einer Umgebungstemperatur von 20°C ein Tag Wartezeit angemessen ist, so können bei 60°C zwei bis drei Stunden ausreichen und bei 5°C zwei bis drei Tage nötig sein.

Nicht zu vernachlässigen ist auch die Wärme, die der Beton beim Abbinden selbst erzeugt. Ist das Gussteil sehr massiv und zudem die Gussform aus wärmeisolierendem Styropor, dann entstehen im Inneren des Betons so hohe Temperaturen, dass das Abbinden stark beschleunigt wird. Umgekehrt kann es sein, dass die Erhärtung deutlich langsamer abläuft als vom Hersteller angegeben, wenn filigrane Teile oder dünnwandige Platten in Formen aus gut wärmeleitendem Material gegossen werden. In diesem Fall kann kein Wärmestau im Inneren des Betons entstehen, der das Abbinden beschleunigt.

Auch die verwendeten Zusatzmittel können einen Einfluss haben. So wirken manche Fließmittel auf die Erhärtung verzögernd, während andere sich neutral verhalten.

Man sollte aus den beschriebenen Gründen nicht nur auf die Uhr sehen, sondern auch das Werkstück selbst befragen, wie es mit der Festigkeit steht. Lässt es sich mit dem Spachtel noch leicht ritzen, so ist es ganz sicher zu früh für die Entformung. Spürt

man dagegen beim Ritzen eine Härte, die an natürliche Gesteine wie Marmor, Granit, Basalt oder harten Sandstein erinnert, so ist die Festigkeit zum Entformen ausreichend.

Das frische Werkstück hat direkt nach der Entformung eine in mehrfacher Hinsicht empfindliche Haut. Die Kanten sind noch besonders ausbruchgefährdet, und die Flächen brauchen Schutz vor zu schneller Austrocknung, damit sich keine Rissmuster ausbilden (siehe nächsten Abschnitt „Nachbehandlung“). Besonders bei dunkel eingefärbten Werkstücken besteht überdies eine Empfindlichkeit gegenüber Fingerabdrücken. Fasst man das frische Stück beim Entformen mit bloßen Händen an, so kann es passieren, dass man mit den Fingern dauerhafte Spuren hinterlässt. Wer das vermeiden möchte, sollte vor- sichtlich Handschuhe tragen.

Auch ein zu langes Verbleiben in der Form kann unerwünschte Folgen haben. Dabei entstehen nämlich außer Farbunterschieden manchmal auch Ausblühungen, die sich als weißer Schleier auf der Oberfläche zeigen. Auf weißem Beton stört das nicht, auf dunkel eingefärbtem aber sehr wohl (siehe Abschnitt „Ausblühungen“ auf S.15).

## Nachbehandlung

Bei der fachgerechten Nachbehandlung geht es darum, am ersten Tag nach dem Guss einer zu raschen Austrocknung des Betons an der Oberfläche entgegenzuwirken, um Oberflächenrisse und andere Mängel zu verhindern. Es genügt schon, das Gussstück mit einer Kunststoffolie abzudecken. Diese Maßnahme ist zwar einfach, aber auch wichtig.

Ab dem zweiten oder dritten Tag ist der Beton dann nicht mehr so empfindlich und kann ohne Abdeckung belassen werden. Aber

auch jetzt sollte man ihn noch einige Tage lang nicht der prallen Sonne oder starkem Wind aussetzen, um übermäßige Spannungen im Inneren infolge ungleichmäßiger Austrocknung zu vermeiden. Besser ist es, die Austrocknung langsam und gleichmäßig ablaufen zu lassen, so, wie man es auch bei Holz tut, wenn man es rissfrei und ohne Verwerfungen trocknen möchte.

## Erhärtung

Bei FLOWSTONE®-Beton geht die Festigkeitssteigerung vergleichsweise schnell vonstatten. Er erreicht im Normalfall bereits nach einem Tag etwa 50% seiner Endfestigkeit. Nach einer Woche sind es ca. 80%. Infolge der Austrocknung durch (a) Verdunstung und (b) Wasserverbrauch beim Abbindeprozess (Wasser wird durch Hydratation in Stein umgewandelt) nimmt der Beton mit der Zeit einen etwas helleren Farbton an. Diese Farbveränderung sollte nicht als direktes Maß für eine Steigerung der Härte oder Festigkeit verstanden werden, auch wenn sie zeitlich parallel zur Erhärtung des Betons abläuft.

## Einfärben mit Pigmenten

FLOWSTONE®-Beton kann durch Zugabe von zementechten Farbpigmenten während des Mischvorgangs eingefärbt werden. Die Pigmente werden in der Regel gleich zu Beginn des Mischens der Trockenmasse hinzugegeben. Die erreichbare Farbpalette umfasst das gesamte Farbspektrum einschließlich schwarz und weiß. Pastelltöne und gedeckte Farbtöne sind leicht zu erzielen, sehr grelle Töne dagegen schwer bis gar nicht. Besonders farbstarke Pigmente sind Eisenoxidrot und Eisenoxidgelb sowie deren Mischfarbe Eisenoxidorange. Wenn ein strahlender Weißton angestrebt

wird, empfiehlt es sich, weißen FLOWSTONE® zu verwenden und die Mischung zusätzlich durch weißes Titandioxidpigment aufzuhellen. Ein Schwarzton lässt sich durch Zugabe von Eisenoxid-schwarz erzielen, wobei es unerheblich ist, ob weißer oder grauer FLOWSTONE® verwendet wird.

Es ist zu beachten, dass die Fließfähigkeit von FLOWSTONE®-Beton durch Zugabe von Pigmenten etwas beeinträchtigt wird. Dieser Einfluss kann zwar durch geringfügig erhöhte Wasserzugabe in einem gewissen Rahmen kompensiert werden. Allerdings ist der Spielraum für die zulässige Wassermenge, wie weiter oben schon beschrieben, sehr begrenzt. Seine hohe Festigkeit erreicht der Beton ja vor allem durch Wassereinsparung. Deshalb sollte man sich mit der Zugabe von Pigmenten, wenn möglich, zurückhalten. Die empfohlene Dosis liegt bei maximal 40 Gramm Pigment pro Kilogramm FLOWSTONE® bzw. bei maximal 20 Gramm Pigment pro Kilogramm MOBY DUR®. Um mit dem weißen MOBY DUR® einen authentischen grauen Zementton zu erzielen, bedarf es der Zugabe von 60 g des Mischpigments Typ 404 (zementgrau) pro 25 kg Sack Trockenmörtel.

## Farbabweichung

Man muss in jedem Fall im Vorfeld Farbproben anfertigen,

*Bei dunkel eingefärbtem Beton kann es zu weißen Schleiern auf der Oberfläche kommen. Sie werden als Ausblühungen bezeichnet und bestehen aus feinsten Calcitkristallen. In diesem Beispiel wurden sie absichtlich herbeigeführt, indem eine Seite des Werkstücks währen des Erhärtens nass gehalten wurde.*

wenn ein bestimmter Farbton genau getroffen werden soll. Aber auch dann ist eine hundertprozentige Reproduzierbarkeit des Farbtons nicht zu erreichen, da zu viele Einflussfaktoren eine Rolle spielen. Solche Faktoren sind zum Beispiel das Material, aus dem die Gussform besteht, das verwendete Trennmittel, die Raumtemperatur, die Raumfeuchte, die beim Mischen verwendete Wassermenge und die Verbleibzeit in der Gussform.

## Ausblühungen

Ausblühungen von freiem Kalk an der Gussoberfläche können die Farbwirkung der Pigmente stark beeinträchtigen. Sie bestehen aus feinsten weißen Calcitkristallen und bilden sich besonders dann, wenn bei der Herstellung des Gussstücks die Oberfläche über einen zu langen Zeitraum feuchten Umgebungsbedingungen ausgesetzt ist, beispielsweise durch Unterwasserlagerung oder durch zu langes Verbleiben in der Gussform. Man sollte deshalb immer bestrebt sein, das Gussstück möglichst zügig zu entformen, sobald die dafür ausreichende Festigkeit erreicht ist. Da die Festigkeitsentwicklung bei höheren Temperaturen schneller voranschreitet als bei niedrigen, ist zum Betonieren eine Raumtemperatur von 20°C günstiger als eine von 5°C.





Die Zusammenstellung rechts zeigt Farbproben, die mit der Fertigmischung MOBY DUR® hergestellt wurden. Die Tafel ist aufgrund der hier beschränkten Wiedergabemöglichkeiten nicht farbverbindlich und wird nur gezeigt, um grob den Bereich der Farbtöne zu veranschaulichen, die sich mit den verschiedenen Pigmenttypen bei empfohlener und bei überhöhter Dosierung erzielen lassen. Sie sollte nicht als Farbkarte aufgefasst oder benutzt werden. Die Mengenangaben zu den verwendeten Pigmenten können der Aufstellung unten entnommen werden. Sie beziehen sich jeweils auf 1 kg MOB DUR®.



- Zeile 1, Spalte 1: 40 g tiefschwarz Typ 360 + 40 g blau Typ 502
- Zeile 1, Spalte 2: 20 g hellrot Typ 110
- Zeile 1, Spalte 3: 20 g blau Typ 502 + 5 g rot Typ 130
- Zeile 1, Spalte 4: 40 g blau Typ 502 + 2 g rot Typ 130
- Zeile 1, Spalte 5: 10 g eisengrün Typ 835
- Zeile 2, Spalte 1: 20 g eisengrün Typ 835 + 10 g gelb Typ 920
- Zeile 2, Spalte 2: 40 g gelb Typ 920
- Zeile 2, Spalte 3: 5 g eisengrün Typ 835
- Zeile 2, Spalte 4: 20 g schwarz Typ 722 + 10 g gelb Typ 920
- Zeile 2, Spalte 5: 40 g tiefschwarz Typ 360
- Zeile 3, Spalte 1: 10 g schwarz Typ 722
- Zeile 3, Spalte 2: 10 g blau Typ 502
- Zeile 3, Spalte 3: 3 g chromgrün Typ 017 + 2 g schwarz Typ 722 + 1 g braun Typ 663
- Zeile 3, Spalte 4: 20 g orange Typ 960
- Zeile 3, Spalte 5: 20 g blau Typ 502 + 20 g rot Typ 130
- Zeile 4, Spalte 1: 20 g gelb Typ 920
- Zeile 4, Spalte 2: 20 g extraweiß Typ 219
- Zeile 4, Spalte 3: 20 g blau Typ 502 + 10 g rot Typ 130
- Zeile 4, Spalte 4: 10 g chromgrün Typ 017
- Zeile 4, Spalte 5: 4 g eisengrün Typ 835 + 3 g braun Typ 663
- Zeile 5, Spalte 1: 20 g eisengrün Typ 835
- Zeile 5, Spalte 2: 20 g chromgrün Typ 017
- Zeile 5, Spalte 3: 10 g gelb Typ 920 + 2 g blau Typ 502
- Zeile 5, Spalte 4: 20 g gelb Typ 920 + 10 g blau Typ 502
- Zeile 5, Spalte 5: 20 g rot Typ 130
- Zeile 6, Spalte 1: 40 g extraweiß Typ 219 + 2 g rot Typ 130
- Zeile 6, Spalte 2: 2 g orange Typ 960
- Zeile 6, Spalte 3: 20 g blau Typ 502 + 5 g rot Typ 130
- Zeile 6, Spalte 4: 40 g chromgrün Typ 017
- Zeile 6, Spalte 5: 20 g weiß Typ 720 + 1 g gelb Typ 920 + 1 g braun Typ 663
- Zeile 7, Spalte 1: 20 g weiß Typ 720
- Zeile 7, Spalte 2: 40 g schwarz Typ 722
- Zeile 7, Spalte 3: 5 g hellrot Typ 110
- Zeile 7, Spalte 4: 40 g braun Typ 663
- Zeile 7, Spalte 5: 20 g braun Typ 663 + 20 g gelb Typ 902

## Oberflächen

FLOWSTONE® - Betonoberflächen lassen sich auf vielfältige Weise gestalten. Auf die Gestaltungsmöglichkeiten wird in den folgenden Abschnitten genauer eingegangen. Die Tabelle unten zeigt darüber hinaus eine Zusammenstellung von Produkten für die Endbehandlung mit genaueren Angaben zu Wirkung, Ergiebigkeit und Verträglichkeit. Sie erlaubt durch Quervergleich die zielsichere Auswahl der passenden Endbehandlung. Alle genannten Produkte sind im Moertelshop erhältlich ([www.moertelshop.de](http://www.moertelshop.de)).

## Imprägnieren

Imprägnierungen auf Basis von Silan- / Siloxan sind geeignet, um das Wasseraufnahmevermögen des ohnehin schon sehr dichten FLOWSTONE®-Betons noch weiter zu reduzieren. Sie sind selbst unsichtbar, haben aber eine sichtbare hydrophobierende Wirkung, die wässrige Flüssigkeiten an der Oberfläche abperlen lässt. Dadurch verringert sich die Fleckempfindlichkeit der Betonoberfläche. Die Schutzwirkung lässt allerdings mit der Zeit etwas nach, weshalb die Behandlung ab und zu aufgefrischt werden sollte.

## Verkieseln

Oberflächenmittel auf Basis von Alkalisilikat (Wasserglas) ermöglichen eine rein mineralische Endbehandlung. Die winzigen Poren im Beton werden dadurch mit einer dünnen Glashaut ausgekleidet, die das Eindringen von flüssigem Wasser verhindert und die Säurebeständigkeit erhöht. Dieser Schutz ist dauerhaft und muss nicht aufgefrischt werden. Er bietet aber, wie auch die anderen hier genannten Endbehandlungen, keine vollständige Abwehr gegen Fleckenbildung durch ölige oder wässrige Substanzen.

Endbehandlungen im Vergleich	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
	<u>ETC</u> Betonlasur	<u>LFC</u> Verkieselung	<u>H10</u> Imprägnierung	<u>Porenöl</u>	<u>B-Wachs</u>	<u>C-Wachs</u>	<u>Beize rostrot</u>
Wirkstoff	Acrylat	Kaliumsilikat	Silan/Siloxan	Leinöl	Bienenwachs	Carnaubawachs	Metallsalz
Abperleffekt	x	x	✓	(✓)	(✓)	(✓)	x
auffrischbar	x	x	✓	✓	✓	✓	x
diffusionsoffen	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
farbvertiefend	x	x	x	✓	✓	(✓)	x
feuerbeständig	x	✓	x	x	x	x	✓
filmbildend	✓	x	x	x	(✓)	✓	x
glänzend	(✓)	x	x	x	(✓)	✓	x
wasserverdünnbar	✓	✓	✓	x	x	x	✓
kratzfest	x	✓	✓	✓	✓	(✓)	✓
lebensmittelecht	x	✓	x	✓	✓	✓	x
polierbar	x	x	x	x	x	✓	x
Schutz vor Fettflecken	x	x	x	(✓)	(✓)	x	x
Schutz vor Rotweinflecken	x	(✓)	(✓)	x	x	x	x
stauwasserdicht	x	✓	x	x	x	x	x
untergrundverfestigend	x	✓	x	x	x	x	x
witterungsbeständig	✓	✓	✓	x	x	x	✓
Fußbodenendbehandlung	✓	✓	(✓)	(✓)	✓	✓	(✓)
für Küchenarbeitsplatten	x	(✓)	(✓)	✓	✓	✓	x
für Badmöbel	x	(✓)	✓	✓	✓	✓	(✓)
für Wohnmöbel	(✓)	(✓)	✓	✓	✓	✓	(✓)
für Gartenobjekte	✓	✓	✓	x	x	x	✓
für Spielobjekte	(✓)	✓	✓	x	x	x	(✓)
für Untergrundsanie rung	x	✓	(✓)	x	x	x	x
überstreichbar mit	1	1,2,3,4,5,6	1,3,4,5,6	4,5,6	4,5,6	4,5,6	1,3,4,5,6,7
Mindestalter des Betons	7 Tage	7 Tage	3 Tage	3 Tage	3 Tage	3 Tage	3 Tage
Ergiebigkeit pro Schicht	60-180 ml/m <sup>2</sup>	150-400 ml/m <sup>2</sup>	60-180 ml/m <sup>2</sup>	80-150 ml/m <sup>2</sup>	60-100 ml/m <sup>2</sup>	60-100 ml/m <sup>2</sup>	100 ml/m <sup>2</sup>

## Beschichten

Eine Beschichtung auf Basis von Kunstharz (Acrylat, Epoxid, Polyurethan) kann in manchen Fällen vorteilhaft sein. Allerdings verliert sich damit der Steincharakter der Oberfläche, und es ist von Fall zu Fall abzuwägen, ob nicht doch die Nachteile überwiegen. So würde man beispielsweise eine Küchenarbeitsplatte aus FLOWSTONE®-Beton besser nicht mit Kunstharz beschichten, da es hier auf Kratzfestigkeit, Hitzebeständigkeit und Lebensmitteltauglichkeit ankommt. In diesen Punkten ist beispielsweise eine Verkieselung erheblich vorteilhafter als eine Kunstharzbeschichtung.

Andererseits sind beschichtete Oberflächen vergleichsweise leicht zu reinigen, und sie können, je nach Produkt, eine manchmal erwünschte farbvertiefende Wirkung haben, welche die Oberfläche so erscheinen lässt, als wäre sie nass.

## Wachsen

Wenn die zu behandelnde Betonoberfläche später nicht der Witterung ausgesetzt werden soll, dann kommt auch eine Endbehandlung auf Wachsbasis in Betracht. Ein mit Bienenwachs behandelter Beton fühlt sich im Gebrauch sehr angenehm an und erscheint dunkler als unbehandelter Beton (farbvertiefende Wirkung). Mit Carnaubawachs lassen sich glatte Betonoberflächen bis zum Hochglanz polieren. Um die Wirkung des Wachses zu erhalten, müssen die Oberflächen von Zeit zu Zeit nachgewacht werden. Für bewitterte Flächen ist eine Endbehandlung mit Wachs nicht geeignet.

## Ölen

Im Innenbereich können auch Leinölprodukte für die Endbehandlung von FLOWSTONE®-

Beton verwendet werden. Leinöl hat eine farbvertiefende Wirkung, die allerdings mit der Zeit immer wieder nachlässt, bis die Oberfläche durch wiederholtes Nachölen gesättigt ist. Hier ist etwas Beharrlichkeit gefragt. Durch den Einsatz von Ölen, die Sikkative (Trocknungsbeschleuniger) enthalten, geht es zwar schneller, allerdings sind die meisten Sikkative aufgrund der enthaltenen Schwermetallionen toxikologisch nicht unbedenklich.

## Schleifen

Bereits ein bis zwei Tage nach dem Guss kann FLOWSTONE®-Beton schleifend bearbeitet werden. An einer geschliffenen Oberfläche tritt die im Beton enthaltene Gesteinskörnung sichtbar zu Tage, was an einer Gussoberfläche nicht der Fall ist. Man erhält also durch das Schleifen ein gepunktetes Bild, in welchem die Punkte die Farbe der Sand- und Kieskörner haben, während darum herum die Farbe des ggf. mit Pigmenten eingefärbten Bindemittels FLOWSTONE® zu sehen ist. Durch gezielte Auswahl von Form und Farbe der Gesteinskörnung sowie bestimmter Pigmente kann eine große Vielzahl von Variationen erzielt werden. Besonders beliebt sind hierfür Marmorkörnungen, wie man sie vom

Terrazzo her kennt. Damit lässt sich bei abgestuftem Einsatz immer feinerer Schleifmittel die Oberfläche auch glanzpolieren.

## Absäuern

Da Beton säureempfindlich ist, kann man die Oberfläche von FLOWSTONE®-Beton auch mit Hilfe von starken Säuren bearbeiten. Hierfür gibt es gebrauchsfertige Absäuerungsmittel von gelartiger Konsistenz, die sich leicht mit dem Pinsel auftragen lassen. Sie werden nach kurzer Einwirkdauer abgewaschen und hinterlassen eine mehr oder weniger raue Oberfläche, an der die Betonkörnung teilweise zu sehen ist.

## Beizen

Betonbeizen sind wässrige Substanzen auf Basis von gelösten Metallsalzen. Sie werden auf erhärtete Betonoberflächen aufgetragen, dringen in den Beton ein und verursachen Verfärbungen. Je poröser die Oberfläche ist, desto tiefer kann die Beize eindringen und desto ausgeprägter ist folglich auch die färbende Wirkung. Da FLOWSTONE®-Beton besonders dicht ist, also das Gegenteil von porös, lässt er sich mit Beizen nur bedingt einfärben.



## Probleme und mögliche Ursachen

### Der Beton fließt nicht oder zu wenig.

- Das Fließmittel wurde vergessen oder falsch dosiert.
- Das Fließmittel ist ungeeignet.
- Die Betonzusammensetzung ist ungünstig.
- Die Pigmentmenge ist zu hoch.
- Die Menge an zugesetzten Kurzfasern ist zu hoch.
- Die Zugabewassermenge ist zu gering.
- Die Mischdauer reicht nicht aus.
- Der Mischer ist ungeeignet.

### Der Beton steift zu früh an.

- Es wurde saugende Körnung verwendet.
- Das Fließmittel ist ungeeignet.
- Die Umgebungstemperatur ist zu hoch.

### Der Beton bleibt beim Mischen klumpig.

- Die Mischdauer ist zu kurz.
- Der Mischer ist ungeeignet.
- Der Zement / Trockenmörtel war schon im Sack verklumpt.
- Es wurde zu viel Stellmittel eingesetzt.

### Wasser oder Zementleim setzt sich oben ab.

- Die Zugabewassermenge ist zu hoch.
- Die Mischung enthält zu wenig Sand / Kies.
- Die Kornverteilung ist nicht ideal.

### Der Beton wird nicht fest.

- Die Zugabewassermenge ist zu hoch.
- Das Fließmittel ist ungeeignet.
- Die Umgebungstemperatur ist zu gering.

### Der Beton quillt in der Form auf.

- Zum Mischen wurde Werkzeug aus Aluminium verwendet.

### Der Beton hat Risse oder zerbricht.

- Die Nachbehandlung war unzureichend.
- Das Schwinden des Betons wurde von der Form behindert.
- Die Bewehrung ist zu schwach.
- Das Werkstück wurde zu früh belastet.

### Der gewünschte Farbton lässt sich nicht erzielen.

- Fließmittel und Pigmente sind unverträglich (bei Eisenoxidschwarz).
- Es würde für helle Farbtöne FLOWSTONE® grau verwendet.
- Das Formmaterial verursacht Farbstörungen.

### Die Kanten brechen aus.

- Das Werkstück wurde zu früh entformt.
- Das Werkstück wurde zu unsanft entformt.
- Die Mischung enthält zu viel Wasser.
- Die Mischung enthält zu viel Sand / Kies.

### Die Bewehrung schimmert durch.

- Die Überdeckung ist nicht ausreichend.

### Das Werkstück ist an den Kanten verfärbt und/oder porös.

- Die Kanten der Gussform wurden nicht wasserdicht ausgeführt.

### Die Werkstückoberfläche ist an manchen Stellen heller und matter als an anderen.

- Beim Abbinden sind durch Feuchteinfluss Ausblühungen entstanden.

### Das Werkstück verwirft sich (schüsselt) im Verlauf des Abbindens.

- Die Wandstärke des Werkstücks ist zu gering.

## Behebung

- Dosierungsanweisung befolgen.
- Anderes Fließmittel verwenden.
- Rezeptur verbessern oder MOBY DUR® verwenden.
- Pigmentzugabe reduzieren.
- Fasermenge reduzieren, zu Integralfasern wechseln.
- Wassermenge innerhalb der zulässigen Grenzen erhöhen.
- Länger mischen.
- Zwangsmischer verwenden.

- Andere Zuschläge verwenden.
- Anderes Fließmittel verwenden.
- Temperatur reduzieren, kaltes Wasser nehmen, Sackware kühlen.

- Länger mischen.
- Zwangsmischer verwenden.
- Verklumpte Sackware nicht verwenden.
- Rezeptur ändern.

- Wassermenge reduzieren.
- Zuschlagmenge erhöhen.
- Rezeptur ändern, Stellmittel oder MOBY DUR® verwenden.

- Wassermenge reduzieren.
- Anderes Fließmittel verwenden.
- Umgebungstemperatur erhöhen, länger warten.

- Anderes Werkzeug verwenden.

- Werkstück nach dem Guss länger feucht halten.
- Formmaterial ändern, Aussparungen flexibel ausführen.
- Filigrane Stellen stärker bewehren, Stahlarmierung verwenden.
- Werkstück länger in der Form lassen.

- Anderes Fließmittel oder anderes Pigment einsetzen (Zementruß).
- Zu FLOWSTONE® weiß wechseln.
- Formen aus anderen Materialien verwenden.

- Länger in der Form belassen.
- In der ersten Zeit den Beton schonend behandeln.
- Wassermenge reduzieren.
- Zuschlagmenge reduzieren.

- Bewehrung tiefer einlegen.

- Gussform an den Kanten abdichten.

- Werkstück beim Abbinden nicht wässern, früh entformen.

- Wandstärke erhöhen, Form abdecken, Schwindreduzierer nutzen.

## **Impressum**

Zweite Auflage September 2016

© 2016 Sven Backstein, [www.backstein-objekte.de](http://www.backstein-objekte.de)

Verlag: Backstein Engineering GmbH, Idstein  
(Rheingoldverlag ist ein Handelsname der  
Backstein Engineering GmbH)

Herstellung: Saxoprint GmbH, Dresden

Texte, Satz und Layout: Sven Backstein

Fotos Innenteil: Sven Backstein, Robert Hundsdorfer ([www.buntpflanzen.de](http://www.buntpflanzen.de))

Bild Titelseite: Schachspiel von Armand Warin, Foto Klaus Hetzel ([www.hetzel-kunststofftechnik.de](http://www.hetzel-kunststofftechnik.de))

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation  
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografi-  
sche Daten sind im Internet über [dnb.d-nb.de](http://dnb.d-nb.de) abrufbar.

**ISBN 978-3-943039-03-0**

### **Rechtliche Hinweise:**

Dieses Heft einschließlich aller seiner Teile und Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ohne Zustimmung des Urheberrechtlich Inhabers ist untersagt. Das gilt insbesondere für vollständige oder auszugsweise Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und Übertragungen auf elektronische Systeme.

Die in diesem Heft veröffentlichten Angaben und Ratschläge wurden vom Autor sorgfältig geprüft und sind in der Praxis erprobt. Die praktische Umsetzung des Beschriebenen kann jedoch nur auf eigenes Risiko erfolgen. Eine Haftung für Sach- und Personenschäden, die sich aus der Anwendung des Dargebotenen ergeben, ist ausgeschlossen.



## Besuchen Sie den Moertelshop!



PIGMENTE



FARBEN



FERTIGMÖRTEL



WERKZEUG



BEWEHRUNG

Im Moertelshop finden Sie mehr als nur FLOWSTONE® und MOBY DUR®. Wir haben Künstlermörtel für alle Arbeitstechniken, Werkzeug, Farben, eben einfach alles für das Gestalten mit Beton. Schauen Sie doch mal herein. Wir haben rund um die Uhr geöffnet.

[www.moertelshop.de](http://www.moertelshop.de)