

Einfärben von Beton

Dipl.-Ing. Dipl. Wirtsch.-Ing. Martin Möllmann,
Direktor Dyckerhoff AG / Produktmarketing und Vertrieb Weiszement

Ästhetik durch Zuschläge und Pigmente

Betontechnologische Entwicklungen haben dazu geführt, dass heute Festigkeiten > B100 zielsicher ausgeführt werden können. Architekturen verlangen nach schlankeren Querschnitten und größeren Spannweiten, wo insbesondere die statischen Eigenschaften des Betons gefordert sind. Betrachtet man die Umwelt mit offenen Augen, stellt man fest, daß, angefangen über Autos, Kleidung, Frisuren, Möbel - diese Kette ließe sich noch weiter spannen - die Farbigkeit deutlich zugenommen hat.

*Der Neubau des Wilhelm Dyckerhoff Instituts für Baustofftechnologie:
Optische Wirkung durch bearbeitete Oberflächen. Fassade feingewaschen, Lisenen geschliffen und poliert. Sockel gesäuert. Zuschlag: Singhofener Quarzit.*

Diese Farbigkeit wird nun auch von den Baustoffen gefordert, und so sind schon längst blaue und rosafarbene Edelputzfassaden, sowie grüne und blaue Dachsteine keine Seltenheit mehr. Neben den bekannt guten statischen Funktionen des Betons wird mehr und mehr auch eine ästhetische Dimension dieses Baustoffes verlangt. Gerade unter dem Gesichtspunkt des "Corporate-Designs", also einer hinsichtlich der Gestaltung abgestimmten Architektur, werden Forderungen und Wünsche der Architekten an uns herangetragen, die Fassade, den Belag, Bauteile und Betonwaren nach individuellen Vorgaben entsprechend zu gestalten.

Um dem jeweiligen Bauteil das gewünschte Gesicht zu geben, gibt es nun verschiedene Möglichkeiten, die im folgenden ansatzweise behandelt werden. Wir unterscheiden zunächst die Betonoberflächen hinsichtlich ihrer Beschaffenheit, denn bei unbearbeiteten Oberflächen beeinflußt die äußere erhärtete Zementsteinschicht die farbliche Wirkung, bei bearbeiteten Oberflächen wird beispielsweise durch Feinwaschen oder Schleifen diese Zementsteinschicht abgetragen. Die farbliche Wirkung basiert dann auf dem Zusammenspiel der freigelegten Zuschlagstoffe und des Zementsteins.

Farbiger Beton durch farbige Zuschläge

Beton besteht zu 80% aus Zuschlägen, womit schon deutlich wird, welche Bedeutung diesen Materialien zukommt. Die Natur liefert uns die meisten Zuschläge für den Beton, sie werden aus Flüssen oder Kiesgruben als rundes oder abgerundetes Material gewonnen. Aus Steinbrüchen kommen zerkleinerte, somit gebrochene Zuschläge, oft auch als gewaschenes Material. Unabhängig ob rundes oder splittiges Material, unterscheiden wir zwischen den Feinststoffen und den größeren Kornfraktionen, denn hiervon hängen spätere Einflüsse der Farbe des Betons ab. So sind die Mehlkorn- und Feinstsandteile < $\leq 0,25$ mm für die farbliche Wirkung von besonderer Bedeutung.

Bedingt durch die verschiedenen Verdichtungsverfahren, wie z.B. Stampfen, Rütteln, Pressen, Vakuumieren, führt der Verdichtungs Vorgang zu einer Sedimentation, so daß sich die Feinstanteile an den Seiten absetzen und zu Zementstein erhärten. Die DIN 18 500 gibt eine Fülle von Hinweisen zu Bearbeitungstechniken, mit denen diese Zementsteinschicht bearbeitet bzw. abgetragen werden kann, um hierdurch besondere ästhetische Farbeffekte zu erzielen.



Die Farbpalette der Zuschläge reicht von weiß über rot grün und blau bis hin zu schwarz.

So haben sich im Bereich von Bodenbelägen im Innenbereich, sowie in der edlen Fassadengestaltung das Feinschleifen und Polieren der Oberflächen durchgesetzt, auch als "Meister-Propfer-Effekt" bezeichnet. Vor allen Dingen bei größeren Aufträgen (Sichtbetonfassaden, Sonderanfertigungen) ist darauf zu achten, daß nur ein Material aus einem Bruch und einer Ausbaustelle für das Objekt verwendet wird, denn die Natur ist wechselhaft, und so können durchaus Aderungen die Gesteinsvorkommen durchziehen und ungewollte Färbungen mit sich bringen.

Gerade im Bereich der Betonwerksteinerzeugung, bei Architekturbetonfassaden und zunehmend auch im Bereich von veredelten Betonwaren im Außenbereich, ist die farbige Gestaltung unter Verwendung farbiger Zuschläge ein stetig zunehmendes Thema. Hierzu gibt die Informationsgemeinschaft Betonwerkstein e.V. (info-b) in Wiesbaden ein besonderes Lieferantenverzeichnis mit einer Übersicht über farbige Natursteinkörnungen heraus.

Die Wirkungsweise der farbigen Gesteine hängt im besonderen Maße von der Umgebung ab, in die sie eingebettet sind, dem Zementstein. So, wie Möbel im Haus oder auch Schmuckstücke in einer Auslage, benötigen auch farbige Zuschläge ein Kontrastspektrum, damit die farblich wirkungsvoll entfaltet werden kann. Dieses wird in der Regel durch die Verwendung von Weißzement erzeugt, denn die Eigenfarbe des Zements beeinflusst maßgeblich die Farbe des Zementsteins. Stellt man sich eine Farbskala vor, wobei 0 = schwarz und 100 = schneeweiß repräsentieren, so liegt beispielsweise Dyckerhoff Weiss bei 85, die im Bundesgebiet verfügbaren Grauzemente liegen in der Regel zwischen 30 und 40 auf dieser Skala.

Die Farbe des Zementes wird bestimmt durch Rohstoffe und Verfahrenstechnik. So erreicht man bei Weisszement durch eine besondere Rohstoffauswahl (niedriger Eisenoxidgehalt) sowie ein besonderes Ofenkonzept (Brennstoffe, Kühlung) und schließlich ein besonderes Mahlkonzept (hochlegierte Stähle, Panzerungen), dass letztlich ein weißer Portlandzement entsteht. Hinsichtlich der Tauglichkeit der Zuschläge ist insbesondere auf Frostbeständigkeit (Außenbereich, siehe auch DIN 18 500), sowie auf Verunreinigungen zu achten. Schon so mancher Bauherr hat durch Einschlüsse von Pyrit später an der Fassade oder im Bodenbelag eine rostige Überraschung erlebt.

Die Rolle der Pigmente

Wie schon beschrieben, bestimmt zunächst die äußere Zementsteinschicht die optische Wirkung einer Oberfläche, und sofern die unbearbeitete Struktur gewollt und angenehm ist, kann man beispielsweise durch Zugabe von Pigmenten in die Betonmischung den Farbton aussteuern. Pigmente sind je nach Farbton ca. 10- bis 20-mal feiner als Zement und erreichen dadurch eine erheblich größere spezifische Oberfläche, weshalb oft nur geringe Zugaben von Pigmenten erforderlich sind, um eine ansprechende farbliche Wirkung zu erzeugen. Pigmente sind überwiegend synthetische, anorganische Eisenoxidpigmente, so wie Kobaltblau und Chromoxidgrün. Die Industrie ist in der Lage, eine Fülle von Farbtönen auch als Nuancen anzubieten. Vielerorts verfügen die Firmen über Farbdosieranlagen, wo mit Hilfe der vier Basisfarben schwarz, gelb, rot und weiß (mit Ausnahme von blau und grün) nahezu jeder Zwischenfarbton reproduzierbar hergestellt werden kann.

Grundsätzlich gibt es die Lieferform als Pulver, als Flüssigfarbe und zunehmend auch als Granulat. Die für jeden Betrieb "richtige" Pigmentart richtet sich nach Kriterien wie Gesamtfarbbedarf, Maschinenausstattung, Farbpalette sowie Lieferprogramm. So ist beispielsweise bei sehr geringem

Farbbedarf von der Verwendung von Flüssigfarben abzuraten, da diese nach langer Standzeit oder auch bei ungünstigen Klimaverhältnissen (Sommer/Winter) eindicken und hierdurch Farbunterschiede erzeugt werden.

Hier ermöglicht der Einsatz von Farbgranulaten eine saubere und vor allem genaue Anwendung, denn im Gegensatz zu der bedingten Fließfähigkeit von Flüssigfarbe lassen sich dabei auch Kleinstmengen exakt von Hand dosieren. Grundsätzlich ist darauf zu achten, daß alle Pigmente die Anforderungen der DIN 53 237 erfüllen. Hierdurch ist insbesondere die Alkalibeständigkeit (Zement) sowie Lichtechtheit gewährleistet. Im Wilhelm Dyckerhoff Institut für Baustofftechnologie wurden marktgängige Pigmente hinsichtlich ihrer betontechnologischen Auswirkungen untersucht, wobei gerade die Auswirkungen auf den w/z-Wert und die Festigkeiten überprüft wurden, wie im Diagramm zu erkennen ist.



*Thüringen Park in Erfurt, Fassade
Tiroloerrot in Matritzen-Schalung und
Travertinstruktur.*

Natürlich beeinflusst die Pigmentzugabe die Rezepturkosten. So sind beispielsweise die Farbtöne schwarz, braun, rot und gelb wesentlich preiswerter als ein chromoxidgrün oder ein kobaltblau. Man sollte sich daher bereits im Vorfeld bei der Kalkulation Gedanken darüber machen, welche Pigmentierkosten in die Betonrezeptur einzurechnen sind. Von vermeintlich preiswerteren Pigment-Alternativen ist in vielen Fällen abzuraten. In der Vergangenheit wurde z.B. das Blaupigment Ultramarin in Betonrezepturen eingesetzt, im Laufe der Zeit verblaßt jedoch die Farbe und wird nahezu weiß, denn dieses Pigment ist wegen fehlender Alkalibeständigkeit nicht für die Einfärbung von Betonwaren geeignet. Ebenso sind Gemische aus preiswerten und teuren Pigmenten nur halbherzige Lösungen. Sie führen später zu Beanstandungen, unangenehmen Gesprächen mit dem Bauherrn und verursachen nachträgliche Kosten.

Die Wünsche der Planer und Bauherren nach Farbigkeit nehmen zu, so dass sich auch das Betonwerksteinhandwerk / Industrie darauf einstellen muss. Viele Industriebetriebe verfügen bereits über programmgesteuerte Farbdosiergeräte, die mit dazu beitragen, dass eine Platte der anderen gleicht. Handelt es sich um Sondermuster, sind natürlich im Vorfeld entsprechende Farbmuster mit der gewünschten Oberflächenausführung herzustellen und nach Freigabe als Standard festzulegen. Bei einer späteren Abnahme wird dieser Standard als Beurteilungskriterium herangezogen.



*Beispielhafte Pigmentfarbtöne in gebrochenen
Mörtelprobekörpern.*

Noch ein Wort zur Umweltverträglichkeit der Pigmente

Die in der Betoneinfärbung verwendeten Pigmente wirken weder toxisch noch reizend auf Haut und Schleimhäute. Aufgrund der beschriebenen extremen Feinheit sollte man gerade Pulverpigmente sorgfältig handhaben, ansonsten ist der Aufwand für Körper-, Textil- und Betriebsreinigung um einiges höher. Die Entwicklung von Staub, z.B. in Selbstverflüssigungsanlagen, sollte schon aus arbeitshygienischen Gründen vermieden werden, gegebenenfalls sind entsprechende Abluft- und Filtereinrichtungen vorzusehen.

Auf die Dosierung kommt es an

Bewährt hat sich in der Praxis, die Pigmente auf die Zuschläge aufzugeben, nach einer ausreichenden Mischzeit von etwa 20 Sekunden den Zement in den Mischer zu bringen und dann nach etwa 30 Sekunden das Wasser hinzugegeben, hierdurch wird sichergestellt, dass die Pigmente zunächst von den trockenen Zuschlägen aufdispersiert werden. Die Scherkräfte sind in dieser Phase der Mischung am größten und gewährleisten eine optimale Farbausbeute des Pigmentes. Durch das Zugabe von Bindemitteln, gegebenenfalls auch Füllstoffen, wird die Mischung geschmeidiger, die Scherenergie nimmt ab, wodurch je nach Pigmenttyp nicht die volle Farbkraft erreicht werden kann. Auch besteht die Gefahr von Knollen- oder Klümpchenbildung, wenn z.B. Flüssigfarbe direkt mit Bindemittel in Kontakt kommt.

Die Pigmentdosierung richtet sich natürlich nach ganz individuellen Vorstellungen, praxisgängige Dosierungen liegen meist im Bereich von 2 bis 4 %, stets bezogen auf den Bindemittelgehalt. Für jedes Pigment gibt es einen sog. Farbsättigungspunkt, damit ist gemeint, dass ab einer bestimmten Pigmentmenge jede weitere Zugabe nur noch unbedeutende Farbkraftwirkungen in der Betonmischung ergibt. Im Bereich der bearbeiteten Betonoberflächen wird häufig die Farbe des Zementsteins der des Zuschlags durch eine schwache Pigmentierung angepaßt, die Größenordnungen liegen hier im Bereich von 0,1 bis 0,5%, wiederum bezogen auf den Bindemittelgehalt.



Einfluß der Eigenfarbe des Zementes auf den Farbton

Nahezu jeder Farbton ist erzielbar, wobei auch hier betontechnologische Gesetzmäßigkeiten schlussendlich mitwirken. So bewirken niedrige w/z-Faktoren ein dunkleres und höhere w/z-Faktoren ein helleres Erscheinungsbild.

Bezugsmöglichkeiten für Pigmente: Entweder über den Spezialbaustoffhandel, oder Anzeigen in den bekannten Fachzeitschriften beachten oder eine Hersteller-Liste anfordern.

Dieser Aufsatz beschäftigt sich mit grundsätzlichen Gedanken zur Herstellung von farbigem Beton, eine Fülle von Fragestellungen wurde in diesem ersten Teil ausgelassen, z.B. die verschiedenen Arten der Dosiertechnologie, die Farbmessung, Nachbehandlung. Hierzu kann ebenfalls bei Dyckerhoff Weiss in Wiesbaden entsprechendes Schrifttum angefordert werden.