

Herstellung von feingewaschenen Betonwerksteinoberflächen

Dipl.-Ing. Stefan Heeß

Zahlreiche junge Architekten haben den Baustoff Beton/Sichtbeton wiederentdeckt. Sie sind fasziniert von den vielfältigen Möglichkeiten, mit diesem Baustoff ihre Bauwerke ganz individuell gestalten zu können. So werden heute in verstärktem Maße "farbige" Betonoberflächen ausgeschrieben - ganz nach dem Motto: Beton muss nicht grau sein! Erzielt wird diese Farbigkeit mit Hilfe von besonderen Zementen (z.B. Dyckerhoff Weiss), Pigmenten und/oder farbigen Zuschlägen.

Weitere architektonisch interessante Gestaltungsmöglichkeiten der Betonoberflächen ergeben sich aber auch durch den gezielten Einsatz von unterschiedlichen Schalungsarten. Dazu zählen beispielsweise Brett-, Schwartenbrett-, Poysulfid-, Gummi- und Polystyrol-Schalungen, die in sich auch wieder Strukturen aufweisen können.

Außerdem können Betonoberflächen nach der DIN 18 500 "Betonwerkstein" bearbeitet werden. Diese Norm ermöglicht neben der Herstellung von klassischem Waschbeton (ausgewaschener Beton mit einer Tiefe von mehr als 2 mm) auch die Herstellung von feingewaschenen Betonoberflächen bis zu 2 mm Tiefe. Grundsätzlich stehen für Waschbeton zwei Verfahren zur Verfügung:

- Negativ-Verfahren
- Positiv-Verfahren

Beim Negativ-Verfahren wird in einer Form entweder ein Kontaktverzögerer direkt auf die Schalung aufgebracht, oder – gerade bei kleineren Werkstücken – ein mit Kontaktverzögerer behandeltes Papier in die Form eingelegt. Das Werkstück wird dann nach dem Ausschalen nach 16 - 24 Stunden mit Wasser und Bürste bearbeitet, um die durch Verzögerer nicht erhärtete Schicht abzuwaschen.



*Bild 1
Wilhelm Dyckerhoff Institut in
Wiesbaden mit einer feingewaschenen
Betonwerksteinfassade*

Beim Positiv-Verfahren wird erst nach dem Einbringen des Betons die Betonoberfläche mit einem Kontaktverzögerer behandelt und die Oberfläche ebenfalls am darauf folgenden Tag mit Wasser und Bürste bearbeitet. Weiterhin besteht die Möglichkeit, ohne Einsatz eines Kontaktverzögerers entweder maschinell (z. B. bei Plattenpressen) oder mit geübter Hand die Oberfläche direkt nach Herstellung des frischen Betons auszuwaschen.

Als Qualitätsmaßstab ist es sinnvoll, ein Musterelement in Originalgröße zu erstellen.

Der folgende Beitrag gibt Hinweise und Tips zur Herstellung feingewaschener Oberflächen im Negativ-Verfahren unter Einsatz eines Kontaktverzögerers im Fertigteil- bzw. Betonwerk.



*Bild 2
Detailaufnahme zu Bild 1
Feingewaschene
Betonwerksteinfassade mit Singhofener
Quarz und Dyckerhoff Weiss*

Zuschlag

Die Natur bietet uns eine große Auswahl unterschiedlich farbiger Zuschläge (Kalksteine, Quarzite, Granite, Porphyre, Basalte,...), deren Eigenfarbe gerade beim Feinwaschen von Oberflächen im Gegensatz zum Strahlen besonders gut in Erscheinung tritt. Grundsätzlich ist ein feingewaschener Beton gegenüber einem gestrahlten Beton bei gleicher Betonzusammensetzung farbbrillanter, da die Zuschläge nicht vom Strahlgut angeschlagen werden.

Bei der Herstellung von Betonwerkstein nach der DIN 18 500 wird für Außenbereiche ein Zuschlag mit erhöhten Anforderungen an den Widerstand gegen Frost (eF) nach der Zuschlagnorm DIN 4226 gefordert. Für die zur Verwendung anstehenden Zuschläge sollte man sich deshalb bei seinem Lieferwerk ein entsprechendes Prüfzeugnis übermitteln lassen. Bei feingewaschenen Betonen wird meist mit einer stetigen Sieblinie (A/B) gearbeitet. Das Größtkorn liegt in der Regel zwischen 8 und 16 mm. Ein Größtkorn kleiner 8 mm ist aus betontechnologischer Sicht gerade bei großen Fertigteilelementen nicht empfehlenswert. Eine wesentliche Forderung ist die Gleichmäßigkeit der Farbe des eingesetzten Zuschlags. Durch Bevorratung, entweder im Lieferwerk oder aber im Fertigteilwerk, kann dies sichergestellt werden.

Gerade der Sand spielt bei der Herstellung von feingewaschenen Fassaden eine große Rolle. Da häufig gebrochene Materialien eingesetzt werden, muss man darauf achten, dass man einen aufbereiteten, gebrochenen Sand mit konstantem Mehlkorn und Feinstsandanteil kleiner 0,25 mm einsetzt. Ist dies nicht möglich, so ersetzt man zumindest einen Großteil des gebrochenen Sandes, wenn nicht sogar die komplette Sandfraktion durch einen farbneutralen Natursand evtl. unter Zugabe von Pigmenten zur Farbeinstellung. Die Grenzwerte bei abschlämmbaren Bestandteilen müssen entsprechend der DIN 4226 eingehalten werden. In der Praxis trifft man häufig sowohl im Fertigteil-, als auch im Betonwerksteinbetrieb auf folgende Reklamationen:

1. Farbunterschiede von einer Serie zur nächsten beim Einsatz von gebrochenen Sanden.
2. Frostschäden von z. B. feingewaschenen Betonwerksteinstufen im Außenbereich.

Leider werden dabei häufig gebrochene Sande 0 - 2 mm mit sehr stark schwankenden Mehlkorn- (< 0,125 mm) und Feinstsandgehalten (< 0,25 mm) zugegeben, oder bei Stufen wird kein Luftporenbildner (DIN 1045) eingesetzt. Im Zuge der internen Qualitätssicherung überprüft man kritische Fraktionen regelmäßig durch eine Siebung. Auch die unterschiedliche Saugfähigkeit der Zuschläge (z.B. bei Marmor, Porphyre) muss beachtet werden, da es ansonsten zu Unregelmäßigkeiten im Wasserhaushalt und damit zu Farbunterschieden kommen kann. Deshalb kann ein Vornässen der Zuschläge sinnvoll sein.

Pigment

Die Industrie bietet drei Pigment-Anwendungstypen zum Einsatz im Beton an:

1. Pulver-Pigmente
2. Flüssig-Pigmente
3. Granulate

Beim Einsatz von Pigmenten muss man darauf achten, dass man nur lichtechte und farbbeständige Pigmente einsetzt. Grundsätzlich müssen diese Pigmente der DIN-V 53 237 entsprechen. Bei Fragen zur Zugabe, Eignung usw. kann man sich an die techn. Berater der Pigmentlieferanten wenden. Gerade bei sehr feingewaschenen Oberflächen in Verbindung mit der Forderung nach einer möglichst einheitlichen Betonfarbe pigmentiert man den Zementstein leicht, um die Farbunterschiede zwischen Zementstein und Zuschlag möglichst gering zu halten.

Schalung

Grundsätzlich gelten für die Schalung bei der Herstellung von Betonen mit feingewaschenen Oberflächen die gleichen Anforderungen, wie bei der Herstellung von schalungsglatten Sichtbetonen. Wichtig dabei ist, dass die Schalung dicht sein muss. Gerade in Eckbereichen, die nicht abgedichtet werden, läuft Zementleim aus, und diese Stellen treten nach dem Auswaschen sehr grobkörnig bzw. andersfarbig in Erscheinung. Außerdem darf die verwendete Schalhaut nicht saugfähig sein, da ansonsten Kontaktverzögerer in unterschiedlichen Mengen von der Schalhaut aufgenommen wird. In der Regel werden hoch beschichtete Großflächenschalungsplatten eingesetzt. Es lassen sich aber auch unterschiedlichste Strukturmatrizen bzw. selbst hergestellte Formen mit Kontaktverzögerer behandeln. Wichtig bei selbst gebauten Formen ist, dass es beispielsweise im Bereich von aufgesetzten Profilleisten nicht zu kleinen Hohlraumbildungen und zum Ansammeln von überschüssigem Kontaktverzögerer kommt. Dieser kann nicht aushärten und wird unter Schalungsdruck wieder in den Frischbeton gedrückt und führt zu einer tieferen Auswaschung. Da z.B. Stahl- und Holzschalungen unterschiedliche Wärmeleitfähigkeiten besitzen, dürfen diese nicht gemeinsam eingesetzt werden.

Betonzusammensetzung

Sie müssen mind. einen Beton B25 oder nach statischen Erfordernissen einen Beton einer höheren Festigkeitsklasse herstellen. Der Wasser-Zementwert sollte möglichst gering sein und muss konstant gehalten werden. Evtl. Schwankungen der Konsistenz oder Verzögerungen können durch den Einsatz eines Fließmittels ausgeglichen werden. Die Konsistenz sollte im Bereich KP/KR liegen. Der Gehalt an Mehlkorn und Feinstsand ist dem DBV-Merkblatt "Sichtbeton" (Fassung März 1997) entsprechend zu wählen. Gelegentlich hat sich durch den Einsatz von Luftporenbildnern (LP) eine Verbesserung der Gleichmäßigkeit ergeben. Ziel muss es immer sein, einen Beton mit einem guten Zusammenhaltevermögen herzustellen. Richtrezepturen zur Feinwaschung von Oberflächen wurden von der Bauberatung der Dyckerhoff AG erarbeitet und stehen den Kunden und Ausschreibenden zur Verfügung.

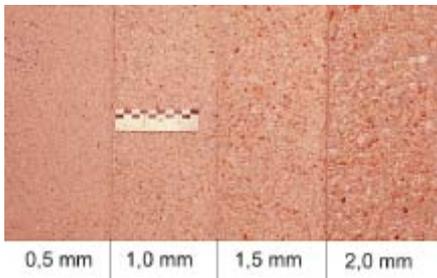
Mischen, Transport, Einbringen

Man muss darauf achten, dass die üblichen Mischzeiten, wie im Sichtbeton auch, um mind. 50 % verlängert werden. Der Trockenmischzeit ist dabei besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Bei der Zugabe von Pigmenten muss dafür gesorgt werden, dass diese nicht volumetrisch sondern gravimetrisch dosiert werden. Das Mischgut darf auch nicht zu lange gemischt werden, die Mischdauer muss konstant sein. Beim Transport des Frischbetons zur Einbaustelle darf sich der Beton nicht entmischen. Die Befüllung der Form muss gleichmäßig erfolgen und der Beton darf nicht auf der Schalhaut verschoben werden, da gerade gebrochene Zuschläge zu einer Rillenbildung im ausgehärteten Kontaktverzögerer führen, und dies nach dem Waschvorgang optisch sichtbar bleibt.

Beim Einbringen muss sichergestellt werden, dass Beton aus einer niedrigen Fallhöhe eingebracht und nicht durch Rütteln verteilt wird. Ansonsten entstehen am Rand von Schüttkegeln Entmischungen, die zu tieferen Auswaschungen führen. Es ist von Vorteil, den Beton mäanderförmig einzubringen. Auch im Bereich der Betonwerksteinplatten-Produktion trifft man gelegentlich auf solche "Kreuzbildungen". Der Beton darf erst dann verdichtet werden, wenn der gesamte Beton in die Form eingebracht und gleichmäßig verteilt wurde. In Abhängigkeit von der Bewehrung ist es evtl. erforderlich, ein kleineres Größtkorn zu wählen, oder mit Fließbeton zu arbeiten. Die Rütteldauer muss auf das zu betonierende Bauteil abgestimmt werden.

Kontaktverzögerer

Die Industrie bietet Kontaktverzögerer auf Lösungsmittelbasis und gerade in letzter Zeit verstärkt auf Wasserbasis an. Kontaktverzögerer auf Wasserbasis haben den Nachteil, dass diese eine längere Trocknungsdauer benötigen, jedoch aus Umweltgesichtspunkten immer stärker zum Einsatz kommen. Vor Einsatz des Kontaktverzögerers ist es notwendig diesen mit einem Quirl aufzurühren und auch im Laufe des Tages mit dem Quirl oder einer scharfkantigen Latte erneut aufzurühren.



*Bild 3
Feingewaschene Oberflächen mit
Waschtiefen von 0,5/1,0/1,5 und 2,0
mm mitgleicher Rezeptur.*

Je nach angestrebter Waschtiefe bietet die Industrie unterschiedliche Typen mit unterschiedlichen Verzögerungstiefen an. Sucht ein Architekt eine Fassade mit einer möglichst konstanten Farbgebung, so wählt man eine möglichst große Waschtiefe ca. 1,5 - 2 mm, da leichte Schwankungen bei der Waschtiefe bei einer anzustrebenden Waschtiefe von 1,5 mm weniger ins Gewicht fallen als bei einer Waschtiefe von z.B. 0,5 mm.

Auftrag des Kontaktverzögerers

Der Auftrag kann entweder mit einer kurzflorigen, kleinen Walze (Heizkörperwalze) oder durch Einsatz einer Sprühpistole (nebelfrei) erfolgen. Die Walze wird kurz abgestreift und danach das Material in langen Bewegungen aufgetragen. Anschließend erfolgt eine Querverteilung des Materials. Es ist nicht notwendig, die komplette Oberfläche zu "lackieren". Es reicht aus, eine Art "Hammerschlagoptik" zu erzielen. Diese muss gleich dick sein. Damit die Schalhaut nach dem Ausschalen wieder leicht zu reinigen ist, kann man vor dem Auftrag des Kontaktverzögerers in Abstimmung auf den Verzögerer vom Hersteller empfohlene Produkte (Abziehfilme) oder schnellabtrocknende Trennmittel aufbringen. Beim Auftrag ist es wichtig, dass dieser gleichmäßig dünn erfolgt. Anschließend muss der Kontaktverzögerer gut ablüften, bzw. trocknen können. Je nach Witterungsbedingungen kann dies bei lösungsmittelhaltigen Kontaktverzögerern bis zu 30 Minuten dauern. Durch eine einfache Handprüfung läßt sich die erzielte Trocknung feststellen. Kontaktverzögerer auf Wasserbasis benötigen eine längere Trocknungszeit.

Nachbehandlung



Bild 4

Unterschiedlich feingewaschene Betonwerksteinoberflächen durch Lagerung bei 10° C, 20° C, 30° C (unter gleichen Fertigungsbedingungen!). Grundsatz: Je kälter, desto größer die Auswaschtiefe

Sowohl beim Herstellen des Betons als auch beim Einbringen, Verdichten und Nachbehandeln ist die entscheidende Forderung die der stets gleichen Bedingungen. Gerade der Einfluß der Temperatur auf die Erhärtung des Betons bzw. die Wirkung des Kontaktverzögerers spielt beim Feinwaschen von großformatigen Elementen eine maßgebliche, wenn nicht sogar die maßgebliche Rolle. Dies wird deutlich, wenn man Betone unter gleichen Bedingungen, am gleichen Tag, mit einem Kontaktverzögerer mit geringer Auswaschtiefe herstellt und diese insges. 3 Muster bei 10°C, 20°C und 30°C gelagert werden. Somit haben die Betone eine andere Festigkeitsentwicklung, und folglich wird ein



Bild 5

Museum in Mannheim, gleichmäßige Farbgebung einer feingewaschenen Oberfläche

Beton nach einer Lagerung bei niedrigen Temperaturen tiefer ausgewaschen, als bei Lagerung bei hohen Temperaturen. Auch zeigt eine Fassadenplatte die freitags betoniert und montags gewaschen wird, eine geringere Waschtiefe als eine Platte die direkt am nächsten Tag gewaschen wird. Deshalb nochmals die wichtige Forderung nach möglichst einheitlichen Zeitabläufen und möglichst gleichmäßigen bzw. berücksichtigten Temperaturen bis zum Waschen der Fassadenplatten. Nach dem Ausschalen sollte die Oberfläche mit einem scharfen Wasserstrahl und einer Wurzelbürste bearbeitet werden. Einige Werke haben auch gute Erfahrungen mit dem Liegenlassen der Elemente nach dem Ausschalen für ca. 4 - 5 Stunden gemacht. Häufig werden heute Fertigteile bereits im Werk mit Hydrophobierungen behandelt, um diese während des Transports bzw. an der Fassade vor Verschmutzung/Ausblühungen zu schützen.

Reinigung der Schalung

Die Reinigung erfolgt in der Regel mit einem breiten Spachtel, evtl. unter Zuhilfenahme eines speziellen Reinigungsproduktes. Probleme entstehen in der Regel dann, wenn der Anwender zuviel Kontaktverzögerer aufgetragen hat. Die Schalhaut muss nicht unbedingt 100%ig gereinigt werden. Wichtig ist nur, dass am Ende eines Auftrages die Schalungen sehr gründlich gereinigt werden, wenn anschließend schalungsglatte Sichtbeton hergestellt werden soll.

Zusammenfassung

Feingewaschene Oberflächen lassen sich in der Regel nur in Fertigteilwerken mit gut ausgebildetem und geschultem Fachpersonal herstellen. Es ist grundsätzlich wichtig, für gleichmäßige Fertigungsbedingungen im Werk zu sorgen. Abgesehen von den handwerklichen Fertigkeiten ist die Beachtung der Temperaturen und damit der Erhärtungszustand des Betons maßgeblich. Dabei spielen sowohl Frischbetontemperaturen (z.B. Zuschlag im Winter im Freien gelagert), als auch die Isolierung und die Dicke der zu betonierenden Elemente eine Rolle. Eine gezielte und gleichmäßige Wärmebehandlung der Fertigteile ist sinnvoll. Je größer die Ansprüche des Architekten bezüglich Gleichmäßigkeit der Farbgebung sind, desto enger müssen die Grenzen im Werk gezogen werden. Der Qualitätssicherung ist ein hoher Stellenwert zuzuordnen. Zur Beurteilung der Fassade sollte das Fertigteilwerk ein Musterelement in Originalgröße erstellen. Eine Fachberatung durch die Hersteller von Kontaktverzögerern ist sinnvoll.

Vorteile einer feingewaschenen Fassade

- Gleichmäßigere Farbgebung im Unterschied zu schalungsglattem Beton
- Brillante Farben
- Zahlreiche Farbgebungen möglich
- Dauerhafte Farbgebung
- Guter Selbstreinigungseffekt / geringere Verschmutzungsneigung (Wasserableitung planen!)
- Vermindertes Auftreten von Ausblühungen
- Keine Netzrisse sichtbar
- Wirtschaftlich (Bearbeitungsart, Reinigung)

Stefan Heeß studierte Bauingenieurwesen mit Schwerpunkt "Konstruktiver Ingenieurbau" an der Universität der Bundeswehr in München. Seit 1993 ist er Bauberater bei der Dyckerhoff Weiss Marketing- und Vertriebs-Gesellschaft, Wiesbaden.