

Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 30-31 (1962-1963)
Heft: 22

Artikel: Zur Ausführung von Sichtbeton. Teil II, Massnahmen zur Vermeidung von Fehlern
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153424>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

CEMENTBULLETIN

OKTOBER 1963

JAHRGANG 31

NUMMER 22

Zur Ausführung von Sichtbeton

II. Massnahmen zur Vermeidung von Fehlern

Gleichmässigkeit der Einwirkungen von aussen, der Materialeigenschaften und der Verarbeitung.

Es gibt Leute, die die Sichtbetonarbeiten mit einem Glücksspiel vergleichen: Am Anfang wisse man nie, wie es herauskomme, und der Zeitpunkt des Ausschalens werde gelegentlich mit derselben Spannung erwartet wie etwa der Ziehungstag einer Lotterie. Die Frage: «Entspricht die Sichtfläche dem geforderten Qualitätsniveau?» beschäftigt jeden ernsthaft Beteiligten.

Diese Ungewissheit hat ihre Ursache in der Vielfältigkeit der Beeinträchtigungsmöglichkeiten. Das Aussehen der Betonoberfläche kann, wie wir im vorangehenden CB gesehen haben, von mancherlei verschiedenartigen Einflüssen abhängen. Fehlt der Überblick über alle diese möglichen Ursachen und Wirkungen, werden diese nicht klar auseinandergehalten, so entsteht leicht der Eindruck, dass der Zufall eben allzustark mitspiele.

- 2 Im folgenden sollen nun einige Massregeln angegeben werden, die zur Vermeidung eines grossen Teils der Fehler und Unregelmässigkeiten des klassischen Sichtbetons beitragen können.

1. Die Schalung (Gleichmässigkeit der Einwirkungen von aussen)

1.1 Das Schalungsholz

Die Eigenschaften des Schalungsholzes können sehr starken Einfluss auf die Sichtbetonfläche ausüben. Abb. 1 und 3 des vorangehenden CB zeigen z.B., wie der Beton im Bereich einzelner Schalungsbretter dunkler oder heller gefärbt ist. Diese Unterschiede, die hier zumeist wegen der Zementhautablösung oder vermehrter oberflächlicher Kalkausscheidung entstehen, müssen dem Erscheinungsbild nach auf Unterschiede der Holzbeschaffenheit zurückgeführt werden, und zwar hauptsächlich auf unterschiedliche Wasseraufnahmefähigkeit.

Der Entstehungsmechanismus ist in manchen dieser Fälle noch nicht eindeutig bekannt, aber es steht doch fest, dass man, um die Beeinträchtigung zu vermeiden, auf gleichmässige Holzqualität achten muss.

Man verwende deshalb für gleiche Wandflächen nur Holz derselben Sorte und desselben Alters und vermeide insbesondere die Vermischung von neuen mit bereits verwendeten Brettern. Am besten ist es, wenn darauf geachtet wird, dass ein Satz Bretter, der neu eingesetzt wird, auch für die späteren Verwendungen zusammen bleibt.

Gleiche Stellung und Dichte der Jahrringe sind ein Zeichen für annähernd gleiche Holzeigenschaften. Ein Brett mit liegenden Jahrringen ist in der Regel durchlässiger als ein solches mit stehenden, ebenso Holz mit grossen Jahrringabständen im Vergleich zu solchen mit kleinen.

Durch Sonnenbestrahlung vergilbtes neues Holz führt an der Betonoberfläche zu starker Zementhautablösung und damit zu Dunkelfärbung.

Holz enthält Bestandteile, die den Zement schädigen können. Häufig ist z.B. die Beobachtung der oberflächlich mangelnden Bindekraft dort, wo der Beton mit angeschnittenen Ästen im Schalungsholz in Berührung stand. Diese Stellen sind porös, absandend und dunkler, manchmal etwas bräunlich gefärbt. Durch Leitgefässe im Holz, die mit dem Astholz in Verbindung stehen,

3 können die schädigenden Substanzen ein Stück weit in den Holzkörper hinausgetragen werden, so dass die sich im Beton abzeichnenden Aststellen oft in Faserrichtung nach zwei Seiten spießförmig erweitert sind (s. vorangehendes CB, Abb. 6, zweites Brett von rechts). Die vom Astholz ausgehende chemische Schädigung der Betonoberfläche kann deshalb auch in kleinen Bereichen auftreten, ohne dass im betreffenden Brett ein Ast zu finden wäre. Insbesondere trifft dies zu bei Brettern mit stehenden Jahrringen aus drehwüchsigen Stämmen (s. vorangehendes CB, Abb. 7 [2]). Es ist schwierig, die Schädigung vollständig zu unterbinden, und man ist wohl froh, dass sie nur an frisch zum Einsatz gelangenden Brettern auftritt. Ein Mittel zur Abschwächung der chemischen Beeinträchtigung besteht im gründlichen Nässen der Schalung. Dies wird weiter unten als Vorbehandlung empfohlen. Der Auftrag von Schalungsöl hilft nichts und auch Schalungslack kann die Wirkung nicht vollständig unterbinden.

1.2 Vorbehandlung der Schalung

Die Anwendung von Entschalungsmitteln (Schalungsöl u. dgl.) birgt die grosse Gefahr in sich, dass die Durchlässigkeit und Wasseraufnahmefähigkeit des Schalungsholzes unterschiedlich wird. Es bedarf nur eines unregelmässigen Auftrages, hier viel, dort wenig, und schon zeichnen sich diese Stellen als dunkle oder helle Wolken im Sichtbeton ab. Manchmal glaubt man fast am Beton nachträglich den Pinselstrich vom Schalungsöl-Auftrag zu erkennen. Es gilt deshalb für die Vorbehandlung des Schalungsholzes entsprechende genaue Instruktionen zu geben und auch diese Arbeiten zu überwachen.

Es ist auch meistens gut möglich, auf die Anwendung spezieller Entschalungsmittel zu verzichten, wenn die fertig errichtete Holzschalung vor dem Betonieren gut genässt werden kann. Dadurch wird die oberste Holzschicht mit Wasser gesättigt, und es entsteht damit naturgemäss eine Schalungsfläche, die bezüglich der Wasseraufnahmefähigkeit gleichmässig ist. Das Ausschalen geht mit so behandeltem Holz meistens kaum weniger gut vonstatten. Wichtig ist, dass eine länger andauernde oder einige Male wiederholte Besprengung vorgenommen wird. Das Holz braucht einige Zeit, um das Wasser richtig aufzunehmen. Ein anderer Vorteil dieser Methode ist der, dass die Dichtigkeit der Schalung durch das quellende Holz allgemein stark verbessert wird.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass als Entschalungsmittel nur bewährte, saubere Materialien verwendet werden dürfen.

4 1.3 Versetzen der Schalung

Viele hässliche und wegen ihrer Streifenform auffällige Farbänderungen erweisen sich von nahe besehen als Abmagerungen im Bereich von undichten Stellen der Schalung. Sie werden oft umrahmt mit sehr kompaktem und dunkler gefärbtem Beton (s. vorangehendes CB, Abb. 7 [1] und [3]).

Zur Vermeidung undichter Schalung gehört vor allem eine sorgfältig durchdachte Konstruktion und stabile Ausführung. Auch sollten die Stossflächen der Bretter gehobelt, wenn nicht gar als Nut und Kamm ausgebildet sein. Bei Stirnholzanschlüssen kommt es besonders auf den scharfen, sauberen und geraden Sägeschnitt an. Hier empfiehlt sich die Einlage von Dichtungsbändern.

Es ist vorteilhaft, wenn man während des Einvibrierens des Betons die Aussenseiten von Wandschalungen auf Undichtigkeiten kontrolliert. Wenn die Schalung nicht gleich aus allen Fugen rinnt, lässt sich jedes Leck mit Werg oder dgl. rasch verstopfen und damit viel Schaden vermeiden.

1.4 Ausschalen, Nachbehandlung

Jeder Portlandzement lässt beim ersten Erhärten durch stoffliche Umsetzungen Kalziumhydroxyd entstehen. Diese Form des Kalkes ist soweit löslich, dass sich Wasser, das mit Beton eine Zeitlang in Berührung steht, damit sättigt. Infolge Verdunstens des Wassers oder durch Umwandlung des Kalziumhydroxyds in das unlösliche Kalziumkarbonat (durch die Kohlensäure der Luft) wird der Kalk ausgeschieden, und es entstehen die hässlichen, schwer zu entfernenden weissen Kalkausblühungen. Der junge Beton ist in dieser Hinsicht bis zum Alter von einigen Wochen besonders anfällig. Es gilt deshalb nach dem Betonieren darauf zu achten, dass die Bedingungen für die Entstehung der Kalkausblühungen möglichst nicht eintreten können und jedes stehende oder langsam sickende Wasserlein, das dem Beton Kalk entziehen könnte, zum voraus aufzuspüren. Besonders heimtückisch sind die feinen Spalten, die bald etwa infolge Schwindens des Holzes und Schrumpfens des Betons zwischen Schalung und Beton zu klaffen beginnen. Wenn hier Regen- oder Nachbehandlungswasser eindringt oder sich gar im Zwischenraum ohne äussere Zeichen Kondenswasser bildet, dann ist es sicher um das schöne einheitliche Betongrau geschehen.

Man empfiehlt deshalb, Sichtbetonmauern in Schalung oben gegen zudringendes Wasser abzudecken und, im Bestreben einheitliche

5 und übersichtliche Bedingungen zu schaffen, möglichst rasch auszuschalen. An der Luft gibt es keine lokalen Unterschiede im anfänglich so wichtigen Feuchtigkeitshaushalt der Betonoberfläche. Der Beton kann gleichmässig austrocknen, ohne dass Kalk an seiner Oberfläche ausgeschieden wird.

Nach dem Ausschalen achte man darauf, dass nirgends Wasser langsam über den Beton herunterrinnt. Kräftiges und gleichmässiges Besprengen zur Feuchthaltung schadet hingegen nichts. Aus dem rasch fliessenden und ständig sich erneuernden Wasser kann sich kein Kalk niederschlagen.

2. Der Beton (Gleichmässigkeit der Materialeigenschaften)

2.1 Grundmaterialien

Für die Grautönung der Betonsichtfläche ist in erster Linie die Eigenfarbe des Zementes massgebend. Es gibt, je nach dem zur Zementfabrikation angewandten Rohgestein, dunklere und hellere Portlandzemente, und zwar auch dann, wenn die chemische Zusammensetzung, so wie sie üblicherweise bestimmt wird, genau die gleichen Werte zeigt. Die Eigenfarbe des Zementes aus einer bestimmten Fabrik gilt, wenn sie nicht eine Mittelstellung einnimmt, entweder eher als hell oder eher als dunkel. Es sind aber auch gelegentlich feine Farbunterschiede bei derselben Zementmarke zu bemerken, etwa zwischen der einen Tagesproduktion und der anderen.

Diese Differenzen in der Grautönung können in einer grossen zusammenhängenden Wandfläche sehr auffällig und störend erscheinen. Man vermeidet sie, indem man wenn immer möglich für denselben Bau Zement derselben Fabrikmarke verwendet und für denselben zusammenhängenden Bauteil Zement derselben Lieferung.

Der Zuschlagstoff nimmt auf die Farbe des Sichtbetons viel weniger Einfluss als der Zement. Es sind höchstens die feinsten Anteile, die zu einem Bestandteil des eigentlichen Zementleims werden, welche die Grautönung beeinflussen können. Die farblichen Schwankungen der Feinstanteile sind aber im allgemeinen sehr gering und ihre Färbekraft zudem sehr klein.

Auch Schwankungen in der Zusammensetzung des Betons können Änderungen der Grautönung bewirken. Wenn man annimmt, dass die Farbe des Betons gleich der Farbe des Zementleims ist, so lässt sich schliessen, dass hier weit weniger die Unterschiede in der Zementdosierung oder Kiessandzusammensetzung wirksam sind als Änderungen des Wasserzementwertes. Ein P 250 und ein P 300 haben, bei sonst gleichbleibenden Bedingungen, praktisch die gleiche Farbe, aber ein Beton mit einem Wasserzementwert von 0,47 ist schon deutlich dunkler als ein solcher mit 0,50 (s. vorangehendes CB, Abb. 6 [1]). Der Unterschied entspringt einer Änderung der Wasserzugabe um nur 6% oder um nur 1 bis 2 l in einer kleineren Mischcharge.

Will man farblich regelmässigen Sichtbeton herstellen, ist demnach ganz besonders auf die genaue Einhaltung des Wasserzementwertes von Mischung zu Mischung zu achten. Hier können aber Materialeigenschaften hineinspielen, welche die Konsistenz des Betons beeinträchtigen und somit zur Änderung der Wasserzugabe verleiten. Als Beispiel sei hier u.a. die Veränderung der Verarbeitbarkeit durch Wechsel der Kornzusammensetzung des Zuschlages erwähnt. Man muss sich diesen versteckten, indirekten Einflüssen bewusst sein und den Beton nicht auf konstante Konsistenz, sondern auf gleichbleibende Zement- und Wasserzugabe dosieren.

3. Das Betonieren (Gleichmässigkeit der Verarbeitung)

3.1 Transport und Einbringen

Wenn man sich die Frage stellt, was wohl beim Transport und Einbringen des Betons geschehen kann, das der Betonsichtfläche ein unregelmässiges Aussehen verleihen könnte, so wird man zunächst an die Kiesnester denken. Es scheint klar, dass bei einer anspruchsvollen Sichtbetonarbeit keine Kiesnester vorkommen sollten, aber ebenso klar ist es, dass es sehr oft enge, dichtarmierte Bauteile gibt, bei denen das korrekte Einbringen des Betons sehr schwierig ist. Wie man Kiesnester möglichst vermeidet, haben wir an dieser Stelle schon verschiedentlich dargetan (CB 1960/2). Mit was man sie repariert, sei hier kurz wiederholt: Man sucht einen

7 Mörtel herzustellen, der einen in allen Teilen möglichst gleichen Zementleim enthält wie der ursprüngliche Beton, insbesondere gleichen Zement (evtl. ist eine kleine Menge zurückgestellt worden), gleiches Wasserzementverhältnis und Sand, der aus dem Betonzuschlag ausgesiebt wurde. Die gute Reparatur von Kiesnestern im Sichtbeton ist eine schwierige, kunstvolle Arbeit und zum guten Gelingen braucht es erst noch ein wenig Glück.

Hier ist noch ein Wort über die Arbeitsfugen anzufügen. Änderungen in der Beschaffenheit der Grundmaterialien können, wie wir gesehen haben, direkt oder indirekt Änderungen der Grautönung des Betons hervorrufen. Meistens tritt dies bei zeitlichen Arbeitsunterbrüchen ein, und die farbliche Differenz zeigt sich dann an einer Arbeitsfuge. Es ist nun nicht gleichgültig, ob eine solche Arbeitsfuge als wilde Wellenlinie über die Wandfläche verläuft oder ob sie als waagrechte Linie, eventuell genau auf eine Schalungsbretterfuge, gelegt wird. Im letzteren Falle ist ein auftretender Farbkontrast viel weniger auffallend und sicher auch viel weniger störend (s. CB 1960/6, Abb. 7). Um eine gerade Arbeitsfuge zu erhalten, betoniert man zuletzt bis an die Unterkante einer schmalen Latte, die an der Innenseite der Schalung provisorisch befestigt worden ist.

Die Farbänderungen des Betons infolge Änderungen der Beschaffenheit der Grundmaterialien können oftmals an hohen und dicken Schwergewichts-Stützmauern beobachtet werden. Wegen der grossen Kubatur sind an der ganzen Mauerhöhe, in mehreren Betonieretappen, meistens verschiedene Zement- und Zuschlagslieferungen beteiligt, so dass sich durch die Arbeitsfugen getrennt, verschiedene Grautönungen des Betons zeigen.

3.2 Verdichten

Durch die Innenvibration kann an ausgesuchten Stellen leichte Entmischung des Zementleims eintreten. Der Wasserzementwert wird lokal verändert und damit auch die Grautönung des Betons. Bekannt ist der Effekt des «Blutens» an der Oberfläche von frisch vibriertem Beton. Dies zeichnet sich danach in der Sichtfläche oft als helle, zumal verschwommene Streifen ab, die in Abständen entsprechend der Einbringetappen ungefähr waagrecht verlaufen. Die Erscheinung ist die Folge von zuviel Anmachwasser, zu wenig Feinstanteilen im Zuschlag oder zu langem Vibrieren.

Das «Durchschimmern» der Armierungseisen (s. vorangehendes CB, Abb. 8) wird auch auf eine leichte Entmischung des Zementleims zurückgeführt. Man kann sich vorstellen, dass in den Eng-

8 pässen zwischen Armierung und Schalung oder um die Stahlstäbe herum überhaupt, gewisse Resonanzen der Rüttlerschwingungen entstehen, die eine Entmischung im feinsten Kornbereich herbeiführen können. Eine Abhilfe hierfür gibt es kaum – die Erscheinung ist aber relativ selten.

Diese Bemerkungen über den Sichtbeton können nicht vollständig sein. Sie beschlagen nur die grössten Fehlermöglichkeiten. Einerseits bestehen darüber hinaus die vielen einzelnen Erfahrungen des Praktikers, die bei jedem Bau angewandt und auch erneuert werden, und andererseits gibt es noch manche Probleme, z. B. beim Einfluss des Schalungsholzes, die auch in der Praxis noch nicht gelöst sind.

Beim Sichtbeton gilt es im allgemeinen, die Arbeiten scharf zu beobachten, die Fehler genau zu bestimmen und die Erfahrungen jeweils folgerichtig anzuwenden. Tr.