

# Der Gesamteindruck zählt

## Wie Mängel die Qualität von Sichtbetonflächen trüben

**M**it höher werdenden Anforderungen und der Vielfalt der Gestaltungsmöglichkeiten wächst auch die Zahl möglicher Schadensbilder. ■

Oft gelingt die fachgerechte Planung und Herstellung von Sichtbetonflächen mit höheren Anforderungen an das Aussehen, aber sie erfordern betontechnologische Fachkenntnisse. Hier soll dem komplementär dazugehörigen Teil, den rügefähigen Unregelmäßigkeiten, den Mängeln und Schäden unter systematischen Gesichtspunkten nachgegangen werden.

### Grundlegendes

Als relevantes deutschsprachiges Regelwerk gelten

- in Deutschland: Merkblatt Sichtbeton [2],
- in Österreich: Richtlinie Sichtbeton – Geschalte Betonflächen inklusive Gütezeichen „Fachbetrieb für Sichtbeton“ [3],
- in der Schweiz: Merkblatt für Sichtbetonbauten, cemsuisse-Merkblatt 02 [4].

Ob und wie Oberflächenunregelmäßigkeiten vertragsrechtlich als Mängel und Schäden einzustufen sind, muss im Bauvertrag festgelegt werden. Hinweise zum Umgang mit Mängeln enthält die VOB/B. Nach § 13 VOB/B gilt:

*„(1) Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber seine Leistung zum Zeitpunkt der Abnahme frei von Sachmängeln zu verschaffen. Die Leistung ist zur Zeit der Abnahme frei von Sachmängeln, wenn sie die vereinbarte Beschaffenheit hat und den anerkannten Regeln der Technik entspricht. Ist die Beschaffenheit nicht vereinbart, so ist die Leistung zur Zeit der Abnahme frei von Sachmängeln ...“*

Im weiteren Text dieses Paragraphs wird unter Abs. 2 Satz 2 auch die Leistung nach Probe und in Satz 3 auf die Haftung bei

Mängeln, die auf das Leistungsverzeichnis zurückzuführen sind, eingegangen. Analoge vertragsrechtliche Definitionen existieren für Schäden.

Aus betontechnologischer und betontechnischer Sicht kann unterschieden werden in:

- Materialspezifische, nicht vermeidbare Unregelmäßigkeiten
- Hinnehmbare Mängel
- Rügefähige Mängel
- Schäden
- Mängel und Schäden aus „Verschlimm-besserungen“ durch „Betonkosmetik“

- Textur,
- Porigkeit,
- Farbtongleichmäßigkeit,
- Ebenheit,
- Arbeits- und Schalhautfugen sowie
- die Schalhautklasse

genannt sind. Die Merkmale und Anforderungen an den Sichtbeton dieser Tabelle werden in den o. g. Merkblättern weiter erläutert.

Im DBV/VDZ-Sichtbeton-Merkblatt [2] wird zudem der Gesamteindruck als grundlegendes Beurteilungskriterium für die vereinbarte Sichtbetonklasse definiert:

*„Die gestalterische Wirkung der Sichtbetonfläche einer Sichtbetonklasse ist grundsätzlich nur in ihrer Gesamtwirkung angemessen beurteilbar, d. h. nicht nach Maßgabe absolut erklärter Einzelmerkmale. Die Verfehlung von vertraglich vereinbarten Einzelmerkmalen soll daher dann nicht zu einer Nachbesserungspflicht führen, wenn der Gesamteindruck des betroffenen Bauteils oder Bauwerks in seiner Gestaltungswirkung nicht gestört ist.“*



(1) Unregelmäßigkeiten an einer verrutschten Arbeitsfuge.



(2) Kanten- und Eckabbrüche durch nicht fachgerechtes Entschalen.

*Der Gesamteindruck von Sichtbetonflächen wird aus angemessenem Betrachtungsabstand und unter üblichen Lichtverhältnissen beurteilt.“*

Diese Festlegung bedeutet, dass infolge der einflussnehmenden Parameter, wie Betrachtungsabstand, übliche Lichtverhältnisse und ergänzend die Bedingungen bei der Abnahme etc., keine allgemein darstellbare Bewertung möglich ist. Es lassen sich hier nur sichtbetontechnologische Hinweise geben.

## Mängeln und Schäden in Planung und Ausführung

Auch die **Planung** der Ansichtsfläche sollte unter dem Gesichtspunkt des Gesamteindrucks und weiteren detailliert beschriebenen Vorgaben an die optische Qualität erfolgen. In der Regel arbeitet ein interdisziplinäres Planungsteam mit koordiniertem Planungsablauf an dieser Aufgabenstellung.

Für die **Ausführung** wird eine noch komplexere Leistung erforderlich, die auch bei größter Sorgfalt nicht fehlerfrei sein kann. Sie verlangt die Berücksichtigung von:

- Vorgaben für Kosten, Termine, Vorgehen bei störenden Wettereinflüssen

- Vorgaben für den Beton und die Biontechnologie, die Schalung und die Bauhilfsstoffe sowie die Organisation der Bauausführung
- Ausreichend ausgearbeiteten Betonierplänen mit Betonierreihenfolge zur Berücksichtigung materialbedingter sichtbetontechnologischer Grundsätze (z. B. Zwangspannungsentwicklung aus Hydratationswärmeentwicklung, Temperaturdifferenzen, Dehnungsbehinderungen)
- Flexibilität für den Bauausführungszeitraum mit einhaltbaren Betonierzeiträumen und Betonierzeiten, in denen Sichtbeton nicht hergestellt werden sollte
- Flexibilität, wenn durch Planungsverzug notwendige qualitätssichernde Steuerungen beim Schalungsbau, der Bewehrungsplanung, der Sichtbetontechnologie aus Zeitgründen nicht mehr möglich sind
- Baubetrieb, der trotz nicht vermeidbarer Störmöglichkeiten (z. B. Umwelteinflüsse, Organisationsmängel, gesellschaftliche Einflüsse) weiterlaufen muss

## Qualitätssicherung mit Relativierung

Vertragsrechtliche Festlegungen zur Ausführungsqualität sind am Gesamteindruck

zu orientieren. Die menschliche Wahrnehmungsfähigkeit zum Zeitpunkt der Abnahme ist keine Konstante. Deshalb sollten weitergehende (aber nur selten vereinbarte) Festlegungen zum Zeitpunkt der Abnahme (inklusive Witterungsverläufen, Definitionen zum Endzustand bei der Abnahme) im Bauvertrag (z. B. in ZTV) vereinbart werden [siehe 2, 3, 4].

Unregelmäßigkeiten in der Textur, Porigkeit, Ebenföchigkeit und Fugenausbildung als Einzelkriterien der Sichtbetonklassen lassen sich nach dem Ausschalen relativ schnell erkennen. Anders bei der Beurteilung von Betonfarbton und Farbtondifferenzen. Weil die Austrocknungszeit von Betonoberflächen unterschiedlich lang sein kann, ist der Zeitpunkt bis zum Erreichen der Farbtongleichmäßigkeit nicht genau vorhersehbar. Beton erreicht zwar anfänglich einen Farbton, der nach Kondenswasser- und Oberflächenwasserverdunstung mit Austrocknungsauffhellung scheinbar stabil ist. Dieses Erscheinungsbild verändert sich jedoch noch weit über diesen Zeitraum hinaus, manchmal auch noch nach Monaten. Einige Farbtonungleichmäßigkeiten bleiben auch nach Jahren noch sichtbar (z. B. Holzabdrücke auf Oberflächen aus der Abstützung von Sichtbetondeckenuntersichten), andere verschwinden (z. B. dunkle, feuchtigkeitsbedingte Unregelmäßigkeiten).

Die spätere Ausführungswirklichkeit lässt sich zudem – auch bei größter Sorgfalt im Leistungsverzeichnis – nicht vollständig erfassen. Deshalb unterteilen die Merkblätter [2], [3], [4] in:

- Technisch nicht oder nicht zielsicher herstellbare Anforderungen
- Abweichungen, die nur eingeschränkt vermieden werden können
- Abweichungen, die bei fachgerechter Ausführung und angemessener Sorgfalt im Allgemeinen vermeidbar sind

Die erste der hier genannten Kategorien erfasst Unregelmäßigkeiten, die materialspezifisch und umweltspezifisch sind und nicht nur nicht rügeföhig, sondern vorwiegend zu berücksichtigende Materialeigenschaften sind.

## Ursachen von Planungs- und Ausführungsmängeln

Architekten, Auftraggeber und Tragwerksplaner leisten viel, und das oft ohne ausreichend Zeit zum erforderlichen gründlichen Planen. In den Fällen, in denen die erforderliche Zeit zum Nachdenken und Planen fehlt, ist das Gestalten mitunter auf Routine ohne Detaillösungen reduziert. Zu den Fehlerursachen in der **Planung** gehören dementsprechend:

- Nicht ausreichende Kenntnisse (Unter-schätzung) der Ausführungsmöglichkeiten für die Sichtbetongestaltung
- Ungenau beschriebene Zielstellung mit fehlenden verbindlichen Planungsvorgaben und vertraglicher Einbindung der Merkblätter und Richtlinien in das Leistungsverzeichnis
- Anforderungen, die über bestehende Regelwerke hinausgehen, sind nicht gesondert beschrieben. Sie sollten auf ihre Machbarkeit geprüft oder im Leistungsverzeichnis entsprechend dargestellt werden.
- Zu gering dimensionierte Bauteildicken, zu große Schütthöhen, zu hoher Bewehrungsgrad
- Zu komplizierte oder für Beton ungeeignete geometrische Abmessungen (Folge: Fehler beim Einbringen, Verdichten, satter Verbund mit der Bewehrung, unzureichende Ausbildung von Kanten, Kantenabbrüche beim Ausschalen etc.)
- Keine oder ungenaue Planungsvorgaben zur Schalung, Schalungshaut und den übrigen Bauhilfsstoffen (Trennmittel, Abstandhalter etc.) ohne Planfestlegungen im Schalungsmusterplan, im Leistungsverzeichnis und im Bauvertrag
- Fehlende Festlegungen zum zu entwickelnden Betonsortenentwurf und zur Betonsortenentwicklung des Auftragnehmers
- Keine oder unzureichende Hinweise zur Mustererstellung
- Anforderungen an die Gleichmäßigkeit im Farbton und in der Textur, die von der Technologie und vom Beton nicht erfüllt werden können
- Fehlende Flexibilität zur Planungsoptimierung in der Ausführungsphase und zu den Betonagezeitpunkten
- Fehlende Angaben zur Dehnungs- und

Arbeitsfugenausbildung (Art und Umfang) beim Entwurf (Dehnfugen) und bei der Ausführung (Arbeitsfugen mit Fugen-anordnung)

- Arbeitsfugeneinteilung unterbewertet oder wenig durchdacht
- Keine ausreichend **geplante** Qualitätssicherung
- Keine Verbote zur Fluktuation der Mitarbeiter in der Planungs-, Objektüberwachungs- und Ausführungsphase
- Zu optimistisch geplanter Ausführungszeitraum und Betonierzeiten, in denen Sichtbeton besser nicht hergestellt werden sollte
- Nicht vorhersehbare Hindernisse bei der Herstellung (Entscheidungsblockaden, Kostendruck, nicht vermutete Schwierigkeitsgrade)

Die Ursachen von **Ausführungsmängeln** sind vielfältiger als hier beschreibbar.

Menschliche Schwächen des Führungs- und Fachpersonals (z. B. mit nicht ausreichender Fachkenntnis zu vorhersehbaren und nicht vorhersehbaren Rahmenbedingungen) können zu Streit führen und in vertragsrechtlichen Konsequenzen enden.



(3) Mechanische Beschädigungen an der Schalungshaut (erforderliche Qualitätskontrolle).

Als Ursachen für gelegentlich auftretende Mängel bei der Bauausführung gelten:

- Keine ausreichende Kontrolle der erfüllbaren und nicht erfüllbaren Planungsvorgaben mit Korrekturanregungen
- Fehlende betontechnologische Vorbereitung und Steuerung
- Fehlende Betreuung der Schnittstelle für die Sichtbetonherstellung (Beton, Schalung und sonstige Bauhilfsstoffe)
- Fehlende oder unzureichende Sorgfalt bei der Betonsortenwahl oder Betonsortenentwicklung

Kategorie	Ursachen	Weitere relevante Ursachen
1	Referenzen des Planungs-/Fachpersonals	Keine rechtzeitige Vorbereitung Keine ausreichende Koordination nicht ausreichender Etat Nicht ausreichende Bauzeit und Zeitraum
2	Unklarheiten und fehlende Konsequenz bei der Umsetzung der Gestaltungsidee in die Wirklichkeit, insbesondere im Farbton, in der Textur, in der Ebenheit, in der Maßgenauigkeit, in der Fugeneinteilung und in sichtbetontechnologischen Besonderheiten  Einbau von Fertigteilen und sonstigen Einbauteilen, konstruktive und geometrische Ausbildung, Oberflächenbearbeitung und -behandlung	Unzureichende Betontechnologie beim Betonsortenentwurf mit fehlender Konsequenz bei der Bauausführung: Herstellung Transport Fördern Einbringen, Verdichten und Nachverdichten Ausschalen Nachbehandeln Schützen
3	Zu hoher Schwierigkeitsgrad, insbesondere Gleichzeitigkeit von hohen Anforderungen bei unzureichender Beachtung betontechnologischer Möglichkeiten	Konstruktive Fehler beim Entwurf mit negativen Einflüssen durch Feuchtebelastung, Schmutz, schlechte Arbeits- und Dehnfugenausbildung

(4) Kurzüberblick über Ursachen von Mängeln und Schäden am Sichtbeton

- Fehlende Erprobungsflächen und Weiterentwicklungen der Sichtbetontechnologie für unterschiedliche Bauteile in der Sichtbetonbauphase
- Fehlender Soll-/Ist-Vergleich zwischen Zielstellung und tatsächlicher Ausführungsqualität
- Stagnierender und kontinuierlicher Baubetrieb zu verschiedenen Jahreszeiten und Witterungsbedingungen, insbesondere Betonieren bei extremen Umweltbedingungen
- Nichtbeachtung von signifikanten Einflüssen aus Umweltbedingungen auf die Ausführungsqualität
- Unterschätzung möglicherweise signifikanter Rissbildung
- Fehlerhafte Oberflächenbearbeitung und -behandlung
- Ungeeignete bzw. nicht professionell vorgenommene Betonkosmetik
- Ungeeigneter Schutz der Sichtbetonbauteile

Beton ist – bedingt durch seine Zusammensetzung – ein Baustoff, der bei seiner Herstellung nicht vollständig homogen und isotrop sein kann [1]. Die relevanten Regelwerke lassen bei festgelegtem Betonsortenentwurf Schwankungsbreiten für seine Herstellung, seinen Transport, seine Übergabe auf der Baustelle, sein Fördern, Einbringen, Verdichten, Nachverdichten, Ausschalen, Nachbehandeln und seinen Schutz zu.

Die geltenden Regelwerke für Beton, wie DIN 1045 / EC 2, erwähnen nur wenig zur Entwicklung des Aussehens von Beton in der Erstarrungs-, Erhärtungs- und Austrocknungsphase. Hinweise zu Unregelmäßigkeiten gibt das DBV/VDZ-Sichtbeton-Merkblatt [2] in Abschnitt 5.1.2 Ausführbarkeit:

- gleichmäßiger Farbton der Sichtbetonflächen im Bauwerk,
- Oberflächen frei von Dunkelverfärbungen bei niedrigen Temperaturen und hohen Luftfechtigkeiten etc.

Zu den nur eingeschränkt vermeidbaren Abweichungen erwähnt [2], z. B.

- leichte Farbtonunterschiede zwischen aufeinander folgenden Schüttlagen,
- Abzeichnung der Bewehrung und des Grobkorns etc.

**mobiles Bautagebuch • Mängelverfolgung  
Bauzeitenplan • Finanzierungsplan  
Termine • Fotos • Dokumente • LV-Aufmass**

# Wer schreibt, der bleibt!

**..immer ALLES / AKTUELL zur Hand**



★★★★★

Erhältlich im  
**App Store**  
für iPhone und iPad




ANDROID

**Ihre komplette  
Baustelle  
in der Jackentasche**

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





(5) Signifikante Farbtonabweichungen können durch ein Betonieren in der nassen und kalten Jahreszeit entstehen.



(6) Farbtonunterschiede bei Betonieren bei niedrigen Außentemperaturen, hoher Luftfeuchtigkeit und langer Schalungszeit.



(7) Gelbverfärbung durch Kondenswasserbildung bei Phenolharzschalung.



(8) Flecken und Inhomogenitäten

Bilder: © Rolf Schulz

Analoge Angaben enthalten [3] und [4]. Einige Unregelmäßigkeiten an Sichtbetonan-sichtsflächen sind noch nicht ausreichend erforscht: z. B. sind Wechselwirkungen zwischen dem Frischbeton, den übrigen Bau-stoffen und Bauhilfsstoffen und den Um-welteinflüssen im Frisch- und Erhärtungszu-stand, soweit sie das Aussehen betreffen, teilweise noch unklar.

Forschungsbedarf besteht auch über **Farb-tonabweichungen** zum Grundfarbton. So gibt es mindestens 20 Faktoren für stören-de Einflüsse auf den Farbton. Die wichtigs-ten sind:

- Ungeeignete konstruktive Ausbildung des Bauteils oder des Bauwerks
- Wechselwirkungen zwischen Schalung, Betonsorte, Bewehrung, Ausschalen
- Temperatur und Luftfeuchtigkeit (Bild 6)
- Zeitabhängige, unterschiedliche Farbtöne beeinflusst durch Temperatur, Technologie, Ausgangsstoffschwankungen
- Unregelmäßigkeiten im Baubetrieb (Wartezeiten, Wechsel des Personals)
- Wenig robuste oder zu schwierige Oberflächenbearbeitungen und -behandlungen
- Oberflächenbehandlungen zu falschen Zeitpunkten, für ungeeignete Betonoberflächen oder mit ungeeigneten Oberflächenschutzsystemen

- Ungeeignete Betonkosmetik
- Alterung
- Unregelmäßigkeiten an pigmentierten Ansichtsflächen mit besonders ungeeigneten Farbtönen

**Mängel in der Textur**, also auffällige, störende Unregelmäßigkeiten, können entstehen durch:

- Beschädigungen der Schalungshaut (Bild 3)
- Veränderungen der Schalungshaut aufgrund ungenügender Qualität und zu häufigem Einsatz
- Fehlender Auswahl der Schalungshaut für den geplanten Einsatz
- Nicht ausreichende oder nicht zu Ende geführte Bearbeitung der Schalungshaut (Schnittstellenversiegelung, Beschichtungsspuren durch die Bearbeitung,
- Falsche Lagerung der Schalungshaut
- Beschädigungen oder fehlendem Schutz des Betons
- zu frühes oder zu spätes Ausschalen etc.

**Rügfähige Mängel in der Porigkeit** entstehen durch ungeeignete Verdichtung und/oder fehlende Nachverdichtung:

- Nicht materialgerechte Bauteilgeometrie
- Fehlende Optimierung der Bewehrungsverteilung

- Ungeeignete, das heißt schlecht verarbeitbare und wenig robuste Betonsorten
- Unzureichende Untersuchungen zur geeigneten Frischbetonkonsistenz etc.

Der Störeffekt wird durch das gleichzeitige Auftreten von mehreren Unregelmäßigkeiten verstärkt.

Zu störenden Unregelmäßigkeiten gehören auch:

- Unzureichende Gefälleausbildung mit der Folge von unzureichender Ableitung von Niederschlägen
- Unregelmäßigkeiten durch Schmutz, Staub, Öl, Handschuh- und Fußabdrücke
- Abzeichnung des Grobkorns an der Ansichtsfläche
- Signifikante Marmorierungen und Wolkenbildungen
- Versandete Oberflächen.

Diese Aufzählung zeigt, dass viele Mängel durch genaue Vorbereitung für den Personal- und Materialeinsatz, für die Herstellungszeiten und gegebenenfalls durch Bedenkenanmeldung reduzierbar sind.

### Schäden am Sichtbeton

Die hier dargestellte Trennung von Mängeln und Schäden am Beton und Sicht-

beton ist eine analytische Vorgehensweise. Selbstverständlich treten Mängel und Schäden nicht getrennt nach dieser oder anderen Kategorisierungen auf, sondern beliebig, also unter Umständen auch zusammen, z. B. als:

- Rügefähige Rissbildung (wesentliche Überschreitung der Rissbreiten aus der tragwerksplanerischen Berechnung)
- Unzureichende Betondeckung
- Schlecht ausgeführte Oberflächenbearbeitung mit Beschädigung der Betonstruktur

Qualifikation der Planer und der ausführenden Firma sowie Schwierigkeitsgrad und Machbarkeitskriterien bestimmen das Schadensrisiko. Besonders schwer ausführbare Anforderungen entstehen, wenn zu hohe Anforderungen gleichzeitig gestellt werden.

Eine weitere Blickrichtung: Unsere Wahrnehmen und Denken ist subjektiv. Die gravierende Blickrichtung, auf die sich Merkblätter [2], [3], [4] bei vermeidbaren und nicht vermeidbaren Unregelmäßigkeiten beziehen, ist der Gesamteindruck bzw. die Gesamtwirkung.

Für Sichtbeton können besondere Gesichtspunkte bei der Bemessung wichtig werden (z. B. maximale Rissbreite, Fugeneinteilung), die mit dem Architekten abzustimmen und auch tragwerksplanerisch umzusetzen sind. So wird z. B. der Spielraum zwischen „ausreichender Bewehrung“ und „Kosteneinsparung durch die Bewehrung“ durch die Anforderungen an die Optik mit Vorgaben zur Begrenzung der Rissbildung enger.



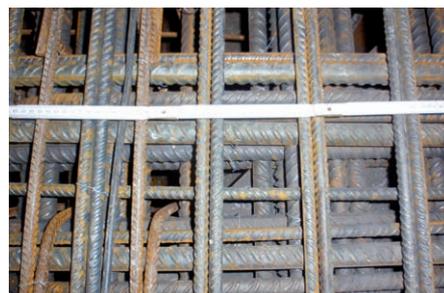
(9) Betonierlagenabzeichnungen und Fleckenbildungen.

## Beispiele für Mängel am Sichtbeton

### Einbringfehler

Voraussetzung für eine beherrschbare Einbringtechnologie von Frischbeton ist der Entwurf und die Konstruktion eines Bauteils, das die Ausführbarkeit gemäß Punkt 5.1.2 des DBV/VDZ-Sichtbeton-Merkblatts [2] berücksichtigt und bei dem betontechnologische Grundsätze zugrunde gelegt werden. Rügefähige Mängel im Rahmen des Einbringens entstehen häufig durch:

- Zu geringe Bauteildicke (Aufgrund fehlender Mindestdicke kann der Beton nicht störungsarm eingebracht und verdichtet werden.)
- Zu große Bauteilhöhen; auch beim Einbringen im Kontraktorverfahren
- Mindestabmessung des Bauteils, so dass der Rüttelschlauch, der beim Betonieren nicht streng geradlinig bleibt, dahin gelangen kann, wo er hin muss. Im Ansatz zwischen Rüttelflasche und Rüttelschlauch sind Verbiegungen nicht vermeidbar. Einbringrohre, die z. B. im Kontraktorverfahren verwendet werden können und z. B. über Kupplungen mit dem Kübelschlauch das Einbringen erleichtern, sind für zu hohe Schütthöhen nicht mehr genau genug beherrschbar.
- Zu hoher Bewehrungsgrad und zu konzentrierte Bewehrungsverteilung: Bewehrungskonzentrationen, bei denen kein Platz mehr für den Einbringschlauch und/oder den Innenrüttler vorhanden ist (Bild 10), müssen auch betontechnologischen Anforderungen genügen.
- Abhilfemaßnahmen, wie Größtkornreduzierung oder die Verwendung von leicht



(10) Bei Bewehrungskonzentrationen sollte auch das fachgerechte Betoneinbringen berücksichtigt werden.

verarbeitbarem Beton können entgegenwirken, erfordern jedoch auch höheren Aufwand.

### Deckenuntersichten mit Rostflecken und signifikanten Farbtonunterschieden aus Pfützenbildung auf der Schalungshaut

Sollen Rostflecken an der Untersicht von Sichtbetondeckenflächen vermieden werden, ist dies genau zu planen und als Leistung in den Leistungspositionen des Leistungsverzeichnisses mit aufzunehmen. Eine Bauausführung mit großer Sorgfalt erfolgt nach den Vorgaben im Qualitätssicherungsplan mit Angaben zur Betonsorte und dazugehöriger Sichtbetontechnologie, mit Schnittstellenangaben zur Schalung, den Bauhilfsstoffen bis hin zur Minimierung der Standzeiten von Schalung und Bewehrung nach [4].

Da die Bewehrung meist mehr als eine Woche vor dem Betonieren verlegt wird, entstehen bis zum Betonieren Verschmutzungen, Korrosionserscheinungen am Betonstahl, Pfützen und Ähnliches, die vor und während des Betonierens nicht mehr vollständig entfernt werden können. Solche Mängel an Sichtbetondeckenuntersichten können durch nachfolgende Maßnahmen reduziert werden:

- Durch Koordinierung der Gewerke reduzierte Standzeiten der Deckenschalung (maximal 8 Arbeitstage), so dass sich kein zusätzlicher Rost am Betonstahl bildet.
- Reinigung der Schalung vor dem Betonieren von Schmutz und Bindedraht, Abdecken, gegebenenfalls mehrfache Säuberung mit ausgewählten Reinigungstechniken (Pressluft, Staubsauger, Magnete)



(11) Deckenflächenuntersicht mit Rostflecken und Calciumcarbonatausblühungen.



Bild: © Rolf Schulz

(12) Diese Wasserläufer sind auf Kondenswasser zurückzuführen.

- Gelegentlich: Verzicht auf das Trennmittel beim ersten Einsatz neuer Schalung
- Begehen der Bewehrung auf der Schalung auf ein Minimum reduzieren (keine Verkehrsfläche).

Sollte sich tatsächlich nach längerer Standzeit (Wettereinfluss, Verzögerungen durch Nachunternehmer etc.) noch Rost bilden, kann dieser nach dem Ausschalen z. B. durch chemische Produkte zur Rostentfernung beseitigt werden. Dieses Vorgehen ist manchmal kostengünstiger als verzinkter Betonstahl, Edelstahl, Glasfaser- oder Karbonfaserbewehrung.

### Wasserfahnenbildung an Sichtbetonwänden

Bis zur Abnahme der Sichtbetonflächen zu einem geeigneten festzulegenden Zeit-

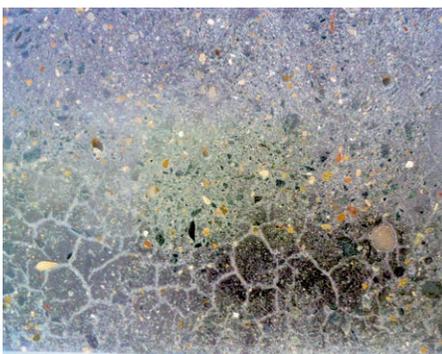


Bild: © Rolf Schulz

(13) Krakeleerisse

punkt können durch Niederschlag, den Baubetrieb (Deckenbetonagen über Wänden) und Kondenswasserbildungen Fließspuren an den Ansichtsflächen auftreten.

Als Gegenmaßnahmen haben sich bewährt:

- Vorbereitung von Schutzmaßnahmen durch fachgerechtes Abplanen, z. B. Schutzfolienanordnung mit Abstand von der Betonfläche
- Niederschlagswasser von den Wandoberkanten ableiten oder absaugen
- Sofortiges Absprühen von Zementleim und Schmutzwasser während des Betoniervorgangs
- Nach Erreichen der Ausschalfestigkeit sofortiges vollständiges Entschalen und Schützen
- Hydrophobierung nach dem ersten Abtrocknen unter Beachtung der Produktinformationen und Umweltbedingungen.

### Rissbildung

Risse mit Rissbreiten  $> 0,2$  mm in sichtbar bleibenden Flächen stören, wenn es sich um im Blickfeld stehende Ansichtsflächen handelt. Obwohl Rissfreiheit nicht möglich ist, kann durch eine tragwerksplanerische Rissbreitenbeschränkung oder durch konstruktive Gestaltung oder durch Anordnung von Fugen oder zusätzlicher konstruktiver rissverteilender Bewehrung der Rissbildung entgegengewirkt werden.

Eurocode 2 und DIN EN 206 geben Rissbreitenbeschränkungen aus Tragfähigkeits- und Dauerhaftigkeitsgründen vor, verweisen aber auf besondere Festlegungen bei Anforderungen an das Aussehen im Bauvertrag.

Das cemsuisse-Merkblatt [4] stellt fest:

*„Ästhetisch betrachtet, sind Risse an Sichtbetonoberflächen unerwünscht. Risse sind bei monolithischen Oberflächen praktisch nicht zu vermeiden, sie sind aber auch nicht grundsätzlich schädlich. ... Bei glatten Oberflächen fallen sie in der Regel stärker auf als bei strukturierten Flächen.“*

Das Merkblatt [4] unterscheidet weiter zwischen erhöhten und hohen (SBK 1 bis 3) sowie erhöhten oder hohen (SBK S) Anforderungen

bezüglich der Rissbildung und erläutert diese (Tabelle 14 von [4]). Ähnliche Angaben enthalten das DBV/VDZ-Merkblatt Sichtbeton [2] und die Österreichische Richtlinie Sichtbeton [3].

## Resümee

Der Umkehrschluss zu den hier beschriebenen Mängeln und Schäden lautet **nicht**: „Sichtbetonoberflächen müssen frei von Unregelmäßigkeiten und Mängeln sein.“, sondern als Komplementarität: Die Gestaltung in Sichtbeton mit genau beschriebenen und bemusterten Ansichtsflächen, die den Wünschen von Auftraggebern und seinen Planern entsprechen, ist eine spannende Herausforderung. ■

## Zur Person

### Rolf-Dieter Schulz

Studium an der TU Dresden, 1965 Diplom

1965 bis 1969 Planung und wissenschaftliche Tätigkeit in Berlin

1969 bis 1972 Bauleiter in München

1972 bis 1978 Laborleiter der Münchner Baustoffprüfungs-GmbH

1978 bis 1987 Abteilungsleiter bei Sager + Woerner Bau-AG, München  
1982/83 Geschäftsführer der vacuplan GmbH

1987 bis 2006 Bauberater des Deutschen Beton- und Bautechnik-Vereins e. V. und Überwachungsingenieur der Gütegemeinschaft Erhaltung von Bauwerken e. V.

Seit 1976 Ingenieurbüro für das Bauwesen in Brunthal

### Kontakt

85649 Brunthal, Eichenstr. 15a

Internet: [www.beton-schulz.de](http://www.beton-schulz.de)

E-Mail: [r.d.schulz@beton-schulz.de](mailto:r.d.schulz@beton-schulz.de)