Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 62 (1994)
Heft: 4

Artikel: Verbesserung oberflächennaher Betonschichten
Autor: Hermann, Kurt
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-153791

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 24.08.2025

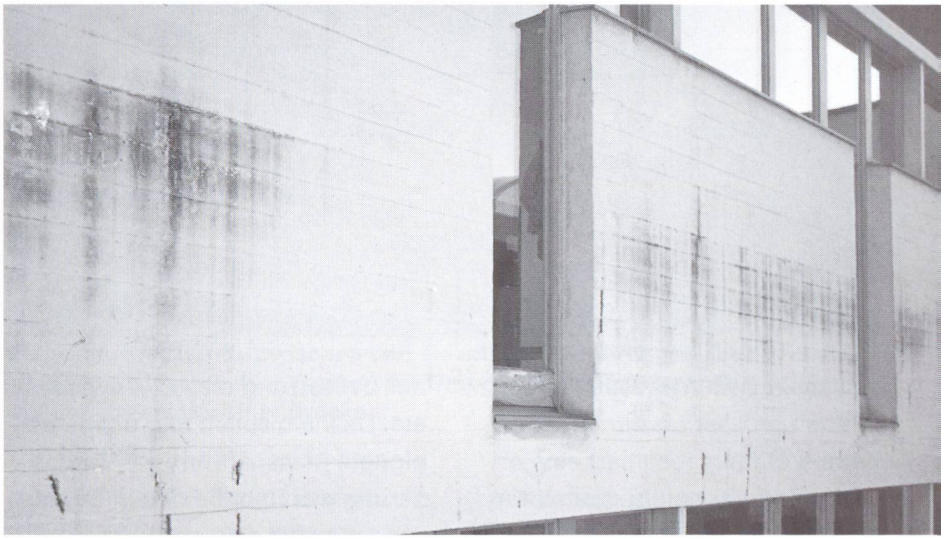
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Verbesserung oberflächennaher Betonschichten

Durch die Verbesserung der Eigenschaften der oberflächennahen Betonschichten, des Randbetons, lässt sich die Dauerhaftigkeit eines Bauteils erheblich verbessern.

Die Prüfung und Beurteilung von Bauteilen erfolgt meist unter der Annahme, dass der Beton über den gesamten Querschnitt keine wesentlichen Unterschiede in den physikalischen und chemischen Eigenschaften aufweist. Dies trifft nicht zu. Vielmehr lassen sich eine oberflächennahe Betonschicht (Rand- oder Randschichtbeton) und eine Kernzone (Kernbeton) unterscheiden (siehe *Schema 1* nächste Seite). Zum Randbeton wird im allgemeinen ein Bereich von der Hälfte bis $^2/_3$ des Grösstkorndurchmessers gerechnet.
Der Randbeton ist während der Nutzungsdauer eines Bauwerks nicht nur wesentlich stärkeren Umwelteinflüssen (mechanische Belastungen, Temperaturunterschiede, Frost, CO_2, Feuchtigkeit, Salzeinwirkungen usw.) ausgesetzt als der Kernbeton, er schirmt auch den Kernbeton weitgehend vor chemischen und physikalischen Angriffen ab und soll eine gegebenenfalls vorhandene Bewehrung vor Korrosion schützen. Er bestimmt somit die Nutzungsdauer einer Betonkonstruktion wesentlich mit. Und schliesslich prägt er auch das Erscheinungsbild eines Bauteils.
All dies belegt, dass die Eigenschaften der Betonrandzone besonders wichtig sind. Dennoch sind systematische Untersuchungen und Publikationen über Randbeton relativ selten. Einige von ihnen dienten als Grundlage für dieses «Cementbulletin».
In den folgenden Ausführungen wird praktisch ausschliesslich von Randbeton geschalter Bauteile gesprochen. Der Randbeton abgezogener Betonflächen unterscheidet sich prinzipiell nicht davon. Er weist lediglich eine grössere Oberflächenrauhigkeit auf.

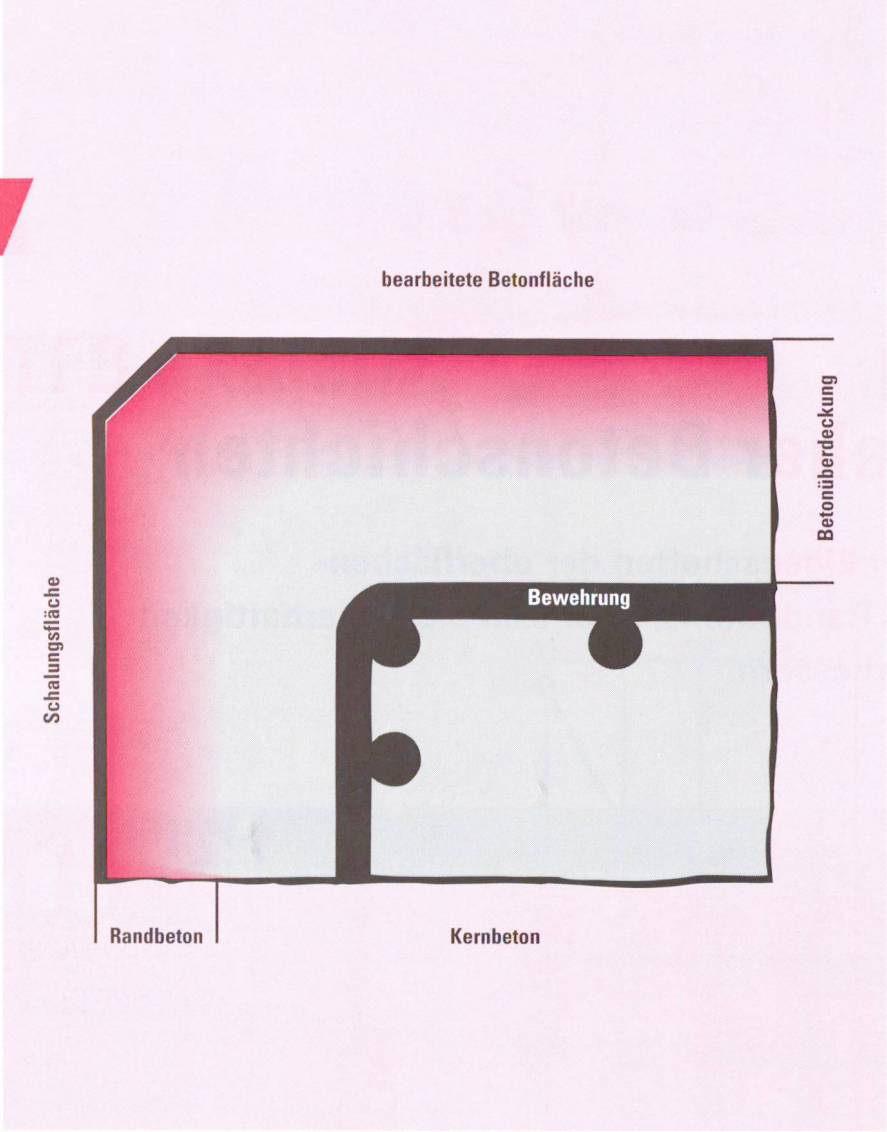
Foto: TFB



Korrosionsschäden als sichtbare Folgen von ungenügender Überdeckung und schlechtem Randbeton (Carbonatisierung!).

Entstehung des Randbetons

Randzonen, deren Eigenschaften sich mehr oder weniger stark von denjenigen der Kernzone unterscheiden, entstehen bei allen Betonbauteilen, ob sie nun geschalte, abgezogene oder bearbeitete Flächen aufweisen. Sie bilden sich fast immer bereits bei der Betonherstellung aus. Eine Vergrösserung der Eigenschaftsunterschiede zwischen Rand- und Kernbeton ist im Laufe der Zeit möglich.
Beim Einbringen und Verdichten reichern sich Zement und feine Bestandteile des Zuschlags in unmittelbarer Nähe der Betonoberfläche an. Die Folge: Die Zusammensetzung des Randbetons weicht von der durchschnittlichen Zusammensetzung ab. Der Randbeton enthält mehr Zement und Wasser als der Kernbeton, und



Grafik: ZSD, S. Einfalt

Schema 1.
Rand- und Kernbeton in bewehrtem Bauteil (nach [1]).

auch sein W/Z-Wert ist im allgemeinen grösser als der des Kernbetons. Daraus resultiert eine erhöhte Porosität. Holzinhaltstoffe und unsachgemäss eingesetzte Schalungstrennmittel können die Qualität des Randbetons verschlechtern.
Wenn die Randzone infolge ungenügender Nachbehandlung früh auszutrocknen beginnt, bleibt ihr Hydratationsgrad hinter demjenigen der Kernzone zurück. Der feuchtere Kernbeton behindert zudem das Schwinden der bereits geschwächten Randzone; Zugspannungen und ev. Schwindrisse sind die Folge.

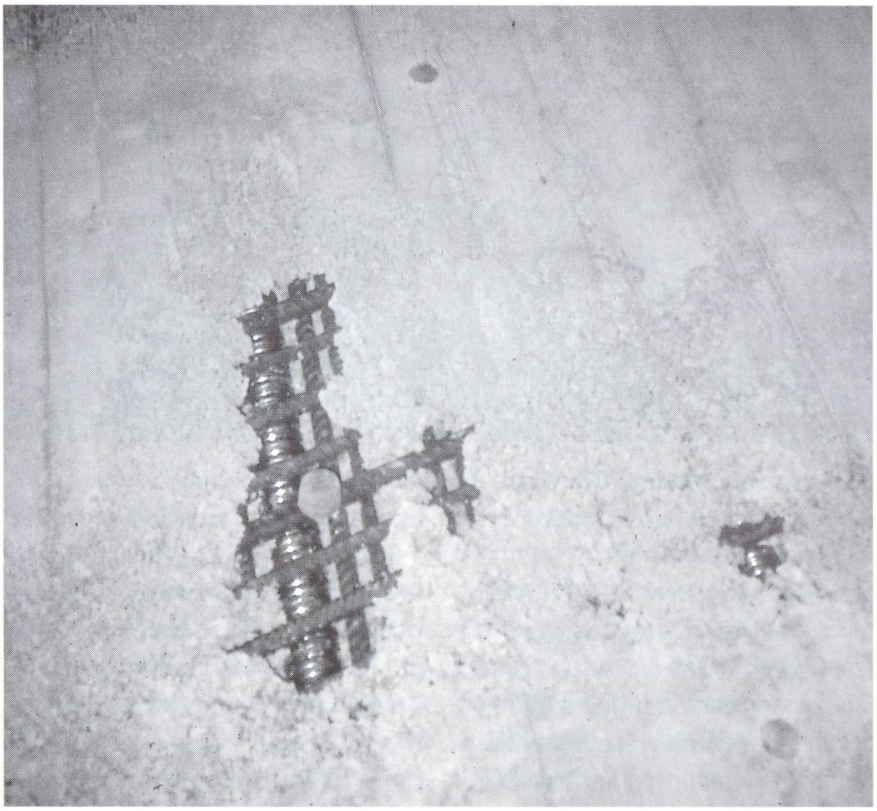
Verbesserung des Randbetons

An und für sich genügen die in den Normen enthaltenen Regeln, um Randbeton ausreichender Qualität zu erhalten. Probleme stellen sich allerdings häufig bei der Umsetzung dieses Wissens ein. Deshalb sollen hier einige geeignete Massnahmen zur Verbesserung des Randbetons in Erinnerung gerufen werden [2, 3].
Konstruktive Massnahmen bestehen beispielsweise darin, dass bei Stahlbeton genügend grosse bewehrungsfreie Räume für das Einbringen und Verdichten des Betons eingeplant werden. Zudem sollten die Stababstände so gross sein, dass der Frischbeton ohne Entmischung eingebracht werden kann. Zu grosse Einfüllhöhen sind zu vermeiden.
Betontechnologische Massnahmen. Der Trend in Richtung weicherer Betone, die besser eingebaut werden können, birgt die Gefahr des Entmischens in sich. Wichtig ist deshalb, dass ein gut zusammengesetzter Beton mit geringer Neigung zur Entmischung und genügendem Wasserrückhaltevermögen (Mehlkorn! [4]) eingebaut wird. Der Wassergehalt sollte durch Zugabe von Verflüssigern oder Fliessmitteln reduziert werden.
Saugende Schalungen vermindern den W/Z-Wert des Randbetons, indem sie Überschusswasser abführen und Luftblasen entweichen lassen. Dies setzt allerdings voraus, dass die vom abgesaugten Wasser hinterlassenen Poren durch Verdichten geschlossen werden.
Eine gute *Nachbehandlung* trägt viel zur Qualität eines Betonbauteils bei. Dies sollte bekannt sein. Erfahrungen des Beraterteams der TFB zeigen leider, dass gerade bei der Nachbehandlung viel gesündigt wird. Und dies wirkt sich vor allem auf die Eigenschaften des Randbetons negativ aus.

Saugende Schalungseinlagen

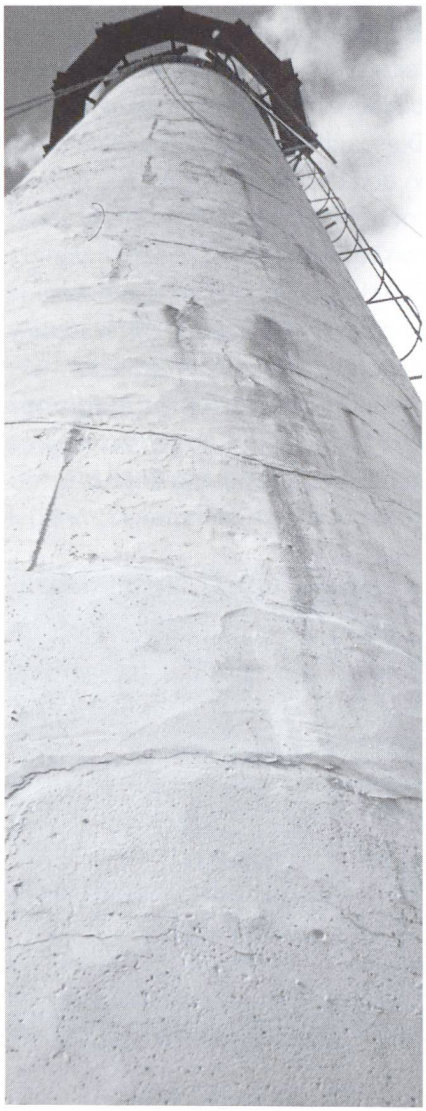
Vor mehr als 25 Jahren wurden Laborversuche durchgeführt, bei denen dicke Schichten von Löschpapier in Würfelschalungen eingelegt wurden [5]. Dabei resultierten praktisch lunkerfreie Betonoberflächen, deren dunkler Farbton auf einen niedrigen W/Z-Wert des Randbetons hinwies. Diese Untersuchungen wurden vor einigen Jahren wieder aufgenommen und erweitert. Die vier Seitenwände von Stahlschalungen für 20-cm-

Fotos: TFB



Zu geringe Abstände zwischen den einzelnen Bewehrungsstäben und ungenügende Überdeckung waren die Ursache dieser gravierenden Schäden auf der Unterseite einer Brücke.

Würfel wurden mit 30 verschiedenen Materialien (Filze, Vliese, Kartone, Folien und Gewebe) beklebt. Am wirkungsvollsten war 0,5 mm dickes Löschpapier, das zwischen einen 0,5 mm dicken Karton und die Stahlschalung eingelegt war,



doch auch mit 0,5 mm dickem Karton allein wurden sehr gute Resultate erzielt.
Die mit Karton-/Löschpapiereinlagen «behandelten» Oberflächen waren nahezu glatt und lunkerfrei und wiesen keine Verfärbungen auf. Im Vergleich zu Prüfkörpern, die ohne Schalungseinlagen hergestellt wurden, ergaben sich

- durchschnittliche Druckfestigkeitserhöhungen um 11 N/mm^2 bzw. etwa 15 % (mit dem Pendelschlaghammer nach Schmidt ermittelt);
- rund 50mal geringere Gasdurchlässigkeit des Randbereichs;
- Carbonatisierungstiefen nach sechs Monaten «Lagerung unter ungünstigen Bedingungen» unter 1 mm.

Die Wirkung dieser saugenden Einlagen wird damit erklärt, dass diese dem Frischbeton in einer ersten Stufe Wasser entziehen und damit den W/Z-Wert erniedrigen. Dieses Wasser wird im Lauf der folgenden Tage wieder abgegeben und ermöglicht eine sehr gute Nachbehandlung.

Wasserabführende Schalungsbahnen

Mit dem Ziel, die Lunkerbildung zu unterbinden, wurden 1984 beim Bau der Lorzentobelbrücke die strassenseitigen Brüstungsschalungen mit Fibertex F-2B, einem Geotextil der dänischen Firma Fibertex APS mit wasserabführenden Eigenschaften, überzogen.

Kommentar überflüssig!

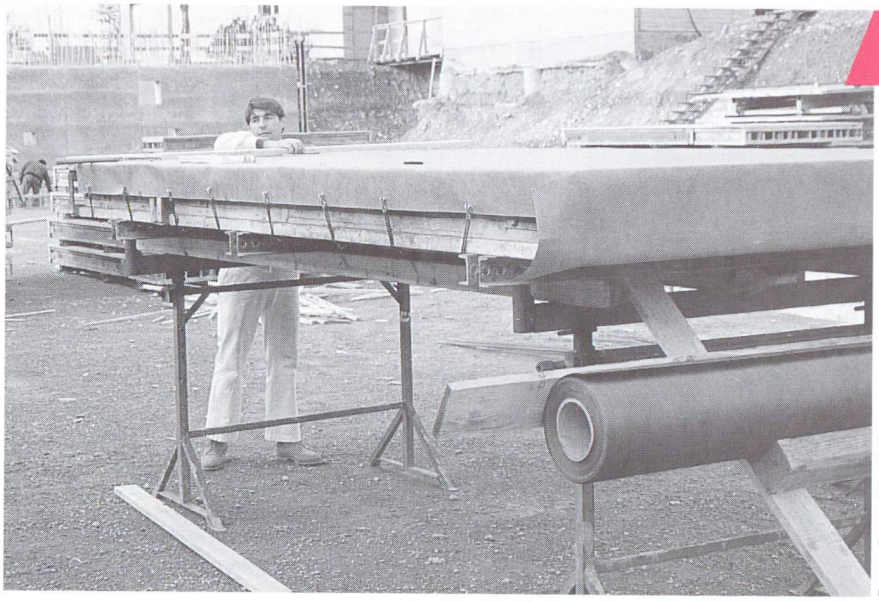
Bespannen von Brüstungselementen mit wasserabführenden Schalungsbahnen.
(Umbau Brüttisellerkreuz, 1993)

Das Vorhaben gelang: Die Vliesmatten in der Schalung beeinflussten die Beständigkeit des randnahen Betons positiv und verhinderten die Lunkerbildung fast vollständig [6].
Eine Weiterentwicklung saugender Schalungen ist die wasserabführende Schalungsbahn Zemdrain von Du Pont. Es handelt sich dabei um ein Spinnfasererzeugnis aus 100 % Polypropylen von 0,7 mm Dicke und einer maximalen Porengrösse von 0,07 mm. Die in Rollen von 0,50 bis 5,20 m Breite angelieferten Schalungsbahnen müssen nach dem Zuschneiden mit Montagehilfen (elastische Kunststoffringe mit Haken, Spannfrösche, Hebelspannsysteme, Heftklammern) faltenfrei auf die Schalung aufgespannt werden.
Während des Einbringens des Betons und des Verdichtens nehmen die Schalungsbahnen über die sehr feinen, gleichmässig verteilten Mikroporen unter Druck Wasser und Luft auf, während Zementpartikel an der Oberfläche zurückgehalten werden. Pro Quadratmeter werden bis zu 2,5 l Wasser durch die Drainagewirkung der Schalungsbahn abgeleitet, und bis zu 0,5 l Wasser verbleiben in der Schalungsbahn. Dieses gespeicherte Wasser wird in den ersten Stunden der Zementerhärtung wieder an den Beton zurückgegeben.
Die Hauptwirkung von Zemdrain besteht darin, dass der Wassergehalt des Randbetons reduziert wird. Daraus resultieren aufgrund von Untersuchungen in verschiedenen unabhängigen Labors und anderen Organisationen [3, 7–12]

- eine verbesserte Oberflächenqualität,
- ein dichteres Gefüge des Randbetons,
- eine erhöhte Druckfestigkeit des Randbetons,
- ein deutlich gesteigerter Carbonatisierungswiderstand sowie
- ein verbessertes Frost-Tau-Verhalten und
- eine verringerte Salzeindringung.

Literatur

[1] *Mayer, A.*, «Oberflächennahe Betonschichten – Bedeutung für die Dauerhaftigkeit», Beton **39** [5], 208–210 (1989).
[2] *Kern, E.*, «Massnahmen zur Qualitätssteigerung der oberflächennahen Betonschicht», in *Kopp, J.* (Herausgeber), «Baustofftechnische Einflüsse auf Konstruktionen», Verlag Ernst & Sohn, Berlin (1990), Seiten 527–540.
[3] *Karl, J.-H.*, und *Solacolu, C.*, «Verbesserung der Betonrandzone – Wirkungen und Eingrenzungen der saugenden Schalungsbahn», Beton **43** [5], 222–225 (1993).
[4] *Meyer, B.*, «Die Rolle des Mehlkorns in der Betonmischung», Cementbulletin **54** [6] (1986).
[5] *Springenschmid, R.*, und *Fleischer, W.*, «Schalungseinlagen zur Verbesserung des Betonrandbereiches», Betonwerk + Fertigteil-Technik **56** [11], 78–82 (1990).
[6] *Bitterli, K.*, und *Studer, W.*, «Untersuchungen zum Einfluss von in die Schalung eingelegten Vliesmatten auf die Qualität der Betonoberfläche», Schweizer Ingenieur und Architekt **104** [13], 269–271 (1986).
[7] Untersuchungsbericht A-11 292–1 der LPM AG Baustoffprüfinstitut, 5712 Beinwil (1991).
[8] Untersuchungsbericht A-11 292–2 der LPM AG Baustoffprüfinstitut, 5712 Beinwil (1991).
[9] Untersuchungsbericht A-12 269–1 der LPM AG Baustoffprüfinstitut, 5712 Beinwil (1991).
[10] «Einfluss der Nachbehandlung mit der Schalungsbahn Zemdrain auf die Betoneigenschaften im oberflächennahen Bereich (B25 mit HOZ 35 L NW/HS)», Bericht B 10 – 1826 der Philipp Holzmann Aktiengesellschaft, Neu-Isenburg (1993).
[11] Interne Informationen von *Frank Sackmann*, Du Pont de Nemours (Deutschland) GmbH, vom 19.3.1993.
[12] Du Pont (Herausgeber), «Zemdrain – die Schalungsbahn von Du Pont».
[13] *Marosszeky, M., Chew, M., Arioka, M.*, and *Peck, P.*, «Textile form method to improve concrete durability», Concrete International **1993** [11], 37–42.



Bespannen einer Holzträgerschalung mit wasserabführenden Schalungsbahnen.
(Abwasserreinigungsanlage Niederglatt, 1994)

Fotos: Rauh AG, Düdingen

Beschichtungen sind ohne Sandstrahlen und Vorbeschichtungen möglich. Positiv wirkt sich auch das Abführen der Luft aus: Neben praktisch lunkerfreien Oberflächen wurden erhöhte Erosions- und Abriebwiderstände festgestellt.
Noch ein Hinweis auf die Nachbehandlung: Die Verwendung von wasserabführenden Schalungsbahnen ersetzt eine Nachbehandlung nicht. Sehr gute Resultate wurden erzielt, wenn die auf der Betonoberfläche haftenden Schalungsbahnen mit Wasser eingesprüht und mit Folien abgedeckt wurden [10]. Die nur einmal verwendbaren Schalungsbahnen lassen sich durch Verbrennen entsorgen; sinnvoller ist es, sie unter Betonsauberkeitsschichten zu verlegen.

Die wasserabführenden Schalungsbahnen werden vor allem bei vertikalen und geneigten Betonflächen eingesetzt, an die besonders hohe Anforderungen gestellt werden: Wände in Wasserreservoirs, Kläranlagen und Kanalisationen, Kanäle, Brücken, Tunnels und Türme sind Beispiele. Den zusätzlichen Kosten für die Schalungsbahnen stehen längere Nutzungsdauern sowie niedrigere Unterhalts- und Sanierungskosten gegenüber.

Ein Verfahren aus Japan

Der Vollständigkeit halber sei auf ein japanisches Verfahren hingewiesen, das «textile form method» genannt wird. Es wurde beim Bau eines Staudamms entwickelt und hatte das Ziel, die Menge der Luftblasen und Lunker auf geneigten Betonoberflächen zu vermindern. Unterdessen scheint es in Japan und Australien weitverbreitet zu sein [13].
Schalbretter werden mit 3 bis 5 mm breiten Schlitzen im Abstand von 10 cm versehen. Auf der dem Beton zugewandten Seite sind die Schalbretter mit einem synthetischen Gewebe hoher Reissfestigkeit und hoher Alkalibeständigkeit bespannt. Wasser und Luft können beim Betonieren und Verdichten durch die Schlitze entweichen, Zementteilchen und Mehlkorn nicht. Der Effekt ist bekannt: ein niedriger W/Z-Wert und damit bessere Qualität des Randbetons.
Beim Vergleich mit konventionell hergestelltem Beton wurden folgende Vorteile festgestellt: weniger Lunker (oft vollständig lunkerfrei), 70 % höhere Druckfestigkeit des Randbetons, um den Faktor vier niedrigere Carbonatisierungstiefen, fünfmal niedrigere Chlorideindringtiefen sowie beträchtliche Steigerung der Frost-Tau-Beständigkeit. Die Betonoberfläche, auf der ein fein strukturierter Abdruck des Gewebes feststellbar ist, lässt sich mit geringerem Aufwand für das Aufbringen von Überzügen und Abdichtungen vorbereiten, deren Haftung verbessert ist.

Kurt Hermann

Einfluss wasserabführender Schalungsbahnen auf Betonoberfläche: rechts nicht saugende Schalung, links mit Zemdrain bespannte nicht saugende Schalung.