

Brückenabdichtung mit kunststoffmodifizierten Betonerersatzstoffen und möglichen Fehlerquellen

Heiko Steidl, Beratungsstelle für Gussasphaltenwendung e.V., Bonn/DE

Was war geschehen

Gemäß ZTV-ING wird der allgemeine Ist-Zustand des Bauwerks bewertet und nimmt somit Einfluss auf den Umfang der Sanierung einer Brücke. Im Falle des Fahrbahnaufbaus wird dies anhand von Probeöffnungen und entnommenen Proben an den einzelnen Belägen geprüft. Ist die Betonfahrbahntafel in ihrer Gebrauchstauglichkeit gefährdet, wird eine Instandsetzungsmaßnahme des Betons i.d.R. mit einem Betonerersatzstoff RC/RM (früher PCC) ausgeschrieben.

Alle größeren Baumaßnahmen in dieser Region, die nach der deutschen Norm, der ZTV-ING, saniert wurden, mussten schon während der Ausführung erneut saniert werden.

Der Standardaufbau gem. ZTV-ING

- Betonunterlage aus einem geprüften Betonerersatzsystem, in dieser Region ein Trockenmörtel mit einer polymervergüteten Kunststoffdispersion
- Untergrundvorbereitung mit Kugelstrahlen
- Versiegelung aus Epoxidharz
- Polymerbitumenschweißbahn, i.d.R. mit APP vergütetem Bitumen
- Gussasphaltschutzschicht
- I.d.R. Gussasphaltdeckschicht

Mängel während der Ausführung

Bevor es zu einer Abnahme kam, begannen die Fehler schon während der Ausführung. Zum damaligen Zeitpunkt war es schon ein Mangel, wenn hohklingende Stellen auftraten. Dabei wurden i.d.R. Sachverständige beauftragt, die wie immer festgestellt haben, dass das Gussasphaltunternehmen/Abdichtungsunternehmen die Schuldigen ist.

Ursachenforschung

Jeder Beton ist ein Unikat!

Und man muss verstehen, dass man bei einer flächigen Betonsanierung aus einem monolithischen Bauteil, ein Bauteil im Sandwichprinzip herstellt, nämlich Lage für Lage. Durch die übliche Praxis, verschiedene Subunternehmer zu beauftragen, entstehen immer mehr Gewährleistungsschnittstellen, die dazu führen können, dass der Verleger der letzten Schicht, letztendlich die Haftung für alle anderen Gewerke übernimmt, weil er diese stillschweigend mit seiner Bearbeitung abgenommen hat.

Schäden beim Rückbau

Der schichtenweise Aufbau eines Brückenbelags müsste einen schichtenweisen Rückbau nach sich ziehen. Ein Fahrbahnabtrag findet in einer Ausschreibung jedoch wenig Beachtung, obwohl hier die ersten Unregelmäßigkeiten für nachfolgende Schichten auftreten können.

Um Kosten zu sparen, wird der Altbelag mit einer Großfräse zurückgebaut und abgetragen. Hierbei ist zu beachten, dass diese Fräsen verschiedene Arten von Frästrommeln haben, die unterschiedliche Fräsergebnisse erzielen. Das Fräsen ist kein schonender Abtrag, sondern ein schnelles Meiseln, welches den Altbeton bis zu 20 mm tiefe in Form von Rissen schädigen kann.

Schäden beim Kugelstrahlen

Durch das Kugelstrahlen können weiterhin feinste Mikrorisse in der Betonrandzone entstehen. Dabei ist zu beachten, dass der Altbeton so vorbereitet werden muss, dass die Gesteinskörnungen kuppenartig bzw. sichtbar hervorstehen müssen. Auch müssen Poren und Lunker für den folgenden Betonersatz geöffnet sein.

Aufbau des Betonersatzes

Der Beton bleibt jedoch trotz aller Regelwerke, Normen, Ausführungsanweisungen und Erfahrungen ein Unikat, da der Faktor Mensch die Qualität des Betons entscheidend beeinflussen kann. Betone wurden und werden immer wieder in der Rezeptur, wie z.B. durch Zugabe von Wasser, verändert.

Durch augenscheinliche Prüfung ist nicht feststellbar, welche Qualität eine Betonunterlage aufweist.

Der Betonersatz RC ist ein polymervergütetes, mineralisches Produkt, bestehend aus Gesteinskörnungen mit Korngrößen bis 8 mm, Zement und einem Kunststoffzusatz mit einem Anteil < 10 M.-% Zement.

Wie funktioniert die Haftung des Betonersatzes. Durch eine Adhäsionsverkrallung. D.h., dass kein monolithischer Verbund zum Altbeton geschaffen wird, sondern durch den chemischen Prozess der Hydratation CSH Härchen entstehen, die sich an die Unterlage verkrallen. Bei der Hydratation entsteht eine Reaktion mit dem Zement und Wasser. Bei vollständiger Hydratation bindet der Zement ca. 25% seiner Masse chemisch und etwa 15% seiner Masse physikalisch, was einem Wasserzementwert $w/z=0,4$ entspricht. Dies wäre der optimale Wert, um einen geringsten Porenanteil im Betonersatz zu haben. Ein höherer w/z -Wert führt im Zementstein stets zu Kapillarporen.

Ebenfalls wichtig ist die Betrachtung des E-Moduls des Altbetons. Dieser ist zu prüfen und der Betonersatz ist daran anzupassen. Der Betonersatz muss dazu einen kleineren E-Modul haben, um seine Erhärtung spannungsfrei abbauen zu können. Ist der Betonersatz härter als die Betonunterlage, so verhält sich dies wie eine Glasplatte auf einem Sofa, die man belastet.

Poren im Betonersatz

Allerdings ist eine gewisse Porosität in der Betonrandzone unvermeidbar.

„Selbst nach sorgfältiger Verdichtung beträgt der im Beton verbleibende Luftgehalt bei 32 mm Größtkorn noch $10 \text{ dm}^3/\text{m}^3$ bis $20 \text{ dm}^3/\text{m}^3$ (1 Vol.-% bis 2 Vol.-%); bei feinkörnigem Beton kann dieser Gehalt an Restluft bis zu $60 \text{ dm}^3/\text{m}^3$ ansteigen.“ (Anmerkung Verfasser: 6 Vol.-%)

Ist der w/z-Wert überschritten, kann aus einem dichten Gefüge ein poriges Gefüge entstehen, welches unser Abdichtungssystem versagen lassen kann. Die Versiegelung dient dem Porenschluss der Betonunterlage. Es gibt allerdings Poren, die man nicht erkennen kann und die später zum Schaden führen können. Hierzu zählen auch eigens geschaffene Poren in der Versiegelung. Bei Temperaturschwankungen verhält sich der Druck in der Pore ähnlich wie ein Heißluftballon.

Verarbeitungsfehler beim Einbau des Betonersatzsystems

„Die Oberfläche hat ein mattfeuchtes Aussehen, darf aber keinen glänzenden Wasserfilm aufweisen; das Porensystem des Betonuntergrundes darf nicht wassergesättigt sein, d.h. aufgebrauchte Wassertropfen müssen eingesogen werden und nach kurzer Zeit muss die Oberfläche wieder matt erscheinen!

Anschließend wird die mattfeuchte Unterlage mit einer dem System entsprechenden, zugelassenen und produktverträglichen Haftschrämme versehen und der Betonersatz frisch in frisch auf die Haftschrämme aufgebracht, verteilt und entweder manuell oder mit einer Abziehbohle und Glättwalze verdichtet und bearbeitet.

Es ist insbesondere darauf zu achten, dass den Polymeren eine Reifezeit vor der Verarbeitung zugestanden wird, um ihre Verbesserungseigenschaften entfalten zu können.

Um einen Betonersatz aufzubringen ist der Altbeton ab 24 Stunden vor dem eigentlichen Einbau vorzunässen und zwar so, dass vor dem Einbau eine mattfeuchte Oberfläche entsteht. Danach ist eine Haftbrücke einzubürsten und der Betonersatz einzubauen und zu verdichten. Sobald sich hier nicht an die Systemparameter des Herstellers gehalten werden, wird der Abdichtungsaufbau zu einem Risiko.

„**Viel hilft viel**“ heißt des Öfteren die Devise bei den hierfür zuständigen Verarbeitern und durch Zugabe von Flüssigkeiten verändert sich der w/z-Wert, was die Porenbildung im Querschnitt um ein Vielfaches unterstützt. Der maximal zulässige w/z-Wert ist in der ZTV-ING mit 0,5 angegeben. Der ideale w/z-Wert liegt bei 0,4. Doch durch übermäßigen Einsatz von Zugabeflüssigkeit werden diese Werte oft unzulässig überschritten. Bei einem w/z-Faktor von 0,6 ist trotz guter Verdichtung und guter Kornzusammensetzung kein dichter Beton mehr herstellbar. Es entsteht innerhalb des Betons ein zusammenhängendes Kapillarsystem, das wasserdurchlässig ist. Zudem ist jede Kapillarpore eine Fehlstelle im Beton, die die Druckfestigkeit reduziert. Einen Beton/Betonersatz ohne Poren gibt es aber nicht, weil an der Betonrandzone immer eine gewisse Kapillarporosität herrscht. Bis zu einem w/z-Wert von 0,6 spricht man von einem dichten Beton.

Der Einfluss auf den w/z-Wert und die Qualität des Betoneratzes ist enorm, wenn die Altbetonunterlage zu nass ist, zu viel Anmachflüssigkeit zugegeben wird oder keine Verdichtung stattfindet. Dies verhält sich ebenso bei einer falschen Nachbehandlung. Insofern ist die Kontrolle dieses Gewerkes durch den Nachunternehmer äußerst wichtig, weil Sie ohne zerstörende Prüfung nicht erkennen können, ob die Unterlage gut ist oder nicht. Natürlich gibt es optische Erscheinungen, die einem Problematiken erkennen lassen können.

Zusätzlich möchte ich Sie darauf etwas hinweisen. In den Herstellerangaben von Epoxidharzherstellern wird bei der ersten Lage der Versiegelung von einem Abstreuen im Überschuss gesprochen. Ich empfehle Ihnen jedoch dies nicht allzu wörtlich zu nehmen. Ein Abstreuen Korn an Korn schafft eine bessere Oberfläche.

Die Rezeptur des Epoxidharzes nimmt Einfluss auf die Viskosität. So kann diese je nach Hersteller zwischen 270 mPa*s (flüssiger) und 1.300 mPa*s (zäher) schwanken und somit die Eigenschaften wesentlich beeinflussen.