

# Vorhandenes Mangelrisiko?

## Auf der Suche nach optimaler Zwischenhaftung

*Wie kaum ein anderes Thema sorgte die Zwischenhaftungsproblematik für Zünd- und Diskussionsstoff auf der diesjährigen Fachtagung des Bundesverbandes Korrosionsschutz in Köln.*

*Beim Neubau von Stahlbrücken und anderen Stahlbauten werden in großem Umfang EP-Grund- und Zwischenbeschichtungen im Werk, die PUR-Deckbeschichtungen aber erst nach Montage der Bauwerke aufgebracht. Während der Bauzeit werden diese Teilbeschichtungen unterschiedlich lange unter den objektabhängigen Umgebungsbedingungen bewittert. Diese Vorbelastung und ihre Auswirkung auf die in der Regel aufgebrachte EP-Zwischenbeschichtung ist nicht genau vorhersehbar und im Prinzip auch nicht beeinflussbar, insbesondere nicht durch das mit der Baustellenbeschichtung beauftragte Korrosionsschutzunternehmen.*

*Abb. unten:  
Latente Mängel in der Korrosionsschutzbeschichtung von Stahlbrücken? – Diese Frage beschäftigt Hersteller, Korrosionsschutzunternehmen, Forschungsinstitute und Juristen gleichermaßen.*

Im September 2002 wurde im FPL (Forschungsinstitut für Pigmente und Lacke) -Fachausschuss „Korrosionsschutz“ mit Vertretern der Beschichtungsunternehmen und der Beschichtungstoffhersteller eindeutig festge-

stellt, dass das Problem der Haftung von Deckbeschichtung auf bewitterter Zwischenbeschichtung nicht ausreichend erforscht ist und daher ein AIF-Forschungsvorhaben sinnvoll wäre. Im März 2003, auf der BVK-Jahresta-



gung, berichtete Dr. Werner Katzung, ISL Leipzig, über „Probleme des Haftverbundes der PUR-Deckbeschichtung im Stahlbrückenbau nach Zwischenstandszeiten von sechs bis zwölf Monaten“. In der anschließenden Diskussion wurde das Vorhaben des FPL, Forschungsinstitut für Pigmente und Lacke e.V., diese Thematik wissenschaftlich zu untersuchen, sehr begrüßt.

Im Oktober 2006 wurde der Schlussbericht zu AIF-Vorhaben Nr. 14050 N, mit dem Forschungsthema: „Untersuchung und Verbesserung von Deckbeschichtungen auf vorbewitterten Teilbeschichtungen“, an AIF und die im projektbegleitenden Ausschuss beteiligten Institutionen und Firmen übergeben.

Im März 2007, wiederum auf der BVK-Jahrestagung, berichtete Rainer Schmidt, FPL, über die Durchführung und die wesentlichen Ergebnisse des AIF-Forschungsvorhabens 14050 N.

## Ergebnisse des Forschungsprojektes

Aufgrund der im Forschungsvorhaben festgestellten Ergebnisse und auch der Untersuchungen des Institutes für Stahlbau ISL, Leipzig, über die ebenfalls auf der BVK-Tagung im März 2007 berichtet wurde, ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

Man muss davon ausgehen, dass sich EP-Zwischenbeschichtungen (ZB) vom Typ Blatt 87 und Blatt 94 bei der Freibewitterung während Zwischenlagerung, Transport und Montage der so beschichteten Bauteile an der Oberfläche so verändern, dass nach Abwaschen mit Wasser oder auch nach Reinigung mittels Hochdruck-Wasserstrahlen nur eine ungenügende Haftung der PUR-Deckbeschichtung vorhanden ist.

Bei den Untersuchungen im genannten AIF-Forschungsvorhaben wurde diese ungenügende Zwischenhaftung von bewitterten und mit Wasser gereinigten EP-Zwischenbeschichtungen und der PUR-Deckbeschichtung festgestellt, wenn nach den anerkannten Vorgaben der TL/TP-KOR Stahlbauten, d.h. unmittelbar nach Kondenswasserbelastung DIN EN ISO 6270-1 geprüft wurde.

Eine derartige Belastung vor der Bewertung der Zwischenhaftung ist im Rahmen von Grundprüfungen mindestens erforderlich, um die Eignung von

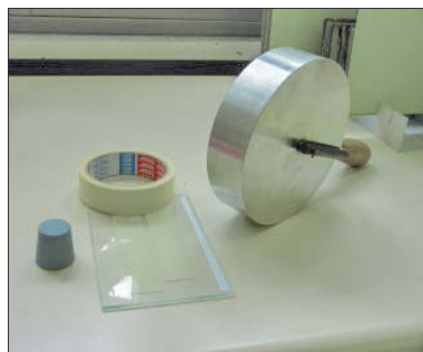


Beschichtungssystemen für starke bis sehr starke Korrosionsbelastung bestätigen zu können.

Im AIF-Forschungsvorhaben wurde diese ungenügende Zwischenhaftung auf allen acht untersuchten EP-ZB festgestellt, die z. B. 30 Tage in Stuttgart, Auslagerung gegen Süd, im April 2004 bewittert wurden. Laut Schlussbericht wurden diese überraschenden Ergebnisse durch Wiederholungsprüfungen im Jahre 2006 bestätigt.

Bei längerer Freibewitterung wurde eine gewisse, aber nicht ausreichende, Verbesserung der Zwischenhaftung von EP-ZB und PUR-DB festgestellt. Das wird damit erklärt, dass das Bindemittel der EP-ZB durch den Einfluss von UV-Strahlung, Sauerstoff und Wasser an der Oberfläche zunehmend abgebaut wird, sodass deutlich sichtbare Veränderungen durch Freilegung der Pigmente (Eisenglimmer etc.) eintreten.

Als wesentliche Ursache für die ungenügende Zwischenhaftung von bewitterten EP-ZB und PUR-ZB werden im AIF-Schlussbericht die sich bei Freibewitterung (UV-Einfluss) bildenden, wasserlöslichen Abbauprodukte aus dem Bindemittel der EP-ZB angeführt. Offensichtlich ist es nicht möglich, diese Abbauprodukte durch



*AIF-Forschungsprojekt: Geprüft wurde die Haftfestigkeit auf der bewitterten EP-Zwischenbeschichtung mittels Klebebandabriss über Kreuzschnitt.*

Abwaschen mit Wasser (wie bei den Grundprüfungen nach TL/TP-KOR) oder durch Hochdruckwasserstrahlen (120 bar, 80°C, Flachstrahl, Abstand 30 bis 50 cm) zu entfernen.

Einwandfreie Zwischenhaftung von bewitterten EP-ZB und PUR-DB wurde nur nach der im Vorhaben ebenfalls vorgesehenen Oberflächenvorbereitung durch Sweepstrahlen erreicht. Ebenfalls gute Werte wurden erreicht, wenn die Zwischenhaftung ohne vorhergehende Wasserbelastung beurteilt wurde, was jedoch prüftechnisch auf keinen Fall der Praxisbelastung entspricht.

Bei zwei von vier im AIF-Forschungsvorhaben untersuchten und spezifizierten PUR-ZB wurde nach allen Bewitterungszeiten, von 30 bis 360 Tagen, nach Abwaschen mit Wasser ebenso wie nach Hochdruckwasserstrahlen, einwandfreie Zwischenhaftung mit der PUR-DB festgestellt. Bei diesen PUR-ZB erfolgt laut AIF-Schlussbericht im Laufe der Bewitterung zwar ebenfalls Bindemittelabbau an der Oberfläche, aber in deutlich geringerem Umfang als bei EP-ZB. Insbesondere wird vermerkt, dass sich bei diesen PUR-ZB keine wasserlöslichen Abbauprodukte des Bindemittels bilden.

## Nutzen der Ergebnisse

Wie können die Ergebnisse des AIF-Forschungsvorhabens sowie der Untersuchungen von ISL, Leipzig, in der Praxis zur Sicherstellung optimaler Zwischenhaftung von bewitterten Teilbeschichtungen und PUR-Deckbeschichtung genutzt werden?

Die vor Kurzem im Rahmen der Behandlung des Themenkomplexes „Zwischenhaftung von bewitterten EP-ZB und PUR-DB“ herausgegebene Empfehlung, die PUR-Deckbeschichtung bereits im Werk aufzutragen, zeigt deutlich, dass Handlungsbedarf vorhanden und erkannt ist. Insbesondere in den Fällen, in denen die im Werk beschichteten Bauteile der praxisüblichen, harten mechanischen Beanspruchung bei Transport, Zwischenlagerung und Montage ausgesetzt sind, ist diese Verfahrensweise mit Deckbeschichtung im Werk jedoch mit einigen Nachteilen verbunden.

Die Beschichtungsunternehmen sehen daher die bisher übliche Praxis – Grundbeschichtung + Zwischenbeschichtung im Werk, PUR-Deckbeschichtung nach Montage auf der

Baustelle – als das optimale Verfahren an. Für dieses Verfahren sind jedoch Zwischenbeschichtungen erforderlich, die nach unterschiedlicher Freibewitterung, wie sie bei Zwischenlagerung und Montage vorkommt, keine haftungsstörenden Abbauprodukte bilden.

Es muss sichergestellt sein, dass auf sauberen Oberflächen bzw. nach Entfernung von sog. artfremden Verunreinigungen mit den üblichen Reinigungsverfahren eine einwandfreie Zwischenhaftung erreicht wird. Diese Eigenschaften der Beschichtungen müssen in Eignungsprüfungen bzw. in den Grundprüfungen TL/TP-KOR hinreichend festgelegt und überprüft werden. Die aktuelle Prüfpraxis wird diesen Anforderungen offenkundig nicht gerecht. Ansonsten wäre dieses technische Phänomen schon früher zutage getreten.

Die Überprüfung auf der Baustelle, ob die Zwischenbeschichtung ohne Probleme bzw. nach welcher Vorbereitung mit der PUR-DB beschichtet werden kann, ist mit einigen Risiken behaftet. Zum einen ist es aufgrund der Teilegeometrie schwer möglich,



*Die EP-Zwischenbeschichtungen zeigten bereits nach 30 Tagen Freibewitterung eine leichte Verfärbung. Nach 90 Tagen wurden diese deutlich heller und fleckiger.*

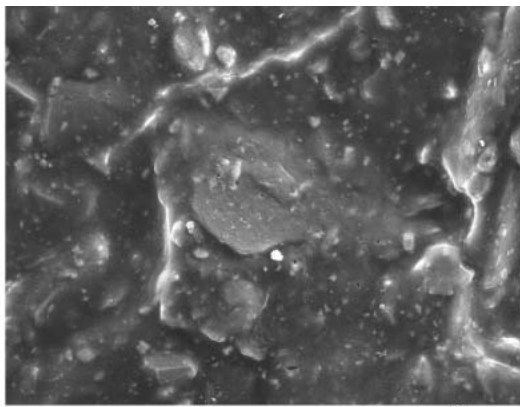
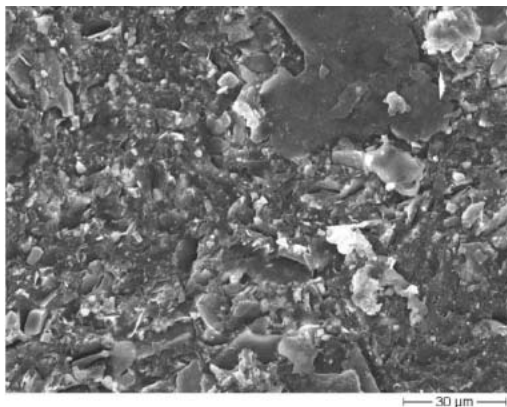
den repräsentativen Bewitterungszustand der EP-ZB-Oberfläche zu finden und für die Probefläche(n) festzulegen. Des Weiteren ist anders als bei artfremden Verunreinigungen bei evtl.

vorhandenen wasserlöslichen Bindemittel-Abbauprodukten die Wirkung des Reinigungsverfahrens, z. B Druckwasserstrahlen, nicht erkennbar. Die Oberfläche wird als sauber beurteilt, weist aber evtl. noch haftungsstörende Abbauprodukte auf.

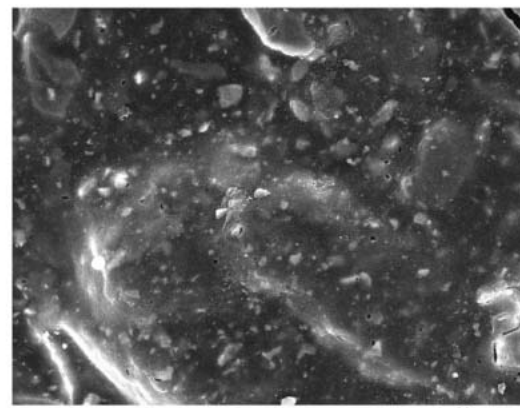
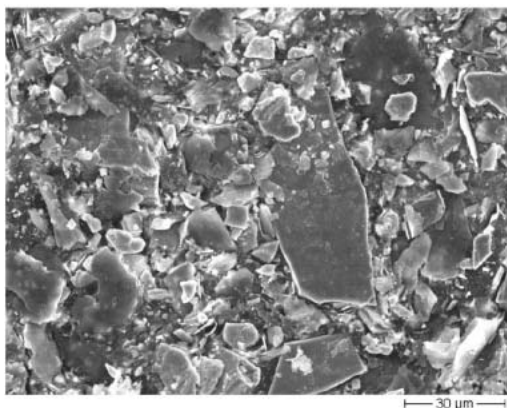
Ob dies der Fall ist, kann erst nach Aufbringen der PUR-DB auf einer Probefläche und anschließender Prüfung der Zwischenhaftung nach vorhergehender Wasserbelastung von mind. 100 h festgestellt werden. Da mit dieser Prüfung u. a. festgestellt werden soll, ob sich wasserlösliche Abbauprodukte auf der Oberfläche der ZB befinden, ist eine Prüfung im trockenen Zustand für eine Beurteilung des späteren Praxisverhaltens hinsichtlich der Zwischenhaftung verständlicherweise nicht aussagefähig.

Probeflächen, die zur Ermittlung der Zwischenhaftung auf der Baustelle angelegt werden sollen bzw. sollten vom oder im Beisein des Beschichtungsstoffherstellers angelegt und bewertet werden. Zweckmäßig ist in der Regel auch die Bewertung durch ein Prüfinstitut. Auf jeden Fall muss die Zustimmung des Be-

**500 Stunden Xenontest**



**1 Jahr Freibewitterung**



*Ursachenforschung: Struktur einer EP-Zwischenbeschichtung unter dem Rasterelektronenmikroskop nach 500 Stunden Xenontest und nach einem Jahr Freibewitterung. Rechts im Vergleich eine Zwischenbeschichtung auf PUR-Basis.*

schichtungsstoffherstellers für die auf der Probefläche ermittelte und vorgesehene Vorgehensweise eingeholt werden.

Die oben beschriebenen derzeit notwendigen Überprüfungen sollten künftig grundsätzlich nicht mehr erforderlich sein. In dieser Hinsicht steht jedoch die Bundesanstalt für Straßenbau in der Verantwortung, Blatt 87 zu modifizieren und darin Beschichtungssysteme aufzunehmen, die eine Zwischenhaftung sicherstellen, wie sie im AIF-Forschungsvorhaben mit den PUR-ZB Nr. 7 (PUR Acrylharz 2,6 Prozent OH, Pigmentvolumenkonzentration PVK 40 Prozent) und Nr. 8 (PUR Acrylharz 1,4 Prozent OH, Pigmentvolumenkonzentration PVK 40 Prozent) erzielt werden konnte. Bei einer gemeinsamen Sitzung des BVK-Vorstandes mit der Fachgruppe Korrosionsschutzbeschichtungsstoffe im Verband der Lackindustrie am 22. Mai 2007 wurde dieses technische Phänomen aus rechtlicher Sicht unter Hinzuziehung des Baurechtsexperten Prof. Dr. Gerd Motzke erörtert.

Die einschlägigen Forschungsergebnisse des FPL dürften dazu geführt haben, dass sich der Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis – und somit auch der Stand der Technik – dahingehend verschoben haben, dass bei einem Beschichtungsaufbau nach Blatt 87 oder Blatt 94 ein Mangelrisiko systemimmanent vorhanden ist. Diese wissenschaftlich-technische Erkenntnis wird auch Einzug in die juristische Beurteilung halten. Im Werkvertragsrecht treffen den Auftragnehmer besondere Prüfungs- und Hinweispflichten gegenüber dem Auftraggeber.

## Situation seit Veröffentlichung der Forschungsergebnisse

Mit Veröffentlichung der Forschungsergebnisse des FPL trifft das korrosionsschutzausführende Unternehmen somit eine Hinweispflicht, sofern ein Beschichtungsaufbau nach Blatt 87 oder Blatt 94 gefordert und von einer zwischenzeitlichen Freibewitterung der EP-Zwischenbeschichtung auszugehen ist. Diese Verpflichtung beinhaltet auch den Hinweis, dass eine Reinigung der Oberfläche durch Abwaschen oder Druckwasserstrahlen nicht ausreichend ist, um die Abbauprodukte an der Oberfläche der EP-Zwischenbeschichtung zu beseitigen. Lediglich Sweepstrahlen kann nach den vorliegenden Erkenntnissen Abhilfe schaffen. Die Festlegung des Reinigungsverfahrens sollte jedoch dann in jedem Fall dem Auftraggeber überlassen bleiben, da sich der Auftragnehmer ansonsten zudem einem möglichen Planungsrisiko aussetzt.

Auch die Beschichtungsstoffhersteller werden wohl künftig in ihren technischen Merkblättern auf den Einfluss der Zwischenstandzeit bei EP-Zwischenbeschichtungen hinweisen und ein geeignetes Reinigungsverfahren nahelegen. Ansonsten setzen sie sich einem Gewährleistungsrisiko aus dem Kaufvertrag gegenüber dem Verarbeiter aus, der das Material erworben hat.

## Situation vor Veröffentlichung der Forschungsergebnisse

Für bereits vor der Veröffentlichung der Forschungsergebnisse abgeschlossene Projekte kann zunächst nur Entwarnung hinsichtlich der Verletzung von Hinweis-

pflichten durch den Auftragnehmer gegeben werden. Der Kern des Übels ist augenscheinlich in der freibewitterten Zwischenbeschichtung auszumachen. Diese wurde jedoch dem Korrosionsschutzunternehmen in der Regel vom Stahlbauer so zur Verfügung gestellt. Genormte Testverfahren lassen es nicht zu, die schädlichen Abbauprodukte an der EP-Oberfläche festzustellen. Dieser Nachweis könnte allenfalls im Rahmen aufwendiger Laborprüfungen erfolgen. Bedenkenanmeldungspflichten dürften nicht bestanden haben, da der wissenschaftlich-technische Kenntnisstand vor der Veröffentlichung hierzu keinen Anlass gegeben hatte.

Hinsichtlich des Gewährleistungsrisikos ist eine abstrakte – vom konkreten Einzelfall losgelöste – juristische Wertung nur bedingt möglich. Hier können verschiedenste Faktoren mit hineinspielen und tatbestandsmitbestimmend sein, so dass eine abschließende Beurteilung wohl nur einzelfallbezogen erfolgen kann.

## Fazit

Seit Veröffentlichung der Forschungsergebnisse sollten in jedem Fall Bedenken angemeldet werden. Im Idealfall sollte dies bereits durch den Stahlbauer als Hauptunternehmer gegenüber dem Bauherrn erfolgen. Sollte dies nicht geschehen sein, ist das Korrosionsschutzunternehmen, das die Deckbeschichtung ausführt, in der Pflicht. (GG)