

Beschichtung von Parkhäusern und Tiefgaragen - Befahrene Flächen unter Berücksichtigung von DIN 1045, DAfStb-Heft 525 und RILI SIB

Dipl.-Ing. Claus Flohrer

HOCHTIEF Construction AG , Abteilung TEB, Mörfelden-Walldorf

1 Einleitung

Befahrene horizontale Betonbauteile mit Rissbildung und Chloridbeaufschlagung von oben sind Bauteile, die mit der schärfsten Beanspruchung hinsichtlich Bewehrungskorrosion einzustufen sind.

In DIN 1045-2001 /1/ wird der starken Beanspruchung durch die Einstufung in die entsprechenden Expositionsklassen Rechnung getragen. Zusätzlich zu den Maßnahmen zur Sicherstellung der Betongüte und der Betondeckung werden Maßnahmen gefordert, die ein Eindringen von Chloriden in den Beton bis an die Bewehrung verhindern. Die Beschichtung von wasserundurchlässigen Betonbauteilen erfordert wegen der speziellen Eigenschaften von derartig beanspruchten Bauteilen insbesondere Kenntnisse über Transportmechanismen der Feuchtigkeit sowie deren Folgen für den Aufbau weiterer Schichten auf den Oberflächen.

In einem Merkblatt des Deutschen Beton- und Bautechnik-Vereins E.V. /2/ sollen innerhalb der Empfehlungen für die Planung und Ausführung von Parkhäusern und Tiefgaragen auch Empfehlungen für die Abdichtung und den Schutz der befahrenen Flächen enthalten sein.

2 Beanspruchung

Die Geschoßdecken von Parkhäusern und Tiefgaragen sind Bauteile mit Rissbildung und Chloridbeaufschlagung von oben und sind somit mit der schärfsten Beanspruchung hinsichtlich Bewehrungskorrosion einzustufen. Bodenplatten derartiger Gebäude werden gleichermaßen beansprucht, jedoch fehlt die temperaturbedingte Wechselbeanspruchung, die zu einer ständigen Rissweitenänderung führt. Bodenplatten jedoch sind häufig Bestandteil von wasserundurchlässigen Betonkonstruktionen und sind deshalb bezüglich möglicher Oberflächenschutzmaßnahmen besonders zu beurteilen.

Durchlaufende Bauteile mit Rissen, die tiefer reichen als die obere Bewehrungslage sind besonders kritisch einzustufen, da im Bereich der Risse eine rasche Depassivierung der Bewehrung auftritt und als Folge eine Makrokorrosionselementbildung mit extremen Korrosionsgeschwindigkeiten zu rechnen ist.

Für die Chloridbeaufschlagung ist das Tausalz, das durch Fahrzeuge in Tiefgaragen und Parkdecks eingeschleppt werden kann, hinreichend.

Neben dem Risiko der Bewehrungskorrosion sind bei Geschossdecken von Tiefgaragen oder Parkhäusern auch Nutzungseinschränkungen zu erwarten, da das durch die Risse tropfende Wasser die darunter parkenden Fahrzeuge beschädigt.

Zu berücksichtigen ist weiterhin die mechanische Beanspruchung durch die Fahrzeuge. Insbesondere bei hoch frequentierten öffentlichen Tiefgaragen sind in Kurvenbereichen und am Übergang von den Rampen zu den Fahrflächen hohe mechanische Einwirkungen durch Flieh-, Brems- und Anfahrkräfte wirksam.

3 Einstufung in Expositionsklassen

Die angemessene Dauerhaftigkeit des Tragwerks gilt als sichergestellt, wenn neben Anforderungen aus dem Nachweisen in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit konstruktive Regeln nach DIN 1045 – 1 erfüllt sind, sowie Anforderungen an die Zusammensetzung und die Eigenschaften des Betons, die Einstufung in die Expositionsklassen, und die Betondeckung erfüllt sind. Dabei wird ausdrücklich vorausgesetzt, dass der Beton ordnungsgemäß eingebracht, verdichtet und nachbehandelt wird sowie eine angemessene Instandhaltung erfolgt.

Flohrer: Beschichtungen befahrbarer Flächen in Parkhäusern und Tiefgaragen

In DIN 1045-2001 wird der starken Beanspruchung durch die Einstufung in die entsprechenden Expositionsklassen Rechnung getragen.

Nach DIN 1045 ist die Anforderung nach einem angemessenen dauerhaften Tragwerk erfüllt, wenn dieses während der vorgesehenen Nutzungsdauer seine Funktion hinsichtlich der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit, ohne wesentlichen Verlust der Nutzungseigenschaften, bei einem angemessene Instandsetzungsaufwand erfüllt.

Direkt befahrene, mit Taumitteln beaufschlagte Betonflächen sind wegen der Gefahr der Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Chloride und der wechselnd nass und trockenen Umgebungsbedingungen in die Expositionsklasse XD3 einzustufen.

XD3 erfordert nach Tabelle F2.1, DIN 1045-2 eine Mindestbetonfestigkeitsklasse C35/45 sowie einen Wasser-Zement-Wert = 0,45.

Nach Tabelle 4 DIN 1045 – 1 ist zum Schutz gegen Korrosion für derart beanspruchte Bauteile eine Mindestbetondeckung c_{min} von 40 mm, ein Vorhaltemaß von 15 mm und damit ein Nennmaß der Betondeckung c_{nom} von 55 mm erforderlich.

Aus DIN 1045 – 1 Tabelle 3, Fußnote b (Bild 1) ist ersichtlich, dass die beiden Maßnahmen alleine noch keine ausreichende Sicherstellung der Dauerhaftigkeit ergeben, weshalb für eine Ausführung direkt befahrener Decken von Parkdecks und Tiefgaragen zusätzliche Maßnahmen erforderlich sind.

3 Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Chloride, ausgenommen Meerwasser			
XD1	Mäßige Feuchte	Bauteile im Sprühnebelbereich von Verkehrsflächen; Einzelgaragen	C30/37 ^c LC30/33
XD2	Nass, selten trocken	Schwimmbecken und Solebäder; Bauteile, die chloridhaltigen Industrierwässern ausgesetzt sind	C35/45 ^c LC35/38
XD3	Wechselnd nass und trocken	Bauteile im Spritzwasserbereich von taumittelbehandelten Straßen; direkt befahrene Parkdecks ^b	C35/45 ^c LC35/38
^a Die Feuchteangaben beziehen sich auf den Zustand innerhalb der Betondeckung der Bewehrung. Im Allgemeinen kann angenommen werden, dass die Bedingungen in der Betondeckung den Umgebungsbedingungen des Bauteils entsprechen. Dies braucht nicht der Fall zu sein, wenn sich zwischen dem Beton und seiner Umgebung eine Sperrschicht befindet.			
^b Ausführung bei direkt befahrenen Parkdecks nur mit zusätzlichen Maßnahmen			
^c Eine Betonfestigkeitsklasse niedriger, sofern aufgrund der zusätzlich zutreffenden Expositionsklasse XF Luftporenbeton verwendet wird.			
^d Grenzwerte für die Expositionsklassen bei chemischem Angriff siehe DIN 206-1 und DIN 1045-2.			

Bild 1: Zuordnung von Bauteilen zu Expositionsklassen nach DIN 1045-1

Neben der Erhöhung der Betongüte und der Betondeckung in DIN 1045, Ausgabe 2001 gegenüber der DIN 1045, Ausgabe 1988, wird somit z.B. eine zusätzliche Schutzmaßnahme der Betonoberfläche gefordert.

Da eine zusätzliche Schutzmaßnahme in Form einer Abdichtung oder Beschichtung eigentlich die Umgebungsbedingungen von wechselnd trocken und nass auf permanent trocken verändert und die Chloridbeanspruchung ausschließen sollte, sollte angenommen werden, dass bei einem funktionierenden Abdichtungssystem von den hohen Anforderungen an einen Beton gemäß XD3 abgewichen werden kann.

In Heft 525 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton /3/ wird deshalb die Forderung nach einer zusätzlichen Maßnahme nach DIN 1045 – 1, Tabelle 3 kommentiert.

Demnach ist eine ausreichende zusätzliche Maßnahme z.B. eine rissüberbrückende Beschichtung OS11 (nach RILI SIB) bzw. OS F (nach ZTV ING) oder aber ein Asphaltbelag mit

darunter liegender Abdichtung entsprechend ZTV ING sowie weitere Möglichkeiten z.B. Vorspannung, Monitoring o.Ä.

Die Anforderungen an die Betonzusammensetzung in DIN 1045 – 2 sind unter Annahme einer beabsichtigten Nutzungsdauer von 50 Jahren unter üblichen Instandhaltungsbedingungen festgelegt. Da bei Beschichtungen auf befahrenen Flächen im Allgemeinen von einer geringeren Lebensdauer der Beschichtung ausgegangen wird, gilt die Einstufung in die Expositionsklasse XD3 auch bei normalen, beschichteten Parkdecks.

Von der Einstufung in Expositionsklasse XD3 kann im Einzelfall eine Zuordnung in die Expositionsklasse XD1 erfolgen, sofern die Beschichtungsmaßnahme so ausgeführt und instand gehalten wird, dass die Umwelteinflüsse dauerhaft vom Bauteil ferngehalten werden. Dazu ist zur Sicherstellung einer dauerhaften Schutzwirkung der Beschichtungsmaßnahme ein projektbezogener Wartungsplan zu vereinbaren, in dem

- ?? die Überprüfungs Häufigkeit der Beschichtung
- ?? die Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen in Abhängigkeit vom Überprüfungsergebnis
- ?? die Verfahrensweisen und Verantwortlichkeiten festgelegt sind.

Die Wartungsintervalle müssen in jedem Fall an die Dauerhaftigkeit der Schutzmaßnahme angepasst werden. Bei entsprechend kurzem Wartungsintervall - Überprüfung 2 x jährlich vor und nach der Frostperiode - und notwendiger Instandsetzung bei Feststellung von Schäden, kann wegen der kurzen Einwirkungszeiten der Chloride eine Einstufung in die Expositionsklasse XD1 erfolgen und die Betondeckung der Klasse XD1 um 1 cm vermindert werden.

Somit ergeben sich folgende Anforderungen an die Stahlbetondecke bei einer Beschichtungsmaßnahme die entsprechend den oben genannten Ausführungen regelmäßig gewartet wird:

- ?? **Expositionsklasse XD1**
- ?? **Betonfestigkeitsklasse C30/37,**
- ?? **Betondeckung $c_{\min} = 30 \text{ mm}$, $c = 15 \text{ mm}$, $c_{\text{nom}} = 45 \text{ mm}$**

Bei Geschoßdecken, die Frost ausgesetzt sind, ist neben der Einstufung in die Expositionsklasse XD eine Einstufung in die Expositionsklasse XF zu berücksichtigen. Werden dort die gleichen Maßnahmen für Instandhaltung und Wartung, wie oben beschrieben geplant und ausgeführt, ist eine Einstufung in die Expositionsklasse XF1 ausreichend. Ohne derartigen dauerhaften Schutz (also auch bei Beschichtung ohne Wartung) ist bei freier Bewitterung eine Einstufung in die Expositionsklasse XF4 und bei überdachten Flächen eine Einstufung in XF2 erforderlich. Unabhängig davon gilt die Einstufung in die Klasse XD weiterhin.

Außer einer Beschichtung oder Abdichtung sind auch andere zusätzliche Maßnahmen möglich, wenn deren Gleichwertigkeit hinsichtlich des dauerhaften Schutzes gegen Bewehrungskorrosion im Einzelfall nachgewiesen ist.

Bei direkt befahrenen Stahlbetonbodenplatten gelten die gleichen Dauerhaftigkeitskriterien.

4 Bemessungsgrundsätze von wasserundurchlässigen Betonkonstruktionen

Für die Bemessung wasserundurchlässiger Betonkonstruktionen können 3 unterschiedliche Ansätze zugrunde gelegt werden /4/.

- a) Festlegung von Trennrissbreiten, die abhängig von der Beanspruchungsklasse die Anforderungen erfüllen; unter wirklichkeitsnaher Berücksichtigung aller auftretenden Spannungen wird die Bewehrung derart bemessen, dass die Rissbreite so klein bleibt (i.A. 0,1-0,2 mm), dass vor Beginn der Nutzung (oder Aufbau weiterer Schichten) die Risse durch Selbstheilung abgedichtet sind.

- b) Vermeidung von Trennrissen durch Festlegung von konstruktiven, und ausführungstechnischen Maßnahmen; die Bewehrung wird dann vorwiegend unter Berücksichtigung der Dauerhaftigkeit und der Lasteinwirkung bemessen
- c) Festlegung von Trennrissbreiten, die in Kombination mit im Entwurf vorgesehenen Dichtmaßnahmen die Anforderungen erfüllen. Die Mindestanforderungen an die rechnerische Rissbreite nach DIN 1045-1 sind einzuhalten.

Spannungen aus äußeren Lasten ergeben lastabhängige Verformungen, die i.A. zu Biege- oder Schubrisse führen. WU-Bauteile sind so zu bemessen, dass bei Entstehung derartiger Biegerisse eine Mindestdicke der rechnerischen Druckzone von $\min x = 30 \text{ mm}$ und $= 1,5 \times D_{\max}$ (Größtdurchmesser der Gesteinskörnung) verbleibt.

Die Wasserdurchlässigkeit wird jedoch wesentlich stärker durch lastunabhängige Verformungen aus Temperatur und Schwinden beeinflusst, aus denen, bei Behinderung der Verformungen zentrische Zwangsspannungen, Biegezwangsspannungen oder Eigenspannungen entstehen. Folge derartiger Spannungen können Trenn-, Biege- oder Schalenrisse sein. Trennrisse sind i.A. immer wasserführend, die Dauer des Wasserdurchtritts hängt von der Rissbreite und den Möglichkeiten für eine Selbstheilung ab.

5 Transportmechanismen der Feuchtigkeit

Die Anforderung bezüglich der Nutzung von Weißen Wannen ist in /4/ in Abhängigkeit der Nutzungsklasse beschrieben.

Zur Festlegung der zu erreichenden Wasserundurchlässigkeit des Betons ist es wichtig, Transportmechanismen der Feuchtigkeit in Beton zu kennen, da der Feuchtetransport bei einer weißen Wanne nicht durch eine Hautabdichtung unterbunden wird.

Für den Feuchtetransport gelten folgende Mechanismen:

- ?? Wasserdurchtritt durch Risse, insbesondere Trennrisse, sowie lokale Schwachstellen
- ?? Transport von Wasser durch die Kapillarporen
- ?? Transport von Wasserdampf durch das Porengefüge infolge Diffusion
- ?? Permeation/laminare Strömung aufgrund des Druckgefälles

Ein Betonbaukörper gilt nach bisherigen Vorstellungen dann als wasserundurchlässig, wenn (als Folge der genannten Transportvorgänge),

- ?? die zur Luftseite hin transportierte Feuchtigkeitsmenge so klein bleibt, dass sie dort von der umgebenden Luft aufgenommen werden kann
- ?? eine vorgegebene Leckrate nicht überschritten wird (z.B. bei Becken oder Behältern)
- ?? durch Risse eindringendes Wasser durch planmäßige Injektion oder durch den Selbstheilungseffekt gestoppt oder verhindert wird

Als Vorteil der weißen Wanne gegenüber der Hautabdichtung wird besonders hervorgehoben, dass nicht vermeidbare kleinere Undichtigkeiten aus später durchtretendem Wasser sowie aus der Bauausführung durch nachträgliche Dichtmaßnahmen beseitigt werden können. Dazu ist jedoch erforderlich, dass die Oberflächen der Bauteile kontrollierbar und zugänglich bleiben.

5.1 Wassertransport durch Risse und lokale Schwachstellen

Der Wassertransport durch Risse in Betonbauteilen soll nach Empfehlung einiger Autoren bevorzugt durch Verwendung rissbreitensteuernder Bewehrung unterbunden werden. Dazu wird empfohlen, eine Rissbreite von 0,1 bis 0,20 mm der Bemessung zugrunde zu legen, um den Selbstheilungseffekt zu nutzen. Durch Eindringen von Feinstteilen in den Riss sowie eine oberflächige Versinterung des Risses durch Reaktion des CO_2 aus der Luft mit dem im Riss ausgelaugten Calciumhydroxids des Betons soll sich der Riss nach kurzer Zeit des

Flohrer: Beschichtungen befahrbarer Flächen in Parkhäusern und Tiefgaragen

Wasserdurchtritts verschließen. Voraussetzung für die Selbstheilung der Risse sind geringe Fließgeschwindigkeiten des Wassers, ausreichend Calciumhydroxid sowie abgeschlossene Rissbewegungen.

Erfahrungen aus der praktischen Umsetzung derartiger Konzepte zeigen, dass die geplante Selbstheilung nach kurzer Zeit nicht oder nur selten eintritt. Ursache dafür sind insbesondere Bewegungen der Rissufer, da zu dem frühen Zeitpunkt weder temperatur- noch schwindbedingte Verformungen des Betons abgeschlossen sind.

Sind Risse nicht zu vermeiden, ist ein Konzept, bei dem planmäßig breitere Risse zugelassen und diese später durch Injektion abgedichtet werden wirtschaftlicher und führt zum gleichen Ergebnis. Die Breite der Risse ist dann insbesondere unter Berücksichtigung der Dauerhaftigkeit der Bauteile zu planen und wird im Regelfall bei 0,25 bis 0,3 mm liegen.

Risse sind solange unkritisch, sofern sie vor der endgültigen Nutzung bzw. dem Aufbringen weiterer Schichten aufgetreten sind und möglichst ihre Rissbreite nur geringfügig ändern.

Eine weitere unabdingbare Voraussetzung ist, dass die Beanspruchung durch das drückende Wasser (möglichst mit dem Bemessungswasserstand) zum Zeitpunkt des Nutzungsbegins bzw. dem Aufbringen weiterer Schichten vorhanden ist. Nur dann sind die wasserführenden Risse erst vollständig zu erkennen und können planmäßig abgedichtet werden.

Diese Voraussetzung ist in der Praxis nur selten gegeben. Häufig werden weiße Wannen vorsorglich für später möglicherweise auftretendes drückendes Wasser geplant. Ebenso häufig ist während der Bauphase das Grundwasser abgesenkt und somit die Wasserbelastung nicht vorhanden, dennoch werden weitere Schichten (Estriche, Beläge usw.) auf die Bodenplatten bereits aufgebaut.

Besonders kritisch sind planmäßige Belastungsschichten auf wasserundurchlässigen Bodenplatten zur Herstellung der Auftriebsicherheit der Gebäude einzuschätzen, weil diese Schichten zwingend vor der Wasserbelastung aufgebracht werden müssen und somit die Wasserundurchlässigkeit der Bodenplatten zu keinem Zeitpunkt geprüft werden kann.

Neben dem Auftreten von Rissen infolge Frühzwang (durch abfließende Hydratationswärme, chemisches Schwinden) sind insbesondere Risse oder Rissweitenänderungen aus Spätzwang oder Setzungen zu berücksichtigen, die häufig zu Wasserdurchtritten bei bereits genutzten wasserundurchlässigen Bauwerken führen. Eine Abdichtung derartiger Risse erfordert zwangsläufig die Zugänglichkeit der Oberflächen der wasserundurchlässigen Betonbauteile auch während der Nutzung.

Neben dem Wassertransport durch Risse ist auch ein Wassertransport durch Schwachstellen (z.B. Verdichtungsfehler, Kiesnester) oder entlang von Fugeneinlagen (Fugenbändern) nicht völlig auszuschließen. Vorteil ist, dass diese Fehlstellen frühzeitig, das heißt bei geringster Wasserbelastung erkannt werden können. Voraussetzung für das Erkennen derartiger Fehlstellen ist jedoch, dass eine äußere Wasserbelastung vorhanden ist.

5.2 Kapillarer Wassertransport, Wassertransport durch Diffusion und Permeation

Durch kapillaren Wassertransport, Permeation und Diffusion können geringfügige Wassermengen durch die Weiße Wanne dringen. Eine Abschätzung der durchdringenden Feuchtigkeit kann (z.B. nach /5/) durch $Q_G = 1/d \times (Q_K + Q_D + Q_P)$ [g/m² x d] vorgenommen werden. Maßgebend dafür sollen Diffusionsvorgänge sein, die auch durch einen wasserundurchlässigen Beton nicht unterbunden werden können, sowie laminare Strömung und ein Einfluss aus dem Kapillartransport. Deshalb sind insbesondere für die Beurteilung der Qualität (Erfüllung der Forderungen) einer WU-Konstruktion die klimatischen Bedingungen auf der trockenen Seite der weißen Wanne zu bewerten.

Neuere Untersuchungen zeigen jedoch /6/, dass offensichtlich folgende Zusammenhänge gelten:

?? Der kapillare Wassertransport sowie eine äußere Druckwasserbelastung führen dazu, dass die dem Wasser zugewandte Randzone des Betons bis zu einer Dicke von ca. 10

Flohrer: Beschichtungen befahrbarer Flächen in Parkhäusern und Tiefgaragen

cm kapillar wassergesättigt ist, vorausgesetzt der Beton erfüllt die Eigenschaften eines WU-Betons ($w/z < 0,6$, besser 0,55)

- ?? Die obere Randzone des Betons bei zunächst freier Verdunstungsmöglichkeit des Überschusswassers bis zu ihrer Ausgleichsfeuchte austrocknet und anschließend auch dann kein Wasserdampf nach innen dringt, wenn der Diffusionsstrom nach innen gerichtet ist und die Bauteildicke größer als die Dicke der kapillar gesättigten Schicht plus die Dicke der Verdunstungszone ist.
- ?? Eine mittlere Zone mit verbleibendem Wasserüberschuss, jedoch ohne vollständige Wassersättigung entsteht, wenn der Diffusionsstrom nach innen gerichtet ist und die Bauteildicke größer als die Dicke der kapillar gesättigten Schicht plus die Dicke der Verdunstungszone ist.
- ?? Eine diffusionsdichte Beschichtung verhindert auch das Verdunsten des freien Wassers an der Betonoberfläche und reduziert die hygrysch bedingten Zugspannungen in der oberen Betonrandzone. Ein Ablösen der Beschichtung aufgrund der behinderten Diffusion kann nicht erfolgen, da der auf die Beschichtung rückwärtig einwirkende Partialdruck weit unter der üblichen Haftzugfestigkeit einer Beschichtung liegt.

Die genannten Grenzwerte hängen selbstverständlich in geringem Maße von der Betonqualität, der Nachbehandlung und den Umgebungsbedingungen ab. Die Ursache für die gegenüber theoretischen Ansätzen deutlich reduzierte Wasserdampfdiffusion ist mit dem dauerhaft feuchten Kernbeton zu erklären, der den Wasserdampftransport nennenswert bremst.

Der Austrocknungsbereich entsteht durch das Ausdiffundieren des Überschusswassers aus den Kapillarporen des Betons im oberen Randbereich, zunächst durch Kapillartransport und Diffusion, später nur durch Diffusion. Diese Austrocknung findet jedoch nicht nur bei Weißen Wannen sondern bei jedem Betonbauteil statt. Deshalb ist auch bei Schwarzen Wannen diese Austrocknung der oberflächennahen Randbereiche des Betons wirksam, und somit bei einer hochwertigen Nutzung zu berücksichtigen.

6 Konsequenzen bei Ausführung von Beschichtungen auf wasserundurchlässigen Betonbauteilen /7/

Aus den o.g. Zusammenhängen ist erkennbar, dass ein Wassertransport durch Risse oder Fehlstellen nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden kann.

Bei Weißen Wannen mit untergeordneter Nutzung, wie z.B. als Tiefgaragen oder Kellerräume kann ein während der Nutzung auftretender Wassereintritt hingenommen werden, wenn die Oberflächen direkt zugänglich sind und das durchtretende Wasser erkannt und durch Injektion gestoppt werden kann.

Ein Oberflächenschutzsystem auf einem WU-Bauteil muss deshalb

- ?? in der Umgebung des Risses gut am Untergrund haften (bei rückwärtiger Feuchteeinwirkung)
- ?? den Riss in der WU-Konstruktion erkennen lassen um gezielt den Riss verpressen zu können.

Schutzsysteme auf Trennlage, z.B. Gussasphalt auf Trennvlies oder auf Schweißbahnabdichtung sind als befahrene Flächen auf wasserundurchlässigen Bodenplatten ungeeignet, da Wasserdurchtritte durch Trennrisse nicht erkannt werden können und das Schutzsystem damit unterläufig werden kann.

7 Empfohlene Oberflächenschutzmaßnahmen für direkt befahrene, rissegefährdete Parkflächen

Das Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“ des Deutschen Beton- und Bautechnik-Vereins E.V. /2/ ist derzeit im Entwurf, so dass die folgenden Empfehlungen nur den derzeitigen Diskussionsstand darstellen, jedoch durch praktische Erfahrungen abgesichert sind.

Zwischengeschosse sind gemäß den Empfehlungen im Kommentar Heft 525 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton mit einem Oberflächenschutzsystem OS11 nach RILI SIB /8/ oder OSF nach ZTV ING /9/ auszubilden.

Dieses Oberflächenschutzsystem ist in einer Grundprüfung geprüft und für die dynamische Rissüberbrückung geeignet. Durch Temperaturwechsel und Lastwechsel werden Risse in derartigen Geschossdecken ihre Rissweiten ändern. Maßgebliche Ursache für die Entstehung der Risse sind Zwangspannungen, die durch behinderte Verformungen beim Herstellen der Decken entstehen. Die Risse sind Trennrisse und somit durch die gesamte Deckendicke wasserführend.

Trennrisse ändern wegen der Temperaturwechselbeanspruchung Ihre Rissbreite so stark, dass geringfügig überbrückende Beschichtungssysteme versagen. Das laut RILI SIB für Zwischendecken empfohlene Oberflächenschutzsystem OS13 ist für derartige Geschossdecken ungeeignet, da es definitionsgemäß nur in der Lage ist, oberflächennahe, nicht durchgehende Risse bis zu einer statischen Rissweite von 0,2 mm zu überbrücken.

Oberflächenschutzsysteme OS11 nach RILI SIB sind sowohl als ein- oder zweischichtige Systeme möglich, die beide etwa das gleiche Leistungspotenzial bezüglich der Rissüberbrückung haben.

Für **Zwischendecken** werden Oberflächenschutzsysteme OS11 mit **einschichtigem** Aufbau empfohlen (OS 11, Aufbau b), da bezüglich der UV-Beständigkeit nicht die gleichen hohen Anforderungen wie bei freibewitterten Decks bzw. wie bei Brücken vorhanden sind. Für freibewitterten Decks werden zweischichtige OS11 Systeme oder bituminöse Abdichtungen eingesetzt. OS 13 ist für Zwischendecken nicht geeignet, da bei Zwischendecken mit durchgehenden Trennrissen gerechnet werden muss, die von diesem System nicht dauerhaft überbrückt werden können.

Der Aufbau eines einschichtigen OS11 Systems ist wie folgt:

Untergrundvorbehandlung durch Kugelstrahlen

- ?? Grundieren der Oberfläche mit einem lösemittelfreien 2-komponentigen Epoxydharz
- ?? Absandung des frischen Epoxydharz mit einem feuergetrockneten Quarzsand 03/07
- ?? Rissüberbrückende Verschleißschicht (Mischung aus Harz und Quarzsand) (HWO)
- ?? Abstreuen der frischen Verschleißschicht mit Quarzsand 03/07
- ?? Kopfversiegelung mit lösemittelfreien 2-komponentigen Epoxydharz.

Planmäßig darf deshalb nur der im Prüfzeugnis geprüfte Aufbau des Beschichtungssystems verwendet werden.

Um dem hohen mechanischen Angriff aus dem Fahrverkehr mehr Widerstand entgegenzusetzen, kann alternativ ein starres Oberflächenschutzsystem OS 8 (oder gleichwertig) eingesetzt werden, wenn gleichzeitig eine Behandlung der Risse erfolgt. Dies ist häufig deshalb möglich, weil die Beschichtungsarbeiten erst kurz vor Fertigstellung des Gebäudes erfolgen und die Risse zu diesem Zeitpunkt nahezu vollständig entstanden sind. Die Risse sind rissüberbrückend durch Bandagen oder rissüberbrückende Beschichtungen zu behandeln.

Alternativ kann für Zwischendecken anstelle einer Beschichtung eine Abdichtung in Anlehnung an ZTV-ING ausgebildet werden. Der Aufbau einer derartigen Abdichtung besteht aus

- ?? geglätteter Beton
- ?? bituminöser Voranstrich

- ?? Polymerbitumenschweißbahn
- ?? 1 Lage Gussasphalt d= 30 mm

Bei **freibewitterten Flächen** wird der Einsatz einer Abdichtung nach ZTV ING, bestehend aus

- ?? Untergrundvorbehandlung durch Kugelstrahlen
- ?? Grundierung mit EP-Harz
- ?? Polymerbitumenschweißbahn
- ?? 2 Lagen Gussasphalt

empfohlen.

Alternativ kann ein Oberflächenschutzsystem **OS11, 2-schichtig** eingebaut werden.

Der Aufbau eines zweischichtigen OS11 Systems ist wie folgt:

- ?? Untergrundvorbehandlung durch Kugelstrahlen
- ?? Grundieren der Oberfläche mit einem lösemittelfreien 2-komponentigen Epoxydharz
- ?? Absandung des frischen Epoxydharz mit einem feuergetrockneten Quarzsand 03/07
- ?? Schwimmschicht aus reinem Bindemittel (HWO)
- ?? Verschleißschicht (Mischung aus Harz und Quarzsand)
- ?? Abstreuen der frischen Verschleißschicht mit Quarzsand 03/07
- ?? Kopfversiegelung mit lösemittelfreien 2-komponentigen Epoxydharz.

Auch für **wasserundurchlässige Bodenplatten** in Tiefgaragen wird ein Oberflächenschutz empfohlen. Entsprechend der Einstufung in direkt befahrene Oberflächen gelten für Bodenplatten die oben stehenden Ausführungen zur Expositionsklasse gleichermaßen.

Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass wegen der deutlich geringeren temperatur- und lastbedingten Verformungen ein Bewegen von Rissen langfristig nicht zu erwarten ist und deshalb der dauerhafte Korrosionsschutz auch durch eine ausreichend dicke und dichte Betondeckung und die erforderliche Betongüte erreicht werden kann.

Wird die Beschichtung gewartet, kann ebenso wie bei den Decken eine Reduzierung der Betondeckung und die Einordnung in die Expositionsklasse XD1 vorgenommen werden.

Die häufig gestellte Forderung nach diffusionsoffenen Beschichtungssystemen ist unbegründet, da die maßgebliche Beanspruchung nicht durch die Behinderung der Wasserdampfdiffusion sondern durch die Entstehung osmotischer Blasen gegeben ist.

Diffusionsoffene Oberflächenschutzsysteme weisen keinen ausreichend dauerhaften Schutz gegenüber den einwirkenden mechanischen Beanspruchungen auf und sind, besonders in Kurven, meist nach wenigen Jahren abgefahren.

Rissüberbrückende Beschichtungen sind auf Bodenplatten nicht erforderlich und stellen ein Risiko dar. Treten nach dem Aufbringen der Beschichtung Risse in der Bodenplatte auf, steht drückendes Wasser rückseitig an der Beschichtung an und kann zu Ablösungen der Beschichtung führen. Treten derartige wasserführende Risse auf, müssen sie erkannt werden und durch abdichtende Injektion geschlossen werden. Zusätzlich steigt das Risiko des Auftretens osmotischer Blasen mit zunehmender Schichtdicke des Oberflächenschutzsystems. Als Oberflächenschutzmaßnahme auf WU-Bodenplatten können deshalb starre Beschichtungen eingesetzt werden, die einen hohen Widerstand gegen mechanischen Angriff bieten.

In der alten RILI SIB (Ausgabe 1990) war das Oberflächenschutzsystem **OS 8** als starres, befahrbare Beschichtungssystem geregelt, das sich in der Praxis seit vielen Jahren als

bewährtes System erwiesen hat. Dieses Oberflächenschutzsystem wird auch in Zukunft als Schutzmaßnahme für direkt befahrene Bodenplatten empfohlen.

Der Aufbau eines **OS 8 - Systems** ist wie folgt:

- ?? Untergrundvorbehandlung durch Kugelstrahlen
- ?? Grundierspachtelung aus Epoxydharz-Harz (1MT Harz/1MT Quarzsand)
- ?? Abstreuen der frischen Grundierspachtelung mit Quarzsand 03/07
- ?? Kopfversiegelung mit lösemittelfreien 2-komponentigen Epoxydharz

Die Grundierung muss gegen die **rückwärtige Einwirkung von Feuchtigkeit** geprüft sein.

OS 8 ist in der neuen RILI SIB nicht mehr geregelt, da starre Beschichtungen zukünftig in einer neuen europäischen Norm enthalten sind. OS 8 gilt dennoch als allgemein anerkannte Regel der Technik für die Beschichtung von Bodenplatten und wird auch vom DAfStb als geeignetes System beschrieben.

Alternativ oder ergänzend zu einem Oberflächenschutzsystem kann eine zementgebundene, epoxydharzvergütete Verlaufsmauer (ECC) eingesetzt werden, mit dem gleichzeitig größere Rautiefen ausgeglichen werden können.

Rampen sind wegen der einwirkenden Brems- und Anfahrkräfte mechanisch besonders hoch beanspruchte Bauteile. Eine Beschichtung auf Rampen muss diesen Einwirkungen dauerhaft widerstehen. Als geeignete Beschichtung für Rampen hat sich das Oberflächenschutzsystem **OS 8 mit einer Gesamtschichtdicke von ca. 2,5 mm** bewährt. Einzelrisse bedürfen einer zusätzlichen rissüberbrückenden Maßnahme.

Rissüberbrückende Beschichtungen weisen keinen ausreichenden Widerstand gegen den mechanischen Angriff auf.

8 Instandhaltung und Wartung

Die Dauerhaftigkeit der abdichtenden Wirkung von befahrenen Oberflächenschutzsystemen auf Parkhaus- und Tiefgaragenflächen ist durch eine angemessene Wartung und Instandhaltung sicherzustellen.

Werden nach Heft 525 des DAfStb die Betongüte und die Betondeckung abgemindert, ist ein Wartungsintervall von 2-mal jährlich festgelegt. Für alle anderen Beschichtungen in Parkhäusern ist insbesondere in den ersten Jahren eine intensive Wartung erforderlich, weil die temperaturbedingten Formänderungen der Betonbauteile noch mit austrocknungsbedingten Formänderungen überlagert werden, die zur Entstehung neuer Risse oder zur Öffnung vorhandener Risse führen können. Danach sind insbesondere die Flächen regelmäßig zu überprüfen, die einem erhöhten mechanischen Angriff ausgesetzt sind (Fahrspuren, Rampen).

Werden während der regelmäßigen Wartung Schwachstellen erkannt, sind abhängig von der Art der Schwachstelle Maßnahmen zu planen und umzusetzen, die die Dauerhaftigkeit der Beschichtung und damit der Tragkonstruktion langfristig sicherstellen.

9 Literatur

- /1/ DIN 1045, Teile 1-4, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Ausgabe 7/2001
- /2/ Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V. Merkblatt Parkhäuser und Tiefgaragen, Entwurf 11/2003
- /3/ DAfStb, Heft 525, Erläuterungen zur DIN 1045-1
- /4/ DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“, Schlussfassung 11/2003
- /5/ Cziesielski/Friedmann – Gründungsbauwerke aus wasserundurchlässigem Beton, Bautechnik 4/1985
- /6/ Beddoe/Springenschmidt: Feuchtetransport durch Bauteile aus Beton; Beton- und Stahlbetonbau 4/1999
- /7/ Flohrer, C.: Baupraktische Aspekte Weißer Wannen bei problematischen Nutzungen, Praxisseminar: Wasser- und Feuchteschäden im Stahlbetonbau- Vermeiden, Beurteilen, Instandsetzen, IRB Stuttgart, 14.11.03
- /8/ DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“, Teile 1-4, Ausgabe 10/2001
- /9/ Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinie für Ingenieurbauten ZTV ING (darin ZTV SIB); Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 14/2003