

OSMOSEBLASEN IN BESCHICHTUN- GEN UND FLK- ABDICHTUNGEN

Osmoseblasen sind ein bekanntes Übel, das bei Beschichtungen und Flüssigkunststoff-Abdichtungen (FLK) immer wieder für Ärger sorgt. Seit rund 45 Jahren gelangen Beschichtungen und FLK-Abdichtungen zur Anwendung, seitdem ist auch das Auftreten von Osmoseblasen in diesen Aufbauten bekannt.

Andreas Bernhard, BTS Bauexpert AG und Alex Beutler, Sika Schweiz AG, Fachgruppen Ingenieur- und Tiefbauabdichtungen und Flüssigkunststoff-Abdichtungen der Technischen Kommission von PAVIDENSA

Beschichtungen und FLK-Abdichtungen haben die unterschiedlichsten Anwendungen wie beispielsweise:

- Parkingbeläge in und auf Parkhäusern und Einstellhallen
- Wannen
- Beschichtungen in Kläranlagen
- Bodenbeläge und Abdichtungen von Nasszellen in Wohnbereichen
- Bodenbeläge in der Industrie
- Balkonabdichtungen und -beschichtungen

Bei all diesen Anwendungen können Osmoseblasen auftreten.

WAS IST OSMOSE?

«Unter Osmose versteht man die Diffusion von Teilchen durch eine selektiv permeable Membran, wie sie eine biologische Membran darstellt. Das Phänomen der Osmose besteht im Bestreben eines reinen Lösungsmittels, durch eine semipermeable Membran in eine Lösung hineinzuwandern. Als osmotischen Druck bezeichnet man denjenigen Druck, den man auf die Lösung ausüben muss, um das Eindringen der Lösungsmittelteilchen zu verhindern.»¹

Im Jahre 1748 beschrieb Jean-Antoine Nollet, Professor für Experimentalphysik am Collège de Navarre in Paris, ein Experiment, bei dem ein Zylinder mit Weingeist befüllt, mit einer entfetteten Schweinsblase verschlossen und aufrecht in Wasser getaucht wurde. Innerhalb weniger Stunden strömte so viel Wasser in den Zylinder, dass sich die Blase unter gross-



Bild 1: Osmoseblasen im Randbereich einer Flachdachabdichtung aus Flüssigkunststoff. Randbereich und Dachfläche wurden zu unterschiedlichen Zeitpunkten abgedichtet.

Photo 1: Présence d'osmose en zone de bordure du revêtement d'un toit plat en résine liquide. Les travaux d'étanchéité de la bordure et de la surface du toit n'ont pas été effectués en même temps.

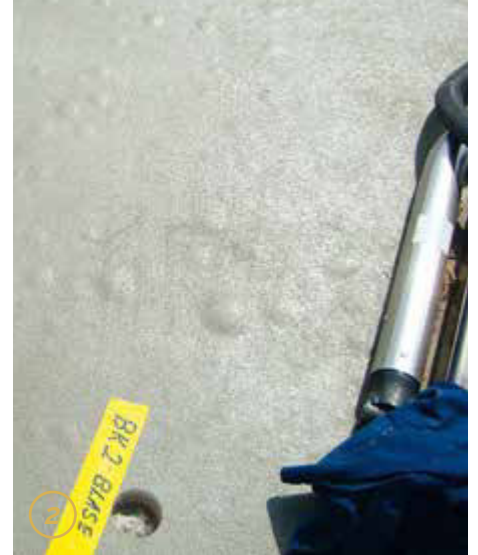


Bild 2: Osmoseblasen in einem Parkingbelag.

Photo 2: Bulles d'osmose dans un revêtement de parking.

em Druck nach außen wölbte; nach Anstechen mit einer Nadel schoss Flüssigkeit als kleine Fontäne in die Höhe. Während die Schweinsblase für Wasser durchlässig ist, kann Alkohol durch diese nicht entweichen; Nollet hatte mit seinem Experiment die Existenz semipermeabler Membranen demonstriert.¹

OSMOSE IN BESCHICHTUNGEN UND FLK-ABDICHTUNGEN

Bei Osmose in Beschichtungen und FLK-Abdichtungen liegen keine Lösungen mit unterschiedlichen Konzentrationen vor und trotzdem treten Osmoseblasen auf. Die Osmose tritt in Beschichtungen und FLK-Abdichtungen in Grenzschichten zwischen zwei Schichten des Aufbaus ein. Diese Schichten müssen dabei semipermeabel sein. Beispiele für solche semipermeable Schichten sind: Betonuntergrund mit oberflächlicher Karbonatschicht, Epoxidgrundierung, Dichtungsschicht, Beschichtung etc.

Damit bei Beschichtungen und FLK-Abdichtungen Osmoseblasen auftreten können, benötigt es neben den semipermeabel wirkenden Schichten auch noch einen Motor und Treibstoff. Der Motor dabei sind hygroskopisch wirkende Substanzen in einer Grenzschicht, der Treibstoff ist ein Wasserangebot unterhalb und/oder oberhalb des Aufbaus. Die in einer Grenzschicht hygroskopisch wirkenden Substanzen entstehen während der Ausführung des Aufbaus, das Wasserangebot unter-

halb und/oder oberhalb des Aufbaus ist abhängig von der Nutzung bzw. den baulichen Gegebenheiten.

Bei Bild 1 erfolgte das Wasserangebot von oben; bei Bild 2 aus einem durch Risse wasserhaltigen Gefällemörtel; bei Bild 3 durch eine auf dem Erdreich liegende Betonbodenplatte; bei Bild 4 durch einen Hartbetonuntergrund, welcher infolge nicht dicht angeschlossener Rinne mit Wasser gespeist wurde.

GRUNDLAGEN FÜR DIE ENTSTEHUNG VON OSMOSEN

Die Grundlage für Osmoseblasen (hygroskopisch wirkende Substanzen in Grenzschichten) wird in der Regel während der Ausführung der Aufbauten geschaffen.

Folgende Aspekte können Ursachen für die Bildung von hygroskopisch wirkenden Substanzen in Grenzschichten sein:

- Klimatische Bedingungen
- Ablagerungen aus abtrocknender Feuchtigkeit aus dem Untergrund
- Benzylalkoholgehalt in Epoxidharzen
- Ungeeignete Grundierungen
- Porendurchsetzte Grundierungen
- Schlechte Vernetzung durch nicht fachgerechtes Mischen
- Gestörte Vernetzung durch Alkalität der Oberfläche des Betonuntergrunds
- Schleifstaub

Die Erfahrung mit Osmoseblasen bei Beschichtungen und FLK-Abdichtungen zeigt,



Bild 3: Osmoseblasen in einem Bodenbelag. Der Betonuntergrund ist auf dem Erdreich aufliegend.

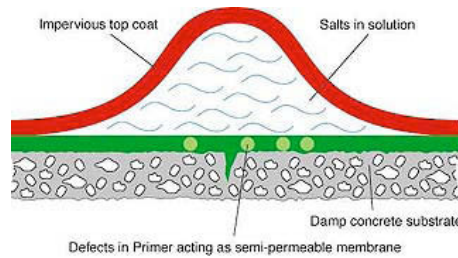
Photo 3: Bulles d'osmose dans un revêtement de sol. La base en béton repose directement sur le terrain.

dass in den überwiegenden Fällen «Ablagerungen aus abtrocknender Feuchtigkeit aus dem Untergrund» die Grundlage für Osmoseblasen bilden. Beim Abtrocknen steigt Feuchtigkeit aus dem Untergrund an dessen Oberfläche und verdunstet dann. Im Untergrund löst die Feuchtigkeit wasserlösliche Substanzen aus dem zementgebundenen Baustoff, in der Hauptsache das alkalisch wirkende Calciumhydroxid ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), daneben auch Alkali- und Siliziumsalze. Beim Abtrocknen werden diese Substanzen auf der Oberfläche abgelagert, im Falle von porenhaltigen Grundierungen auf deren Oberfläche. Beim Einbau der Folgeschicht werden abgelagerte Substanzen in der Grenzschicht eingeschlossen, unter Umständen können sie zusätzlich die Vernetzung chemisch stören, so dass in der Grenzschicht neben den Ablagerungen zusätzlich unvernetzte Polymerkomponente vorliegen.

Ein Spezialfall für die Ursache von Osmose bildet die Gelbildung bei der Alkali-Aggregat-Reaktion AAR. Diese Ursache hat keinen Zusammenhang mit der Ausführung eines Aufbaus. Die Gelbildung tritt während der Nutzung auf. Wandert das Gel in die Grenzschicht zwischen Betonuntergrund und Aufbau kann es dort zu einem späteren Zeitpunkt zum Motor werden.

ZEITPUNKT DES AUFTRETENS VON OSMOSEBLASEN

Typisch für Osmoseblasen ist das zeitlich verzögerte Auftreten. Die Diffusionsvor-



[ol - Dichte Deckschicht; or - Gelöste Salze; ur - Feuchter Betonuntergrund; um - undichte Stellen im Voranstrich wirken wie eine halbdurchlässige Membran].

Schematische Darstellung einer Osmoseblase bei einer Beschichtung.²

Défauts non étanches du primaire agissent comme une membrane semi-perméable.

Représentation schématique d'une bulle d'osmose dans un revêtement.²

gänge zu den hygroskopisch wirkenden Substanzen laufen langsam ab. Bei einem grossen Wasserangebot treten Osmoseblasen bereits innerhalb weniger Monate auf, bei einem geringen Angebot kann es aber bis zu mehreren Jahren dauern. Die Grösse und das Ausmass von Osmoseblasen nehmen in der Folge stetig zu, bei gutem Verbund zwischen den Schichten platzt die Blase letztendlich auf, bei schwachem Verbund breiten sich die Blasen flächig aus.

VERHINDERUNG VON OSMOSEBLASEN

Bei der Verhinderung von Osmoseblasen geht es primär darum, das Auftreten von hygroskopisch wirkenden Substanzen zu verhindern. Dabei gibt es jeweils den Umständen am Applikationsort angepasste Massnahmen, diese sind von Fall zu Fall mit allen Beteiligten zu prüfen und abzusprechen.

Mögliche Massnahmen für das Verhindern von hygroskopisch wirkenden Substanzen sind:

- Untergrund ausreichend trocken in ausreichender Tiefe
- Einsatz temporär wirkender Feuchtesperren
- Kurze Zwischenzeiten zwischen Untergrundbearbeitung und Grundierung
- Menge der Grundierung muss genügend sein. Dichte Grundierungen bedingen einen Harzverbrauch von minimal rund 1000 g/m²

- Keine Porenbildung in der Grundierung durch Einstreusand
- Keine Verfüllung der Grundierung
- Epoxidharze mit geringem oder keinem Benzylalkoholanteil
- Die klimatischen Bedingungen gemäss Datenblatt einhalten
- Einsatz von Systemaufbauten mit rascher Überarbeitbarkeit der einzelnen Schichten
- Einsatz von Betonuntergründen mit tiefem Wasseraufnahmekoeffizient

Betonuntergründe mit tiefem Wasseraufnahmekoeffizient vermindern zusätzlich während der Nutzung auch das Risiko eines grossen Wasserangebots aus dem Untergrund.

Aufgrund der Einsatzorte und der gegebenen Applikationsbedingungen ist es oftmals schwierig, die richtigen Voraussetzungen für eine risikolose Applikation zu erreichen. Es macht jedoch wenig Sinn, eine Risikoapplikation vorzunehmen, die dann mit teilweise höheren Sanierungskosten als die Gesteungskosten enden. Bei Nichterreichen der Applikationsbedingungen sind Alternativen zu prüfen. Ist ein Risiko nicht kalkulierbar, gibt es keine andere Lösung als den Verzicht auf den vorgesehenen Aufbau.

BULLES D'OSMOSE DANS DES REVÊTEMENTS ET ÉTANCHÉITÉS AUX RÉSINES SYNTHÉTIQUES LIQUIDES

Andreas Bernhard, BTS Bauexpert AG, Alex Beutler, Sika Schweiz AG, groupes spécialisés étanchéité d'ouvrages génie civil et étanchéité en matières plastiques liquides de la Commission technique de PAVIDENSA

Le phénomène d'osmose, c.à.d. l'apparition de bulles, est un problème bien connu et qui complique régulièrement la vie des artisans chargés des revêtements et étanchéités en matières plastiques liquides. Depuis les 45 ans que le bâtiment utilise des revêtements et étanchéités en matières plastiques liquides, le risque d'osmose dans ce type de systèmes est récurrent.

Des revêtements et étanchéités en matières plastiques liquides interviennent dans des applications les plus diverses telles que:

- Revêtements dans les parkings couverts ou souterrains
- Bains
- Revêtements dans des stations d'épuration
- Revêtements de sol et étanchéités des pièces d'eau dans les habitations
- Revêtements de sol industriels
- Étanchéité et revêtements de balcons
- Des bulles d'osmose peuvent concerner toutes ces applications sans distinction.

QU'EST-CE QUE L'OSMOSE?

«Par osmose on désigne la diffusion de particules à travers une membrane à perméabilité sélective à l'instar d'une membrane biologique. Le phénomène de l'osmose consiste dans la tentative d'un solvant pur de traverser une membrane semi-perméable pour pénétrer dans une solution. La pression osmotique désigne la pression qui doit être exercée sur la solution pour empêcher les particules du solvant d'y pénétrer.»¹

Une expérience décrite en 1748 par Jean-Antoine Nollet, professeur de physique expérimentale au Collège de Navarre à Paris, consistait à remplir un tube cylindrique d'eau de vie, de le fermer avec une vessie de porc dégraissé puis de le plonger verticalement dans de l'eau. Au bout de quelques heures seulement, l'eau pénétrant dans le cylindre avait atteint un tel volume que la vessie prenait une nette forme bombée sous la pression et libérait un petit jet d'eau après avoir été percée par une aiguille. Alors que la vessie de porc laisse passer l'eau, elle est imperméable à l'eau de vie; par cet expérience, Nollet avait démontré l'existence de membranes semi-perméables.¹

OSMOSE DANS LES REVÊTEMENTS ET ÉTANCHÉITÉS EN MATIÈRES PLASTIQUES LIQUIDES

Bien qu'il y n'ait pas de solutions de différentes concentrations lorsqu'une osmose se produit dans des revêtements et étanchéités en matières plastiques liquides, des bulles d'osmose peuvent néanmoins apparaître. Dans les revêtements et étanchéités en matières plastiques liquides, l'osmose pénètre dans les couches limites entre deux couches du système, à condition toutefois que ces couches soient semi-perméables. De telles couches semi-perméables peuvent être par ex. des fonds en béton avec couche de carbonate en superficie, des primaires époxydes, des couches d'étanchéité, revêtements, etc.

Or, l'apparition de bulles d'osmose sur des revêtements et étanchéités en matières plastiques liquides, requiert, à côté des couches à action semi-perméable, aussi un moteur et un carburant. Des substances à action hygroscopique dans une couche limite font office de moteur, une offre d'eau au-dessous et/ou au-dessus du système fournit le carburant. Les substances à action hygroscopique dans une couche limite se forment durant la réalisation du système, l'offre en eau dépend de l'utilisation et des conditions architecturales.

La Photo 1 montre l'offre en eau par le dessus, la photo 2 celle provenant d'un mortier de compensation dont la teneur élevée en eau est due aux fissures, la pho-

to 3 une dalle béton de base directement posée sur le terrain, la Photo 4 un fond en béton dur alimenté en eau par une rainure raccordée non étanche.

CONDITIONS DE BASE POUR LA FORMATION D'OSMOSE

En règle générale, c'est durant l'exécution des planchers que les conditions de base pour l'apparition d'une osmose (substances à action hygroscopique dans des couches limites) sont créées.

Des causes possibles pour la formation de substances à action hygroscopique dans des couches limites peuvent être entre autres:

- Conditions climatiques
- Dépôts de l'humidité du fond en béton en cours de séchage
- Teneur en alcool benzylique dans les résines époxy
- Primaires inappropriés
- Couches primaires poreuses
- Mauvais réticule suite à un mélange mal effectué
- Réticule perturbé suite à l'alcalinité à la surface de la base béton
- Poussières de ponçage

L'expérience avec les bulles d'osmose affectant des revêtements et étanchéités en matières plastiques liquides montre que dans la majorité des cas, la responsabilité de la formation d'osmose incombe aux «dépôts d'humidité en provenance du fond en béton en cours de séchage». Lors du séchage, l'humidité monte du fond à sa surface pour s'y évaporer. Au niveau du fond en béton, l'humidité dissout des substances hydrosolubles du matériau lié au ciment, principalement de l'hydroxyde de calcium (Ca(OH)₂), à effet alcalin, mais aussi des sels alcalins et siliciques. Lors

du séchage, ces substances se déposent à la surface, en présence de primaires poreux sur leur surface. Lors de la mise en œuvre de la couche suivante, ces substances déposées se trouvent enfermées dans la couche limite. Le cas échéant, elles peuvent même perturber la liaison de manière chimique de sorte que la couche limite contienne, en plus des dépôts, des composants polymères non réticulés. Un cas particulier pouvant provoquer une osmose est la formation de gel lors de la réaction alcalis-agrégats AAR. Cette cause n'a aucun lien avec l'exécution d'un plancher. Le gel se forme durant l'utilisation, migre dans la couche limite entre le fond en béton et le plancher où il peut se transformer ultérieurement en moteur.

MOMENT D'APPARITION DE BULLES D'OSMOSE

Une caractéristique typique des bulles d'osmose est leur apparition retardée dans le temps. Les procédures de diffusion vers les substances à action hygroscopique se déroulent lentement. En présence d'une grande quantité d'eau disponible, les bulles d'osmose apparaissent après quelques mois déjà, si l'offre en eau est limitée, cela peut prendre plusieurs années. Par conséquent, la taille et l'étendue des bulles d'osmose ne cessent d'augmenter par la suite; en cas d'une bonne adhérence entre les couches, la bulle finira par éclater,

une adhérence plutôt faible provoquera la propagation des bulles en surface.

ÉVITEMENT DE BULLES D'OSMOSE

Pour éviter des bulles d'osmose, il s'agit principalement d'empêcher l'apparition de substances à action hygroscopique. Pour ce faire, il existe des mesures adaptées aux conditions sur le site d'application. Ces mesures doivent faire l'objet d'une étude et d'une concertation préalable avec tous les intervenants au cas par cas:

Des mesures potentiellement aptes à empêcher des substances à action hygroscopiques, sont entre autres:

- Fond suffisamment sec à une profondeur suffisante
- Emploi de barrières vapeur à action temporaire
- Intervalles d'attente courts entre le traitement du fond et l'application du primaire
- Quantité suffisante du primaire. Des couches épaisses de primaires requièrent des volumes de résines de min. 1000g/m² environ
- Application de sable de décochage pour éviter la porosité de la couche primaire
- Pas de couverture de la couche primaire
- Emploi de résines époxy avec une proportion d'alcool benzylrique faible ou nulle
- Respect des conditions climatiques indiquées sur la fiche technique
- Utilisation de systèmes de plancher

dont les différentes couches peuvent rapidement recevoir d'autres couches ou recouvrements

- Emploi de fonds en béton avec un coefficient d'absorption d'eau faible

Des fonds en béton avec un coefficient d'absorption d'eau faible minimisent en outre le risque d'une offre d'eau élevée du fond lors de l'utilisation.

Étant donné la diversité des lieux d'utilisation et des conditions d'application, il est souvent difficile d'obtenir les bonnes conditions pour une application ne présentant aucun risque. En revanche, il n'est guère sensé d'opter pour une application à risque dont la reprise ultérieure pourrait impliquer un coût parfois même supérieur au travail initial. Lorsque les conditions d'application ne sont pas réalisables, il convient d'étudier des alternatives. En présence d'un risque non calculable, la seule solution consiste à renoncer au système de plancher prévu.

LITERATUR / LITTÉRATURE

- [1] <http://de.wikipedia.org/wiki/Osmose>
 [2] Ignoul S.; Van Rickstal F.; Van Gemert D.; Blistering of epoxy industrial floor on concrete substrate: phenomena and case study.

Photo 4: Bulles d'osmose dans un revêtement de douches d'une piscine publique.

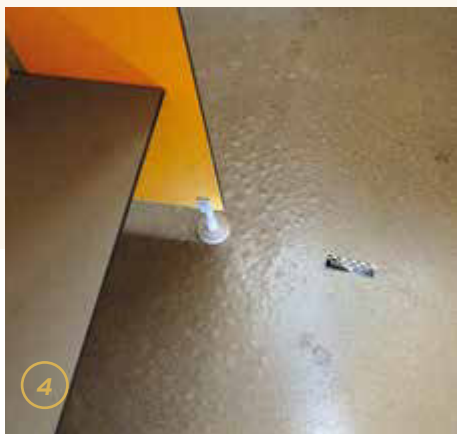


Bild 4: Osmoseblasen in einer Beschichtung von Duschen eines öffentlichen Bads.

Photo 5: Les bulles d'osmose sont remplies d'un liquide qui perle ou gicle lorsque l'on perce la bulle.



Bild 5: Osmoseblasen sind mit einer Flüssigkeit gefüllt, beim Anstechen einer Osmoseblase tritt oder spritzt diese aus.

Photo 6: Le liquide contenu dans les bulles d'osmose est en général, en raison de la présence fréquente d'hydroxyde de calcium (Ca(OH)₂), légèrement à fortement alcalin, dans le cas présent avec un pH de 10 plutôt faiblement alcalin.



Bild 6: Die Flüssigkeit in Osmoseblasen ist in der Regel aufgrund des meistens vorliegenden Calciumhydroxid (Ca(OH)₂) leicht bis stark alkalisch, im vorliegenden Fall mit dem pH-Wert 10 eher leicht alkalisch.