

# BLASEN IN BRÜCKENABDICHTUNGSSYSTEMEN; TEIL 1: BETON-UNTERGRUND

Die häufigsten auf Brückenabdichtungen beobachteten Schäden sind wohl Blasenbildungen. Diese treten zum Teil sofort auf, das heisst während der Bauphase, zum Teil werden sie aber auch erst nach Jahren sichtbar. Alle Blasen entstehen aufgrund der gleichen Mechanismen und können sich nur entwickeln, wenn gewisse Voraussetzungen kumulativ gegeben sind. Um Folgeschäden zu verhindern, ist eine Früherkennung von grosser Bedeutung. Im Folgenden werden Grundsätze der Blasenbildung sowie deren Früherkennung und Monitoring besprochen.

Dr. Christian Angst, IMP Bautest AG, Oberbuchsitzen

## 1. GRUNDSÄTZE

Damit eine Blase in einem Brückenabdichtungssystem entstehen kann, müssen folgende Voraussetzungen kumulativ erfüllt sein:

### BLASENKEIME:

Unter der dichten Schicht müssen kleine Hohlräume (Blasenkeime) vorhanden sein, die auf folgende Ursachen zurückzuführen sind:

- Poren/Rauigkeiten im Betonuntergrund, die nicht ausgefüllt sind. (Bei zu grosser Rauigkeit ist eine Kratzspachtelung aufzubringen.)
- Bestehen kleinste Undichtigkeiten in einer Versiegelung, so kann unter Wärmeeinwirkung Feuchtigkeit gasförmig austreten und Blasenkeime bilden.
- Unter ungünstigen Bedingungen können sogar Verbrennungsgase eingeschlossen werden.

### FEUCHTIGKEIT:

In der Regel führt eingeschlossene Feuchtigkeit zu einer Gasbildung, die dann Blasen erzeugt. Blasen können aber auch über Reste von Dieselöl, Reinigungsmittel etc. entstehen. Bei FLK-Abdichtungen können Lösemittelreste in der Abdichtungsschicht (Produktmangel) ebenfalls zu Blasen führen (Abb. 1).

### WÄRME:

Damit aus Feuchtigkeit Dampfdruck entsteht, braucht es Energie; auf Brücken in Form der Erwärmung durch Sonneneinstrahlung. Dies ist auch der Grund, weshalb bei Gussasphalt-Schichten in Tunnels Blasen bestenfalls im Portalbereich anzutreffen sind.

## 2. BLASEN AUF BETON-UNTERGRUND

### 2.1 BLASEN VOR DEM EINBAU DER GUSSASPHALTSCHICHT

Die Schweizer Norm für Abdichtungssysteme VSS-40450 schreibt vor, dass Abdichtungen (PBD und FLK) innerhalb einer Woche mit einer Schutzschicht abzudecken sind. Bei starker Sonneneinstrahlung sind Schutzmassnahmen gegen das Aufheizen der Abdichtung zu treffen.

Diese Forderungen dienen der Vermeidung von Schäden durch Blasen, denn die dünne Abdichtung und der Betonuntergrund werden durch die Sonneneinstrahlung stark erwärmt. Da Beton immer eine gewisse Restfeuchtigkeit enthält, entsteht ein Dampfdruck unter der Abdich-

tung. Bei kleinen Hohlstellen (=Blasenkeimen) kann sich die Feuchtigkeit ausdehnen und Druck auf die Abdichtung ausüben, was bei PBD-Abdichtungen zu kreisförmigen Blasen führt.

Blasen können aber auch bei unsachgemässer Applikation auftreten, am ehesten bei Überlappungen der PBD-Bahnen und/oder Poren in der Versiegelung.

### 2.2 BLASEN WÄHREND DEM EINBAU DES GUSSASPHALTES

Beim Einbau des heissen Gussasphaltes (200-220 °C) wird viel Wärmeenergie in die Abdichtung und in den Untergrund eingebracht. Blasen unter der Abdichtung entstehen gemäss dem unter Abschnitt 2 beschriebenen Mechanismus.

Abbildung 1, links: Poren in der Grundierung sowie Ablösung (Riss) zwischen Grundierung und Abdichtung bei einer FLK-Abdichtung. Ursache: Lösemittelreste in der Grundierung (Produktmangel).

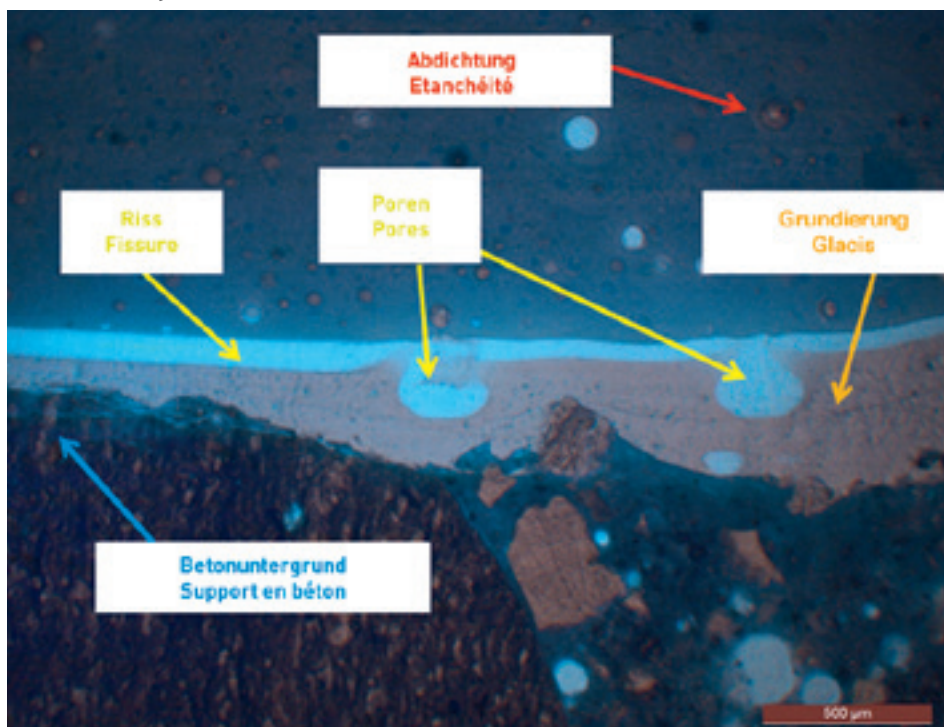


Figure 1, à gauche: pores dans la couche d'apprêt ainsi que décollement (fissure) entre la couche d'apprêt et l'étanchéité dans le cas d'une étanchéité FLK. Cause: résidus de solvant dans la couche d'apprêt (défaut du produit).

# CLOQUES DANS LES SYSTEMES D'ÉTANCHÉITÉ DE PONTS; PARTIE 1, SUPPORT EN BÉTON

La formation de cloques constitue le dommage le plus fréquent sur les étanchéités de ponts. Ces cloques apparaissent parfois immédiatement, c'est-à-dire durant la phase de construction, et parfois elles sont aussi visibles après plusieurs années. Toutes les cloques se forment selon le même mécanisme et ne peuvent se développer que lorsque certaines conditions sont remplies simultanément. Une détection précoce est essentielle pour éviter les dommages consécutifs. Nous allons maintenant énoncer les principes de la formation de cloques ainsi que sa détection précoce et son monitoring.

 Dr. Christian Angst, IMP Bautest SA, Oberbuchsiten

## 1. PRINCIPES

Pour qu'une cloque puisse se former dans un système d'étanchéité de ponts, il faut que les conditions suivantes soient remplies simultanément:

### AMORCES DE CLOQUE:

Il faut que de petites cavités (amorces de cloque) soient présentes sous la couche épaisse. Elles sont imputables aux causes suivantes:

- Pores/rugosités dans le support en béton qui ne sont pas comblés. (Il convient d'appliquer un enduit gratté lors d'une trop grande rugosité.)
- S'il existe le moindre défaut d'étanchéité dans un scellement, de l'humidité gazeuse peut s'échapper sous l'effet de

la chaleur et occasionner la formation d'amorces de cloque.

- Dans des conditions défavorables, des gaz de combustion peuvent même y être emprisonnés.

### HUMIDITÉ:

En général, l'humidité emprisonnée entraîne une formation de gaz qui génère ensuite des cloques. Mais les cloques peuvent également se former à partir de résidus de diesel, de produits de nettoyage, etc. Dans le cas d'étanchéités FLK, des résidus de solvant dans la couche d'étanchéité (défaut du produit) peuvent également provoquer des cloques (fig. 1).

### CHALEUR:

De l'énergie est nécessaire pour que l'humidité soit transformée en pression de vapeur qui apparaît sur les ponts sous la forme de réchauffement sous l'effet de l'ensoleillement. C'est aussi la raison pour laquelle, dans les couches d'asphalte coulé des tunnels, les cloques se trouvent tout au plus dans la zone des portails.

## 2. FORMATION DE CLOQUES SUR LE SUPPORT EN BÉTON

### 2.1 FORMATION DE CLOQUES AVANT LA MISE EN ŒUVRE DE LA COUCHE D'ASPHALTE COULÉ

La norme suisse pour les systèmes d'étanchéité VSS-40450 prescrit que les étanchéités (LBP et ESL) doivent être recouvertes d'une couche de protection dans un délai d'une semaine. Par fort ensoleillement, il faut prendre des mesures de protection pour éviter leur exposition à la chaleur.

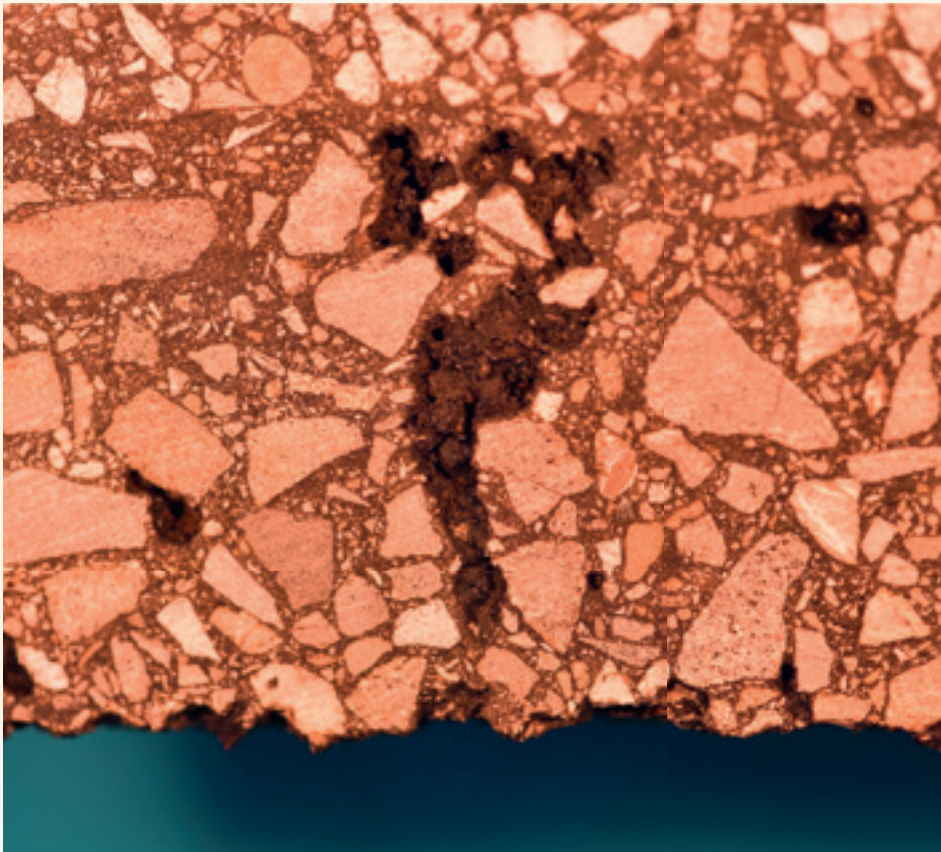
Ces prescriptions sont destinées à éviter les dommages causés par la formation de cloques: la mince étanchéité et le support en béton sont fortement chauffés par le rayonnement solaire. Comme le béton contient toujours une certaine humidité résiduelle, il se produit une pression de vapeur sous l'étanchéité. En cas de mini cavités (= cloques à l'état initial), l'humidité peut s'étendre et exercer sur l'étanchéité une pression qui provoque des cloques circulaires en cas d'étanchéités LBP.

Toutefois, des cloques peuvent aussi se former si l'application n'est pas effectuée dans les règles de l'art, notamment en cas de chevauchement des lés d'étanchéité en LBP et/ou des pores dans le scellement.

### 2.2 FORMATION DE CLOQUES LORS DE LA MISE EN ŒUVRE DE L'ASPHALTE COULÉ

Lors de la mise en œuvre de l'asphalte coulé chaud (200 à 220°C), une grande quantité d'énergie thermique est injectée

Rechts: Blasen im Gussasphalt über dem Schaden in der FLK.



À droite: formation de cloques dans l'asphalte coulé au-dessus du dommage dans la ESL.

Es können auch Blasen zwischen den Gussasphaltschichten entstehen, falls Feuchtigkeit und/oder Dieselöl eingeschlossen wird. Aus diesem Grund ist es wichtig, möglichst wenig Verkehr auf der Schutzschicht zu tolerieren; Fahrzeuge müssen woanders abgestellt werden.

**2.3 WACHSENDE BLASEN  
WÄHREND DER NUTZUNGSDAUER**

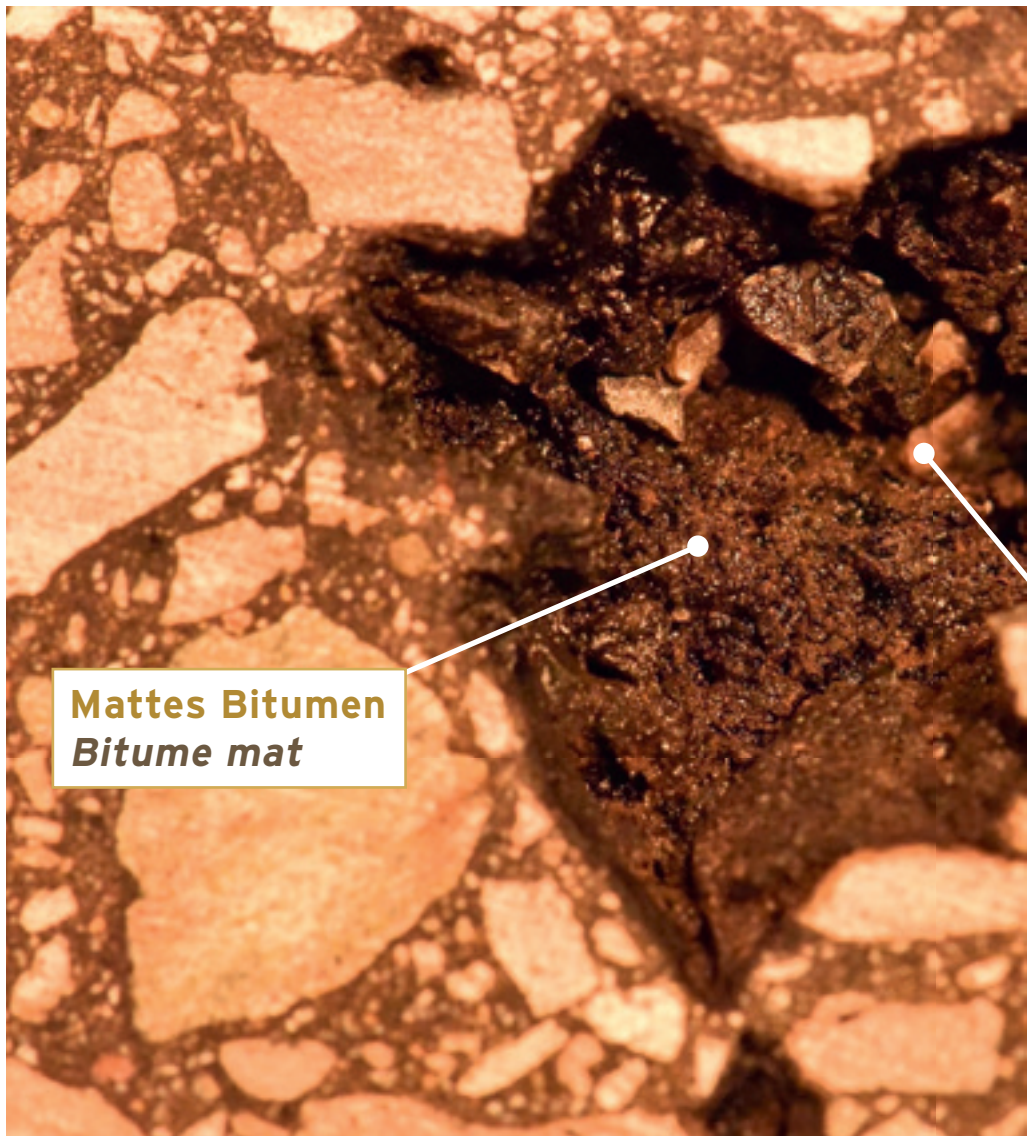
«Wachsende Blasen» werden allmählich grösser und sichtbar, was Jahre dauern kann.

Damit Blasen wachsen können, bedarf es eines Nachschubs an Feuchtigkeit, den man sich folgendermassen vorzustellen hat:

- Es besteht ein Blasenkeim zwischen dem Betonuntergrund (Lunker, Pore) und der Abdichtung.
- Die Erwärmung durch Sonneneinstrahlung erzeugt aus Feuchtigkeit Dampfdruck. Gleichzeitig werden PBD-Abdichtung und Belag durch die Erwärmung weicher; der Dampfdruck vermag dadurch den Blasenkeim auszuweiten.
- Nachts oder bei Regen kühlt der Belag ab, ohne dass die Vergrösserung des Keims rückgängig gemacht wird, denn Abdichtung und Belag sind infolge der Abkühlung wieder härter geworden. Bei weiterer Abkühlung entsteht in der Blase ein Unterdruck, der weitere Feuchtigkeit aus dem Betonuntergrund in die Blase saugt.

Bei jeder nächsten Erwärmung entsteht ein weiterer Wachstumszyklus.

Im Teil 2 «Blasen in Brückenabdichtungssystemen; Holz-Untergrund und Monitoring» werden Blasenbildungen auf Holzunterlagen sowie Früherkennung und Monitoring von Blasen besprochen. Er erscheint in der November-Ausgabe dieser Fachzeitschrift.



**Mattes Bitumen**  
**Bitume mat**



dans l'étanchéité et le support. Les cloques sous l'étanchéité se forment selon le mécanisme décrit à la section 2.

Mais des cloques peuvent également se former entre les couches d'asphalte coulé si de l'humidité et/ou du diesel y sont emprisonnés. Pour cette raison, il est important de limiter au minimum la circulation sur la couche de protection; les véhicules doivent être garés autre part.

### 2.3 DÉVELOPPEMENT DES CLOQUES DURANT LE TEMPS D'UTILISATION

«Les cloques croissantes» deviennent de plus en plus grosses et visibles, ce processus pouvant durer des années.

**Abbildung 2:**  
Riesige Blase in einem begehbaren Systemaufbau.

**Figure 2:**  
cloque géante dans une structure de système praticable.



**Enthüllte Steine**  
Pierres mises à nu

**Abbildung 3:**  
Die Analyse des Innenlebens einer Blase ermöglicht Rückschlüsse auf deren Entstehung.

**Figure 3:**  
l'analyse de la vie intérieure d'une cloque permet de tirer des conclusions sur son apparition.

Pour que les cloques puissent croître, il faut fournir un apport supplémentaire d'humidité que l'on peut se représenter de la manière suivante:

- Il existe une amorce de cloque entre le support en béton (cavité, pore) et l'étanchéité.
- Le réchauffement sous l'effet du rayonnement solaire transforme l'humidité en pression de vapeur. Parallèlement, l'étanchéité LBP et le revêtement ramollissent sous l'effet du réchauffement. La pression de vapeur permet ainsi d'étendre l'amorce de cloque.
- La nuit ou par temps de pluie, le revêtement refroidit sans que l'amorce reprenne sa dimension antérieure. En effet, l'étanchéité et le revêtement sont redevenus plus durs suite au refroidissement. Lorsque le refroidissement se poursuit, il se produit une pression négative dans la cloque. Cette dépression attire davantage d'humidité à partir du support en béton dans la cloque par effet d'aspiration.

Chaque nouvel échauffement provoque un nouveau cycle de croissance.

La formation de cloques sur des supports en bois ainsi que la reconnaissance précoce et le monitoring des cloques sont discutés dans la partie 2 «Cloques dans les systèmes d'étanchéité de ponts; support en bois et monitoring». Cet article paraîtra dans l'édition de novembre du présent périodique spécialisé.