

# Dampfdruckentspannung, Sickerwasser- und Kondenswasserableitung unter bituminösen Brückenbelägen

Autor(en): **Honegger, Heinz**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **90 (1972)**

Heft 2

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85088>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Dampfdruckentspannung, Sickerwasser- und Kondenswasserableitung unter bituminösen Brückenbelägen

DK 624.21.095.7

Von Heinz Honegger, Bülach

### Belags- und Isolationsaufbau bei Brücken

An Belag und Isolation von Brückenfahrbahnen werden grosse Anforderungen gestellt. Der Überbau von Betonbrücken wird nicht unmittelbar befahren, er wird normalerweise durch eine Isolation gegen Oberflächenwasser geschützt. Der darüberliegende Fahrbahnbelag schützt diese Isolation (Brückenabdichtung) gegen mechanische Angriffe aus der Verkehrsbelastung im Sinne einer Lastverteilung.

Meist setzt sich ein Brückenbelag aus Binder und Verschleisschicht (Deckschicht) zusammen. Diese ruhen auf der Isolationsschicht. Für die letztere werden verwendet: Asphaltmastix, Gussasphalt, Dichtungsbahnen mit Einlagen aus Rohfilzpappen, Geweben, Metallfolien, Kunststofffolien, Metallriflebänder. Unter der Isolation sollte eine Trennschicht für die horizontale Dampfdruckentspannung angeordnet werden. Dazu eignen sich Ölpapier, Rohglasvlies, Lochglasbitumenbahnen mit einseitiger Grob-Bestreuung, Natronkraftpapier (Bild 1).

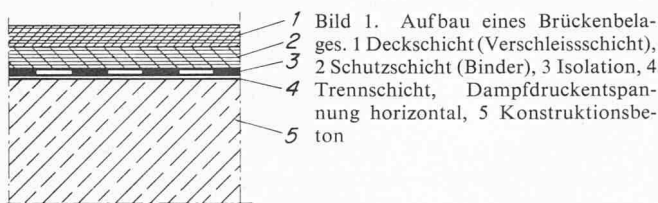


Bild 1. Aufbau eines Brückenbelages. 1 Deckschicht (Verschleisschicht), 2 Schutzschicht (Binder), 3 Isolation, 4 Trennschicht, Dampfdruckentspannung horizontal, 5 Konstruktionsbeton

Abdichtungen ohne Trennschicht können dann ausgeführt werden, wenn die Dampfbildung und anschliessende Kondensation infolge Temperaturänderungen ohne schädliche Auswirkungen sind wie beispielsweise bei grossen Belagsstärken oder bei Brücken aus Betonfertigteilen mit vielen Fugen.

Belagschäden auf Brücken treten nicht nur infolge der Verkehrsbelastung auf, sondern sind oft auf Feuchtigkeit zurückzuführen. Wenn Meteor- oder Schmelzwasser die Isolation durchsickert und nicht abgeleitet wird, können Frostaufbrüche auftreten. Auch örtliche Wasserdampfblasen unter der

Isolation oder unter einem dichten Belag aus Gussasphalt können zu Belagschäden führen, wenn der Dampfdruck nicht abgebaut wird. Temperaturwechsel – vorwiegend zwischen Tag und Nacht – ergeben eine ständige Umwandlung von Wasserdampf in Wasser (und in Eis) oder umgekehrt (Bilder 2, 3 und 4). Die daraus entstehenden Dampfdruckverhältnisse können zu Wasserdampfblasen unter dem Belag oder der Isolation führen. Die Druckveränderungen – bei Erwärmung entsteht Überdruck, bei Abkühlung Unterdruck – werden als Pump-effekt bezeichnet.

Gleich wie Dachisolationen [1] haben auch Brückenbeläge und -Isolationen nur einen begrenzten Diffusionswiderstand. Treten Druckunterschiede zwischen der Aussenluft und der unter der Isolation oder dem Belag eingeschlossenen Luft auf, so vergrössert oder vermindert sich die Menge der eingeschlossenen Luft. Bei Sonnenbestrahlung wird die Luft unter dem Belag erwärmt, der Druck im abgeschlossenen Luftraum steigt, Luft diffundiert durch die Isolation oder den Belag nach Aussen. Bei niedriger Temperatur (Nacht) wird Luft durch den Belag oder die Isolation hindurch angesogen. Auf Grund der klimatischen Gegebenheiten sind die Zeiten des Unterdruckes stets länger als die Zeiten des Überdruckes (Bild 4). Dadurch diffundiert meist eine grössere Luftmenge ein als wieder aus dem abgeschlossenen Raum entweichen kann; der Innendruck steigt also an. Durch die Sonnenbestrahlung wird das Bitumen immer weicher. Zusätzlich ist der Belag der mechanischen Beanspruchung durch die Verkehrsbelastung ausgesetzt.

Andere Folgeschäden können entstehen, wenn Sicker- oder Kondenswasser sowie Wasserdampf unter Brückenbelägen in das darunter befindliche Beton-Tragwerk eintritt. Dringt solches Wasser in Haarrisse des Betons ein, so kann dieser bei Frostbildung durch fortschreitende Sprengwirkung beschädigt werden. Abgesprengte Betonteile und Sinterungen an der Untersicht von Betontragwerken sind oft die Folge. Durch solche Schäden kann die Lebensdauer einer Brücke verkürzt werden (Bild 5).

Bild 2. Risse in bituminösem Brückenbelag infolge Frosteinwirkung auf unter dem Belag angesammeltem Sicker- oder Kondenswasser

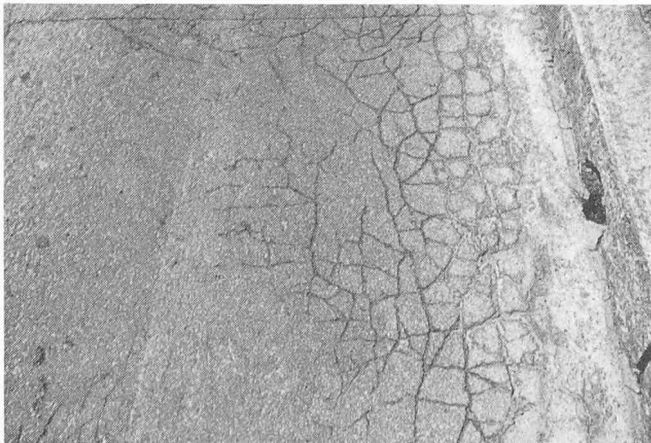


Bild 3. Aufgesprengter Belag. Die durch Frosteinwirkung begonnene Zerstörung wird durch die Verkehrsbelastung fortgesetzt



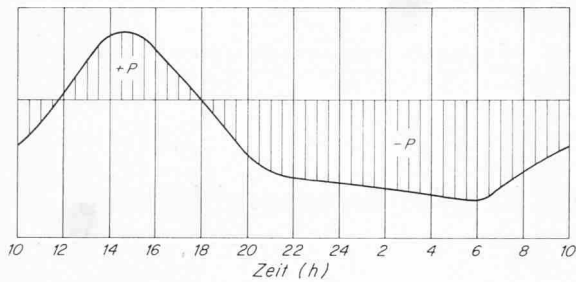


Bild 4. Schematische Darstellung der Dampfdruckverhältnisse unter dem Fahrbahnbelag in Abhängigkeit der Tageszeit beziehungsweise der täglichen Temperaturschwankungen

Die beschriebenen Erscheinungen, nämlich das Eindringen von Oberflächenwasser, Wasserdampf- und Kondenswasserbildung unter Belägen und Isolationen und Blasenbildungen durch Druck-Differenzen können zusammen mit Frost und Verkehrsbelastung zu Belagaufbrüchen führen und sogar das Tragwerk beschädigen. In Projekt und Ausführung werden diese Erscheinungen oft zu wenig beachtet, was Aegerer und kostspielige Reparaturarbeiten bringen kann.

#### Konstruktive Vorkehrungen bei Brücken-Neubauten

Um die genannten Schäden zu verhindern muss versucht werden, Wasser, das durch den Belag auf die Isolation oder Trennschicht gelangt, durch das Tragwerk hindurch abzuleiten und Wasserdampf- und Luftdruck unter dem Belag bzw. unter der Trennschicht durch das Tragwerk hindurch abzubauen sowie zugleich allfälliges Kondenswasser abzuleiten (Bild 6 und 7). Dazu sind in genügender Anzahl und am richtigen Ort die in Bild 8 gezeigten Konstruktionselemente einzubauen. Diese beiden Elemente ermöglichen zudem, die Oberfläche des Überbaues vor den Isolations- und Belagsarbeiten ständig zu entwässern. Das Trockenhalten der Betonoberflächen unmittelbar vor dem Aufbringen von Isolation und Belag wird dadurch stark erleichtert. Die Entwässerungs-Elemente Honel-302 ermöglichen das sichere Ableiten des auf der Isolation liegenden Sickerwassers, indem das Wasser durch einen mit vier Nuten versehenen Trichterdeckel in ein durch das Tragwerk hindurchführendes Kunststoffrohr abfließen kann. Auch Wasserdampfdruck unter der Isolation kann im gleichen Element abgebaut werden, indem die horizontale Dampfdruckspannungsschicht in den Trichter hineingeführt wird. Bisherige Beobachtungen haben gezeigt, dass das Kunststoff-Rohr einen Innendurchmesser von mindestens 30 mm aufweisen sollte, damit die Rohröffnung nicht durch Kalkausscheidungen zuwachsen kann. Das Kunststoffrohr wird mit einem im Beton verbleibenden, tropfnasenartig ausgebildeten betongrauen Kunststoffko-

Bild 5. Brückenuntersicht mit Sinterungen und Frostschäden

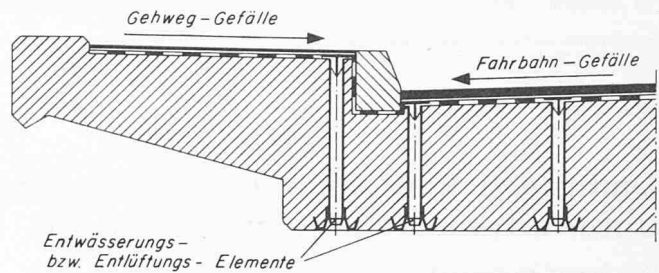


Bild 6. Brückenquerschnitt mit eingebauten Elementen zur Dampfdruckentspannung beziehungsweise zur Sickerwasser-Ableitung

nus eingebaut. Der Konus selbst wird an der Schalung befestigt. Er gewährt dem Kunststoffrohr eine gute Standfestigkeit. Sollbruchstellen im Konus bieten Gewähr, dass sich die zur Befestigung verwendeten Nägel beim Ausschalen von diesem trennen. Der mit einem Anschlagnocken versehene und im Beton verankerte Konus verhindert ein Herausfallen des Kunststoffrohres, könnte sich doch dieses durch die unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten (Beton  $0,01 \text{ mm } ^\circ\text{C/m}$ , Kunststoffrohr  $0,08 \text{ mm } ^\circ\text{C/m}$ ) vom Beton lösen und nach unten abwandern. Die Tropfnasenbildung aus Kunststoff verunmöglicht eine Feuchtigkeitsannahme des angrenzenden Betons. Dank der teleskopartigen Höhenverstellbarkeit des Trichters im Kunststoffrohr kann die Tragwerkstärke überall genau eingehalten werden. Dadurch dass meistens die Untersch stark dem Wind ausgesetzt ist, erfolgt über die Austrittöffnung (Kunststoffkonus) der Rohre ein Windüberstrich, der zwangsläufig die im Rohr stehende Luft nach aussen mitreisst. Das heisst es entsteht im Rohr ein Sog für den unter den Trennschichten liegenden Wasserdampf bzw. für das Sickerwasser.

Der Versetzvorgang dieser Elemente ist folgender:

- Befestigen der Kunststoffkonus durch Nägel mit angestauchtem Kopf auf der vorher bezeichneten Stelle der Schalung,
- Kunststoffrohr ablängen (Grat brechen) und mit dem Trichter auf Tragwerkstärke einstellen, Rohr bis auf Anschlag in Konus einschieben,
- obere Öffnung im Trichter mit Kunststoffstopfen schliessen damit kein Beton eindringen kann,
- betonieren,
- Trennschicht und Isolation an den Trichter anschliessen,
- Kunststoffstopfen entfernen und Trichterdeckel einführen bis dieser auf der Isolation aufliegt,
- Belag aufbringen.

Bild 7. Zum Betonieren vorbereitete Brückendecke. Zwischen den Bewehrungsseisen sind die Honel-Elemente zu erkennen



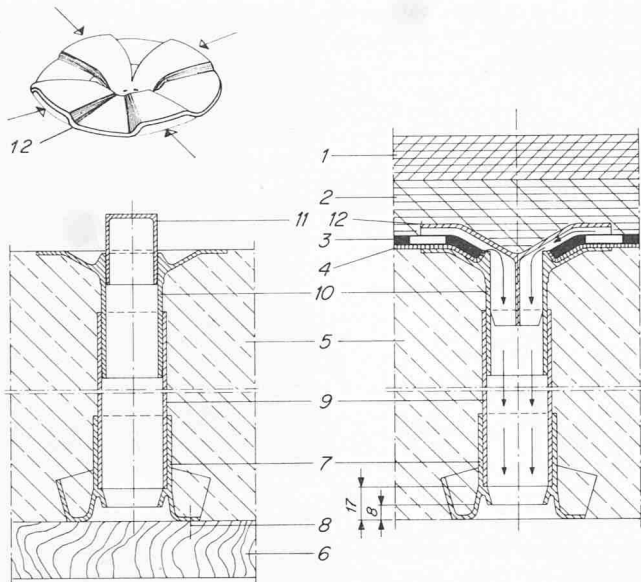


Bild 8. Honel-Element 302 zur Entwässerung der Betonoberfläche im Bauzustand, zur Entwässerung von Sickerwasser auf der Isolation und zur Dampfdruckentspannung. 1 Deckschicht (Verschleisschicht), 2 Schutzschicht (Binder), 3 Isolation, 4 Dampfdruck-Entspannungsschicht, 5 Konstruktionsbeton, 6 Schalung, 7 verlorener, grauer Tropfnasenkonus, 8 Befestigungsnagel, 9 graues Rohr, Innendurchmesser 32 mm, Aussendurchmesser 36 mm, 10 roter Einlauftrichter, 11 gelber Stopfen, 12 Trichterdeckel mit Sickerwassernuten

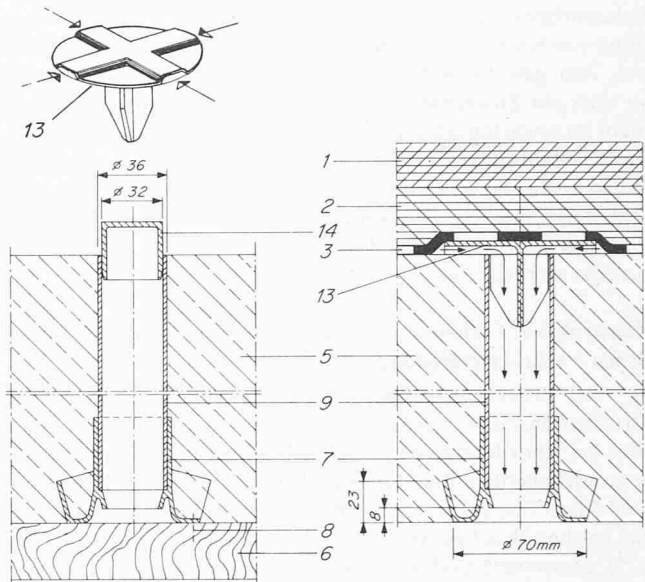


Bild 9. Honel-Element 302/1 zur Dampfdruckentspannung. 1 Deckschicht (Verschleisschicht), 2 Schutzschicht (Binder), 3 Isolation, 5 Konstruktionsbeton, 6 Schalung, 7 verlorener, grauer Tropfnasenkonus, 8 Befestigungsnagel, 9 graues Rohr, Innendurchmesser 32 mm, Aussendurchmesser 36 mm, 13 Deckel mit Nuten für Dampfdruckentlastung und mit Zentrierkreuz, 14 roter Stopfen

In den tiefsten Gefällslagen der Fahrbahn, beispielsweise entlang der Bordsteinrinnen sowie vor Fahrbahnübergangskonstruktionen, bei denen das Gefälle zum Übergang zuneigt, sollten in Abständen von rund 1 m solche Elemente angeordnet werden. Bei der restlichen Fläche des Tragwerkes sollte pro rund 6 m<sup>2</sup> ein Element eingebaut werden.

Die Dampfdruckentspannungselemente Honel-302/1 ermöglichen den direkten Abbau der Wasserdampf- und Luftdruckspannung und die Ableitung von Kondenswasser unter Isolation und Trennschicht. Anzahl und Anordnungen sind gleich vorzusehen wie die Entwässerungselemente Honel-302. Anstelle des Einlauf-Trichters wird in diesem Falle ein heissbitumenbeständiges Abdeckelement aus Kunststoff mit vier

Kreuznuten direkt auf OK-Beton des Tragwerkes gelegt. Die Isolation und Trennschicht wird über dieses Abdeckelement hinweggezogen. Der Versetzvorgang erfolgt analog dem des Entwässerungselementes (Bild 9).

Die beschriebenen Elemente ermöglichen einen Einbauvorgang, bei dem die Schalung nicht verletzt wird. Die fachgerechte Ausbildung einer Tropfnase verunmöglicht die Befuchtung der angrenzenden Betonflächen dadurch, dass die Tropfkante von UK-Tragwerk um rund 10 mm zurückversetzt ist, wodurch der Seitenwindeinfluss vermindert wird. Diese Elemente werden aus einem schlagfesten, temperaturbeständigen Kunststoff (bis 230°C) hergestellt und erfüllen die thermischen, statischen und dynamischen Forderungen bei den

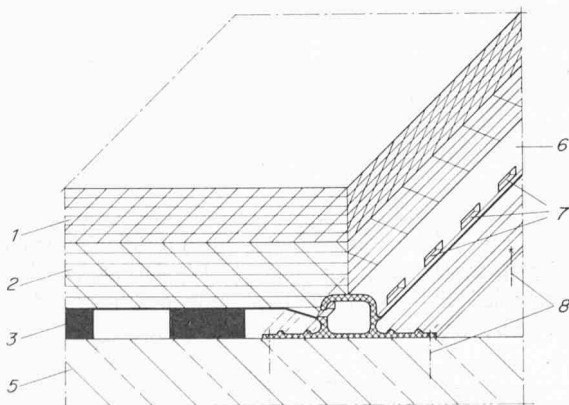


Bild 10a. Honel-Element 325. Das Sickerwasser über der Isolation wird gesammelt und an den gewünschten Stellen abgeleitet. Dampfdruckentspannung zwischen Binder und Isolation ist gewährleistet. 1 Deckschicht (Verschleisschicht), 2 Schutzschicht (Binder), 3 Isolation, 5 Konstruktionsbeton, 6 Honel-Element 325, 7 Sickerwasserschlitze alle 25 cm, 8 Befestigungsnägel

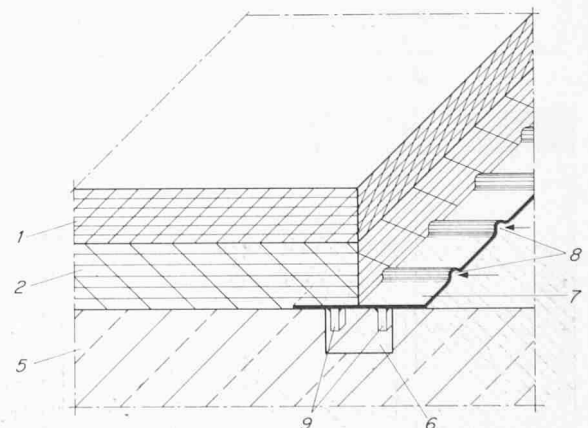


Bild 10b. Honel-Element 326 für die Anwendung bei Unterführungen. Das Wasser wird in einer im Konstruktionsbeton ausgesparten Nute gesammelt und abgeleitet. Nach dem Ausschalen wird diese Nute mit einem verzinkten Blech abgedeckt. Querrillen sichern den Wassereintritt bzw. die Druckentlastung in die Nute. 1 Deckschicht (Verschleisschicht), 2 Schutzschicht (Binder), 5 Konstruktionsbeton, 6 ausgesparte Nute, 7 Deckblech, verzinkt, 8 Querrillen im Deckblech, 9 Zentriernocken

Belagsarbeiten und den Verkehrsbelastungen. Durch Verwendung von Kunststoff treten weder Korrosion noch Rostflecken auf. Am gewählten Kunststoff setzen sich kaum Krusten an, so dass ein Zuwachsen der Rohre durch Kalkausscheidungen nicht zu erwarten ist. Der Einsatz dieser Elemente ist nicht nur für Strassenbrücken zu empfehlen, sondern auch für andere der Witterung ausgesetzte und befahrene Tragwerke mit bituminösem Belag, wie beispielsweise Decken mit darunter liegenden Garagen, Abstellplätzen, Rampenauffahrten, die als Parkplatz benützt werden, usw.

### Konstruktive Vorkehrungen für Brücken mit darunter befindlichen Verkehrsverbindungen

Bei Brücken, die über andere Verkehrsverbindungen (in Ortschaften, Städten, usw.) hinwegführen, besteht die Gefahr, dass bei Anordnung von örtlichen Entspannungs- und Entwässerungselementen die darunter befindlichen Verkehrsteilnehmer durch Eiszapfen oder Glatteisbildungen gefährdet werden. Bei solchen Brücken wird das Sickerwasser in Kanälen (Honel-325) gesammelt und bei den Widerlagern durchs Tragwerk hindurch abgeleitet. Dieses System kann auch bei Unterführungen eingesetzt werden. Die Anordnung der Profile erfolgt in den tiefsten Gefällslagen. Das Kanalprofil wird auf den Beton befestigt, die Teillängen werden verschweisst (Bild 10).

### Sanierung bei bestehenden Brücken

Für den nachträglichen Einbau von Entspannungs- und Entwässerungselementen unter Belägen wurden die Elemente Honel-300/s entwickelt. Diese werden in den tiefsten Gefällslagen (entlang der Bordsteinrinne) alle 1 bis 2 m sowie über die restliche Fahrbahnfläche verteilt alle 6 bis 8 m<sup>2</sup> angeordnet. Mit einer Rotations-Kernbohrmaschine wird zuerst ein Belagsstück von 15 cm Durchmesser herausgebohrt. In dieser Bohrung wird zentrisch eine weitere Bohrung von 25 mm Durchmesser durch das Beton-Tragwerk hindurch geführt. Diese Bohrung wird in den obersten 15 mm auf 40 mm Durchmesser erweitert (Bild 11, 12 und 13). Das Kunststoffrohr mit dem verdickten, gerillten Ende oben, wird nun in die Bohrung eingeschoben bis der Kopf aufliegt. Im Bereiche der erweiterten Bohrung wird zwischen dem gerillten Kunststoffkopf und dem Beton ein Kunstharzmörtel eingebracht. Der verdickte Kopf des Rohres hat die Funktion, das Rohr gegen ein Herausfallen zu sichern und mittelst den am Umfang angeordneten Rillen eine mög-

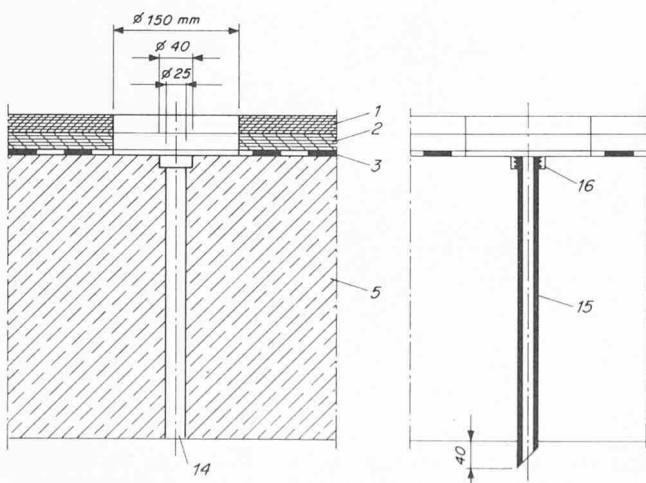


Bild 11. Honel-Element 300/s für den nachträglichen Einbau an bestehenden Brücken zu deren Sanierung. Links die vorbereiteten Bohrungen für die Aufnahme des Elementes (rechts). 1 Deckschicht, 2 Schutzschicht (Binder), 3 Isolation, 5 Konstruktionsbeton, 14 durchgehende Bohrung,  $\varnothing$  25 mm, 15 Honel-Element 300/s, 16 gerilltes Ende des Elementes, das mit Kunstharz vergossen wird

Bild 12. Einsatz einer Rotations-Kernbohrmaschine bei der Sanierung einer Brücke



Bild 13. Die auf Bild 11 gezeichneten Bohrungen mit Durchmesser 25 mm, 40 mm und 150 mm sind in der Brückenoberfläche zu erkennen



lichst gute Dichtung mit dem Kunstharzmörtel zu erreichen. Anschliessend wird ein feuerverzinktes Abdeckelement mit dem Zentrierstift in die Bohrung des Kunststoffrohres gesteckt. Dieses Abdeckelement weist ebenfalls vier Entspannungs- und Kondenswassernuten auf. Das Abdeckelement und die ausgeschnittene Fläche wird sorgfältig mit Ölpapier (Trennschicht) abgedeckt und Isolation wie Belag können eingebaut werden. Da man bei Brücken nachträglich keinen Tropfnasenrand an der Untersicht des Tragwerkes mehr ausbilden kann, wird das Kunststoffrohr so abgelängt, dass es um etwa 3 bis 4 cm aus der Tragwerk-Untersicht herausragt. Damit wird erreicht, dass der Windüberstrich beim Austritt von Wasser eine Befuchtung der umliegenden Betonfläche verunmöglicht. Um einem Zuwachsen der Austrittöffnungen durch Sinterungen entgegenzuwirken wird das Kunststoffrohr schräg geschnitten.

Eine Sanierung ist kostspielig, kostet doch allein die Erstellung einer solchen Bohrung bei einer Tragwerkstärke von 30 cm rund 75 Fr. Hinzu kommen die Kosten für die Elemente und die Ergänzungsarbeiten für Belag und Isolation. Werden die Elemente jedoch bereits bei Erstellung des Tragwerkes eingebaut, so betragen die Kosten für ein Element zwischen 7 und 10 Fr.

### Literatur

- [1] Studies to Improve Bituminous Building Approaches, Monograph (Nr. 1) of the National Academy of Science, National Research Council, Building Research Institute, Washington DC, January 1960, p. 140-26, Warren B. Warden: Theory of the Mechanisms of Blistering.

Adresse des Verfassers: Heinz Honegger, Wendelbuck, 8196 Wil ZH, Heinz Honegger AG, Soligänterstrasse 24, Bülach.