

Gutters are components whose construction requires both designers and contractors to possess the necessary expertise and many years of experience. This article is the first of a series of two contributions setting out to describe the most significant errors and shortcomings in the design and construction of paved concrete gutters in order to minimize them. Read Part 1 here.

Rinnen sind Bauteile, für deren Herstellung sowohl beim Planer als auch beim Ausführenden die nötige Fachkunde und langjährige Erfahrungen vorliegen sollten. Die nachfolgenden Ausführungen sollen dazu dienen, die wichtigsten Fehler bei der Planung und Ausführung von Betonrinnen darzustellen, um diese zu minimieren. Lesen Sie hier Teil 1.

# Guidance on the design and installation of paved concrete gutters (Part 1)

## Hinweise zur Bauweise und Verlegung von Betonrinnen (Teil 1)

Text: Dr. rer. nat. Karl-Uwe Voß

### 1 Design basics

Gutters are components whose construction requires designers and contractors to possess the necessary expertise and many years of experience. This is why utmost care must be taken to ensure that appropriate construction materials and methods are selected with the aim of installing durable, serviceable drainage gutters. This article sets out to describe the most significant errors and shortcomings in the design and construction of concrete gutters in order to mitigate the risk of damage to them.

#### 1.1 Loads acting on gutters

It is not uncommon for designers to underestimate the traffic load acting on drainage gutters. More often than not, traffic areas are designed in which a couple of negative factors add up, which is why damage to such gutters is virtually inevitable. The example shown in Fig. 1 depicts a heavily loaded gutter in the center of a narrow street with bus traffic that was designed and constructed using small, high-density quarry stone blocks.

Fig. 1: Highly loaded gutter in the center of the street

Abb. 1: Hoch belastete Rinne in Fahrbahnmitte



Figure: MPVA Neuwied

### 1 Planungsgrundlagen

Rinnen sind Bauteile, für deren Herstellung sowohl beim Planer als auch beim Ausführenden die nötige Fachkunde und langjährige Erfahrungen vorliegen sollten. Dies ist auch der Grund dafür, dass bei der Auswahl der Baustoffe und der Bauausführung besondere Sorgfalt aufzuwenden ist, um dauerhafte und gebrauchstaugliche Entwässerungsrinnen herstellen zu können. Die nachfolgenden Ausführungen sollen dazu dienen, die wichtigsten Fehler bei der Planung und Ausführung von Rinnen darzustellen, um die Gefahr für die Entstehung von Schäden an den Rinnen zu minimieren.

#### 1.1 Belastung der Rinne

Nicht selten wird die Verkehrsbelastung von Entwässerungsrinnen von den Planern unterschätzt. So werden (ebenfalls nicht selten) Verkehrsflächen geplant, bei denen mehrere negative Faktoren zusammenkommen, sodass bei diesen Rinnen Schäden vorprogrammiert sind. Das nachfolgende Beispiel aus Abb. 1 zeigt eine höher belastete Mittenrinne einer engen Straße mit Busverkehr, die unter Verwendung kleinformatiger und noch dazu dichter Natursteine geplant und auch ausgeführt wurde.

In Kombination mit einer nicht sachgerechten Füllung der Fugen mit dem Fugenmörtel resultierten bei diesen Flächen teilweise die in Abb. 2 dargestellten, massiven Schäden, die im Normalfall zuerst den Fugenmörtel (Rissbildung) und später die gesamte Rinne (Herausbrechen der Natursteine) zerstören.

Im Rahmen der Probenahme zeigte sich, dass kein sachgerechter Verbund zwischen den sehr dichten Natursteinen und dem Fugenmörtel (bei dichten Natursteinen steigt das Risiko der Ablösung des Fugenmaterials von den Pflastersteinen an) vorlag. Begünstigt wurden die Abrisse zwischen den Baustoffen im Besonderen im Randbereich der Rinne dadurch, dass im Rahmen der Planung keine Randeinfassung der Rinne vorgesehen wurde. Bei der



Figure: MPVA Neuwied

Fig. 2: Absent bond between the quarry stones and the jointing mortar

Abb. 2: Fehlender Verbund zwischen den Natursteinen und dem Fugenmörtel

Combined with inappropriate mortar placement in the joints, these areas exhibited major damage in some cases, as shown in Fig. 2. Such damage usually first affects the jointing mortar (cracking) and subsequently the entire gutter (loosening and breaking-out of the quarry stones).

Sampling revealed that there was no adequate bond between the very dense quarry stones and the mortar. Installation of high-density quarry stone blocks increases the risk of detachment of the mortar from the paving stones. Cracks between the building materials appeared particularly prominently in the edge zone of the gutter, favored by the fact that the design did not include an edge surround. The design and dimensioning of gutters must also consider significant loads that may well exceed those during the actual service life, especially in the construction phase. Fig. 3 shows a “quiet residential street” that, according to the information provided, was only rarely used by trucks for refuse collection and other purposes, in addition to the usual car traffic. During the construction phase, however, even such gutters are regularly subjected to high loads by delivery vehicles, including a ready-mixed concrete truck and a concrete pump (see Fig. 3).

### 1.2 Temperature-induced expansion and movement joints

To be able to relieve thermal stresses occurring in the gutter systems without causing damage, movement joints must be included in curb, gutter or combined curb/gutter systems that run straight and vertically through the entire bonded cross-section and ensure complete separation of adjacent surfaces. Appropriate movement joints must also be provided in the area of embedded parts and connections. Even though all codes and standards point out the problem of movement joints, the magnitude of the resulting deformation is of-

Dimensionierung von Rinnen ist darüber hinaus zu berücksichtigen, dass gerade in der Bauphase zum Teil hohe Beanspruchungen vorliegen, die ggf. deutlich über die der Nutzungszeit hinausgehen. Abb. 3 zeigt eine „ruhige Anliegerstraße“, die neben der PKW-Nutzung angebengemäß nur selten u. a. durch Fahrzeuge der Müllabfuhr befahren worden sein sollte. In der Bauphase werden aber auch solche Rinnen regelmäßig einer hohen Beanspruchung durch den Lieferverkehr – hier beispielsweise durch ein Transportbetonfahrzeug und eine Betonpumpe – ausgesetzt (siehe Abb. 3).

#### 1.2 Temperaturdehnung und Bewegungsfugen

Um in den Rinnenanlagen entstehende, thermische Spannungen schadensfrei abbauen zu können, sind in Bord-, Rinnen- oder Bord-/Rinnenanlagen Bewegungsfugen einzuplanen, die geradlinig und senkrecht durch den gesamten gebundenen Querschnitt verlaufen und eine vollständige Trennung angrenzender Flächen gewährleisten. Auch im Bereich von Einbauteilen und Anschlüssen sind ent-

Fig. 3: Loading during the construction phase

Abb. 3: Beanspruchung in der Bauphase



Figure: MPVA Neuwied



Fig. 4: Joint liner squeezed out of the joint as a result of temperature-induced deformation

Abb. 4: Aus der Fuge herausgequetschte Fugeneinlage aufgrund von Temperaturverformungen

Figure: MPVA Neuwied

ten underestimated. For example, thermal deformation alone owing to the temperature change on the gutter surface (at assumed temperatures between  $-20^{\circ}\text{C}$  and  $+50^{\circ}\text{C}$ ) easily triggers changes in length of approx. 0.5 to 1.0 mm/m, which can include both expansion and contraction of the gutter depending on the installation temperature.

Assuming installation of the gutter at a temperature of  $10^{\circ}\text{C}$  and summer temperatures of approximately  $50^{\circ}\text{C}$  occurring on the gutter surface, a movement joint spacing of 8 m will result in a temperature-induced expansion of the gutter structure by about 3.2 mm, which must be absorbed by the movement joints (see also Fig. 4).

For this reason, movement joints in paved gutters without drains should normally be designed with a maximum spacing of 8 m or, better still, 6 m. In addition,

sprechende Bewegungsfugen vorzusehen. Obwohl alle Regelwerke auf die Problematik der Bewegungsfugen hinweisen, wird die Größenordnung der resultierenden Verformungen häufig unterschätzt. So führt allein die thermische Verformung aufgrund der Temperaturveränderung in der Oberfläche einer Rinne (bei angenommenen Temperaturen zwischen  $-20^{\circ}\text{C}$  und  $+50^{\circ}\text{C}$ ) ohne weiteres zu Längenänderungen von ca. 0,5 bis 1,0 mm/m, wobei sich diese in Abhängigkeit von der Einbautemperatur auf die Ausdehnung und die Verkürzung der Rinne aufteilen.

Geht man davon aus, dass eine Entwässerungsrinne bei einer Temperatur von  $10^{\circ}\text{C}$  hergestellt wird und im Sommer in der Oberfläche der Entwässerungsrinne Temperaturen von ca.  $50^{\circ}\text{C}$  entstehen, so resultiert bei einem Bewegungsfugenabstand von 8 m eine Temperaturdehnung der Rinne von ca. 3,2 mm, die von den Bewegungsfugen aufgenommen werden muss (siehe auch Abb. 4).

Fig. 5: Paving stone cracking and breakage directly adjacent to a movement joint

Abb. 5: Ausbrüche an den Pflastersteinen in direkter Nachbarschaft zu einer Bewegungsfuge



Figure: MPVA Neuwied

Fig. 6: Damage due to excessive deformability of the joint liner

Abb. 6: Schäden aufgrund einer zu hohen Verformbarkeit der Fugeneinlage



Figure: MPVA Neuwied

tion, movement joints must be included on both sides of road gullies or embedded elements. Insufficient attention paid to the movement joint spacing and the compressibility of joint liners (see Section 1.2) will often cause significant damage to the facing of the concrete pavers laid adjacent to the movement joints, as shown in Fig. 5. More often than not, such a damage pattern will give rise to the incorrect conclusion that pavers of substandard quality were used.

In addition to the movement joint spacing, the installation temperature and the deformability of joint liners, the risk of temperature-induced cracking essentially depends on the bond strength between the foundation concrete and the paving blocks. The risk of cracking occurring at regular intervals in bonded structures thus increases

- » with increasing movement joint spacing
- » with decreasing bond strength between the foundation concrete and the paving blocks and
- » with increasing installation temperature.

The bonded gutter will try to expand when it heats up. If the bond strength between the blocks and the foundation concrete is insufficient, it will bulge and cause bending stresses to occur on its top side. Cracking of the gutter will occur if tensile stresses are present due to cooling of the gutter because cementitious construction materials can only absorb relatively low tensile stresses. Such stresses can only be relieved without causing damage if

Im Normalfall sollen Bewegungsfugen in Bereichen gepflasterter Rinnen ohne Abläufe aus diesem Grund-Grunde möglichst in einem Abstand von maximal 8 m oder besser noch von 6 m geplant werden. Darüber hinaus müssen Bewegungsfugen beiderseits von Straßenabläufen oder Einbauteilen berücksichtigt werden. Wird den Bewegungsfugenabständen und der Komprimierbarkeit der Fugeneinlagen (siehe Abschnitt 1.2) nicht genug Beachtung geschenkt, so treten häufig die in Abb. 5 dargestellten, signifikanten Schäden an den Vorsatzbetonen der Betonpflastersteine neben den Bewegungsfugen auf, die nicht selten zu der fälschlichen Annahme führen, dass Pflastersteine mit einer reduzierten Qualität verwendet wurden.

Neben den Bewegungsfugenabständen, der Einbautemperatur und der Verformbarkeit der Fugeneinlagen ist das Risiko für die Entstehung von temperaturbedingten Rissen in erheblichem Umfang auch von der Verbundfestigkeit zwischen dem Fundamentbeton und den Befestigungselementen abhängig. So steigt das Risiko der Bildung von in regelmäßigen Abständen auftretenden Rissen in gebundenen Konstruktionen

- » mit zunehmenden Bewegungsfugenabständen,
- » mit abnehmender Verbundfestigkeit zwischen dem Fundamentbeton und dem Befestigungselement und
- » mit zunehmender Einbautemperatur.

Erwärmt sich die gebundene Rinne, so versucht sie sich auszudehnen, wobei sie sich bei nicht ausreichender Verbundfestigkeit zwischen den Befestigungselementen und

NEUER TERMIN

21.–23.06.2022

Kongressprogramm  
in Präsenz und Livestream

[www.betontage.de](http://www.betontage.de)

BETONTAGE  
CONCRETE SOLUTIONS



NEUE LOCATION

CONGRESS CENTRUM ULM  
MARITIM HOTEL ULM  
BASTEISTR. 40  
89073 ULM, GERMANY

66. BetonTage –  
Nachhaltiger Bauen mit Beton

3 Tage Fachkongress und Fachaussstellung  
für alle Zielgruppen rund um Betonbauteile

Fig. 7: Cracks in gutter systems occurring at regular intervals

Abb. 7: In regelmäßigen Abständen auftretende Risse in Rinnenanlagen



Figure: MPVA Neuwied

Fig. 8: Cement pockets with mineral aggregates in the center

Abb. 8: Zementlinsen mit Gesteinskörnern im Zentrum



Figure: MPVA Neuwied

movement joints are designed in a sufficiently narrow spacing and in the presence of a sufficiently strong bond between the gutter stones and the base.

#### 1.2.1 Joint liners and installation temperatures

To ensure damage-free absorption of the above-mentioned temperature-induced expansion of the gutter, permanently compressible joint liners should be used that can compensate for the deformation of the gutter system without causing damage. At the same time, however, liners must be sufficiently stiff and capable of returning to their original shape to ensure that the joint adequately supports the last row of stones before the movement joint. As these explanations show, the movement joint, despite being deformable, must additionally assume the function of a “back support” for the paving blocks to provide them with sufficient “positional stability”. If the joint liner is exceedingly susceptible to deformation, this will cause cracks to form in the cementitious joints adjacent to the movement joint (see Fig. 6). Among other factors, the damage shown above resulted from the joint liners failing to exhibit sufficient

dem Fundamentbeton aufwölbt und Biegespannungen an der Oberseite der Rinne resultieren.

Aus Sicht der Rissbildung in den Rinnen stellt sich die Sachlage dar, wenn Zugspannungen aufgrund einer Abkühlung der Rinne vorliegen, da zementgebundene Baustoffe nur vergleichsweise geringe Zugspannungen aufnehmen können. Derartige Spannungen können nur dann schadensfrei abgebaut werden, wenn Bewegungsfugen mit ausreichend geringen Fugenabständen geplant werden und ein ausreichender Verbund zwischen den Rinnensteinen und der Unterlage vorliegt.

#### 1.2.1 Fugeneinlagen und Einbautemperaturen

Um die genannten Temperaturdehnungen der Rinne schadensfrei aufnehmen zu können, sollten dauerhaft komprimierbare Fugeneinlagen verwendet werden, welche die Verformung der Rinnenanlage schadensfrei aufnehmen können. Gleichzeitig müssen die Fugeneinlagen allerdings auch eine ausreichende Steifigkeit und Rückstellfähigkeit aufweisen, damit die letzte Steinreihe vor der Bewegungsfuge einen ausreichenden Halt durch die Fuge erhält. Wie diese Ausführungen zeigen, muss die Bewegungsfuge trotz ihrer Verformbarkeit zusätzlich die Funktion einer „Rückenstütze“ für die Befestigungselemente übernehmen, damit diese eine ausreichende „Lagestabilität“ aufweisen. Ist die Fugeneinlage zu leicht „verformbar“, so entstehen Risse in den zementären Fugen neben der Bewegungsfuge (siehe Abb. 6).

Der oben abgebildete Schaden ist u. a. dadurch entstanden, dass die verwendeten Fugeneinlagen keine ausreichende Verformungsstabilität aufwiesen, so dass die angrenzenden Pflastersteine durch die einwirkenden Schubkräfte verschoben wurden, wobei Abrisse im Fugenmörtel entstanden. Genau dieser Dualismus (notwendige Verformbarkeit der Fugeneinlage, ohne dass sich diese zu leicht verformt) hat zu der in Fachkreisen häufig kontrovers geführten Diskussion geführt, ob eher harte (z. B. PU-Kautschuk oder vulkanisierter Kautschuk) oder besser weiche Materialien (z. B. Polyolefin-Schaumstoffe) als Fugeneinlagen eingesetzt werden sollten.

Aktuell geht die Fachmeinung in die Richtung, dass » weiche Fugeneinlagen eher für Rinnen mit geringeren Beanspruchungen und

Fig. 9: Cement pockets without mineral aggregates in the center

Abb. 9: Zementlinsen ohne Gesteinskörner im Zentrum



Figure: MPVA Neuwied

resistance to deformation so that the adjacent paving stones were displaced by the shear forces acting on them, resulting in mortar cracking and detachment. It is precisely this trade-off – the deformability required of the joint liner versus giving way too easily – that has given rise to the often controversial debate among experts over whether relatively hard (such as polyurethane or vulcanized rubber) or soft materials (such as polyolefin foam) should be used as joint liners.

Currently, experts predominantly argue that

- » soft liners should preferably be used for gutters subject to comparatively minor loads while
- » hard liners should preferably be used for gutters subject to high loads.

As this discussion shows, there is no universally applicable, “100% correct” solution with regard to the hardness or rigidity of the joint liners. Instead, a balance must always be struck between the deformability required of the joint liners so that they can absorb temperature-induced expansion and the required positional stability of the paving stones adjacent to the liner. The installation temperature of the gutter also plays a crucial role in this trade-off. The higher the temperature during the installation of the stormwater runoff gutter is, the lower the temperature-induced elongation to be absorbed by the joint liner will be so that a lower deformability of the liner will be required. However, high

- » harte Fugeneinlagen eher für Rinnen mit hohen Beanspruchungen verwendet werden sollten.

Wie diese Diskussion zeigt, gibt es hinsichtlich der Härte der Fugeneinlagen demnach keine allgemeingültige, „richtige“ Lösung. Vielmehr muss immer ein Kompromiss zwischen der erforderlichen Verformbarkeit der Fugeneinlagen zur Aufnahme der Temperaturdehnungen und der erforderlichen Lagestabilität der Pflastersteine neben der Fugeneinlage gefunden werden. Bei dieser Abwägung spielt auch die Einbautemperatur der Rinne eine wesentliche Rolle. Je höher die Temperatur bei der Herstellung der Entwässerungsrinne ist, desto geringer werden die durch die Fugeneinlagen aufzunehmenden Temperaturdehnungen sein, so dass eine geringere Verformbarkeit der Fugeneinlagen erforderlich ist. Im Gegensatz führen hohe Einbautemperaturen dazu, dass sich die Rinnen beim Abkühlen stärker verkürzen und somit deutlich größere Zugspannungen in den Rinnenanlagen resultieren, so dass die Rissgefahr in den Rinnen ansteigt (siehe [Abb. 7](#)).

Auch bei diesen, in regelmäßigen Abständen auftretenden Rissen suchen die beteiligten Parteien die Schuld üblicherweise bei den Pflastersteinen, da diese ja gerissen sind. Tatsächlich sind diese Schäden im Normalfall aber eher auf zu große Fugenabstände, hohe Einbautemperaturen, hohe Festigkeiten der Fugenmörtel und vor allem auf einen reduzierten Verbund zwischen der Rinne und der Unterlage zurückzuführen. Auch das Steinformat hat



**SWISS  
BLOCK**



**Beton mit System.**

Swiss Block AG  
Chräbelstrasse 9  
CH-6410 Galden

+41 41 866 40 40  
swissblock.com



Fig. 10: Absent bond between paving block and foundation concrete

Abb. 10: Fehlender Verbund zwischen Befestigungselement und Fundamentbeton

installation temperatures cause the gutters to contract to a larger extent during cooling, resulting in significantly greater tensile stresses in the gutter systems associated with an increased risk of cracking (see Fig. 7).

In the case of such cracks, too, occurring at regular intervals, the parties involved in the project usually put the blame on the quality of the paving stones because this is where the cracks show. In reality, however, this damage is usually more likely to be due to excessively wide joint spacing, high installation temperatures, high jointing mortar strength levels and, most importantly, a compromised bond between the gutter and the base. Another factor influencing crack propagation in the gutter is the stone size: The risk of cracking of the paving blocks increases significantly with greater stone or slab size, whereas smaller stone or slab dimensions tend to cause cracks primarily in the joints (or in the joint-block contact zone), where they are much less noticeable.

### 1.3 Jointing mortar

From a technical point of view, the jointing mortar should ensure proper “gluing” of the gutter paving blocks while reducing water ingress into the base as far as possible. However, this will be achievable only if the joint is completely filled with mortar and if the mortar is highly flowable. In addition, mortars must exhibit a sufficiently high freeze-thaw resistance in order to ensure long-lasting performance and to retain a certain appearance throughout the gutter’s service life. Self-mixed cement mortars usually do not have all the required properties, which is why the current standards and guidelines (M FPgeb, ATV DIN 18318 and ZTV Wegebau) make it mandatory to use materials with a corresponding proof of fitness for purpose.

In the meantime, however, the demanding freeze-thaw requirements for such mortars have resulted in ever-greater compressive strength values. From today’s point of view, this development went in the wrong

einen Einfluss auf den Rissverlauf in der Rinne. So steigt die Rissgefahr in den Befestigungselementen mit zunehmender Stein- bzw. Plattengröße deutlich an, während bei die Risse bei geringeren Stein- bzw. Plattenformaten eher in den Fugen (bzw. in der Kontaktzone zwischen Fuge und Befestigungselement) entstehen, wo sie optisch deutlich weniger in Erscheinung treten.

### 1.3 Fugenmörtel

Die Aufgabe des Fugenmörtels sollte aus technischer Sicht darin bestehen, die Befestigungselemente der Rinne sachgerecht zu „verkleben“ und den Wasserzutritt zur Unterlage soweit es geht zu minimieren. Dies ist aber nur dann möglich, wenn die Fuge vollständig mit dem Fugenmörtel gefüllt wird und der Fugenmörtel eine hohe Fließfähigkeit besitzt. Weiterhin müssen die Fugenmörtel einen ausreichenden Frost-Tausalz-Widerstand aufweisen, um ihre Aufgabe dauerhaft sicherzustellen und um eine gewisse Optik auch über die Nutzungszeit hinweg zu erreichen. Selbstgemischte Zementmörtel weisen üblicherweise nicht alle erforderlichen Eigenschaften auf, so dass gemäß dem aktuellen Regelwerk (M FPgeb, ATV DIN 18 318 oder ZTV Wegebau) zwingend Materialien mit einem entsprechenden Eignungsnachweis zu verwenden sind.

Allerdings haben die hohen Anforderungen an den Frost-Tausalz-Widerstand dieser Fugenmörtel zwischenzeitlich dazu geführt, dass diese immer höhere Druckfestigkeiten aufwiesen. Aus heutiger Sicht war dies eine Fehlentwicklung, da derartig hohe Druck- und damit auch Zugfestigkeiten der Fugenmörtel dazu geführt haben, dass die Pflastersteine anstelle der Fugenmörtel rissen, was zu einer größeren optischen Auffälligkeit führte. Im heutigen Regelwerk (M FPgeb und ATV DIN 18 318) wurden die Druckfestigkeiten und damit auch die E-Moduln nach oben begrenzt, um so die Gefahr für die Rissbildung in den Pflastersteinen zu reduzieren.

## 2 Herstellung von Entwässerungsrinnen

### 2.1 Fundamentbetone

#### 2.1.1 Lieferung des Betons

Aus Kostengründen werden Fundamentbetone schon seit Jahren nur noch im Ausnahmefall auf der Baustelle hergestellt, so dass hier nahezu ausschließlich in sehr trockener Konsistenz hergestellte Transportbetone zur Anwendung kommen. Aufgrund der sehr steifen Konsistenz lässt sich der Zement beim Mischen dieser Materialien häufig aber nicht vollständig aufschließen, so dass die in Abb. 8 und Abb. 9 abgebildeten, sogenannten „Zementlinsen“ entstehen.

Deren Entstehung führt dazu, dass der zur Betonherstellung eingesetzte Zement bei diesen Mischungen teilweise in Form von „zementären Gesteinskörnern“ (ähnlich dem in rezyklierten Gesteinskörnern gebundenen Zement) gebunden ist und demnach nicht zur Festigkeitsentwicklung des Betons zur Verfügung steht.

#### 2.1.2 Lagerung des Betons auf der Baustelle

Ein sachgerechter Verbund zwischen dem Fundamentbeton und der Rinnenanlage stellt eine wesentliche Voraussetzung für dauerhafte und schadensfreie Rinnen dar. Heutzutage werden i. d. R. Transportbetone zur Herstel-

Figure: MPVA Neuwied

direction because such high mortar compressive and tensile strength levels caused cracking of the paving stones instead of the mortar, which resulted in greater visibility of the defects. Currently applicable standards and guidelines (M FPgeb and ATV DIN 18318) thus include upper compressive strength and elastic modulus limits in order to mitigate the risk of cracking of the paving stones.

## 2 Installation of stormwater runoff gutters

### 2.1 Foundation concrete

#### 2.1.1 Concrete delivery

To limit the associated cost, the concrete required for foundations has been produced on-site only in exceptional cases for a number of years. This is why ready-mixed concrete with a very dry consistency is used almost exclusively. Due to its very stiff consistency, however, the cement often cannot be broken down completely when mixing these materials, resulting in the cement pockets shown in Figs. 8 and 9.

Their formation results in the cement added to such concrete mixes being partially bound as “cementitious aggregates” (similar to the cement bound to recycled aggregate particles) that do not contribute to the strength development of the concrete.

#### 2.1.2 Storage of concrete on the job site

An adequate bond between the foundation concrete and the gutter system is an essential prerequisite for installing durable and damage-free gutters. Nowadays, ready-mixed concrete is generally used for installing concrete foundations of gutter systems. The concrete is usually delivered to the job site early in the morning and cannot be processed quickly enough due to the slow work progress. It thus remains unused on the construction site for the major portion of the day and is exposed to the inclemencies of weather (rain, sun and wind). This “interim on-site storage” is usually not carried out properly because the concrete is not sufficiently protected against excessive dehydration. To prevent subsequent damage to the gutter, retarded concretes would have to be used, which are stored on-site such that the concrete does not lose the water required for the hydration process. This is why the concrete should be stored in “piles” and covered with plastic film.\*

In the usual procedure, in which the concrete is either stored in piles without additional protective measures (plastic film cover ...) or even spread directly in the formwork, a sufficient bond between the foundation concrete and the paving blocks is usually not achievable because, on its surface, the concrete will dry out (“surface drying”), and no adequate bond between the gutter pavement and the foundation concrete can be established (see Fig. 10).

Fig. 11 below shows a “common” (but inappropriate) procedure in the course of constructing the gutter system. As the image reveals, on this construction site, the foundation concrete was placed in the area of the planned gutter system (in this case, even the formwork had been placed beforehand) until the ready-mixed concrete truck was completely emptied. This pouring

lung der Betonfundamente von Rinnenanlagen eingesetzt, wobei der Beton üblicherweise am frühen Morgen zur Baustelle geliefert wird und hier aufgrund des langsamen Arbeitsfortschritts nicht schnell genug verarbeitet werden kann. Im Ergebnis liegt der Beton über große Teile des Tages auf der Baustelle und ist hier der Witterung (Regen, Sonne, Wind) ausgesetzt. Im Normalfall erfolgt diese „Zwischenlagerung auf der Baustelle“ nicht sachgerecht (weil nicht ausreichend vor Austrocknung geschützt). Um spätere Schäden an der Rinne zu vermeiden, müssten verzögerte Betone eingesetzt werden, die auf der Baustelle so gelagert werden, dass der Beton das zur Hydratation erforderliche Wasser nicht verliert. Das bedeutet, dass der Beton auf „Haufen“ zu lagern und mit Folie abzudecken ist.\*

Bei der üblichen Vorgehensweise, bei welcher der Beton entweder ohne weitere Schutzmaßnahmen (Folie ...) auf Haufen gelagert wird oder sogar direkt flächig in die Schalung eingebracht wird, lässt sich ein ausreichender Verbund zwischen dem Fundamentbeton und den Befestigungselementen üblicherweise nicht erreichen, da der Beton in der Oberfläche aufgrund der „oberflächlichen Austrocknung“ verdurstet und kein sachgerechter Verbund zwischen dem Rinnenbelag und dem Fundamentbeton resultiert (siehe Abb. 10).

Das nachfolgende Abb. 11 zeigt einen „üblichen“ (aber nicht sachgerechten) Ablauf im Rahmen der Herstellung einer Rinnenanlage. Wie diesem Foto zu entnehmen ist, wurde der Fundamentbeton auf dieser Baustelle im Bereich der geplanten (in diesem Fall sogar geschalteten) Rinnenanlage eingebracht, bis der Beton des Transportbetonfahrzeugs vollständig entladen war. Bei dieser Einbringungsart wird dem Beton in den Bereichen, in denen der Fundamentbeton lange offen liegt, das zur Hydratation benötigte



Fig. 11: Concrete placement during the construction of a gutter system

Abb. 11: Betoneinbringung im Rahmen der Herstellung einer Rinnenanlage

Figure: MPVA Neuwied



method deprives the concrete of the water required for hydration for hours in the areas where the foundation concrete lies open for a long time, and the concrete will “die of thirst”. Foundation concrete placed in this way is highly likely to fail to establish an adequate bond to the underside of the paving blocks of the gutter across major portions of the installation area.

\* Author’s note: To prevent damage, some contractors favor the use of retarded concretes. However, adding a retarding agent is useful only if the concrete is protected from dehydration during storage by appropriate post-treatment methods. Even though retarders extend the working time of the concrete, they are not able to reduce the risk of “thirsting”. Quite on the contrary, retarding the concrete actually results in the water required for hydration being chemically bound much later, which is why even larger quantities of water will be released into the environment. The risk of dehydration thus usually increases if retarded concretes are used, unless additional protective measures are implemented to prevent dehydration.

Read Part 2 in BFT International issue 3/2022.

Wasser über Stunden entzogen und er „verdurstet“. Bei so eingebrachten Fundamentbetonen wird über große Flächenteile mit hoher Wahrscheinlichkeit kein sachgerechter Verbund zwischen dem Fundamentbeton und der Unterseite der Befestigungselemente der Rinne entstehen.

\* Anmerkung des Autors: Um Schäden zu verhindern, haben sich einige Verarbeiter für die Verwendung verzögerter Betone entschieden. Die Verwendung eines Verzögerers ist aber nur dann eine sinnvolle Maßnahme, wenn der Beton bei der Lagerung durch entsprechende Nachbehandlungsmaßnahmen vor dem Austrocknen geschützt wird. So verlängern Verzögerer zwar die Verarbeitungszeit der Betone, sind aber nicht in der Lage, die Gefahr des „Verdurstens“ zu reduzieren. Ganz im Gegenteil hat die Verzögerung des Betons sogar zur Folge, dass das zur Hydratation erforderliche Wasser erst sehr viel später chemisch gebunden wird und somit sogar größere Wassermengen an die Umgebung abgegeben werden. Die Gefahr des Verdurstens steigt demnach im Regelfall bei Verwendung verzögerter Betone an, sofern nicht weitergehende Schutzmaßnahmen zur Vermeidung des Austrocknens ergriffen werden.

Lesen Sie Teil 2 in der BFT International 3/2022.



**Voß, Karl-Uwe**

1985 bis 1992 Chemiestudium und Promotion an der Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster; 1992 bis 1997 Sachbearbeiter und stellvertretender Prüfstellenleiter beim ZEMLABOR, Beckum; 1998 bis 2000 technischer Geschäftsführer der Duisburger Bundesüberwachungsverbände und des Baustoffüberwachungsvereins Nordrhein-Westfalen; 2000 bis 2002 Prüfstellenleiter beim ZEMLABOR; seit 2002 Geschäftsführer und Institutsleiter der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied; seit 2005 von der IHK Koblenz als Sachverständiger für Analyse zementgebundener Baustoffe öffentlich bestellt und vereidigt; seit 2013 im Vorstand des QS-Pflaster; seit 2014 im Vorstand des LVS Rheinland-Pfalz; seit Dezember 2014 wurde der Bestellungstenor auf den Bereich der Flächenbefestigungen aus Betonpflastersteinen und anderen Betonwaren ausgedehnt  
voss@mpva.de

**REFERENCES/LITERATUR**

- [1] ATV DIN 18 318: 09-2019. VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) -- Verkehrswegebauarbeiten - Pflasterdecken und Plattenbeläge in ungebundener Ausführung, Einfassungen;
- [2] Deutscher Naturwerkstein-Verband e. V. (1996). Mörtel für Außenanlagen (Merkblatt 1.6), DNV Verlag GmbH, Kornwestheim;
- [3] Deutscher Naturwerkstein-Verband e. V. (05-2014). Pflaster- und Plattendecken für befahrbare und begangene Flächen in ungebundener und gebundener Ausführung sowie in Mischbauweisen, DNV Verlag GmbH, Kornwestheim;
- [4] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2015): Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in ungebundener Ausführung sowie für Einfassungen (M FP), FGSV Verlag, Köln;
- [5] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2015): Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen (TL Pflaster-StB 06/15), FGSV Verlag, Köln;
- [6] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2018): Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung (M FPgeb), FGSV Verlag, Köln;
- [7] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2018): Arbeitsanleitung zur Durchführung von Prüfungen für Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung (ALP Pgeb), FGSV Verlag, Köln;
- [8] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2020): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen (ZTV Pflaster-StB 06), FGSV Verlag, Köln;
- [9] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (aktueller Erarbeitungsstand 2021): \* (M RR), FGSV Verlag, Köln;
- [10] Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (2013). Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für den Bau von Wegen und Plätzen außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs (ZTV Wegebau), FLL Verlag, Bonn;
- [11] Dr. Voß, Karl-Uwe: Schäden an Flächenbefestigungen aus Betonpflaster – Teil 2: Frostschäden, gebundene Bauweise, oberflächenvergütete Produkte. 1. Auflage. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2018; Seite 27 von 27. Stand 30.12.2021
- [12] Dr. Voß, Karl-Uwe (07-2019): Gebundene Pflasterdecken – Fehler vermeiden -- Teil 1. Straße und Tiefbau, Giesel Verlag GmbH, Hannover, Seite 40;
- [13] Dr. Voß, Karl-Uwe (10-2019): Gebundene Pflasterdecken – Fehler vermeiden -- Teil 2. Straße und Tiefbau, Giesel Verlag GmbH, Hannover, Seite 20

# PROGRESS

## Maschinen & Automation



## Mattenschweißanlagen



Die neueste Generation der  
Mattenschweißanlagen ist:

- Leistungstark
- Energiesparend
- Maßgeschneidert

Mit unserer Fertigungstechnik  
bilden wir progressions-orientierte  
individuell konstruierte Anlagen,  
Anlagen und Ersatzteile  
mit-CNC-Technologie.



www.progression.de