

Gutters are components whose construction requires both designers and contractors to possess the necessary expertise and many years of experience. This article is the second 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.

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 2.

Guidance on the design and installation of paved concrete gutters (Part 2)

Hinweise zur Bauweise und Verlegung von Betonrinnen (Teil 2)

Text: Dr. rer. nat. Karl-Uwe Voß

2.1.3 Concrete pouring and dislocation of paving blocks

In addition to the inappropriate on-site storage of the concrete, the concrete is usually not compacted to a sufficient extent after placement. Compaction usually takes place by “tamping with the workers’ boots” (see boot prints in the Part 1 right picture of Fig. 11). This procedure results in a superficially dehydrated, insufficiently compacted concrete of dry consistency as the base of the gutter (see Fig. 13). Yet the story does not end at this point: To drive down costs even further, no bonding agent is applied to establish at least a certain degree of adhesion between the foundation concrete and the gutter paving stones, as shown in Fig. 12.

Thus, no sufficient bond between the paving stones of the gutter system and the foundation concrete is achieved so that such gutters often crack at regular intervals (more often than not, at distances of 1 to 2 m perpendicular to the gutter routing) either only in joints

Laying of paving stones without bonding agent

Abb. 12: Einbringung der Pflastersteine ohne Haftvermittler



2.1.3 Betoneinbringung und Versetzen der Befestigungselemente

Neben der nicht sach- und fachgerechten Lagerung des Betons auf der Baustelle wird der Beton nach der Einbringung üblicherweise nicht in ausreichendem Umfang verdichtet. So erfolgt die Verdichtung des Betons im Normalfall durch „Stampfen mit den Stiefeln der Mitarbeiter“ (siehe Stiefelabdrücke in Teil 1 rechte Abb. 11). Im Ergebnis kommt demnach ein in trockener Konsistenz hergestellter, zumindest oberflächlich verdunsteter und nicht ausreichend verdichteter Beton als Unterlage der Rinne zum Einsatz (siehe Abb. 13). Um abschließend jede Chance für einen „gewissen“ Verbund zwischen dem Fundamentbeton und den Befestigungselementen der Rinne auszuschließen, wird wie in Abb. 12 dargestellt, abschließend aus Kostengründen auch noch auf die Verwendung eines Haftvermittlers verzichtet.

Im Ergebnis wird kein ausreichender Verbund zwischen den Pflastersteinen der Rinnenanlage und dem Fundamentbeton erreicht, so dass derartige Rinnen häufig in regelmäßigen Abständen (durchaus in Abständen von 1 bis 2 m quer zur Verlegerichtung der Rinne) entweder nur im Bereich der Fuge, teilweise aber auch im Bereich der Steine reißen (siehe Abb. 14 und 15).

Die Breite dieser Risse ist üblicherweise gering, so dass das Risiko für die Entstehung von massiven Folgeschäden erfahrungsgemäß trotzdem eher überschaubar ist.

2.1.4 Betonverdichtung bei Rückenstützen

Besonders ausgeprägt ist das Problem der geringen Verdichtung bei den Rückenstützen z. B. von Bordsteinanlagen. Hier ist das Problem allerdings systembedingt. Eine Rückenstütze lässt sich in der Praxis aufgrund der Einbausituation tatsächlich nicht in angemessener Weise verdichten. So werden Rückenstützenbetone normalerweise gegen das Erdreich betoniert und anschließend nur mit der Schaufel „verdichtet“ (siehe Abb. 16).

Figure: MPVA Neuwied



Figure: MPVA Neuwied



Figure: MPVA Neuwied

Fig. 13: Absent bond owing to insufficient compaction and "thirsting" of the cement paste of the foundation concrete

Abb. 13: Fehlender Verbund aufgrund zu geringer Verdichtung und „Verdursten“ des Zementsteins des Fundamentbetons

Fig. 14: Cracking in the gutter

Abb. 14: Rissbildung im Bereich der Rinne

or, sometimes, also affecting the paving blocks as such (see Figs. 14 and 15).

Such cracks are usually relatively narrow, and experience shows that the risk of major consequential damage appears to be manageable nonetheless.

2.1.4 Concrete compaction for lateral support

By way of example, the issue of insufficient compaction becomes particularly apparent in the lateral support zone of curbs. However, the problem is of a systemic nature in this case. In practice, lateral support concrete cannot actually be compacted in an appropriate manner due to the installation environment. This concrete is thus usually poured against the soil and only "compacted" manually using a shovel (see Fig. 16).

This method will inevitably result in a substandard quality of the concrete and a poor bond between the concrete and the curbstones. Consequently, the backup sometimes only provides low resistance to the shear forces introduced by vehicular traffic, depending on the overall structure, which is why it will be dislocated when subjected to higher loads, as shown in Fig. 17 for the surrounds and edge blocks of a pavement normally subjected to comparatively small loads.

It thus appears unfortunate that the new ATV DIN 18318 does not specify any requirements for the structural strength of the lateral support concrete. Instead, the new standard only stipulates that

- » a C 20/25 concrete should be used for establishing lateral support to block pavements subject to vehicular traffic, whereas
- » a C 16/20 concrete should be used for establishing lateral support to block pavements not designed for vehicular traffic.

A high-quality concrete specified in the order will not necessarily result in a high structural quality, which particularly applies to foundation and lateral support con-

Eine geringe Qualität des Rückenstützenbetons und ein schlechter Verbund zwischen dem Rückenstützenbeton und der Bordsteinanlage sind die logische Folge, so dass die Rückenstützen den über den Fahrverkehr in die Konstruktion eingeleiteten Schubkräften in Abhängigkeit von dem Gesamtaufbau teilweise nur einen geringen Widerstand entgegensetzen und bei höherer Beanspruchung verschoben werden, was in Abb. 17 anhand der Einfassungssteine eine geringer beanspruchten Pflasterdecke deutlich wird.

Vor dem Hintergrund derartiger Schäden erscheint es unglücklich, dass in der neuen ATV DIN 18 318 keine Anforderungen an die Bauwerksfestigkeit der Rückenstützenbetone gestellt werden. Stattdessen findet sich in der neuen ATV DIN 18 318 nur der Hinweis, dass

- » zur Herstellung von Rückenstützen bei befahrenen Flächen ein Beton der Güteklasse C 20/25 und
- » zur Herstellung von Rückenstützen bei nicht befahrenen Flächen ein Beton der Güteklasse C 16/20 zu

Fig. 15: Cracking of the gutter paving blocks

Abb. 15: Rissbildung im Bereich der Pflastersteine der Rinne



Figure: MPVA Neuwied



Figure: MPVA Neuwied

Fig. 16: Common compaction method used for edge-support concrete

Abb. 16: Übliche Verdichtung von Rückenstützenbetonen

Fig. 17: Displacement of surrounds

Abb. 17: Verschiebung von Einfassungen

crete. This is why the approach taken in the ZTV Pflaster-StB appears to be more meaningful (irrespective of the level of compressive strength to be provided by a fully functional lateral support). This guideline continues to require a certain concrete compressive strength to be ensured by structural means (in this case, 12 MPa). However, such a high compressive strength can normally be achieved consistently only if the lateral support concrete is poured into sufficiently rigid formwork and if appropriate compaction takes place.

2.2 Movement joints

2.2.1 Revision of joint liners

Choosing the right material for movement joint liners is not the only key criterion for ensuring the long-lasting performance of the gutter. In addition, when assessing specific cases of damage, we find that liners were frequently reworked by applying cementitious materials. As soon as (temperature-induced) movements occur in the structure, such materials will break out of the joint, resulting in the very unsightly appearance shown in **Fig. 18**.

Fig. 18: Scaling of the cementitious jointing material above the joint liners

Abb. 18: Herauswittern des zementären Fugeneinlagen oberhalb der Fugeneinlagen



Figure: MPVA Neuwied



Figure: MPVA Neuwied

verwendet ist. Da eine hohe bestellte Betongüte im Rahmen der Bestellung gerade bei Fundament- und Rückenstützenbetonen nicht automatisch eine hohe Qualität im Bauwerk nach sich zieht, erscheint der Weg der ZTV Pflaster-StB (unabhängig von der Frage, welche Druckfestigkeit eine funktionsfähige Rückenstütze tatsächlich aufweisen muss) sinnvoller, die weiterhin eine im Bauwerk zu erreichende Betondruckfestigkeit (in diesem Fall von 12 MPa) fordert. Allerdings ist eine derartig hohe Druckfestigkeit im Normalfall nur dann zielsicher zu erreichen, wenn der Rückenstützenbeton in eine ausreichend steife Schalung eingebracht wird und eine sachgerechte Verdichtung ermöglicht werden kann.

2.2 Bewegungsfugen

2.2.1 Überarbeitung von Fugeneinlagen

Nicht nur die Wahl des Materials der Einlage der Bewegungsfuge stellt ein wichtiges Kriterium für die Dauerhaftigkeit der Rinne dar, vielmehr zeigt sich bei der Betrachtung entsprechender Schadensfälle, dass die Fugeneinlagen der Bewegungsfugen häufig mit zementären

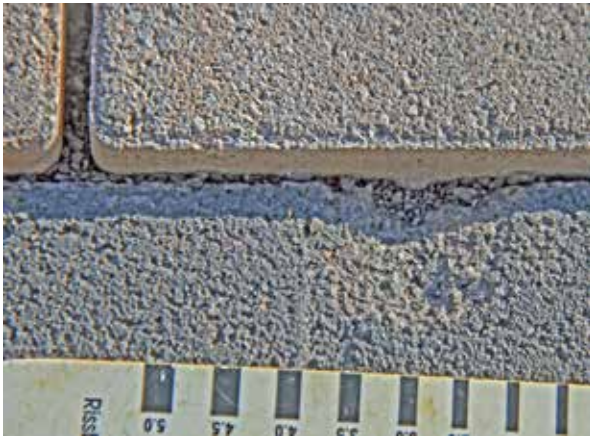


Figure: MPVA Neuwied

Fig. 19: Damage to edges of gutter paving stones owing to installation with exceedingly narrow joints

Abb. 19: Kantenschäden an den Pflastersteinen der Rinne aufgrund „knirsch“ verlegter Pflastersteine

2.2.2 Transition from bonded gutter to unbonded concrete block pavement

The transition from a bonded gutter to an unbonded block pavement should be separated by movement joints. Omission of such joints will significantly increase the risk of edge breakage in these areas because the pavers laid in an unbonded structure often do not have sufficient positional stability, which is why they are pressed against the bonded gutter, leading to corresponding damage in this zone (see [Figs. 19](#) and [20](#)).

Incidentally, such edge breakouts also occur when the transition is filled with jointing mortar. However, these are shifted by one row of stones.

Deviating from currently applicable standards and guidelines, the positional stability of the last row of unbonded paving blocks should thus also be ensured at least by installing a lateral support concrete layer or, better still, a surround.



Figure: MPVA Neuwied

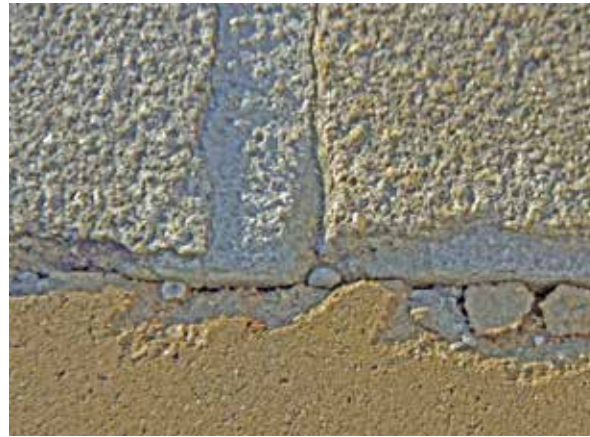


Figure: MPVA Neuwied

Fig. 20: Damage to edges of gutter paving stones owing to the mortar filling of the joint

Abb. 20: Kantenschäden an den Pflastersteinen der Rinne aufgrund der Vermörtelung der Fuge zur ungebundenen Bauweise

Fugenmaterialien überarbeitet wurden. Sobald sich (z. B. thermische) Bewegungen in der Konstruktion einstellen, werden die zementären Fugenmaterialien aus der Fuge herausgebrochen und es resultiert das in [Abb. 18](#) dargestellte, optisch sehr unschöne Erscheinungsbild.

2.2.2 Übergang von einer gebundenen Rinne zu einer ungebundenen Pflasterdecke

Der Übergang von einer gebundenen Rinne zu einer ungebundenen Pflasterdecke sollte durch Bewegungsfugen getrennt werden. Wird hierauf verzichtet, so steigt die Gefahr für die Entstehung von Kantenausbrüchen in diesen Bereichen deutlich an, da die in ungebundener Ausführung eingebrachten Pflastersteine häufig keine ausreichende Lagestabilität aufweisen und somit gegen die gebundene Rinne gedrückt werden und hier zu entsprechenden Schäden führen (siehe [Abb. 19](#) und [20](#)).

Derartige Kantenschäden entstehen im Übrigen auch, wenn der Übergang mit einem Fugenmörtel geschlossen wird. Allerdings sind diese um eine Steinreihe verschoben.

Vor diesem Hintergrund empfiehlt es sich auch, die Lagestabilität der letzten Steinreihe der ungebundenen Pflasterdecke abweichend vom bestehenden Regelwerk mindestens durch Einbringung einer Rückenstütze, besser durch eine Einfassung sicherzustellen.

2.2.1 Bewegungsbehinderung

Die Rissgefahr in gebundenen Rinnen steigt darüber hinaus, wenn die freie Beweglichkeit der gebundenen Rinne punktuell behindert wird. Dies ist z. B. im Bereich von Abläufen der Fall, weshalb hier zusätzliche Bewegungsfugen vorzusehen sind (siehe Abschnitt 1.2). In ähnlicher Art können die thermischen Bewegungen der Rinne punktuell aber auch dadurch behindert werden, dass sich der Fugenmörtel im Bereich der Fugen zwischen den Bordsteinen verzahnt, so dass Risse in den Fugen bzw. Pflastersteinen der gebundenen Rinne entstehen (siehe [Abb. 21](#)).

Fig. 21: Cracks in the paving blocks of a gutter

Abb. 21: Risse in den Pflastersteinen einer Rinne



Figure: MPVA Neuwied

Fig. 22: Scaling of the jointing material

Abb. 22: Herauswittern des Fugenmaterials

2.2.1 Obstruction of movement

The risk of cracking in bonded gutters also increases if the free movement of the bonded gutter is impeded in certain places. This is the case, for example, in the area of drains, which is why additional movement joints must be provided here (see Section 1.2). In a similar manner, however, temperature-induced movements of the paved gutter can also be obstructed at certain points by mortar interlocking in the joints between the curbstones so that cracks occur in the joints or paving stones of the bonded gutter (see Fig. 21).

2.3 Jointing mortar

2.3.1 Scaling of jointing mortar

The jointing mortar used for constructing the gutter has a flowable consistency, and the paving block surfaces are cleaned with water to ensure an appealing appearance. If excessive amounts of water are used during cleaning or if the mortar settles too much due to an exceedingly “soft” consistency, this will significantly increase the risk of scaling of the near-surface mortar in the use phase of the gutter. In many cases, such damage does not occur on the entire surface of the gutter system. Rather, it mainly occurs in isolated areas (see Fig. 22).

Massive scaling of the jointing material is most often associated with exceedingly small joint widths. In such narrow joints, the ability of the grout mortar to fill the joint completely is limited. If freeze-thaw loads act on the joints, the jointing material often weathers out very quickly and sometimes disappears completely (see Fig. 23).

In addition, if a mortar unsuitable for the filling of joints in bonded structures is used (see the explanations on self-mixed mortars in Section 1.3), damage to the mortar may also result in some cases, rendering it almost completely unusable (see Fig. 24).

3 Crack repair in stormwater runoff gutters

Cracks occurring in paving blocks of gutters often give rise to disputes between the client, the contractor and the material supplier. In addition, visual imperfections are frequently “improved” for the worse by gutter rehabilitation measures. For this reason, the technical necessity of crack repair and its usefulness will be briefly discussed in conclusion. First of all, it is worth noting that

2.3 Fugenmörtel

2.3.1 Verwitterung des Fugenmörtels

Fugenmörtel zur Herstellung einer Rinne werden in fließfähiger Konsistenz eingebracht und die Steinoberflächen zur Sicherstellung eines angemessenen, optischen Erscheinungsbildes mit Wasser gereinigt. Kommen im Rahmen der Reinigung zu große Wassermengen zur Anwendung oder setzt sich der Fugenmörtel aufgrund einer zu „weichen“ Konsistenz zu stark, so steigt die Gefahr für das Herauswittern des oberflächennahen Fugenmörtels im Rahmen der Nutzung deutlich an. Häufig treten diese Schäden nicht in der gesamten Fläche der Rinnenanlagen auf, sondern konzentrieren sich in lokal begrenzten Bereichen (siehe Abb. 22).

Massive Abwitterungen am Fugenmaterial treten bevorzugt in Kombination mit zu geringen Fugenbreiten auf. Dort, wo der Fugenmörtel nur in sehr geringer Breite eingebracht werden kann, ist dieser nur in begrenztem Umfang in der Lage, die Fuge vollständig zu füllen. Wirken Frost-Tausalz-Beanspruchungen auf diese Fugenmörtel ein, so wittert das Fugenmaterial häufig sehr schnell und zum Teil sogar vollständig aus der Fuge heraus (siehe Abb. 23).

Kommt zusätzlich noch ein als Fugenmörtel für die gebundene Bauweise nicht geeigneter Mörtel zur Anwendung (siehe Ausführungen zu selbstgemischtem Fugenmörteln aus Abschnitt 1.3), so resultieren teilweise auch Schäden am Mörtel, die diesen nahezu vollständig unbrauchbar machen (siehe Abb. 24).

3 Sanierung von Rissen in Entwässerungsrinnen

Risse in Befestigungselementen von Rinnen stellen nicht selten ein erhebliches Streitpotenzial zwischen Bauherrn, Ausführenden und Materiallieferanten dar. Außerdem werden optische Auffälligkeiten nicht selten durch Sanierungsmaßnahmen an den Rinnen „verschlimmbessert“. Aus diesem Grunde wird abschließend noch kurz auf die technische Notwendigkeit von Rissanierungen und deren Sinnhaftigkeit eingegangen. Zu Beginn sei darauf hingewiesen, dass sich Risse bei der gebundenen Bauweise nicht vollständig vermeiden lassen. Aus diesem Grunde wird in der neuen

Fig. 23: Mortar filling method in the case of insufficient joint width

Abb. 23: Fugenfüllung bei nicht ausreichender Fugenbreite



Figure: MPVA Neuwied



Figure: MPVA Neuwied



Figure: MPVA Neuwied

cracks cannot be avoided completely when applying the bonded construction method. The new ATV DIN 18318 standard thus guides that isolated cracks occurring, for instance, due to creep and shrinkage are permissible provided that their width does not exceed 0.8 mm.

If (even very narrow) cracks form in the concrete paving blocks of gutters, clients frequently demand that these cracks be cut open and filled with resin – even though such narrow cracks are often completely negligible from a technical point of view. In addition to the costly nature of such repairs, cracks closed using this method will normally be much more visible than in their previous condition, as the image in Fig. 25 shows.

ATV DIN 18 318 darauf hingewiesen, dass vereinzelte Risse, z. B. durch Schwinden und Kriechen zulässig sind, sofern deren Rissbreite einen Wert von 0,8 mm nicht überschreitet.

Treten Risse (zum Teil auch Risse mit sehr geringer Rissbreite) in den Betonpflastersteinen von Rinnen auf, so fordern die Bauherren nicht selten, dass diese Risse aufzuschneiden und zu verharzen sind, obwohl derartig geringe Rissbreiten aus technischer Sicht häufig völlig unkritisch sind. Neben dem hohen finanziellen Aufwand für eine derartige Sanierung besteht zusätzlich das Problem, dass die so sanierten Risse im Normalfall eine deutlich größere optische Auffälligkeit aufweisen, als die Risse, die vorher vorlagen, was das Foto aus Abb. 25 zeigen.

Fig. 24: Jointing mortar of a substandard quality

Abb. 24: Fugenmörtel mit nicht ausreichender Qualität

Fig. 25: Repaired cracks and their visibility

Abb. 25: Sanierte Risse und deren optische Auffälligkeit



Voß, Karl-Uwe

1985 bis 1992 Chemiestudium und Promotion an der Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster; seit 2002 Geschäftsführer und Institutsleiter der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied; seit 2005 von der IHK Koblenz als Sachverständiger für Analyse zement-ebundener 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 Bestellungstern 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 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 30.12.21
- [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.