

During the past few years, the visual quality of concrete block pavements has become increasingly important because driveways and terraces are increasingly considered to be signature pieces of the building. In line with this trend, the number of complaints arising from visual deficiencies of block pavements due to a wide variety of reasons has also been growing.

Die Bedeutung der Optik von Pflasterdecken hat in den letzten Jahren immer weiter zugenommen, da Hauszuwegungen und Terrassen immer mehr die Rolle eines Aushängeschildes des Gebäudes übernehmen. Hierzu passend steigt die Anzahl an Reklamationen aufgrund optischer Beeinträchtigungen an Pflasterdecken, deren Ursachen vielgestaltig sein können.

# Significance of the visual quality of concrete block pavements

## Bedeutung der Optik von Betonpflasterdecken

Text: Dr. rer. nat. Karl-Uwe Voß

### 1 Introduction

During the past few years, the visual quality of concrete block pavements has become increasingly important because driveways (see Fig. 1) and terraces are increasingly considered to be signature pieces of the building.

In line with this trend, the number of complaints arising from visual deficiencies of block pavements has also been growing. Such deficiencies can be due to a wide variety of causes. A design and site supervision process aligned with these visual quality requirements can considerably reduce the risk of, for instance, color deviations between the selected products or color variations visible within a single block pavement. Analyzing relevant legal disputes reveals that the following factors are the primary causes of block pavement discolorations:

Fig. 1: Driveway as the signature piece of the building

Abb. 1: Hauszuwegung als Aushängeschild des Gebäudes



### 1 Einleitung

Die Bedeutung der Optik von Pflasterdecken hat in den letzten Jahren immer weiter zugenommen, da sowohl die Hauszuwegung (siehe Abb. 1) als auch die Terrasse immer mehr die Rolle eines Aushängeschildes des Gebäudes übernimmt.

Hierzu passend steigt die Anzahl an Reklamationen aufgrund optischer Beeinträchtigungen an Pflasterdecken. Die Ursachen für diese optischen Beeinträchtigungen können vielgestaltig sein. Eine auf diese optischen Ansprüche angepasste Planung und Bauleitung kann die Gefahr für die Entstehung z. B. von optisch auffälligen Farbunterschieden in der Pflasterdecke oder von Farbabweichungen zwischen den ausgewählten Produkten aber in erheblichem Umfang reduzieren. Bei der Auswertung von Streitfällen zeigt sich, dass die nachfolgend genannten Einflüsse in erster Linie ursächlich für die Entstehung von Verfärbungen an den Pflasterdecken sind:

- » Farbschwankungen zwischen den gelieferten Produkten (siehe Abb. 2a; fachliche Erläuterungen finden sich in Abschnitt 7.1 aus [1])
- » Verfärbung von Pflastersteinen durch die Verwendung „verfärbender“ ungebundener Fugenmaterialien (siehe Abb. 2b; fachliche Erläuterungen finden sich in Abschnitt 7.2 aus [1])
- » Entstehung von Ausblühungen in der Oberfläche der Pflastersteine (siehe Abb. 3a; fachliche Erläuterungen finden sich in Abschnitt 6 aus [1])
- » Verfärbungen durch die Ablösung der Oberflächenvergütung bei vergüteten Pflasterbelägen (siehe Abb. 3b; fachliche Erläuterungen finden sich in Abschnitt 5 aus [2]).

### 2 Maßnahmen zur Sicherstellung optisch hochwertiger Pflasterdecken

Nachfolgend soll im Detail darauf eingegangen werden, mit welchen Maßnahmen im Bereich der Planung und



Figure: MPVA Neuwied

**Fig. 2a: Color variations of products**

Abb. 2a: Farbschwankungen der Produkte

- » Color irregularities between delivered products (see Fig. 2a; Section 7.1 of [1] contains the related explanations)
- » Discoloration of paving blocks owing to the use of “discoloring” loose joint-filling materials (see Fig. 2b and the explanations contained in Section 7.2 of [1])
- » Efflorescence appearing on the pavers’ surface (see Fig. 3a and the related explanations in Section 6 of [1])
- » Discolorations caused by the detachment of surface coatings in the case of coated block pavements (see Fig. 3b and the related explanations in Section 5 of [2]).

**2 Measures to ensure the visual quality of block pavements**

The following sections of this article provide detailed guidance on the measures to be implemented in the



Figure: MPVA Neuwied

**Fig. 3a (left): Discolorations caused by efflorescence**

Abb. 3a: Verfärbungen durch die Entstehung von Ausblühungen



Figure: MPVA Neuwied

**Fig. 2b: Discolorations caused by using “discoloring” joint fillers**

Abb. 2b: Verfärbungen durch die Verwendung „verfärbender“ Fugenmaterialien

Bauleitung die Gefahr für die Entstehung optischer Beeinträchtigungen reduziert werden kann.

**2.1 Planung**

**2.1.1 Wasserdurchlässigkeit**

Im Rahmen der sachgerechten Herstellung von Flächenbefestigungen müssen sämtliche Tragschichten sowie die Bettung wasserdurchlässig konzipiert werden. Ist dies nicht möglich, so sind planerische Maßnahmen zur schadensfreien Ableitung des in die Konstruktion eingedrungenen Wassers (z. B. durch Anordnung von Sickeranlagen) zu ergreifen.

Im Ergebnis bedeutet dies, dass Planer wasserdurchlässige Tragschichten auszuschreiben haben, die unter Verwendung zertifizierter Materialien herzustellen sind. Ist dies nicht gewünscht oder möglich, ist eine sachgerechte



Figure: MPVA Neuwied

**Fig. 3b: Discolorations caused by damaged surface coatings**

Abb. 3b: Verfärbungen durch schadhafte Oberflächenvergütungen



Figure: MPVA Neuwied

Fig. 4: Installation of a block pavement on a water-impermeable underground car park floor slab

Abb. 4: Verlegung einer Pflasterdecke auf der wasserundurchlässigen Unterlage einer Tiefgaragendecke

planning and design as well as site supervision phases in order to reduce the risk of causing visual deficiencies of the block pavement.

## 2.1 Planning and design

### 2.1.1 Water permeability

Any appropriate installation of block pavements requires all subgrades, base and bedding courses to be designed such that their water permeability is ensured. If this is impossible, the design should include appropriate measures allowing for the damage-free discharge of water that has made its way into the pavement structure, such as by including an appropriate arrangement of drainage systems.

This means that designers need to specify water-permeable subgrades or base courses that must be installed using certified materials. If this is not desirable or possible, separate measures should be implemented in order to ensure appropriate drainage. This is the case, for example, if a block pavement is laid onto a bonded base course, such as on an underground car park (see Fig. 4) or on a concrete foundation slab of a terrace.

Disregarding these requirements will increase the risk of rutting as well as edge spalling and freeze-thaw damage to the pavement. Likewise, the risk of efflorescence occurring on the paver surface will also increase because any water that has penetrated into the structure will evaporate upwards (i.e. through the paving blocks) while transporting the calcium hydroxide causing the white bloom to the pavement surface (see Section 6 of [1]).

Yet another factor with a major influence on the water permeability of the base course, and thus on the susceptibility of the pavement to efflorescence, is the selection of the bedding and joint-filling materials. In this regard, care must be taken to ensure the filter stability of the joint-filling and bedding materials in relation to each other. What is even more important, however, is the use of joint fillers and bedding mate-

Entwässerung über gesonderte Maßnahmen zu planen. Dieser Fall liegt z. B. vor, wenn eine Pflasterdecke auf einem gebundenen Unterbau verlegt wird, wie dies bei der Verlegung von Pflasterdecken auf Tiefgaragen (siehe Abb. 4) oder auf betonierten Bodenplatten von Terrassen der Fall ist.

Werden diese Vorgaben nicht beachtet, so steigt nicht nur die Gefahr für die Bildung von Spurrinnen in der Pflasterdecke, sondern auch für Kantenabplatzungen und Frost-Tausalz-Schäden an den Pflasterbelägen. Darüber hinaus erhöht sich auch das Risiko für die Entstehung von Ausblühungen auf den Pflasterbelägen, da das in die Konstruktion eingedrungene Wasser nach oben (also durch die Pflastersteine) austrocknet und dabei das für die Entstehung der Ausblühungen verantwortliche Kalkhydrat mit zur Belagsoberfläche transportiert (siehe Abschnitt 6 aus [1]).

Auch die Auswahl der Bettungs- und Fugenmaterialien hat einen erheblichen Einfluss auf die Wasserdurchlässigkeit der Unterlage und damit auf die Ausblühneigung der Pflasterbeläge. Diesbezüglich ist u. a. die Einhaltung der Filterstabilität der Fugen- und Bettungsmaterialien zueinander zu beachten. Noch entscheidender ist aber die Verwendung von Fugen- und Bettungsmaterialien mit einer ausreichenden Kornfestigkeit. Weisen die Gesteinskörnungen keine ausreichende Kornfestigkeit auf, so wird diese Gesteinskörnung bei der Befahrung der Pflasterbeläge in der Konstruktion „zermahlen“, wobei sich eine nicht ausreichend wasserundurchlässige Schicht unterhalb der Pflasterbeläge bildet (siehe Randbereich in Abb. 5). Anschließend staut sich das in die Konstruktion eingedrungene Wasser auf der wasserundurchlässigen Schicht, und die Pflasterbeläge beginnen bei der Befahrung zu „schwimmen“, was die Schadensentwicklung noch weiter beschleunigt.

### 2.1.2 Auswahl der Fugenmaterialien und Bauabschlussreinigung

Neben der Filterstabilität der Fugen- und Bettungsmaterialien und der Kornfestigkeit der verwendeten Gesteinskörnung kann sich die Auswahl der zu verwendenden Fugenmaterialien auch direkt über deren Verfärbungsneigung in erheblichem Umfang auf die Optik der Pflasterdecke auswirken. So ist mittlerweile hinlänglich bekannt, dass auch ungebundene Fugenmaterialien selbst zu einer deutlichen Verfärbung der Oberfläche von Pflasterbelägen führen können (siehe Abschnitt 7.2.1 aus [1] und Abb. 6).

Das wichtigste Instrument des Planers zur Reduzierung dieser Farbabweichungen besteht darin, den Kunden davon zu überzeugen, dass er möglichst keine einfarbigen und dunklen Pflasterbeläge verwenden soll. Diese sehr einheitlich gefärbten, dunklen (häufig anthrazitfarbenen) Pflasterbeläge sind bezüglich der Erkennbarkeit von Verfärbungen als sehr kritisch einzustufen, da Verfärbungen bei diesen Produkten im Vergleich z. B. zu nuancierten oder helleren Produkten viel auffälliger sind und damit deutlich stärker in Erscheinung treten.

Um die Gefahr für die Bildung entsprechender Verfärbungen zu reduzieren, sollte der Planer darüber hinaus eine sachgerechte Bauabschlussreinigung ausschreiben. Diese Reinigung muss zum einen nass und zum anderen möglichst frühzeitig (d. h. spätestens nach 3 Tagen) erfol-

rials with a sufficiently high particle strength. In the case of an insufficient particle strength of the mineral aggregates, the aggregates will be “ground” within the structure when driving over the block pavement, resulting in the formation of a layer with insufficient water permeability underneath the pavement (see edge area in Fig. 5). The water that has previously penetrated into the pavement structure will then accumulate on top of the water-impermeable layer, causing the pavement to “float” when subjected to vehicle traffic and accelerating damage progression even further.

### 2.1.2 Selection of joint fillers and final cleaning

Besides the filter stability of joint fillers and bedding materials and the particle strength of mineral aggregates, the selected joint-filling materials can also directly influence the appearance of the block pavement owing to their susceptibility to discoloration. For instance, it has long been known that even loose joint fillers can cause a significant discoloration of the pavement surface (see Section 7.2.1 of [1] and Fig. 6).

Thus, the designer’s most effective approach to reducing such color deviations is to convince the customer not to use pavers in a uniform or dark shade as far as reasonably possible. Such uniformly colored, dark (often anthracite) block pavements should be viewed very



Figure: MPVA Neuwied

Fig. 6: Discoloration of anthracite pavers caused by the loose joint-filling materials used

Abb. 6: Verfärbung von anthrazitfarbenen Pflastersteinen durch die verwendeten ungebundenen Fugenmaterialien



Figure: MPVA Neuwied

Fig. 7: Joint fillers left on the pavement for several weeks

Abb. 7: Über Wochen auf der Pflasterdecke belassene Fugenmaterialien



Figure: MPVA Neuwied

Fig. 5: Consolidated bedding or joint-filling material

Abb. 5: Verfestigtes Bettungs- bzw. Fugenmaterial

gen. Die in Abb. 7 dargestellte gängige Praxis, Fugenmaterialien über längere Zeit auf der Pflasterdecke zu belassen, ist bezüglich der Verfärbungsneigung der Pflasterbeläge als extrem kritisch zu betrachten.

Da die Ausblühneigung von Pflasterbelägen mit zunehmender Kontaktzeit zum einwirkenden Wasser ansteigt, sind auch Fugenmaterialien mit einem sehr hohen Wasserrückhaltevermögen hinsichtlich der Entstehung optischer Beeinträchtigungen an Pflasterbelägen als kritisch zu betrachten. Diesbezüglich sind feinkornreichere Fugenmaterialien mit einem geringen Größtkorn eher problematisch (siehe Abb. 8).

## 2.2 Bauleitung

### 2.2.1 Wasserdurchlässigkeit der Unterlage

Auch bei der Verlegung von Pflasterbelägen ist die Wasserdurchlässigkeit der Unterlage (siehe Abb. 9) zu beachten. So muss die Unterlage, wie bereits erwähnt, eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit aufweisen, um die Tendenz zur Bildung von Tertiärausblühungen im Objekt zu minimieren.

Um derartige Probleme zu reduzieren, muss im Rahmen der Verlegung darauf geachtet werden, dass nicht zu viele Verunreinigungen auf die Unterlage der Pflasterdecke gelangen und diese „abdichten“. Darüber hinaus darf weder die Tragschicht noch die Bettung während der Bauzeit zu intensiv befahren werden, um die Verfestigung der Unterlage zu begrenzen (siehe Abb. 10). Ist dies nicht zu vermeiden, so muss die verfestigte, nicht ausreichend wasserundurchlässige Schicht vor dem Einbau der Pflasterdecke ausgetauscht werden.

### 2.2.2 Augenscheinliche Abnahme der gelieferten Produkte

Grundsätzlich sollten die zu verlegenden Pflasterbeläge vor der Verlegung in Augenschein genommen werden. Pflasterbeläge mit signifikanten Farbabweichungen, Farbschwankungen oder Verfärbungen dürfen aus Gründen der Schadensminderung nicht verbaut werden. Liegen derartige optische Beeinträchtigungen der Pflasterbeläge



**Fig. 8: Water retention capacity of joint fillers**

Abb. 8: Wasserrückhaltevermögen von Fugenmaterialien

critically with regard to the visibility of discolorations because such products will exhibit discolorations with a much more pronounced pattern and thus greater visibility compared to pavers in bright or nuanced shades.

Furthermore, designers should specify an appropriate final cleaning step in order to reduce the risk for such discolorations to occur. A wet method should be applied for cleaning as early as possible (i.e. no later than three days after installation of the pavement). The common practice of leaving joint fillers on the pavement for an extended period, as shown in Fig. 7, should also be viewed extremely critically with respect to the susceptibility of the pavement to discolorations.

Since the susceptibility of block pavements to efflorescence increases with the time of contact with water, joint fillers with a very high water retention capacity also pose a relatively high risk of generating visual deficiencies on block pavements. In this context, joint fillers with a higher fines ratio and small maximum particle size appear to be rather problematic (see Fig. 8).



**Fig. 9: Insufficient water permeability of the base course or subgrade**

Abb. 9: Nicht ausreichende Wasserdurchlässigkeit der Unterlage bzw. der Tragschicht

zum Liefer- bzw. Einbauzeitpunkt vor, so dürfen diese Produkte, unabhängig davon, wer verantwortlich für die vorliegenden Verfärbungen ist, vom Verleger nicht einfach verlegt werden.

So zeigen ausgeführte Pflasterdecken besonders bei Verwendung preisgünstiger „Industripflastersteine“ häufig eine Art „Schachbrettmuster“ (siehe Abb. 11), das seitens des Bauherrn nicht selten reklamiert wird.

Soll die Gefahr für die Ausbildung eines derartigen Schachbrettmusters reduziert werden, dann dürften die Pflasterbeläge nicht maschinell verlegt werden, da die gemischte Verlegung aus mehreren Paketen (also per Hand) zu einer Vergleichmäßigung des optischen Erscheinungsbildes der Pflasterdecke beitragen kann.

Unabhängig davon stellt sich dem Sachverständigen auch die Frage, ob Industripflastersteine überhaupt geeignet sind, um Pflasterdecken mit erhöhten optischen Anforderungen herzustellen. Industripflasterbeläge sollen speziell dazu dienen, höhere Lasten sachgerecht in die Unterlage abzutragen. Auf optische Ansprüche wird bei der Entwicklung und Produktion dieser Pflasterbeläge üblicherweise „kein großer Wert“ gelegt, was sich im Übrigen häufig schon beim Preis der Pflasterbeläge bemerkbar macht.

Der Optik von Pflasterbelägen, die erhöhten optischen Anforderungen genügen müssen, wird im Rahmen der Produktion (andere Ausgangsstoffe, Einsatz von Vergütungen, Sortieraufwand) und der Lagerung (Zwischenlagerung in überdachten Freilagern, Abstandhalter zwischen den Produktionslagen) üblicherweise eine deutlich höhere Bedeutung beigemessen, so dass produktionstechnische Maßnahmen zur Sicherstellung der Optik ergriffen werden. Diese Maßnahmen werden bei Industripflasterbelägen üblicherweise in dieser Form nicht ergriffen.

Werden seitens des Bauherrn trotz der Verwendung von Industripflastersteinen erhöhte optische Anforderungen an die Pflasterdecke gestellt, sind hierfür Industripflastersteine zu verwenden, die auch seitens des Produzenten als „optisch hochwertige“ Produkte beworben werden. Nur in diesem Falle treffen die Produzenten üblicherweise entsprechende Vorkehrungen (siehe oben), um eine entsprechende Optik sicherzustellen. Weiterhin muss die Bauleitung in diesem Fall dafür sorgen, dass die Pflas-



**Fig. 10: Soiling and/or consolidation of the base course**

Abb. 10: Verunreinigung bzw. Verfestigung der Unterlage



Figure: MPVA Neuwied

terdecke zur Risikominimierung zum einen nicht maschinell verlegt wird (siehe oben) und zum anderen nur Pflastersteine aus „einer Liefercharge“ zur Anwendung kommen. So resultiert eine deutlich erhöhte Gefahr für Farbunterschiede zwischen Pflastersteinen, wenn diese aus mehreren Lieferchargen stammen. Demnach muss die gesamte Menge der zur Herstellung der Pflasterdecke erforderlichen Pflastersteine bei erhöhten Ansprüchen an die Optik gleichzeitig bestellt, geliefert und sachgerecht auf der Baustelle gelagert werden.

Leider wird selbst bei optisch hochwertigen Pflasterdecken nicht immer darauf geachtet, ausreichende Mengen des Pflasters zu bestellen, so dass Nachlieferungen der Pflasterbeläge erforderlich werden. Wird zum Bestellungszeitpunkt nicht beachtet, dass alle Pflasterbeläge aus demselben Lieferwerk geordert werden, dann lassen sich selbst deutliche Farbunterschiede nicht zielsicher vermeiden (siehe beispielhaft [Abb. 12](#)).

Werden ausreichende Mengen der Pflasterbeläge bestellt, so ist bei längeren Lagerungszeiten auf der Baustelle zu beachten, dass diese hier auch angemessen gelagert werden, um die Gefahr für die Entstehung unschöner Sekundärausblühungen zu reduzieren (siehe unten).

Neben produktionsbedingten Farbunterschieden sind auch Pflasterbeläge mit signifikanten Mengen an Primär- oder Sekundärausblühungen vor der Verlegung sehr gut erkennbar (siehe [Abb. 13](#)), so dass der Verleger die Verpflichtung hat, diese im Rahmen der Verlegung auszu-

**Fig. 11:** „Checkerboard“ pattern visible on a pavement consisting of industrial pavers

**Abb. 11:** „Schachbrettmuster“ bei einer Pflasterdecke aus Industripflastersteinen

## 2.2 Site management and supervision

### 2.2.1 Water permeability of the subgrade

It is crucial to ensure the water permeability of the base course or subgrade (see [Fig. 9](#)) also when installing the block pavement. For instance, the subgrade needs to provide a sufficiently high water permeability in order to minimize the susceptibility to tertiary efflorescence appearing in situ.

To mitigate such risks, care must be taken to ensure, during installation, that the amount of soiling accumulating on the subgrade with a “sealing” effect should be limited. In addition, vehicle traffic on the subgrade and the bedding of the pavement should be restricted during the construction phase in order to limit the degree of consolidation of the subgrade (see [Fig. 10](#)). If it is impossible to avoid such traffic, the consolidated course providing insufficient water permeability must be replaced prior to installing the block pavement.

### 2.2.2 Visual inspection and acceptance of delivered products

Paving blocks should generally be subjected to visual inspection prior to installing the pavement. Pavers exhibiting significant color deviations, variations or discolorations should not be installed in order to keep the potential damage or deficiencies to a minimum. If, at the time of delivery resp. installation, the pavers are found to be deficient in terms of their appearance, the contractor must not install such products, regardless of which party has caused the identified discolorations.

Installed pavements consisting of low-cost “industrial pavers”, for example, often exhibit a certain type of “checkerboard” pattern (see [Fig. 11](#)), which frequently gives rise to client complaints.

To reduce the risk for such a checkerboard pattern to occur, no equipment and machinery must be used for installing such pavements because the manual laying of pavers taken from different packs can contribute to achieving a more uniform appearance of the pavement. Irrespective of this approach, engineering consultants



## Precision Moisture Measurement

### World Leading Digital Technology

### Global Support Network



Hydro-Mix

Mixers & Conveyors

Hydro-Probe

Bins, Chutes & Conveyor Belts



Many more applications,  
contact us for details

[www.hydronix.com](http://www.hydronix.com)

[enquiries@hydronix.com](mailto:enquiries@hydronix.com)



Figure: MPVA Neuwied

Fig. 12: Paving blocks delivered from several plants

Abb. 12: Pflastersteine aus mehreren Lieferwerken

may also ask themselves whether industrial pavers are at all suitable for installing block pavements for which an exceedingly high visual quality has been specified. The primary purpose of industrial block pavements is to ensure the transfer of comparatively high loads into the course or element underneath. “No great emphasis” is usually put on the aspect of visual quality when developing and producing such types of pavers, which is also often reflected in the price levels of such products.

The quality of pavements having to comply with more sophisticated visual requirements is usually considered to be much more significant in terms of production (for instance by using other input materials or applying coatings as well as incorporating a more thorough sorting process) as well as storage (interim storage in roofed outdoor areas, using spacers between the product layers), which is why appropriate measures are implemented as part of the production process in order to ensure the specified visual quality. Industrial pavers are generally not subjected to such measures.

Should the client specify more sophisticated visual requirements for the pavement despite the use of industrial pavers, only those pavers should be used that the producer advertises as products of a “high visual quality”. Only in this case will producers usually take the necessary precautions (see above) in order to ensure the corresponding appearance. In addition, site management must ensure that the pavement is laid manually (excluding the use of any equipment and machinery) in order to mitigate the associated risks while also using pavers from a single batch. This is because the risk for color variations to occur will increase materially if pavers of several batches or deliveries are used. Accordingly, the total quantity of the blocks needed for installing the specified pavement with increased visual requirements must be ordered, delivered and properly stored on the construction site at the same time.

Unfortunately, the paver quantities ordered for pavements conforming to a high visual quality standard are sometimes insufficient, thus requiring subsequent deliveries of pavement blocks. It is thus usually impossible to avoid considerable color variations if pavers are delivered from a number of different plants rather

sortieren. Hierbei ist zu beachten, dass die Bildung von Sekundärausblühungen auch durch eine nicht sachgerechte Lagerung der Pflasterbeläge auf der Baustelle verursacht werden kann (siehe Abb. 13 und 14; Verantwortungsbereich des Verlegers oder des Bauherrn). Ebenso wie Pflasterbeläge mit Farbunterschieden oder Ausblühungen sind Produkte mit Transportschäden oder andersartigen Verfärbungen vor der Verlegung auszusortieren (siehe Abb. 15).

### 2.2.3 Rüttelflecken

Auch durch die Verlegung bedingte Rüttelflecken können die Optik der Pflasterdecke in erheblichem Umfang beeinflussen. Die Gefahr für die Bildung von Rüttelflecken lässt sich dadurch reduzieren, dass zum Schutz der Pflasterbeläge eine Plattengleitvorrichtung verwendet wird, wie sie in Abb. 16 dargestellt ist. Wird auf die Verwendung dieser Plattengleitvorrichtung verzichtet, so ist die Bildung entsprechender „Rüttelflecken“ (siehe Abb. 17) nicht zu vermeiden.

### 2.2.4 Bauabschlussreinigung

Wie in Abschnitt 2.1.2 ausgeführt wurde, ist eine nasse Bauabschlussreinigung der Pflasterdecke vorzusehen, um Verfärbungen u. a. durch eingesetzte Fugenmaterialien



Figure: MPVA Neuwied

Fig. 13: Secondary efflorescence caused by inappropriate site storage

Abb. 13: Durch eine nicht sachgerechte Lagerung auf der Baustelle bedingte Sekundärausblühungen



Figure: MPVA Neuwied

Fig. 14: Inappropriate site storage of paving blocks

Abb. 14: Nicht sachgerechte Lagerung der Pflasterbeläge auf der Baustelle



## Gesamtlösungen aus einer Hand



- Hochautomatisierte Umlaufanlagen
- Kundenspezifische Lösungen
- Exzellente Endprodukte

EBAWE entwickelt, fertigt und installiert komplette Produktionsanlagen für die Herstellung verschiedenster Betonelemente.

Wir sind der Partner Ihrer Wahl - für Produkte jeder Art und Größe.



Fig. 15: Transport-induced discolorations

Abb. 15: Durch den Transport bedingte Verfärbungen

than from a single source (see, for example, Fig. 12). If the quantities of pavers ordered are sufficiently large, it is crucial to ensure appropriate storage conditions on the construction site if the blocks need to be stored for an extended period in order to reduce the risk of unsightly secondary efflorescence to occur (see below).

Besides production-related color variations, paving blocks may also exhibit a significant amount of primary or secondary efflorescence prior to installation (see Fig. 13). In such a case, the contractor must discard such pavers during installation. In this context, it should be noted that secondary efflorescence can also be the result of inappropriate storage of the paving blocks on the construction site (see Figs. 13 and 14; this is the responsibility of the installation contractor or client). Besides paving blocks showing color variations or white bloom, products damaged during transport or exhibiting other types of discoloration must also be rejected prior to installation (see Fig. 15).

#### 2.2.3 Vibration marks

Marks or stains caused by vibratory compaction during the installation process can also significantly impair the visual quality of the pavement. The risk for vibration-induced staining to occur can be reduced by using a paving pad (shown in Fig. 16) to protect the paving blocks. If no such pad is used, it will be impossible to prevent the corresponding “vibration marks” (see Fig. 17) from occurring.

#### 2.2.4 Final cleaning

As discussed in Section 2.1.2, a wet method must be applied for cleaning the block pavement upon completion in order to remove discolorations caused by joint fillers, for example, as early as possible. In a research project conducted at the Neuwied materials testing facility, the use of so-called terrace cleaners (low-pressure surface cleaners) proved to be beneficial. Site management must ensure timely wet cleaning upon completion particularly if visually appealing pavements are installed, which is the only option for ensuring an appropriate visual quality of signature block pavements (particularly if dark shades are used).

möglichst frühzeitig zu entfernen. So hat sich im Rahmen eines in der MPVA Neuwied GmbH durchgeführten Forschungsvorhabens gezeigt, dass die Verwendung von sogenannten Terrassenreinigern (Niederdruckflächenreinigern) hier zu guten Ergebnissen führt. Seitens der Bauleitung ist besonders bei optisch repräsentativen Pflasterdecken auf eine frühzeitige und nasse Bauabschlussreinigung zu achten. Nur so kann (besonders bei dunklen Pflasterbelägen) eine sachgerechte Optik von repräsentativen Pflasterdecken sichergestellt werden.

### 3 Zusammenfassung

Die steigende Bedeutung des optischen Erscheinungsbildes von Pflasterdecken hat auch erhebliche Konsequenzen für die Planung und Bauleitung von repräsentativen Pflasterdecken. Nur durch eine für die optische Bedeutung der Pflasterdecke angepasste Planung und Bauleitung kann das optische Erscheinungsbild repräsentativer Pflasterdecken sichergestellt werden.

Bei der Planung stehen die Sicherstellung der Wasserdurchlässigkeit der Unterlage und die Auswahl der Fugematerialien im Vordergrund. Daneben ist aber auch eine nasse Bauabschlussreinigung der Pflasterdecke konkret auszuschreiben.

Leider hat es sich in den letzten Jahren eingebürgert, dass selbst repräsentative Pflasterdecken, an die hohe



Fig. 16: Use of a paving pad

Abb. 16: Verwendung einer Plattengleitvorrichtung



Fig. 17: Vibration marks

Abb. 17: Rüttelflecken

### 3 Summary

The increasing significance of the visual quality of block pavements also has considerable repercussions on the planning and design as well as supervision of the installation of high-quality paved surfaces. Only if the design and site management process is aligned with the visual significance of the pavement will it be possible to ensure compliance of the block pavement with the sophisticated visual specifications.

The planning and design process concentrates on ensuring water permeability of the subgrade or base course as well as on selecting appropriate joint-filling materials. In addition, wet cleaning of the pavement upon completion should be specified.

In the past few years, we have unfortunately seen many pavements installed on construction sites without the regular presence of site supervisors (if provided for at all) even in the case of sophisticated visual specifications. There is thus a growing number of disputes on the grounds of visual deficiencies of block pavements. If site supervisors are present on a regular basis, they will be able to thoroughly check and improve the standard of workmanship. Site management should particularly concentrate on verifying the water permeability of the subgrade, visually inspecting delivered products, ensuring appropriate vibratory compaction, and closely monitoring the final cleaning process.

Implementing the above measures will not only significantly enhance the visual quality of signature pavements; it will also optimize the standard of workmanship of the block pavement and, more generally, its durability.

Ansprüche an das optische Erscheinungsbild gestellt werden, ohne die regelmäßige Anwesenheit einer Bauleitung (sofern diese überhaupt eingeplant ist) auf der Baustelle hergestellt werden. Im Ergebnis nehmen die Streitigkeiten durch optische Beeinträchtigungen an den Pflasterdecken immer weiter zu. Ist die Bauleitung regelmäßig auf der Baustelle, so kann die Ausführungsqualität detailliert kontrolliert und verbessert werden. Im Rahmen der Bauleitung sollte den Punkten „Nachweis der Wasserdurchlässigkeit der Unterlage“, „Inaugenscheinnahme der gelieferten Produkte“, „Ausführung der Verdichtung“ und „Bauabschlussreinigung“ besondere Beachtung geschenkt werden.

Mittels der oben genannten Maßnahmen kann nicht nur das optische Erscheinungsbild der repräsentativen Pflasterdecken deutlich verbessert, sondern auch die Ausführungsqualität der Pflasterdecke und damit auch deren Dauerhaftigkeit insgesamt optimiert werden.



**Voß, Karl-Uwe**

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 zementgebundener Baustoffe öffentlich bestellt und vereidigt; seit 2013 im Vorstand des QS-Pflaster; seit 2014 im Vorstand des LV5 Rheinland-Pfalz  
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] 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
- [3] 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
- [4] 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
- [5] Dr. Voß, Karl-Uwe: Schäden an Flächenbefestigungen aus Betonpflaster – Teil 1: Ausblühungen, Kantenabplatzungen und Verfärbungen. 2. Auflage. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2019
- [6] Dr. Voß, Karl-Uwe: Schäden an Flächenbefestigungen aus Betonpflaster – Teil 2: Frostschaäden, gebundene Bauweise, oberflächenvergütete Produkte. 1. Auflage. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2018
- [7] Dr. Voß, Karl-Uwe (05-2013): Ausblühungen auf Betonwaren – Ursachen und Einflussgrößen – Teil 1. BWI Beton-Werk International, ad-media GmbH, Köln, S. 108
- [8] Dr. Voß, Karl-Uwe (06-2013): Ausblühungen auf Betonwaren – Ursachen und Einflussgrößen – Teil 2. Betonwerk + Fertigteile-Technik BFT International, Bauverlag BV GmbH, Gütersloh, S. 80
- [9] Voß, Karl-Uwe (08-2018): Verantwortlichkeit für die Entstehung von Ausblühungen – Teil 1. BWI BetonWerk International, ad-media GmbH, Köln, S. 76
- [10] Voß, Karl-Uwe (10-2018): Verantwortlichkeit für die Entstehung von Ausblühungen – Teil 2. BWI BetonWerk International, ad-media GmbH, Köln, S. 90
- [11] Dr. Voß, Karl-Uwe (10-2018): Pflasterfärbung durch Fugenmaterial – Teil 1. Kernergebnisse der Forschung zu Verfärbungen an Betonsteinen durch Fugenmaterialien der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied. Straße und Tiefbau, Giesel Verlag GmbH, Hannover, S. 34
- [12] Dr. Voß, Karl-Uwe (12-2018): Verfärbungen an Betonpflastersteinen durch Fugenmaterialien – Kernaussagen aus den Ergebnissen eines Forschungsvorhabens. Der Bausachverständige, Bundesverband öffentlich bestellter und vereidigter sowie qualifizierter Sachverständiger e. V., Berlin, S. 22
- [13] Dr. Voß, Karl-Uwe (03-2019): Pflasterfärbung durch Fugenmaterial, Teil 2 – Kernaussagen aus den Ergebnissen eines Forschungsvorhabens der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied zu Verfärbungen an Betonpflastersteinen. Straße und Tiefbau, Giesel Verlag GmbH, Hannover, S. 32
- [14] Dr. Voß, Karl-Uwe (04-2019): Verfärbung von Steinoberflächen durch Fugenmaterialien. Neue Landschaft, Patzer Verlag, Berlin, S. 45
- [15] Dr. Voß, Karl-Uwe (05-2019): Verfärbungen an Betonpflastersteinen durch Fugenmaterialien. Taspo, Forum Verlag Herkert GmbH, Merching, S. 24
- [16] Dr. Voß, Karl-Uwe (06-2019): Verfärbung von Pflasterdecken – Teil 2. Ausblühungen auf Pflasterdecken. Neue Landschaft, Patzer Verlag, Berlin, S. 40
- [17] Dr. Voß, Karl-Uwe (10-2019): Verfärbung von Pflasterdecken – Weitergehende Ursachen. Neue Landschaft, Patzer Verlag, Berlin, S. 32