

The number of customer complaints in consequence of discolorations of concrete block pavements has increased considerably, first of all, because of the ever increasing importance of the visual appearance. This paper is focusing on discolorations, which are due to the formation of green deposits, as well as the discoloration of paving products caused by organic components such as foliage.

Der Anteil an Reklamationen aufgrund der Verfärbung von Betonpflasterdecken hat in erster Linie wegen deren immer weiter steigenden optischen Bedeutung deutlich zugenommen. Im vorliegenden Artikel wurde der Schwerpunkt auf Verfärbungen gelegt, die auf die Bildung von Grünbelägen sowie auf die Verfärbung der Pflasterprodukte durch organische Bestandteile wie Laub zurückzuführen waren.

Root causes of green deposits and foliage effects on concrete block pavements

Ursachen von Grünbelägen und Laubeinwirkungen auf Betonpflasterdecken

Text: Dr. rer. nat. Karl-Uwe Voß



Figure: MPVA Neuwied

1 Leafage lying on a concrete block pavement ...
1 Auf einem Betonpflaster liegendes Blattwerk ...



Figure: MPVA Neuwied

... and the resulting discolorations
 ... und resultierende Verfärbungen

In consequence of the increasing importance of the visual effect of concrete block pavements in outdoor applications, the number of customer complaints is growing significantly on the topics of „efflorescence“, „discolorations“, „edge damages“ or also the „soiling characteristics“ or the „cleanability“ of paving products. In parallel, the market share of surface-finished and/or mass-hydrophobized products is increasing. Especially, in case of finished products, the final customers assume, as a rule, that these products ensure an almost complete cleanability and that there are hardly any significant discolorations or green deposits on the products even if leafage is lying on the block pavement for a longer period, for example, (see [Figure 1](#)) or if the pavement is installed in permanently shaded areas. Statements such as, „Do I really have to remove the leaves every day?“ are definitely not uncommon but the rule.

Aufgrund der steigenden Bedeutung der optischen Wirkung von Pflasterdecken im Außenbereich nehmen Reklamationen zu den Themen „Ausblühungen“, „Verfärbungen“, „Kantenschäden“ oder aber auch zum „Anschmutzungsverhalten“ oder der „Reinigungsfähigkeit“ von Pflasterprodukten deutlich zu. Parallel hierzu steigt der Marktanteil an oberflächenvergüteten und / oder massenhydrophobierten Produkten. Gerade bei vergüteten Produkten gehen die Endkunden im Regelfall davon aus, dass diese Produkte eine nahezu vollständige Reinigungsfähigkeit aufweisen und sich keine signifikanten Mengen an Verfärbungen oder Grünbelägen auf den Produkten ablagern, selbst wenn z. B. Blattwerk über längere Zeit auf der Pflasterdecke liegt (siehe Bild 1) oder wenn der Pflasterbelag in dauerhaft verschatteten Bereichen verlegt wird. Aussagen wie „Muss ich das Blattwerk etwa täglich entfernen?“ stellen keine Seltenheit, sondern die Regel dar.

Against this backdrop, the question arises how the formation of green deposits on concrete block pavements or the discoloration of the products due to the effects of leafage or any other decomposing vegetation are to be evaluated by an expert. In this connection, it is also essential to discuss whether the described expectations of the customers are reasonable. May the visual appearance of the product actually not alter if organic substances, which possibly release tannic acid, remain on the concrete block pavements for a longer period?

This paper presents two controversial questions from this range of topics.

A comprehensive overview of the respective damages is given in [11].

1 Green deposits on the concrete slabs of a pavement

1.1 Exemplary legal dispute

The following presents a legal dispute where the building contractor brought an action against the building materials supplier because the expensive, surface-finished concrete slabs even should have encouraged the formation of green deposits.

During the visual inspection, it was revealed that part of the concrete slabs actually exhibited a significant green deposit. As expected, the green deposits appeared particularly strong on the shaded partial areas on the north side of the building (see [Figure 2](#)). However, intense green deposits were also partially discovered on the concrete slabs of the south side of the building; but in the present case, this could be explained by the fact that the slab pavement on the south side of the building was also installed in a permanently shaded area because of a high surrounding wall (see [Figure 3](#)).

[Figure 4](#) shows that in this area noticeable green deposits not only had formed on the concrete slabs but also on the masonry bricks of the wall. Regardless of the orientation of the pavement, clearly noticeable



Figure: MPVA Neuwied

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie die Bildung von Grünbelägen auf Pflasterdecken oder die Verfärbung der Produkte durch die Einwirkung von Blattwerk oder anderer zersetzlicher Vegetation sachverständig zu beurteilen ist. In diesem Zusammenhang muss auch darüber diskutiert werden, ob die beschriebene Erwartungshaltung der Kunden angemessen ist. Dürfen tatsächlich keine Veränderungen am Erscheinungsbild der Produkte auftreten, wenn organische Materialien, die ggf. Gerbsäuren freisetzen, über längere Zeiten auf den Pflasterdecken verbleiben?

In diesem Artikel werden zwei Streitigkeiten aus diesem Themenkomplex vorgestellt.

Eine ausführliche Zusammenstellung entsprechender Schäden findet sich in [11].

2 Green deposits on the shaded north side of the concrete block pavement

Grünbeläge auf der verschatteten Nordseite der Pflasterdecke



ITWO Smart Production
Intelligent Software Solutions for Prefabrication and Modular Construction

ITWO PPS	Cloud-based Planning and Scheduling Platform for Prefabrication
ITWO MES	Master Computer for the Prefabrication Industry
ITWO ICS	Intelligent Machine and Plant Control Systems
ITWO SCE	Automated Stockyard and Logistic Solutions

RIB SAA Software Engineering GmbH
Gudrunstraße 184/4
1100 Vienna, Austria

www.rib-saa.com
T: +43 1 641 42 47-0
E: office@saa.at



3
Green deposits in the area of „permanent shading“ ...

3
Grünbeläge im Bereich des „Dauerschattens“ ...

... on the south side of the building

... auf der Südseite des Gebäudes



Figure: MPVA Neuwied



Figure: MPVA Neuwied

green deposits were also discovered on partial areas where planters were placed. It has to be assumed that, when watering the plants, the slab pavement in these partial areas were in contact with considerable amounts of water and with fertilizer.

In the context of the legal dispute, it should be clarified by an expert whether the concrete slabs were deficient because of a significant green growth. An authorized expert contacted beforehand had determined that some slabs showed stronger green growth than others. Without any comprehensive investigations carried out in the laboratory, he concluded that the discolored concrete slabs were deficient and therefore, the slab manufacturer had to bear the costs for the replacement of the slab pavement.

The latest visual inspection of the pavement revealed that not only some concrete slabs but also a great number of the building materials installed on site exhibited a significant green growth. Hence, green deposits not only were found on the complained concrete slabs but also in the joints between the concrete slabs (Figure 6), on the screed in front of the garage (Figure 8), on the concrete block pavement of the neighboring property (Figure 8), on the paving blocks of the street (Figure 9), on the natural stones of the slope protection next to the building (Figure 10) as well as on the masonry bricks of the surrounding walls (see Figure 4).

Thus, far more than just the concrete slabs were affected by green deposits as the findings of the on-site inspection reveal. If the inferior quality of the concrete slabs had been actually the only root cause for the formation of green deposits, why did the other building materials also exhibit such severe green deposits?

4
Green deposits on the masonry bricks of the wall

4
Grünbeläge auf den Mauersteinen der Wand

5
Green deposits on the pavement where plants are positioned

5
Grünbeläge im Bereich von auf dem Plattenbelag stehenden Pflanzen

1 Grünbeläge auf den Betonplatten einer Pflasterdecke

1.1 Beispielhafter Rechtsstreit

Nachfolgend wird ein Rechtsstreit vorgestellt, bei dem die Bauherrin gegen den Baustofflieferanten geklagt hat, da die hochpreisigen, oberflächenvergüteten Betonplatten die Bildung von Grünbelägen begünstigt haben sollen.

Im Rahmen der Inaugenscheinnahme zeigte sich, dass ein Teil der Betonplatten tatsächlich einen deutlichen Grünbelag aufwies. Besonders stark traten die Grünbeläge erwartungsgemäß in den verschatteten Teilflächen auf der Nordseite des Gebäudes (siehe Bild 2) in Erscheinung. Teilweise wurden aber auch auf den Betonplatten der Südseite des Gebäudes intensive Grünbeläge vorgefunden, die sich im vorliegenden Fall aber dadurch erklären ließen, dass der Plattenbelag auch auf der Südseite des Gebäudes aufgrund einer hohen Umgebungsmauer in einem dauerhaft verschatteten Bereich lag (siehe Bild 3).

Bild 4 zeigt, dass sich in diesem Bereich nicht nur auf den Betonplatten, sondern auch auf den Mauerziegeln der Wand deutliche Grünbeläge gebildet hatten. Unabhängig von der Ausrichtung der Pflasterdecke wurden auch deutlich erkennbare Grünbeläge in Teilflächen vorgefunden, in denen Pflanzkübel standen. In diesen Teilflächen ist davon auszugehen, dass die Plattenbeläge beim Gießen der Pflanzen mit erheblichen Wassermengen und mit Dünger in Kontakt gekommen sind.

Im Rahmen des Rechtsstreits sollte sachverständig geklärt werden, ob die Betonplatten aufgrund des deutlichen Grünbefalls mangelhaft waren. Ein im Vorfeld eingeschalteter Sachverständiger hatte im Ergebnis festgestellt, dass einige Platten eine stärkere Grünbildung zeigten als



Figure: MPVA Neuwied



Figure: MPVA Neuwied

Within the scope of the laboratory investigations carried out at MPVA Neuwied GmbH, it was determined that the slabs installed were concrete slabs featuring an absorption behavior and surface drying, as expected. The cleaning tests carried out, in return, revealed that the green deposits could be removed almost completely by just cleaning with water and a brush.

1.2 Root causes for the formation of green deposits

The authorized expert first of all had to deal with the question what influences the formation of green deposits on the material, when answering the question why such severe green deposits had formed at all. In this respect, it should be noted that the formation of green deposits is encouraged, among others, by the below-mentioned points:

- » Quality of the building materials: The longer the building materials keep moisture, the greater the tendency to form green deposits. Owing to this reason, the tendency to form green deposits increases with an increasing capillary water absorption and a reduced drying speed of the building materials.
- » Quality of the installation: The workmanship of the concrete block pavement has a comparable influence on the tendency to form green deposits. Hence, the installed building materials are drying significantly slower if the subbase of the concrete block pavement features a high water storage capacity or an insuf-

andere. Hieraus schlussfolgerte er ohne Durchführung weitergehender Laboruntersuchungen, dass die verfärbten Betonplatten mangelhaft seien und der Plattenproduzent somit die Kosten für die Erneuerung des Plattenbelags zu tragen habe.

Bei der aktuellen Inaugenscheinnahme des Objektes zeigte sich, dass nicht nur einige Betonplatten, sondern auch eine Vielzahl der vor Ort verbauten Baustoffe einen deutlichen Grünbefall aufwiesen. So fanden sich die Grünbeläge nicht nur auf den reklamierten Betonplatten, sondern auch in den Fugen zwischen den Betonplatten (Bild 6), auf dem Estrich vor der Garage (Bild 7), auf der Pflasterdecke des Nachbargrundstücks (Bild 8), auf den Pflastersteinen der Straße (Bild 9), auf den Natursteinen der Hangsicherung neben dem Gebäude (Bild 10) sowie auf den Mauerziegeln der Umgebungswände (siehe Bild 4).

Wie die Ergebnisse des Ortstermins zeigen, waren demnach bei weitem nicht nur die Betonplatten von der Bildung von Grünbelägen betroffen. Wenn die minderwertige Qualität der Betonplatten tatsächlich allein ursächlich für die Bildung der Grünbeläge gewesen wäre, warum wiesen dann auch die anderen Baustoffe derart stark ausgebildete Grünbeläge auf?

Im Rahmen der in der MPVA Neuwied GmbH durchgeführten Laboruntersuchungen wurde festgestellt, dass es sich bei den verbauten Platten um Betonplatten handelte, die ein erwartungsgemäßes Saug- und Abtrocknungsverhalten aufwiesen. Dafür zeigte sich im Rahmen von



Competence Leadership.

Naturally inspired

For greater flexibility and creativity:
WASA WETCAST moulds and innovations.

With WASA WETCAST, we enable the automated and continuous manufacture of high-quality paving slabs in individual shapes and with unique surface structures. Our in-house model construction department will work with you to develop a prototype completely in accordance with your wishes, before your casting shop manufactures robust polyurethane resin moulds.

Contact us and learn more about WASA WETCAST.



WASA WETCAST

6

Green deposits in the joints of the concrete block pavement



Figure: MPVA Neuwied

6

Grünbeläge in den Fugen der Pflasterdecke



Figure: MPVA Neuwied

7

Green deposits on the screed in front of the garage

7

Grünbeläge auf dem Estrich vor der Garage

8

Green deposits on the concrete block pavement of the neighboring property



Figure: MPVA Neuwied

8

Grünbeläge auf der Pflasterdecke des Nachbargrundstücks

9

Green deposits on the concrete block pavement of the street (on the left of the picture)

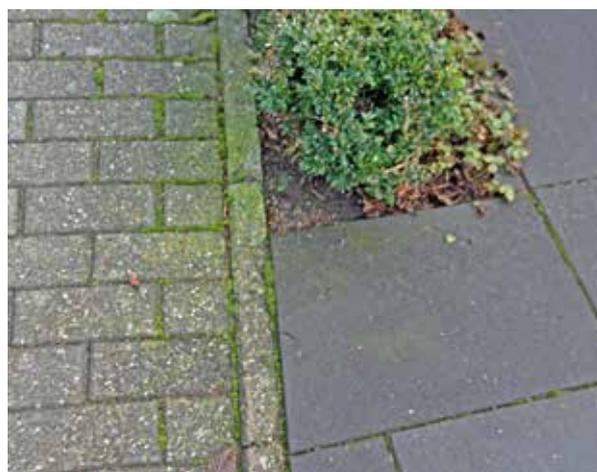


Figure: MPVA Neuwied

9

Grünbeläge auf der Pflasterdecke der Straße (im Bild links)

ficient drainage capacity. In this case, the tendency to form green deposits is also increasing considerably.

- » User behavior: The users of concrete block pavements quite often forget that the behavior of the user as well as the ambient conditions have a significant influence on the tendency to form green deposits, too. If plants, for example, are frequently watered, with the water draining off the pavement, this may also lead to the fact that the building materials remain wet over a longer period, thus resulting in the formation of significantly larger amounts of green deposits. The use of fertilizer (nutrient for the green deposits) even enhances the effect here. Not only the plants grow better, but also the undesired green deposits on the concrete block pavement grow better when using fertilizer on a regular basis.
- » Ambient conditions: The ambient conditions also play an important role regarding the tendency to form green deposits on concrete block pavements. It is common knowledge that green deposits frequently intensify on shaded sides of a building (mostly on north sides). The shadowing of the concrete block pavement by plants (such as hedges, for example) or other things (in this case by a wall) has the same effect.

Normally, enormous green deposits only occur in practice if several of the above-mentioned influences coincide and the user does not react by adequate clean-

Reinigungsversuchen, dass sich die Grünbeläge allein durch Reinigung mit Wasser und Bürste nahezu vollständig entfernen ließen.

1.2 Ursachen der Bildung von Grünbelägen

Bei der Beantwortung der Frage, warum sich derart stark ausgeprägte Grünbeläge gebildet haben, muss sich der Sachverständige zuerst mit der Frage beschäftigen, wodurch die Bildung von Grünbelägen auf Materialien beeinflusst wird. Diesbezüglich ist festzustellen, dass die Bildung von Grünbelägen u. a. durch die nachfolgend genannten Punkte begünstigt wird:

- » Qualität der Baustoffe: Je länger die Baustoffe Feuchtigkeit halten, umso größer ist deren Tendenz zur Ausbildung von Grünbelägen. Aus diesem Grunde steigt die Tendenz zur Bildung von Grünbelägen mit steigender kapillarer Wasseraufnahme und reduzierter Abtrocknungsgeschwindigkeit der Baustoffe an.
- » Qualität der Verlegung: Einen vergleichbaren Einfluss auf die Tendenz zur Bildung von Grünbelägen besitzt die Ausführungsqualität der Pflasterdecke. So trocknen die verbauten Baustoffe deutlich langsamer ab, wenn die Unterlage der Pflasterdecke eine hohe Wasserspeicherkapazität oder keine ausreichende Entwässerungsfähigkeit besitzt. Auch in diesem Fall steigt die Neigung zur Bildung von Grünbelägen deutlich an.
- » Nutzerverhalten: Die Nutzer von Pflasterdecken vergessen nicht selten, dass auch das Nutzerverhalten und die Umgebungsbedingungen einen erheblichen

ing. If a shaded property is concerned, where the plants are frequently provided with fertilizers, it is necessary to clean the pavement frequently in order to prevent the formation of intensive green deposits.

In the example presented above, the authorized expert assigned by the court concluded, contrary to the authorized expert assigned beforehand, that the quality of the building materials used was not responsible for the significant formation of green deposits. Rather, unfavorable ambient conditions (shadowing) existed on site as well as an inadequate cleaning behavior of the user.

In respect of the user behavior, a clear correlation was noticeable, at least partially, between the formation of green deposits and the watering of plants (use of fertilizer). Due to the knowledge that the green deposits could be removed in the laboratory by means of water and a brush without any problems, it seems likely that the user behavior has an influence here.

2 Discoloration of pavements through the effect of foliage

2.1 Root causes of discolorations due to foliage

Customer complaints because of an effect of foliage on the surface of paving blocks or slabs lead to legal disputes even more frequently. In this case, the users of concrete block pavements frequently installed with expensive, surface-finished products complain about discolorations occurring in the surface of the product, which afterwards can often only be removed by aggressive cleaning agents.

In case of, e.g., a foliage/leafage effect on the concrete block pavement, the problem is that these organic substances partially decompose with release of tannins. On the one hand, these tannins are substances that chemically attack the hardened cement paste as well as some inorganic surface finishing (silica-based hydrophobic coating) and, on the other hand, they have a significant tendency to discolor. Frequently, these surface changes occur already after a short period and lead to discolorations and in case of surface-finished products possibly to loss of gloss, too (see detailed explanations in [L 12]).

The actual problem, however, is that as far as expensive and surface-finished products are concerned, the customers wrongly assume that they do not need to clean these products at all or less frequently („lotus effect“). Statements such as „Even though I bought the expensive slabs, I still ought to remove the leaves every day?“ are not uncommon.

Einfluss auf die Tendenz zur Bildung von Grünbelägen besitzen. Werden z. B. Pflanzen häufig gewässert, wobei das Wasser über die Pflasterdecke abläuft, so kann dies ebenfalls dazu führen, dass die Baustoffe über längere Zeiten feucht bleiben und sich deshalb deutlich größere Mengen an Grünbelägen bilden. Verstärkend wirkt sich dabei die Nutzung von Dünger (Nährstoff für die Grünbeläge) aus. Nicht nur die Pflanzen wachsen besser, wenn Dünger eingesetzt wird, auch die unerwünschten Grünbeläge auf den Pflasterbelägen wachsen bei regelmäßiger Verwendung von Dünger besser.

» Umgebungsbedingungen: Auch die Umgebungsbedingungen spielen eine große Rolle bei der Neigung zur Bildung von Grünbelägen auf Pflasterdecken. So ist es hinlänglich bekannt, dass sich Grünbeläge häufig verstärkt auf verschatteten Gebäudeseiten (meistens den Nordseiten) bilden. Gleichartig wirkt sich die Verschattung der Pflasterdecke durch Pflanzen (wie z. B. durch Hecken) oder andere Gegenstände (in diesem Fall durch die Wand) aus.

In der Praxis treten massive Grünbeläge im Normalfall nur auf, wenn mehrere der oben genannten Einflüsse zusammenkommen und der Nutzer nicht mit einer angemessenen Reinigung hierauf reagiert. Handelt es sich um ein verschattetes Grundstück, bei dem die Pflanzen häufig gedüngt werden, dann muss die Pflasterdecke häufiger gereinigt werden, um die Bildung intensiver Grünbeläge zu verhindern.

Im oben dargestellten Beispiel kam der vom Gericht eingeschaltete Sachverständige im Gegensatz zu dem im Vorfeld eingeschalteten Sachverständigen zu dem Ergebnis, dass die Qualität der verwendeten Baustoffe nicht verantwortlich für die deutlich ausgebildeten Grünbeläge war. Vielmehr lagen vor Ort ungünstige Umgebungsbedingungen (Verschattung) und ein nicht angepasstes Reinigungsverhalten der Nutzerin vor.

Hinsichtlich des Nutzerverhaltens war zumindest zum Teil ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Bildung der Grünbeläge und dem Gießen der Pflanzen (Einsatz von Dünger) erkennbar. Auch die Erkenntnis, dass sich die Grünbeläge im Labor durch eine einfache Reinigung mit Wasser und Bürste problemlos entfernen ließen, lässt einen Einfluss des Nutzerverhaltens als wahrscheinlich erscheinen.

2 Verfärbung von Pflasterdecken durch die Einwirkung von Laub

2.1 Ursachen der Verfärbungen durch Laub

Noch häufiger führen Reklamationen aufgrund der Einwirkung von Laub auf die Oberfläche von Pflastersteinen oder -platten zu Rechts-

Kniele mixers and plants
Mixing plants made to your requirements:

- Fiber concrete
- Foam concrete
- Styrofoam concrete
- Mineral cast
- Ultra-high performance concrete
- Self-compacting concrete
- Dry mixtures
- Dry mortar
- Suspensions
- Floor screeds

Mixing systems for:

- Pocket silo plants
- Row-type silo plants
- Batch plants
- Special mixing plants
- Mobile plants
- Renovations, modernisations
- Pharmaceuticals and chemistry
- Foodstuffs
- Recycling
- Laboratories

HighTech - Made in Germany

Kniele GmbH

Gemeindebeunden 6

88422 Bad Buchau

FON: +49 7582 9303-0

Mail: info@kniele.de

www.kniele.de





Figure: MPVA Neuwied



Figure: MPVA Neuwied



Figure: MPVA Neuwied

12
Discolorations from ...
12
Verfärbungen durch ...
... the effects of foliage

... die Einwirkung von Laub

13
Brown discolorations on the concrete block pavement

13
Braune Verfärbungen auf einer Pflasterdecke

2.2 Expert's damage investigation

From a technical point of view, in contrast, it should be noted that even premium-quality pavements treated with well-functioning surface finishing require regular cleaning and even maintenance, if necessary. Nevertheless, at an early stage, these products usually allow for removing contaminations much better than pavements without any finishing. If, however, the contaminations remain on the products for a long period, the occurrence of persistent contaminations should be expected also in case of finished products and they can only be removed again with the aid of aggressive special cleaning agents.

The following section presents a case of damage where brown discolorations occurred on concrete blocks of a pavement (see **Figure 13**). The building

streitigkeiten. Die Nutzer der häufig unter Verwendung hochpreisiger, oberflächenvergüteter Produkte hergestellten Pflasterdecken reklamieren dabei Verfärbungen, die in der Produktoberfläche entstehen und hinterher häufig nur noch mit aggressiven Reinigern zu entfernen sind.

Das Problem bei der Einwirkung z. B. von Laub/Blattwerk auf Pflasterdecken besteht darin, dass sich diese organischen Materialien zum Teil unter Freisetzung von Gerbstoffen zersetzen. Bei diesen Gerbstoffen handelt es sich zum einen um Stoffe, die sowohl den Zementstein als auch einige anorganische Oberflächenvergütungen (silikatische Hydrophobierungen) chemisch angreifen und zum anderen eine erhebliche Verfärbungsneigung aufweisen. Häufig treten diese Oberflächenveränderungen bereits nach kurzer Zeit auf und führen zu Verfärbungen und bei oberflächenvergüteten Produkten ggf. auch zu Glanzverlusten (siehe ausführliche Erläuterungen in [L 12]).

Das eigentliche Problem besteht aber darin, dass Kunden bei hochpreisigen und oberflächenvergüteten Produkten fälschlicherweise davon ausgehen, dass diese Produkte seltener oder gar nicht gereinigt werden müssen („Lotuseffekt“). Aussagen wie: „Jetzt habe ich schon die teuren Platten gekauft und soll trotzdem täglich das Laub entfernen?“ stellen dabei keine Seltenheit dar.

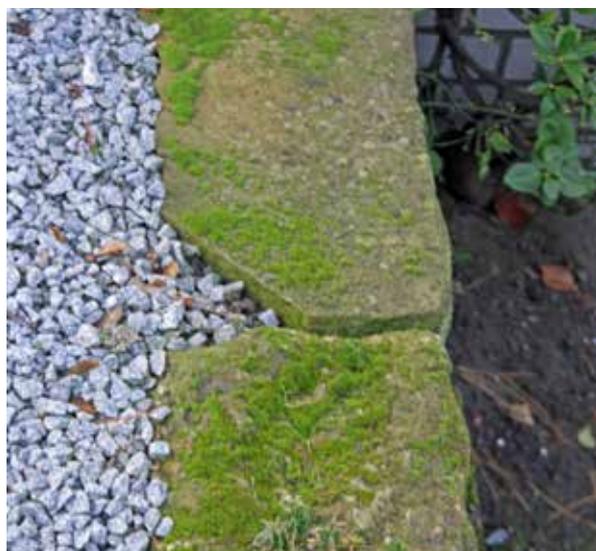


Figure: MPVA Neuwied

10
Green deposits on the natural stones of the slope protection

10
Grünbeläge auf den Natursteinen der Hangsicherung

11
Detailed picture of a slab without cleaning (at the top of the picture) and after cleaning with water and a wooden scrubbing brush (at the bottom of the picture)

11
Detailbild einer Platte ohne Reinigung (im Bild oben) und nach der Reinigung mit Wasser und einer Wurzelholzbürste (im Bild unten)



Figure: MPVA Neuwied

2.2 Gutachterliche Schadensfeststellung

Aus technischer Sicht ist im Gegensatz dazu festzustellen, dass auch hochwertige Pflasterbeläge mit gut funktionierenden Oberflächenvergütungen einer regelmäßigen Reinigung und ggf. auch Pflege bedürfen. Allerdings lassen sich Verschmutzungen bei diesen Produkten im frühen Zustand üblicherweise deutlich besser entfernen als bei nicht vergüteten Pflasterbelägen. Verbleiben die Verschmutzungen aber lange auf den Produkten, so ist auch bei vergüteten Produkten mit der Bildung hartnäckiger Verfärbungen zu rechnen, die nur unter Verwendung aggressiver Spezialreiniger wieder entfernt werden können.

Nachfolgend wird ein Schadensfall dargestellt, bei dem braune Verfärbungen auf Betonsteinen einer Pflasterdecke aufgetreten sind (siehe Bild 13). Der Bauherr ging davon aus, dass Auslaugungsprodukte aus den Betonpflastersteinen verantwortlich für die braunen Verfärbungen seien. Wie das oben aufgeführte Foto zeigt, treten die Verfärbungen in lokal begrenzten Teilflächen auf, wobei in direkter Nachbarschaft liegende Pflastersteine teilweise frei von Verfärbungen waren. Besonders auffällig war, dass zum Teil auch deutliche Verfärbungen in den Fugenbereichen erkennbar waren (s. Bild 14), ohne dass die Pflastersteine betroffen waren.

contractor assumed that the leachates of the concrete paving blocks were responsible for the brown discolorations. As the above-mentioned photo demonstrates, the discolorations appear in locally restricted partial areas, whereas paving blocks installed in the direct proximity partially were free of discolorations. It was particularly apparent that significant discolorations were partly also noticeable in the joint area (see **Figure 14**), without the paving block being affected.

For assessing the cause of the discolorations, parts of the discolored paving blocks were subjected to an orienting glow test at 550 °C. Generally, organic components degraded at this temperature while iron-containing components turn reddish. Brown discolorations, being due to the transportation processes from the concrete block pavements (if this occurs); primarily consist of iron-containing components. Discolorations caused by organic components mobilized from the blocks are only the reason for brown discolorations in quite a few individual cases.

Within this orienting test, it was revealed that the discolorations almost completely disappeared under thermal treatment. This should be regarded as an indication of the fact that the brown discolorations were actually caused by organic components. Cleaning with the aid of an oxidizing and high-alkaline cleaner also resulted in a substantial reduction of the intensity of the discolorations. This finding also indicates that the discolorations are caused by organic substances.

Based on the findings of these preliminary tests, the suspicion arose that the discolorations could have been caused by the leaching of wooden components. For checking this presumption, within a preliminary test, wet wood pieces were placed on paving blocks not being discolored for several days and then the discolorations on the block surface were examined. Brown discolorations occurred in this orienting test, as well (see **Figure 15**).

Consequently, it must be concluded that the discolorations of the paving blocks were most certainly not caused by leaching products from the concrete block (iron-containing components). On the basis of the investigations carried out in conjunction with the apparent impression of the concrete block pavement, different causes of damage came into consideration.

The most likely root cause was that wood had been lying on the concrete block pavement over a long period and the leachates

Zur Abschätzung der Verfärbungsursache wurden Teilstücke der verfärbten Pflastersteine einem orientierenden Glühetest bei 550°C unterzogen. Organische Bestandteile zersetzen sich üblicherweise bei dieser Temperatur, während sich eisenhaltige Bestandteile rötlich verfärben. Braune Verfärbungen, die auf Transportprozesse aus den Pflasterbelägen zurückzuführen sind (falls dies so ist), bestehen in erster Linie aus eisenhaltigen Bestandteilen. Verfärbungen durch (aus den Steinen) mobilisierte organische Bestandteile sind nur in sehr seltenen Einzelfällen ursächlich für Braunverfärbungen.

Im Rahmen dieses orientierenden Tests zeigte sich, dass die Verfärbungen bei der Temperaturbehandlung nahezu vollständig verschwanden. Dies ist als Hinweis darauf zu werten, dass die braunen Verfärbungen ursächlich auf organische Bestandteile zurückzuführen waren. Auch die Reinigung mit einem oxidierenden und hochalkalischen Reiniger führte zu einer deutlichen Reduzierung der Intensität der Verfärbungen. Auch dieses Ergebnis spricht für Verfärbungen, die auf organische Substanzen zurückzuführen sind.

Auf Basis der Ergebnisse dieser Vorversuche entstand der Verdacht, dass die Verfärbungen auf die Auslaugung von Holzbestandteilen zurückzuführen sein könnten. Um diese Vermutung zu überprüfen, wurden feuchte Holzstücke im Rahmen eines Vorversuchs über mehrere Tage auf unverfärbte Pflastersteine gelegt und die Farbveränderung der Steinoberflächen begutachtet. Bei diesem orientierenden Versuch entstanden ebenfalls braune Verfärbungen (siehe Bild 15).

Im Ergebnis war somit festzustellen, dass die Verfärbung der Pflastersteine mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht auf Auslaugungsprodukte aus den Betonsteinen (eisenhaltige Bestandteile) zurückzuführen war. Auf Basis der durchgeführten Untersuchungen in Verbindung mit dem augenscheinlichen Eindruck der Pflasterdecke kamen unterschiedliche Schadensursachen in Betracht.

Die wahrscheinlichste Ursache bestand darin, dass Hölzer über längere Zeit auf der Pflasterdecke gelegen hatten und Auslaugungsprodukte dieser Hölzer zu den Verfärbungen geführt haben. Ein sachgerechter Beweis hierfür z. B. unter Einsatz der IR-Spektroskopie oder der Gaschromatographie (GC-MS) sollte auftragsgemäß aus Kostengründen aber nicht erbracht werden.

3 Zusammenfassung

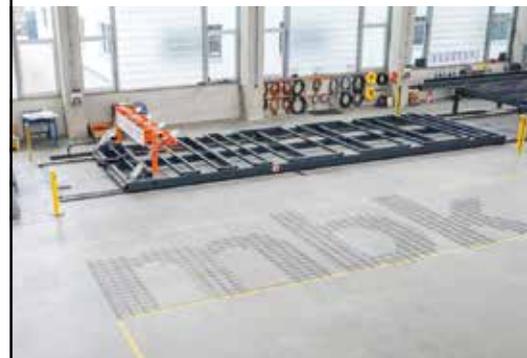
Der Anteil an Reklamationen aufgrund der Verfärbung von Pflasterdecken hat in erster Linie wegen der immer weiter steigenden optischen Bedeutung der Pflasterdecken

mbk
STRONG
CONNECTIONS

reinforcement
solutions



NEW: MSM-M
Mesh welding machine



mbk Maschinenbau GmbH

Tel. +49 7563 9131 0 · info@mbk-kisslegg.de

www.mbk-kisslegg.de

Visit our **social media channels!**

14

Brown discoloration ...

14

Braune Verfärbung ...

... of the joint

... der Fugen



Figure: MPVA Neuwied



Figure: MPVA Neuwied

of these woods had led to the discolorations. However, to provide a proper evidence for this with the aid of the infrared spectroscopy or the gas chromatography (GC/MS), for example, was not required by the client, on the grounds of costs.

3 Summary

The number of customer complaints in consequence of discolorations of concrete block pavements has increased considerably, first of all, because of the ever increasing importance of the visual appearance of concrete block pavements. A comprehensive overview of the different root causes of these discolorations (contaminations, joint materials, efflorescence, etc.) was given in [11] and [12]. This paper was focusing on discolorations, which were caused by the formation of green deposits, as well as on the discoloration of the paving products by organic components (foliage and woods).

Section 1 reported on the influences, which may cause or at least may contribute to the formation of green deposits on concrete products. Section 2 presented discolorations which were presumably caused by wet wood having an effect on the concrete product over a long period.

For the proper assessment of respective complaints, it is essential to be aware of the fact that a wide variety of influences can lead to discolorations on paving products. As a consequence, different root causes should be taken into consideration for the evaluation of discolorations, being confirmed or excluded by means of the applicable methods of analysis.

deutlich zugenommen. In [11] und [12] wurde detailliert auf unterschiedliche Ursachen dieser Verfärbungen (Verschmutzungen, Fugenmaterialien, Ausblühungen usw.) eingegangen. Im vorliegenden Artikel wurde der Schwerpunkt auf Verfärbungen gelegt, die auf die Bildung von Grünbelägen sowie auf die Verfärbung der Pflasterprodukte durch organische Bestandteile (Laub und Hölzer) zurück zu führen waren.

In Abschnitt 1 wurde über die Einflüsse berichtet, die ursächlich oder zumindest mitverantwortlich für die Bildung von Grünbelägen auf Betonprodukten sein können. In Abschnitt 2 wurden Verfärbungen vorgestellt, die vermutlich darauf zurück zu führen waren, dass feuchtes Holz über längere Zeit auf die Betonprodukte einwirken konnte.

Maßgeblich für die sachgerechte Bewertung entsprechender Reklamationen ist es, sich darüber im Klaren zu sein, dass eine Vielzahl von Einwirkungen zu Verfärbungen auf Pflasterprodukten führen kann. Demnach müssen unterschiedliche Ursachen bei der Bewertung von Verfärbungen in Betracht gezogen und mittels der anzuwendenden Analyseverfahren bestätigt oder ausgeschlossen werden.

15 Brown discolorations from the leaching ...

15 Braune Verfärbung durch die Auslaugung ...

... of wet wood pieces

... feuchter Holzstücke



Figure: MPVA Neuwied



Figure: MPVA Neuwied

REFERENCES/LITERATUR

- [1] DIN EN 1338: 08-2003. Pflastersteine aus Beton - Anforderungen und Prüfverfahren;
- [2] E DIN EN 1338: 08-2010. Pflastersteine aus Beton - Anforderungen und Prüfverfahren;
- [3] DIN EN 1339: 08-2003. Platten aus Beton - Anforderungen und Prüfverfahren;
- [4] E DIN EN 1339: 08-2010. Platten aus Beton - Anforderungen und Prüfverfahren;
- [5] ATV DIN 18 318: 09-2016. VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Verkehrswegebauarbeiten – Pflasterdecken Plattenbeläge in ungebundener Ausführung, Einfassungen;
- [6] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2003): Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen – Regelbauweise (Ungebundene Ausführung) (M FP1), FGSV Verlag, Köln;
- [7] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2006): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen (ZTV Pflaster-StB 06), FGSV Verlag, Köln;
- [8] 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;
- [9] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2016): Merkblatt für die bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken oder Plattenbelägen in ungebundener Ausführung sowie von Einfassungen (M BEP), 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 1: Ausblühungen, Kantenabplatzungen und Verfärbungen. 1. Auflage. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2017;
- [12] Dr. Voß, Karl-Uwe: Schäden an Flächenbefestigungen aus Betonpflaster – Teil 2: Frostschäden, gebundene Bauweise, oberflächenvergütete Produkte. 1. Auflage. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2018;
- [13] Dr. Voß, Karl-Uwe (*): Ausgewählte Schäden an oberflächenvergüteten Produkten – Teil 1: Eigenschaften von Vergütungssystemen sowie Reinigungsmittelverträglichkeit. Beton-Werk International, ad-media GmbH, Köln.

3rd Edition


DIE ITALIENISCHEN BETON TAGE ITALIAN CONCRETE DAYS

29-31 October 2020 - Piacenza, Italy

Fiera certificata
An exhibition audited by



**SAVE
THE DATE!**
29-31 October '20
www.gic-expo.it

THEMATIC AREAS



For info and stand booking - info@gic-expo.it - Ph. +39 010 5704948