

# Optische Veränderungen an oberflächenvergüteten Betonwaren

■ Dr. Karl-Uwe Voß, MPVA Neuwied, Deutschland

Im zweiten Teil der Artikelserie wurde der Schwerpunkt auf die sachverständige Bewertung der Kratzempfindlichkeit vergüteter Betonwaren gelegt und über Farbveränderungen an diesen Produkten berichtet, die auf eine frühzeitige Einwirkung von Wasser auf noch nicht vollständig ausgehärtete Bestandteile der Vergütung zurückzuführen waren. Im abschließenden dritten Teil der Artikelserie werden Schäden vorgestellt, bei denen optische Veränderungen an vergüteten Pflasterbelägen aufgetreten sind, die auf Blasenbildungen, Schäden durch die Einwirkung von UV-Licht sowie auf lösende Angriffe durch Reinigungsmittel zurückzuführen sind.

## Optische Beeinträchtigungen von vergüteten Betonwaren

### Ablösung der Oberflächenvergütung

Bei der Untersuchung von Aufhellungen an oberflächenvergüteten Pflasterbelägen hat sich gezeigt, dass die Verfärbung der vergüteten Produktoberflächen nicht selten auf die Ablösung der Oberflächenvergütung von der Betonoberfläche zurückzuführen ist. Die nachfolgende Abbildung zeigt einen entsprechenden Schadensfall, bei dem einzelne Betonplatten teilweise Aufhellungen aufwiesen (siehe Abbildung 1).



Abb. 1: Aufhellung vergüteter Betonplatten



Abb. 2: Digitalmikroskopische Aufnahmen der Ablösung der Vergütung



■ Dr. Karl-Uwe Voß (1966), 1985 - 1992 Chemiestudium und Promotion an der Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster; 1992 - 1997 Sachbearbeiter und stellvertretender Prüfstellenleiter beim ZEMLABOR, Beckum; 1998 - 2000 technischer Geschäftsführer der Duisburger Bundesüberwachungsverbände und des Baustoffüberwachungsvereins Nordrhein-Westfalen; 2000 - 2002 Prüfstellenleiter beim ZEMLABOR; seit 2002 Geschäftsführer und Institutsleiter der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied; seit 2005 von der IHK Koblenz als Sachverständiger für Analyse zementgebundener Baustoffe öffentlich bestellt und vereidigt; seit 2013 im Vorstand des QS-Pflaster; seit 2014 im Vorstand des LVS Rheinland-Pfalz; seit Dezember 2014 wurde der Bestellungstenor auf den Bereich der Flächenbefestigungen aus Betonpflastersteinen und anderen Betonwaren ausgedehnt. [voss@mpva.de](mailto:voss@mpva.de)

Die digitalmikroskopische Untersuchung der aufgehellten Teilflächen zeigte, dass die Aufhellung der Plattenoberflächen mit der punktuellen Ablösung der Oberflächenvergütung in Verbindung stand (siehe Abbildung 2).

Die teilflächige Ablösung der Oberflächenvergütung von der Betonoberfläche führte zu einer veränderten Lichtbrechung in diesen Teilflächen, die sich optisch als Eintrübung darstellte. Untersuchungen zum Nachweis der Ursache dieser Ablösungen sollten auftragsgemäß nicht erfolgen.

Eine ähnliche Reklamation ist in den nachfolgenden Bildern dargestellt. Auch hier wurden über die Betonplatte verteilt kleinflächige Aufhellungen seitens des Bauherrn reklamiert (siehe Abbildung 3).

Ursächlich waren diese Aufhellungen auch hier darauf zurückzuführen, dass sich kleine Blasen in der Oberflächenvergütung der Betonplatte gebildet hatten (siehe Abbildung 4).



Abb. 3: Über die Betonplatte verteilt auftretende kleinflächige Aufhellungen

# CPT CONSTRUCTION PRINTING TECHNOLOGY

## WORLDWIDE

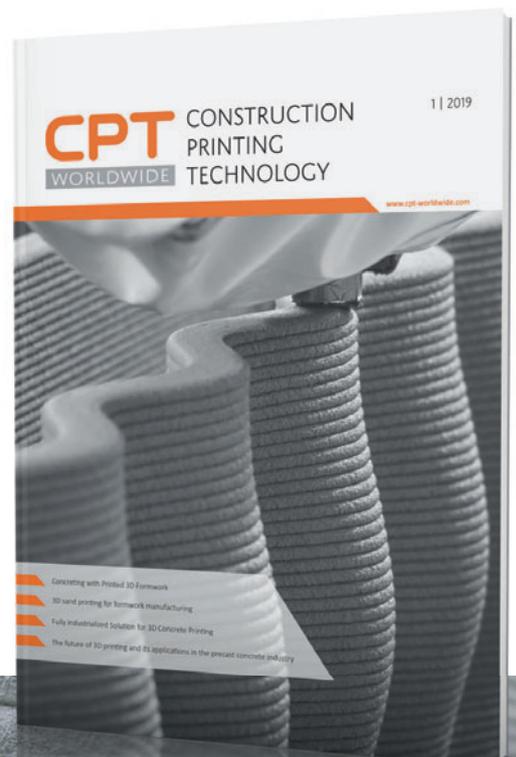
Your new magazine **CPT WORLDWIDE**, a **CPI** WORLDWIDE publication, provides you with the latest developments in printing technologies in concrete construction, both from scientific and practical perspectives. Join us right from the start!

From autumn 2019, **CPT WORLDWIDE** will be available.

Complimentary registration for the email newsletter as well as for the delivery of the initial issue without obligation is available on [www.cpt-worldwide.com](http://www.cpt-worldwide.com).



Alternatively,  
scan the QR code  
with your mobile phone.



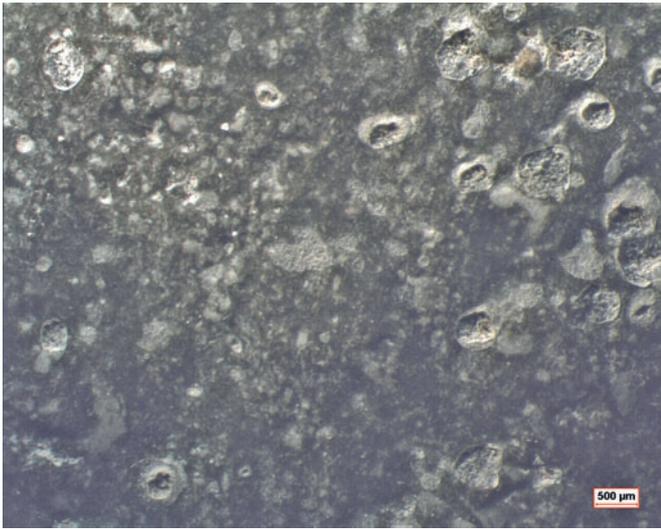


Abb. 4: Blasen in der Oberflächenvergütung der Betonplatte

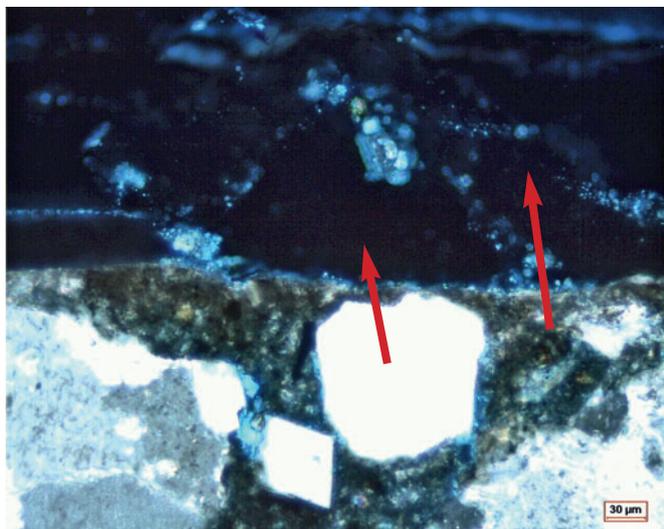
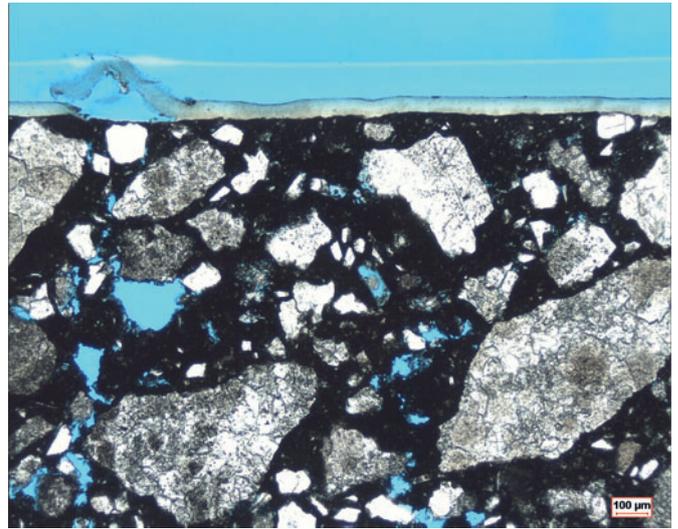


Abb. 5: Sekundärminerale im Bereich der Blasenbildung



Abb. 6: Aufhellung von Plattenoberflächen

Im Bereich dieser Blasen wurden Sekundärminerale vorgefunden (rote Pfeile in Abbildung 5), bei denen es sich in erster Linie um Portlandit (Calciumhydroxid) handelte.

Das Vorhandensein dieser Sekundärminerale im Bereich der Blasen belegt, dass Wasser über diese „Fehlstellen“ auf die Plattenoberfläche einwirkte, Kalkhydrat aus dem Beton gelöst wurde und sich unter Bildung von hellen Verfärbungen auf der Produktoberfläche ablagerte.

Andere Schadensfälle zeigen, dass sich ein vergleichbares optisches Erscheinungsbild einstellt (Abbildung 6), wenn sich neben der Oberflächenvergütung auch der oberflächennahe Beton ablöst (Abbildung 8).

In den aufgehellten Teilflächen wurde ein deutlicher Glanzverlust sowie eine Eintrübung der Oberflächenvergütung vorgefunden. Weiterhin zeigten die digitalmikroskopischen

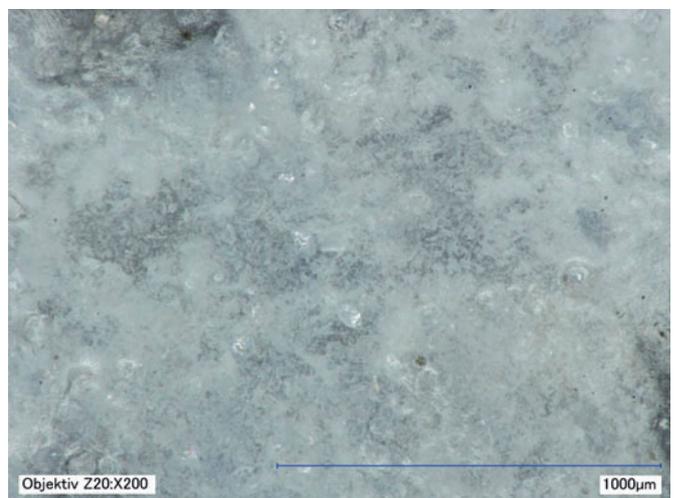


Abb. 7: Farbveränderung der Oberflächenvergütung

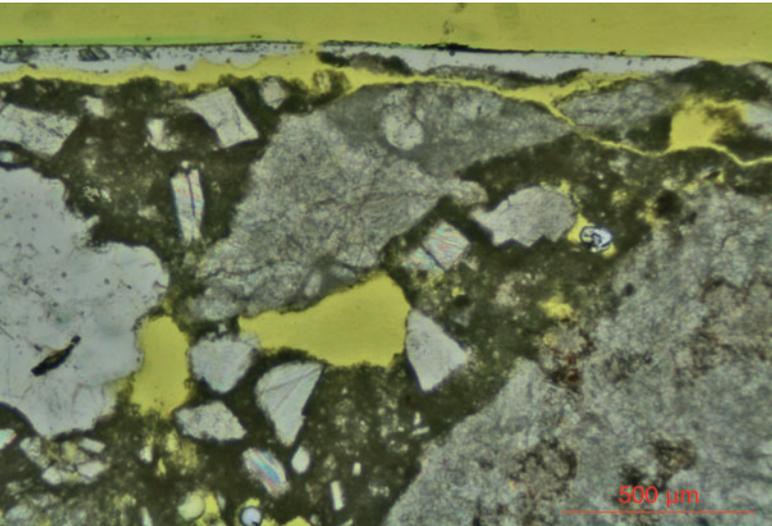


Abb. 8: Ablösung der Oberflächenvergütung sowie des oberflächennahen Betons

Untersuchungen, dass diese Farbveränderung nicht durch „aufsitze Verfärbungen“, sondern durch Farbveränderungen der Oberflächenvergütung selber verursacht wurden (siehe Abbildung 7).

Ursächlich standen die Farbveränderungen auch in diesem Fall mit einer Ablösung der Oberflächenvergütung (Abbildung 8) in Verbindung, allerdings löste sich hier nicht nur die Oberflächenvergütung, sondern gleich eine dünne Betondecke ab.

So waren linienförmige und oberflächenparallel verlaufende Gefügestörungen (rote Pfeile) erkennbar, die sich teilweise zu Mikrorissen entwickelt haben.

Ein vergleichbares Bild zeigte sich bei dem nachfolgend beschriebenen Fall, bei dem die Betonplatten in Teilflächen sowohl eine deutliche Aufhellung als auch einen signifikanten Glanzverlust zeigten (Abbildung 10).

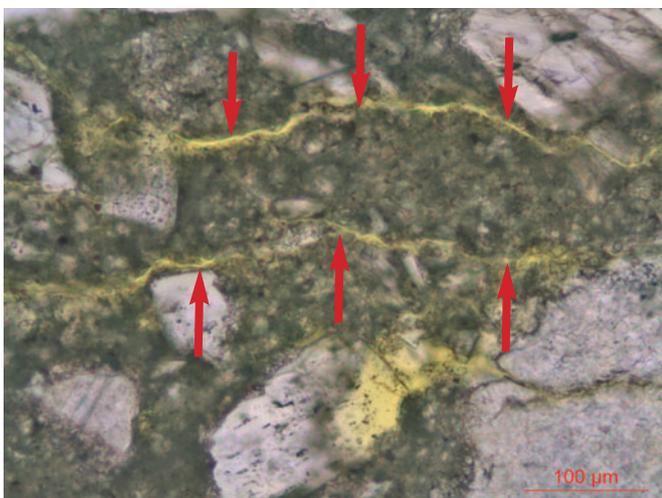


Abb. 9: Linienförmige und oberflächenparallel verlaufende Gefügestörungen



## DER ALLESKÖNNER DIE NEUE KBH ALTERUNGSANLAGE II

- „IN LINE“ IM FERTIGUNGSTAKT ODER „OFF LINE“
- PFLASTER UND PLATTEN
- TROCKENMAUERSTEINE IN ALLEN VARIATIONEN
- ALTERN NACH NUR 24 STUNDEN ABBINDEZEIT
- PRODUKTHÖHEN VON 50 MM BIS 400 MM
- SUPERKOMPAKTE KONSTRUKTION
- TAKTZEIT FÜR PFLASTER 10 BIS 15 SEKUNDEN
- WÄHLBARE ALTERUNGSINTENSITÄT
- HOHER OUTPUT DURCH HOHE VERFÜGBARKEIT
- GERINGE WARTUNGSINTENSITÄT
- MINIMALSTE RÜSTZEITEN (1 BIS 5 MINUTEN)

**Baustoffwerke**  
**Gebhart & Söhne GmbH & Co. KG**  
 >> KBH Maschinenbau  
 Einöde 2, D-87760 Lachen  
 Telefon +49 (0) 83 31-95 03-0  
 Telefax +49 (0) 83 31-95 03-40  
 maschinen@k-b-h.de  
 www.k-b-h.de

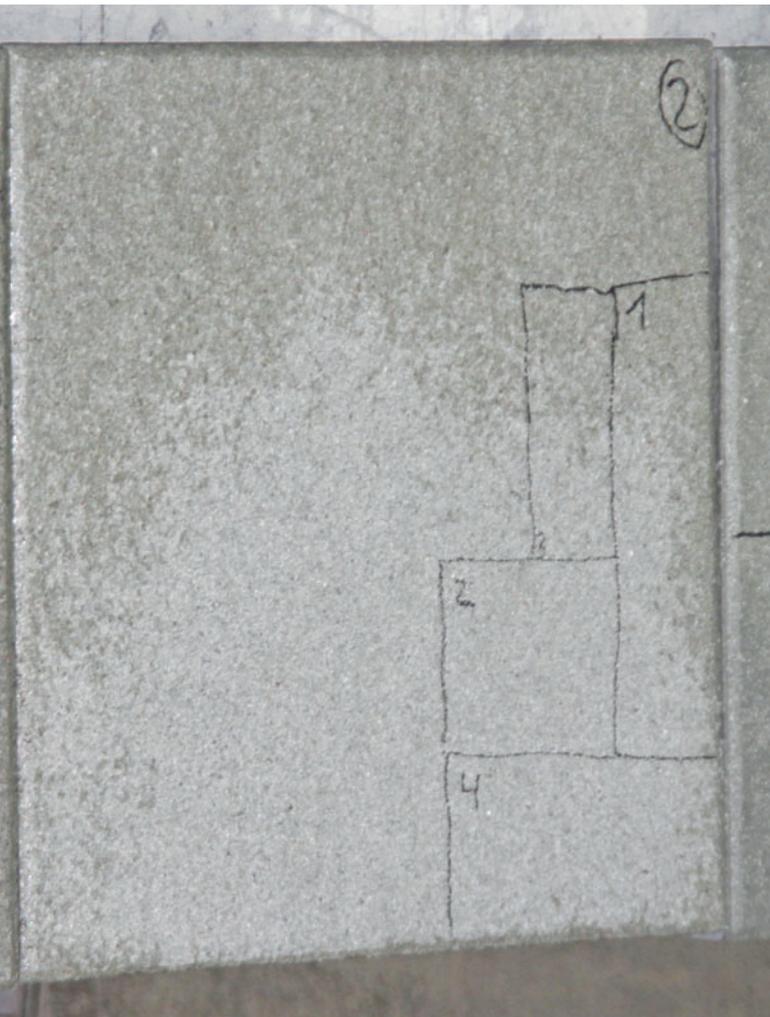


Abb. 10: Teilflächige Aufhellung, die mit einem Glanzverlust in Verbindung stand.

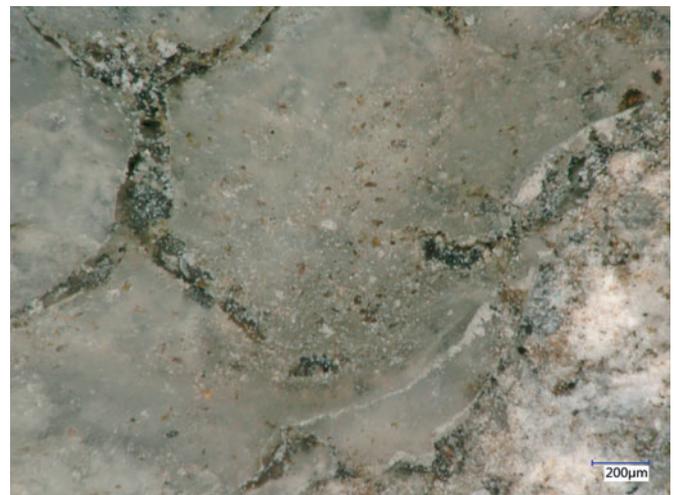


Abb. 11: Ablösung der Oberflächenvergütung

Im Rahmen der digitalmikroskopischen Untersuchung zeigte sich, dass der Glanzverlust und die Aufhellung der Teilflächen auch in diesem Fall mit einer Ablösung der Oberflächenvergütung in Verbindung stand (Abbildung 11).

Im Rahmen der weitergehenden Untersuchungen von einer Schnittfläche aus war erkennbar, dass sich in Teilflächen nicht nur die Oberflächenvergütung, sondern auch der Beton selber ablöste. Darüber hinaus wurden auch hier oberflächenparallel verlaufende Risse im oberflächennahen Beton vorgefunden (Abbildung 12).

Der Abriss im oberflächennahen Beton belegt, dass die Oberflächenvergütung zwischenzeitlich einen angemessenen Verbund zur Oberfläche der Betonplatten aufgewiesen hatte. Erst die Entstehung von Zugspannungen in der Oberfläche der Betonplatten (thermische oder hygrische Spannungen) oder die Ausbildung von hohen Wasserdampfdrücken unter der Oberflächenvergütung hat zu den Schäden geführt.

### Einwirkung von UV-Licht

Während die Einwirkung von UV Licht bei nicht vergüteten Betonplatten nicht kritisch ist, wurden bei vergüteten Betonplatten nicht selten optische Veränderungen in Form von



Abb. 12: Oberflächenparallel verlaufende Risse im oberflächennahen Beton



Abb. 13: Eintrübung einer Oberflächenvergütung durch die Bestrahlung mit UV-Licht

Eintrübungen (Abbildung 13) oder der Bildung von Schrumpfrissen (Abbildung 14) vorgefunden. Diese waren im Laborversuch bei Einwirkung von UV-Licht bereits nach wenigen Tagen reproduzierbar.

Derartige Verfärbungen stellen je nach Intensität eine erhebliche Beeinträchtigung des optischen Erscheinungsbildes der Produkte dar und sind somit auch reklamationsfähig.

#### Lösender Angriff durch ungeeignete Reinigungsmittel

Die Ursachen für die Bildung von Verschmutzungen sind vielseitig, weshalb auch unterschiedlichste Spezialreiniger zur Beseitigung von Verschmutzungen am Markt verfügbar sind. Diese Spezialreiniger unterscheiden sich deutlich in ihrer Wirkstoffzusammensetzung, weshalb sie ggf. unterschiedliche chemische Wechselwirkungen mit den Oberflächenvergütungen eingehen. Gerade aufgrund der hohen optischen



**The perfect partnership**  
FOR CONCRETE CURING SYSTEMS

#### CDS Curing

W [www.cds-concrete.com](http://www.cds-concrete.com)

E [info@cds-concrete.com](mailto:info@cds-concrete.com)

T UK +44 (0) 1782 336666 | USA +1 973-641-5663

#### HS Anlagentechnik

W [www.hsanlagentechnik.com](http://www.hsanlagentechnik.com)

E [info@hsanlagentechnik.com](mailto:info@hsanlagentechnik.com)

T NL +31 45 5671190 | D +49 2735 781160



Abb. 14: Schumpfrissbildung in der Oberflächenvergütung durch die Bestrahlung mit UV-Licht

Bedeutung der im oberen Preissegment angesiedelten vergüteten Pflasterbeläge sind die resultierenden Schäden auch häufig Gegenstand entsprechender Streitigkeiten, bei denen Wechselwirkungen mit Reinigungsmitteln ursächlich für optische Veränderungen (Farb- oder Glanzgradunterschiede) sind. Ursächlich hierfür sind häufig lösende Angriffe der Reiner auf die Oberflächenvergütung der Produkte. Die in Abbildung 15 dargestellte Verfärbung einer Betonplatte stammt aus einer dieser Streitigkeiten, bei der deutliche Farbunterschiede zwischen vergüteten Betonplatten reklamiert wurden. Bei der augenscheinlichen und mikroskopischen Ansprache der oberen Betonplatte in Abbildung 15 wurde festgestellt, dass der Zementstein dieser Betonplatte abgetragen und die Gesteinskörner freigelegt wurden (siehe Detailaufnahme in Abbildung 15). Ursächlich war dieser lösende Angriff auf die Einwirkung eines vermutlich lösungsmittelhaltigen Spezialreinigers zurückzuführen.



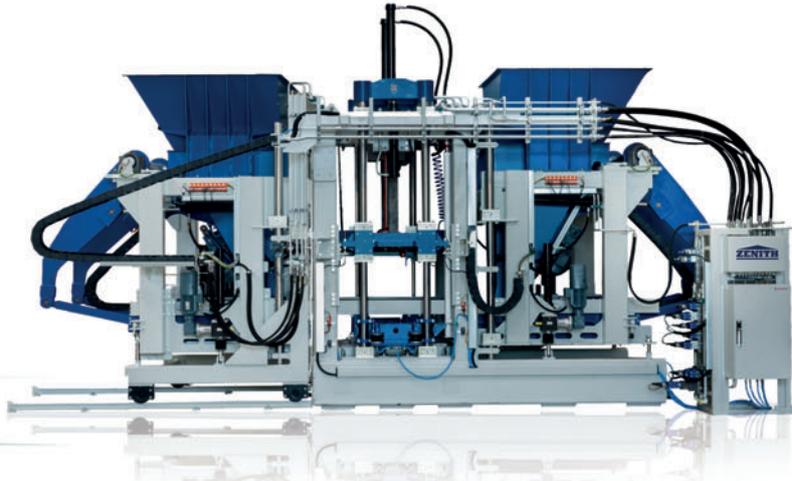
Abb. 15: Farbunterschied aufgrund eines lösenden Angriffes auf die Oberflächenvergütung der oberen Betonplatte



Ein vergleichbares Beispiel ist in Abbildung 16 dargestellt, nur dass sich der lösende Angriff hier zuerst durch einen



Abb. 16: Glanzverlust und Farbveränderung durch einen lösenden Angriff auf vergütete Produkte



**MODEL 1500**

**MADE IN GERMANY**

- State of the art design
- Bolt on structure with extremely low cost maintenance
- Super-efficient servo vibration control
- Fully electrical controlled handling system



**MODEL 940**

**MADE IN GERMANY**

**Unique in the world for Lego block production**

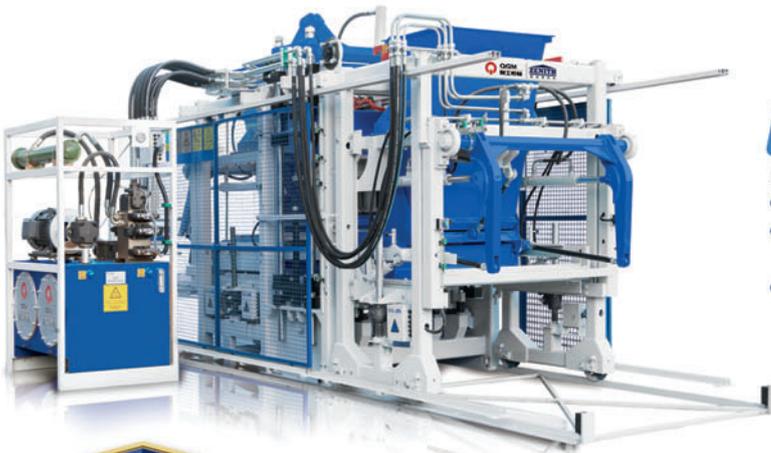
- Universal machine, product height: 50 to 1000mm
- Multilayer & Board-free block making technology
- Easy setup and maintenance



**MODEL ZN900C**

**MADE IN CHINA**

- German design Machine
- Extremely cost efficient to get into concrete business
- Able to produce almost all kinds of concrete blocks and paving stones



# CHAMPIONS MADE IN GERMANY

We Provide Integrated Solutions For Block Making



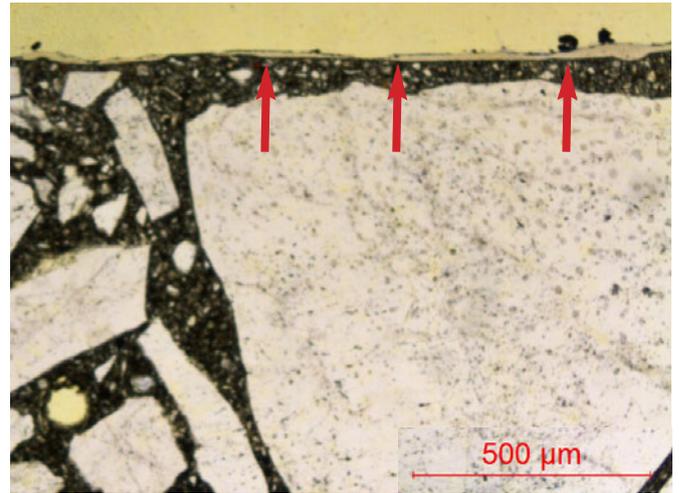
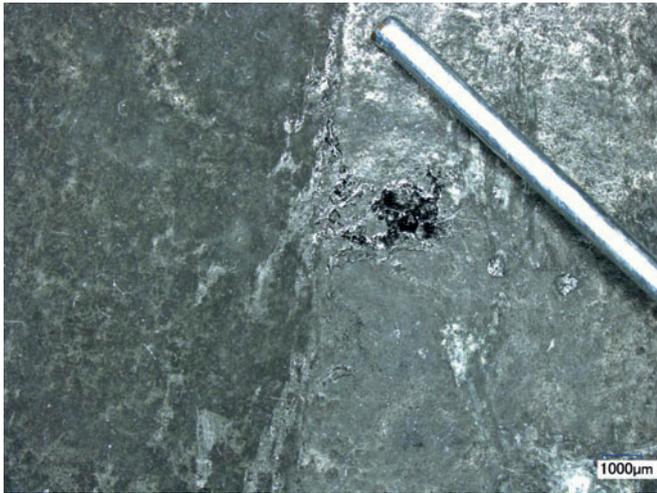


Abb. 17: Mikroskopische Aufnahme einer schichtbildenden Oberflächenvergütung

Glanzverlust (linke Abbildung) und erst bei intensiver Einwirkung des Reinigers durch einen Materialabtrag äußerte. Im Rahmen von Reinigungsversuchen konnte der optische Zustand der reklamierten Betonplatte (zuerst Glanzverlust und bei intensiverer Reinigung deutlicher Materialabtrag) durch Reinigung mit sauren Reinigungsmitteln nachgestellt werden.

### Nachweis der Vergütungssysteme

Weisen vergütete Produkte nicht die erwarteten (optischen oder technischen) Eigenschaften auf, wird seitens der Abnehmer häufig vermutet, dass die Produkte keine oder keine ausreichend funktionsfähige Oberflächenvergütung besitzen. Zum Nachweis des Vorhandenseins von Oberflächenvergütungen kommen bei entsprechenden Streitigkeiten u. a. die nachfolgenden Verfahren in Frage:

- Vergleichende Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten;
- Dünnschliffmikroskopische Untersuchungen;
- IR-spektroskopische Untersuchungen;
- Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen.

### Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten

Zur Beantwortung der Frage, ob ein Produkt eine funktionsfähige wasserabweisende Oberflächenvergütung enthält, kann der Wasseraufnahmekoeffizient der Pflasterbeläge an der Plattenoberseite sowie vergleichend – nach dem Abtrennen des Kernbetons – an der Unterseite des Vorsatzbetons (als Referenzfläche) ermittelt werden. Zur Beurteilung können dann zum einen die absoluten Ergebnisse der Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten verwendet werden, alternativ können auch die Ergebnisse der vergleichenden Untersuchungen (an der Ober- und Unterseite des Vorsatzbetons) hierzu genutzt werden.

Produkte mit sachgerecht verarbeiteten Oberflächenvergütungen sollten Wasseraufnahmekoeffizienten von  $w < 0,1 \text{ kg} / (\text{m}^2 \times \text{h}^{0,5})$  aufweisen. Wird dieser Wert deutlich überschritten, weisen die Produkte keine oder keine funktionsfähige Oberflächenvergütung auf.

### Mikroskopische Untersuchungen

Mikroskopische Untersuchungen können zumindest zum Nachweis schichtbildender Oberflächenvergütungen eingesetzt werden (Abbildung 17).

### Zusammenfassung

Im dritten Teil der Artikelserie wurden Schäden vorgestellt, bei denen optische Veränderungen an vergüteten Pflasterbelägen aufgetreten sind, die auf eine Blasenbildung, auf die Einwirkung von UV-Licht oder lösende Angriffe durch Reinigungsmittel zurückzuführen sind. Abschließend wurde über Verfahren berichtet, mittels derer nachgewiesen werden kann, ob die Pflasterbeläge unter Verwendung funktionsfähiger Oberflächenvergütungen hergestellt wurden.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass es sich bei oberflächenvergüteten Pflasterbelägen um hochwertige Produkte für besondere Verwendungszwecke handelt. Alleskönner sind aber auch sie nicht. So weisen vergütete Produkte eine Vielzahl von Vorteilen wie z. B. deren Reinigungsfähigkeit auf. Im Gegensatz dazu besitzen diese Pflasterbeläge aber in Abhängigkeit vom verwendeten Vergütungssystem und der Applikationstechnik ggf. auch besondere Empfindlichkeiten z. B. gegenüber lösungsmittelhaltigen oder oxidierenden Reinigungsmitteln, die nicht selten zu Reklamationen aufgrund der Veränderung des optischen Erscheinungsbildes führen. ■

### Literatur

- [L1] Dr. Voß, Karl-Uwe: Schäden an Flächenbefestigungen aus Betonpflaster – Teil 1: Ausblühungen, Kantenabplatzungen und Verfärbungen. 1. Auflage. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2017;
- [L2] Dr. Voß, Karl-Uwe: Schäden an Flächenbefestigungen aus Betonpflaster – Teil 2: Frostschäden, gebundene Bauweise, oberflächenvergütete Produkte. 1. Auflage. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2018;
- [L3] Jansen, Günter: Hinzunehmende Unzulänglichkeiten, Gebrauchstauglichkeit, erwartbare Beschaffenheit, zugesicherte Eigenschaften. In: Betonwerk + Fertigteil-Technik BFT International (2017), Heft Februar.