VERFÄRBUNGEN VON PFLASTERBELÄGEN (1)

Nicht alle Fehler sind produktionsbedingt

Die sachverständige Beurteilung von Verfärbungsursachen ist häufig sehr schwierig. Unterschiedlichste Gründe können dafür verantwortlich sein, eine Nachweisführung ist oft kostspielig. Sachverständige Hilfestellung zum Thema gibt Dr. Karl-Uwe Voß. Dies ist Teil 1 einer Serie.

1

Eine Vielzahl unterschiedlicher Ursachen können für die Entstehung von Verfärbungen an Pflasterdecken verantwortlich sein. Dazu kommt, dass die Abgrenzung zwischen den einzelnen Verfärbungstypen nicht einfach und die Nachweisführung (mikroskopische Untersuchungen, Röntgenbeugungsanalyse, IR-Spektroskopie etc.) kostspielig ist. So sind im Rahmen der sachverständigen Beurteilung der Mangelhaftigkeit von Verfärbungen auf Pflasterdecken üblicherweise unter anderem folgende Fragen zu beantworten:

- Gehen die Verfärbungen „über das übliche Maß hinaus"?
- Wer ist verantwortlich für die Verfärbungen?
- Wie sind die Verfärbungen zu beseitigen?
- Wie hoch sind die Mangelbeseitigungskosten?

Zur Beantwortung dieser Fragen muss der Sachverständige sowohl Kenntnisse über die produktionstechnisch zu erwartenden Farbschwankungen der Produkte haben als auch in der Lage sein, die unterschiedlichen Verfärbungsursachen zu differenzieren.

Aus diesem Grunde werden im Folgenden mögliche Ursachen für Farbschwankungen oder Verfärbungen an Pflasterbelägen dargestellt und die wichtigsten Einflüsse der Verlegung sowie der Nutzung vorgestellt.

PRODUKTIONSBEDINGTE FARBSCHWANKUNGEN

Die durch die Belagsproduktion verursachten Farbschwankungen sind einzuteilen in „unvermeidbare" und damit erwartungsgemäße Farbschwankungen sowie in Farbschwankungen, die bei sachgerechter Produktion „vermeidbar" gewesen wären und somit normalerweise als Mangel zu bewerten sind.

Die Herstellung von Pflasterbelägen mit absolut gleicher Farbe ist produktionstechnisch – zumindest über längere Produktionszeiträume betrachtet – nicht möglich. Diese Farbschwankungen resultieren aus Schwankungen in der Farbe und Zusammensetzung der Ausgangsstoffe sowie aus Schwankungen bei den Produktionsbedin-

Hunklinger
Pflaster-Verlegezangen

gungen. Mögliche Ursachen für diese Varianz sind:

- Schwankungen in der Farbe und Zusammensetzung der zur Herstellung des Vorsatzbetons eingesetzten Ausgangsstoffe (Zement, Zusatzstoffe, Zusatzmittel und Gesteinskörnung)
- Schwankungen in der Dosiermenge der eingesetzten Ausgangsstoffe und hier im Besonderen der Pigmente
- Schwankungen im Wassergehalt zwischen den Betonmischungen
- Unterschiede in den Erhärtungsbedingungen der Produkte (Temperatur und Luftfeuchte im Rahmen der Produktion und der Produktlagerung)
- Vorhandensein von Ausblühungen

Bereits geringe Unterschiede in der Wasserzugabemenge oder dem Zementleimgehalt führen zu erheblichen Unterschieden in der Produktfarbe. Oberflächenbearbeitete Produkte (gestrahlt oder geschliffen) werden zusätzlich durch Schwankungen beim Strahlbild beeinflusst (unterschiedliche Abtragstiefe), die ebenfalls deutliche Farbunterschiede (roter Pfeil in Bild 2) nach sich ziehen können. Dies gilt besonders für Pflasterbeläge, bei denen planmäßig nur sehr geringe Strahltiefen vorgesehen sind.

Unter Berücksichtigung der vielfältigen produktionstechnischen Einflüsse auf die Produktfarbe stellt sich die entscheidende Frage, welche Farbabweichungen als „hinnehmbar" zu bewerten sind und welche „über das übliche Maß" hinausgehen. Das nachfolgende Beispiel zeigt eine Streitigkeit, bei welcher der Farbunterschied zwischen unterschiedlichen Lieferchargen seitens des Bauherrn reklamiert wurde (Bild 4). Die Frage ist hier: Gehen die in Bild 4 dargestellten Farbunterschiede über das übliche Maß hinaus? Ist ein derartiger Farbunterschied aus technischer Sicht völlig vermeidbar?

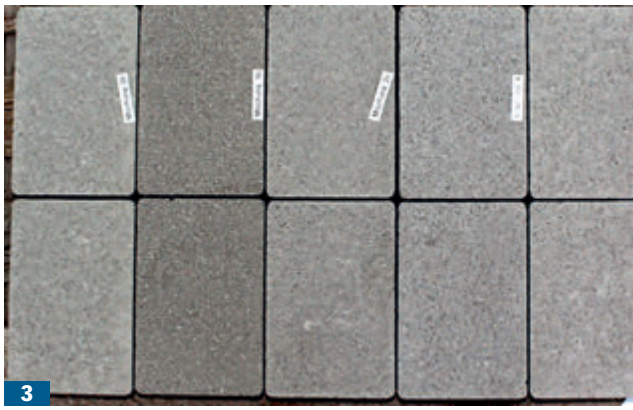
Die Farbunterschiede waren hier zweifellos als groß zu bewerten und gingen auch über das „übliche, erwartungsgemäße Maß" hinaus. Lässt sich hieraus aber auch schließen, dass die Farbunterschiede aus technischer Sicht vermeidbar waren und welche Konsequenz hat dies auf die „Mangelbeseitigung"?

Bei der Beantwortung dieser Fragen ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den bestellten Betonpflastersteinen um Standardsteine aus dem günstigsten Preissegment (Industriepflaster) handelt. Diese Pflastersteine wiesen keine besonderen optischen Merkmale (Oberflächenbearbeitung, Ober-

1 Farbschwankungen aufgrund der Lieferung aus unterschiedlichen Lieferwerken

2 Farbschwankungen aufgrund von Unterschieden in der Abtragstiefe beim Strahlen

3 Farbschwankungen aufgrund unterschiedlicher Zementleimgehalte der Vorsatzbetone bei der Steinproduktion



steinfix®
Randabschlussprofil

profilsager
plastic in form

www.steinfix.ch
Gerd Bergmann, Handelsvertreter steinfix Deutschland
Tel. +49 162 8145530, gerdbergmann@t-online.de
www.profilsager.ch

4 Farbunterschied zwischen unterschiedlichen Lieferchargen der Betonpflastersteine. Anmerkung: Warum wurden Pflastersteine mit derartigen Farbunterschieden überhaupt verlegt? Hätten diese Steine nicht vor der Verlegung zurückgewiesen werden müssen?

5 Verschmutzung einer Pflasterdecke durch anstehenden Boden

6 Betonpflastersteine mit einer massiven Aufhellung (im Bild links)

7 und **8** Oberflächenveränderungen durch den Produkttransport

flächenvergütung oder ähnliches) auf. Daneben war festzustellen, dass die Pflasterdecke einen schlechten Reinigungszustand aufwies (Bild 5), was als Hinweis darauf zu werten war, dass der Nutzer zum Zeitpunkt der Nutzung keine hohen Anforderungen an das Aussehen der Pflasterdecke stellte.

Aus Sachverständigersicht erscheint eine Minderung aufgrund der signifikanten Farbunterschiede zwischen den Pflastersteinen angemessen. Der Bauherr der Pflasterdecke betonte allerdings die „hohe optische Bedeutung der Fläche" (warum reinigt er sie dann nicht?) und verlangte den vollständigen Rückbau der gesamten Pflasterdecke. Diese Forderung ist aus den oben genannten Gründen völlig unverhältnismäßig.

Doch wie kann der Bauherr das Bausoll (eine Pflasterdecke mit einem gewünschten Erscheinungsbild) sachgerecht festlegen?

Wie ausgeführt wurde, ist die Herstellung einer Pflasterdecke aus Pflasterbelägen mit einer völligen Farbgleichheit unter normalen Rahmenbedingungen technisch nicht zielsicher umsetzbar. Die einschlägigen technischen Regelwerke empfehlen aus diesem Grunde die Festlegung von „Mustern" zur Beschreibung des Sollzustandes des optischen Erscheinungsbildes. Allerdings beinhaltet auch die Farbfestlegung über Muster einige Fallstricke.

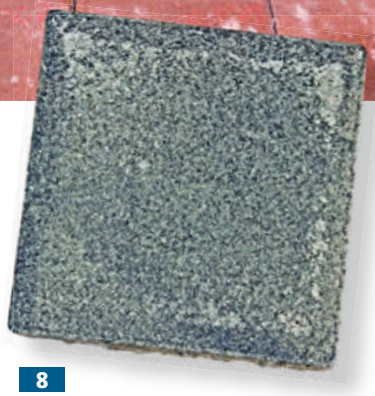
MUSTERFLÄCHEN UND FARBMUSTER

Nach DIN EN 1338 beziehungsweise DIN EN 1339 ist die Farbe von Pflasterbelägen nur dann zu beanstanden, wenn wesentliche Unterschiede in der Farbe (was sind „wesentliche Unterschiede"?) gegenüber den vom Hersteller bereitgestellten und vom Käufer genehmigten Mustern vorhanden sind. Diese Formulierung vermittelt den Eindruck, dass Muster als „Farb- und Strukturmuster" zu werten sind.

Im Gegensatz dazu ist aber festzustellen, dass Muster eigentlich nur dazu dienen, dem Kunden mögliche Gestaltungsvarianten und allgemeine Farbeindrücke der Pflasterbeläge aufzuzeigen. Anhand von Musterflächen kann weiterhin das Erscheinungsbild der Pflasterbeläge in einer Pflasterdecke dargestellt werden. Weder Muster noch Musterflächen sind aber geeignet, um als „Farb- oder Strukturmuster" verwendet zu werden.

Sollten Musterständer oder Musterflächen als „Farbmuster" dienen, welche die mögliche Schwankungsbreite der auftretenden Produktfarben darstellen, dann müssten diese unter Verwendung von Pflasterbelägen aus unterschiedlichen Produktionschargen und Produktionszeiträumen hergestellt werden. Das resultierende Erscheinungsbild der Musterfläche würde dann zwar die mögliche Schwankungsbreite der Belagsfarben darstellen, allerdings würde die Optik der Musterfläche gerade aufgrund

7



8

der vorliegenden Farbschwankungen erheblich von der zu erwartenden Optik einer Pflasterdecke im Objekt abweichen. Die Farbgebung der Pflasterdecke im Objekt wäre vermutlich deutlich „einheitlicher", so dass sich der Belagsproduzent dann vorwerfen lassen müsste, dass die Musterfläche (aufgrund der variierenden Farben) ein „viel lebendigeres Erscheinungsbild" aufweise. Wie diese Ausführungen zeigen, kann es keine aussagekräftige Musterfläche geben, die gleichzeitig die Schwankungsbreite der Optik (Farb- und Strukturmuster) und das Erscheinungsbild der resultierenden Pflasterdecke sachgerecht darstellt.

Die beste Variante, das optische Erscheinungsbild einer geplanten Pflasterfläche im Vorfeld sachgerecht festzulegen, besteht darin, mehrere bereits verlegte Referenzflächen als „Farb- und Strukturmuster" festzulegen. Die Schwankungsbreite des optischen Erscheinungsbildes dieser Pflasterdecken würde dann als „Bausoll" definiert.

Das bedeutet einen erheblichen Aufwand. Ist dieser Aufwand, mehrere Pflasterdecken anzuschauen, angemessen, um das Vertragssoll einer neu geplanten Pflasterdecke festzulegen? Wie sähe der Ablauf bei neu entwickelten Pflasterbelägen aus, für die noch keine ausreichende Anzahl an Referenzflächen vorliegt?

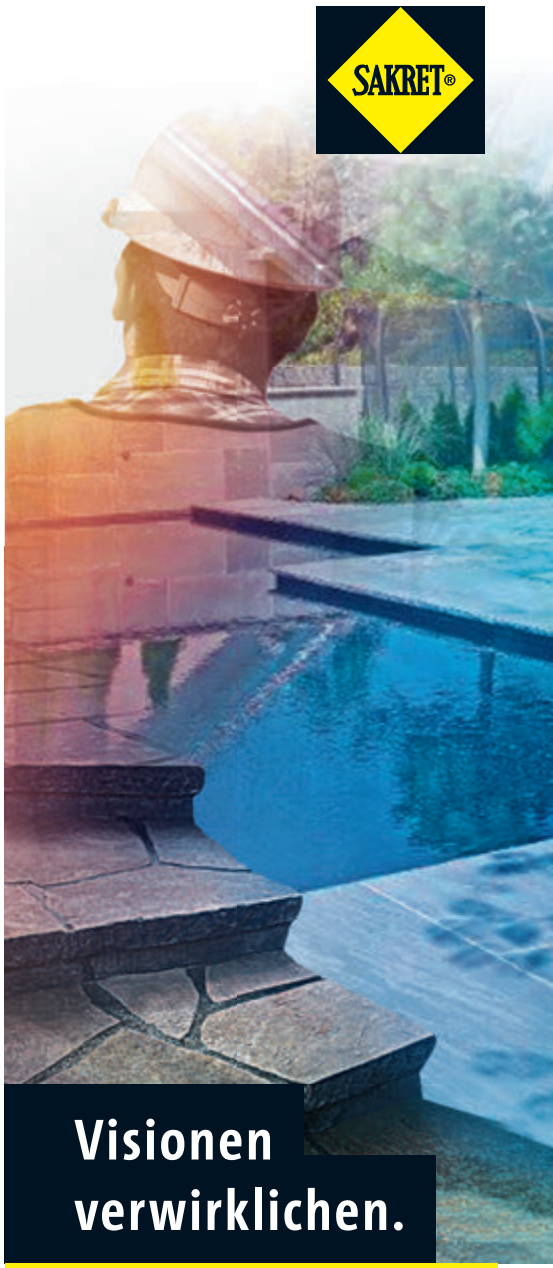
Letztendlich ist festzustellen, dass diese Fragen nicht allgemeingültig zu beantworten sind. Es wird wohl immer einen Spielraum geben, der durch Sach-verständige zu untersuchen und durch Gerichte zu beurteilen ist. In jedem Fall lohnt sich der Aufwand, das Bausoll vor der Ausführung der Pflasterdecke möglichst genau zu beschreiben. Nur so kann das Risiko für spätere Streitigkeiten reduziert werden.

Mittlerweile wird bei einigen Rechtsstreitigkeiten nicht nur auf den Vergleich der Produktfarbe mit der Farbe von Pflasterbelägen in Musterflächen abgehoben. Vielmehr wird der Sachverständige in diesen Fällen nicht selten sogar gefragt, ob das optische Erscheinungsbild der eingebrachten Pflasterbeläge den Bildern aus dem Produktkatalog des Herstellers entspricht. Als Beispiel hierfür sei ein Rechtsstreit dargestellt, bei dem die Klägerin hochwertige Pflasterplatten den Angaben gemäß allein auf Basis des Produktkatalogs erworben hat. Diese Pflasterplatten wurden verlegt, woraufhin die Klägerin Farb- und Strukturunterschiede zwischen den verlegten Platten und der Optik der Platten im Produktkatalog reklamierte.

Ist es tatsächlich sachgerecht im Rahmen von juristischen Streitigkeiten auf Fotos aus einem Produktkatalog Bezug zu nehmen? Wäre es ebenfalls denkbar, ein Bild aus einem Produktkatalog neben ein Auto zu halten und die Frage zu stellen, ob die Farben vollständig übereinstimmen?

FARBUNTERSCHIEDE DURCH LIEFERUNG UND LAGERUNG

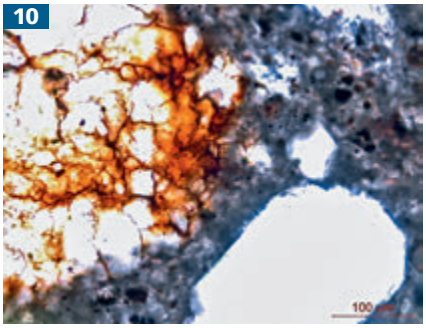
Auch die Abläufe der Baustellenbelieferung sind nicht selten die Ursache für Streit, der auf das optische Erscheinungsbild der Pflasterbeläge zurückzuführen ist. Beachtet der

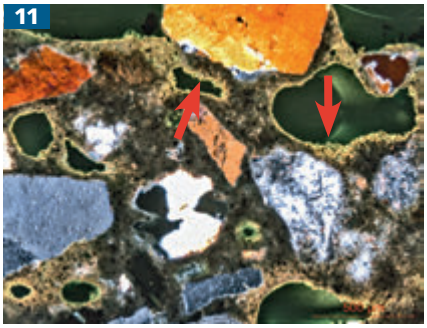


SAKRET – Service und Kompetenz

Als Erfinder der Werktrockenmörtel ist SAKRET seit 1936 Ihr kompetenter Partner im Handel und Bauhandwerk. Die umfangreiche Sortimentsvielfalt optimiert die professionelle Anwendung von Systemlösungen für individuelle Neu-, Bestands- und Infrastrukturbauten sowie spezielle Anforderungen im Garten- und Landschaftsbau.

www.sakret.de





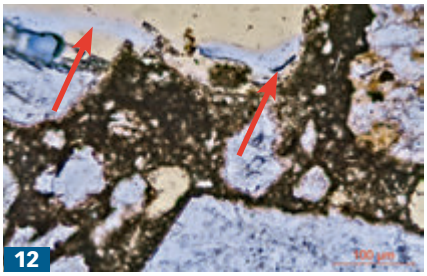
9 Braune Verfärbung durch zersetzliche, eisenhaltige Gesteinskörner in der Produktoberfläche

10 Mobilisierbare Eisenanteile aus zersetzlichen Gesteinskörnern des Kernbetons

11 Carbonathaltige Sekundärmineralien in den Betonporen

12 Ablagerung von Bestandteilen der Massenhydrophobierung in der Belagsoberfläche

13 und **14** Pflasterbelag mit einer deutlichen Aufhellung im Bild links oben durch Ablagerung von Bestandteilen einer Massenhydrophobierung



Unternehmer nicht, dass er ausreichend große Mengen einer Produktionscharge für die Bearbeitung eines Auftrages bestellt, dann müssen die Pflasterbeläge nachbestellt werden. Bei einer Nachlieferung ist es aber sehr unwahrscheinlich, dass noch Pflasterbeläge derselben Produktionscharge vorhanden sind, weshalb größere Farbschwankungen zwischen den Produkten der ersten und zweiten Lieferung auftreten können.

Noch größer sind die zu erwartenden Farbunterschiede, wenn der Unternehmer die Ware über einen Zwischenhändler bestellt, der eventuell Pflasterbeläge desselben Produktes aus unterschiedlichen Lieferwerken desselben Herstellers bezieht. Gerade in diesem Fall sind Farbunterschiede nicht nur nicht zu vermeiden, sondern sogar vorprogrammiert. Das in Bild 1 dargestellte Beispiel zeigt einen solchen Fall, bei dem der Endkunde unterschiedliche Farbtöne an den verbauten Pflastersteinen reklamierte. Bereits beim Schneiden der unterschiedlich gefärbten Pflastersteine zeigte sich, dass es sich bei diesen Pflasterbelägen um unterschiedlich zusammengesetzte Pflastersteine handelte. Unabhängig von der Schuldfrage (die Farbunterschiede lagen bereits zum Lieferzeitpunkt vor) waren die vorgefundenen Farbunterschiede im vorliegenden Fall aufgrund der Lieferung der Pflasterbeläge aus unterschiedlichen Lieferwerken erwartungsgemäß.

Verfärbungen können aber auch durch den Transport bedingt sein, der zu Ablagerungen auf und in den Belagsoberflächen führen kann. Ursächlich sind diese darauf zurückzuführen, dass die übereinander liegenden Produktreihen im Rahmen des Transportes gegeneinander verschoben werden, wobei Kratzspuren des Kernbetons auf dem Vorsatzbeton der darunter befindlichen Steinreihe entstehen (siehe Bild 7). Derartige Produkte sind seitens des Ausführenden zurückzuweisen und dürfen bei repräsentativen, optisch anspruchsvollen Pflasterdecken nicht verlegt werden.

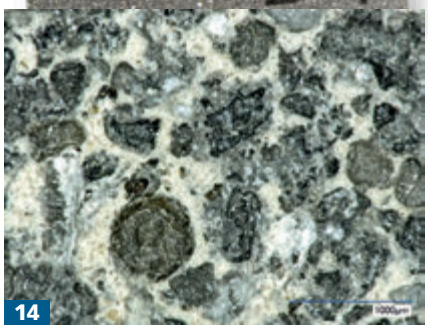
VERBLASSEN DER PIGMENTE

Treten Aufhellungen an Pflasterbelägen auf, dann wird nicht selten vermutet, dass Pigmente zur Herstellung der Pflasterbeläge eingesetzt wurden, die keine ausreichende UV-Beständigkeit aufwiesen und deshalb verblassten. Bild 6 zeigt einen dieser Fälle, bei dem die Frage an den Sachverständigen gestellt wurde, ob bei der Herstellung der Pflasterbeläge ein „nicht licht- und wetterfestes Pigment" zum Einsatz kam.

Diesbezüglich bleibt festzuhalten, dass Eisenoxidpigmente chemisch ausgesprochen stabil sind und somit nach menschlichem Ermessen nicht verblassen. Auch die heute eingesetzten Kohlenstoffpigmente weisen im Regelfall eine hohe UV-Beständigkeit auf, allerdings ist ein Verblassen einiger Kohlenstoffpigmente (Rußpigmente) aufgrund des Austrags der sehr feinen Pigmentkörner nicht völlig auszuschließen.

Zum Nachweis der UV-Beständigkeit der eingesetzten Pigmente können noch nicht aufgehellte Pflasterbeläge einem UV-Belastungstest unterzogen werden (Langzeittest). Bei Verwendung UV-beständiger Pigmente tritt hierbei keine signifikante Aufhellung der

13


14

Produkte ein. So wurde im Rahmen der Untersuchung der im linken Teil von Bild 6 dargestellten Pflastersteine festgestellt, dass die Aufhellung der Produkte auf die Bildung von Ausblühungen und die Ablagerung von Feinanteilen der Fugenmaterialien in den Steinoberflächen und damit nicht auf die „Verblassung der Pigmente" zurückzuführen war.

VERFÄRBUNG DURCH MOBILISIERBARES EISEN

Ein anderes Problem stellen braune Verfärbungen dar, die entweder durch die Verlegung oder Nutzung oder durch die Verwendung zersetzlicher Ausgangsstoffe zur Herstellung der Pflasterbeläge verursacht werden können. Bild 9 zeigt eine Verfärbung, die dadurch verursacht wurde, dass in der Produktoberfläche eisenhaltige Gesteinskörner enthalten waren.

Alternativ können braune Verfärbungen auch durch mobilisierbare Eisenanteile verursacht werden, die aus dem Vorsatz- oder sogar dem Kernbeton der Pflasterbeläge zur Produktoberfläche transportiert werden (Bild 10, hierbei handelt es sich um eine besondere Art von Ausblühungen).

Da auf mobilisierbare Eisenanteile zurückzuführende braune Verfärbungen über Transportprozesse zur Produktoberfläche gelangen müssen, stehen diese im Normalfall mit einer erhöhten Ausblühneigung der Pflasterbeläge und mit der Bildung von carbonathaltigen Sekundärmineralien in den Betonporen in Verbindung (Bild 14).

MASSENHYDROPHOBIERUNG

Mit zunehmender Tendenz zur Verwendung „vergüteter Produkte" steigt auch die Gefahr für Verfärbungen, die ursächlich auf die verwendeten Vergütungsmaterialien zurückzuführen sind. Bild 13 zeigt ein derartiges Beispiel, bei dem eine deutliche Aufhellung der massenhydrophobierten Pflasterbeläge aufgetreten ist. Die in Bild 13 dargestellten Verfärbungen wurden durch Bestandteile der Massenhydrophobierung verursacht, die sich in der Belagsoberfläche abgelagert und hier zu den hellen Verfärbungen geführt haben (siehe Bild 12).

Auch diese Verfärbung steht mit Transportprozessen und damit mit der Bildung von „Calciumcarbonatausblühungen" in Verbindung, weshalb Sekundärmineralien (Portlandit oder Calcit) in den Poren des Betons vorgefunden wurden. Die Fortsetzung dieses Beitrags folgt in DEGA 11/2020.

TEXT und BILDER:
Dr. Karl-Uwe Voß, Neuwied

DER AUTOR

Dr. Karl-Uwe Voß (Jahrgang 1966) ist promovierter Chemiker. Seit 2002 ist er 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. Kontakt: voss@mpva.de