

# MPVA-Spektrum VI/08

## Schäden an Bauteilen aus Beton (Teil 4)

### Schadensanalytik an erhärteten Betonen oder Estrichen

Mit zunehmendem Einsatz der organischen Chemie in der Baustofftechnologie hat die Entwicklung spezieller Baustoffe mit einer immer gezielteren Aussteuerung der Eigenschaften stark zugenommen.

- Zusatzmittel mit gezielt entwickelten organischen Ketten (PCE);
- spezielle Beschichtungssysteme zur Herstellung von leicht zu reinigenden Oberflächen oder
- die Entwicklung immer neuer kunststoffmodifizierter Baustoffe

sind hier vorrangig zu nennen. Die Zeiträume, in denen diese Produkte unverändert im Markt bleiben, sind häufig nur noch von kurzer Dauer. Veränderungen an den organischen Wirkstoffen sind nahezu an der Tagesordnung. Die Abnehmer werden über diese Veränderungen i. d. R. nicht informiert und haben mit den veränderten Eigenschaften ggf. zu kämpfen. Alle diese Entwicklungen stellen die Verarbeiter genauso wie die Sachverständigen vor große Herausforderungen, da diese aufgrund der immer schnelleren Produktwechsel keine Chance haben, ausreichende Erfahrungen mit den jeweiligen Wirkstoffen oder Produkten zu sammeln.

Tritt ein Schaden ein, so stellt sich dann häufig das Problem, dass

- weder unverarbeitete Rückstellproben von der betroffenen Baustelle noch
- alte Rückstellproben (Referenzproben) von Baustellen, an denen keine Probleme eingetreten sind

existieren. Darüber hinaus haben weder die Sachverständigen noch die Ausführenden aufgrund der schnellen Produktwechsel ausreichend Zeit, Erfahrungen mit der vorliegenden Baustoffkomposition zu sammeln. Vor diesem Hintergrund fällt der modernen Schadensanalytik eine immer größere Rolle zu. Als Methoden zur Identifizierung organischer Inhaltsstoffe sind hier u. a.

- die IR-Spektroskopie,
- die UV-Spektroskopie oder
- die Gaschromatographie.

zu nennen.

Anorganische Inhaltsstoffe können z. B. mittels

- der Röntgenbeugungsanalyse oder
- der Mikroskopie bzw. Rasterelektronenmikroskopie

identifiziert werden.

Daneben stellen sich in der Gutachterpraxis eines Bausachverständigen immer wieder Fragen nach der Zusammensetzung der erhärteten Betone oder Estriche:

- Entspricht das Mischungsverhältnis des Baustoffes der Sollrezeptur?
- Handelt es sich um einen Calciumsulfat oder um einen Zementestrich?
- Wurde ein sulfatbeständiger Zement zur Herstellung des Betons eingesetzt?
- Wurde zur Mörtelherstellung ein Trasszement verwendet?
- Handelt es sich bei dem eingebrachten Mörtel um einen Estrichmörtel mit erhöhter Schwindneigung?

Zur Beantwortung derartiger Fragen kann z. B. die **DIN 52170** sinngemäß herangezogen werden. Auch hierbei ist jedoch zu beachten, dass es sich bei der **DIN 52170** um eine sehr alte Norm handelt, deren Auswertungsvoraussetzungen heute aufgrund der Verwendung neuartiger Zemente und Zusatzstoffe nicht immer erfüllt sind. Anpassungen an dem Auswertungsverfahren sind aus diesem Grunde unerlässlich. Die reine Anwendung der **DIN 52170** kann kein diesen Baustoffen zur völligen Fehlbeurteilung der stofflichen Zusammensetzung führen. Das Resultat sind fehlerhaft ermittelte Zementgehalte von Betonen oder Estrichen.

Aus den oben genannten Gründen müssen die Sachverständigen, welche die stoffliche Zusammensetzung von Betonen oder Estrichen bewerten, eine intensive Kenntnis der Grundlagen des Auswerteverfahrens besitzen. Diese Sachverständigen müssen in der Lage sein zu bewerten,

- in wie weit die **DIN 52170** ohne Anpassungen sachgerecht anwendbar ist,
- wo sie ihre Grenzen hat und
- wie damit umzugehen ist, wenn die **DIN 52170** nicht ohne weiteres angewendet werden kann.

Ein weiteres Problem, welches sich bei der Bewertung der Zementgehalte von Betonen oder Estrichen immer wieder ergibt, ist wie mit den Ergebnissen dieses Verfahrens umzugehen ist. Wann ist der Zementgehalt zur Bewertung heranzuziehen und wann ist stattdessen das Mischungsverhältnis zu verwenden.

Immer wieder zeigt sich, dass Sachverständige fälschlicherweise den ermittelten Zementgehalt zur Bewertung von Schäden heranziehen, obwohl bei der zu beantwortenden Antragsfrage in Wirklichkeit das Mischungsverhältnis relevant ist. Soll im Rahmen eines Gutachtens beispielsweise bewertet werden, ob ein Betonlieferant den Beton oder Estrich richtig zusammengesetzt hat, so führt der Vergleich des ermittelten Zementgehaltes mit dem Sollwert ggf. zu einer Fehlbeurteilung. Da der Zementgehalt eines Betons nicht nur von dem Mischungsverhältnis des Betons (durch das Betonwerk zu beeinflussen) sondern auf von dessen Rohdichte (durch das Bauunternehmen zu beeinflussen) abhängig ist, lässt sich allein mittels des Zementgehaltes nicht beurteilen, ob das Betonwerk richtig gemischt hat. In diesem Falle ist vielmehr das Mischungsverhältnis heranzuziehen, welches ausschließlich durch das Betonwerk beeinflusst wird. Stimmt das Mischungsverhältnis des Betons / Estrichs mit den Sollvorgaben überein, so hat das Betonwerk richtig gemischt, der Bauunternehmer jedoch den Beton ggf. nicht richtig verdichtet.

#### **Betonabplatzungen durch Holzeinschlüsse**

Bei horizontalen Betonplatten wie z. B. bei Industrieböden finden sich immer wieder Abplatzungen oberhalb von Holzeinschlüssen.

Ist Holz in den Ausgangsstoffen (i. d. R. in den Gesteinskörnungen) enthalten, so schwimmt dieses beim Einbringen und Verdichten des Betons auf und reichert sich - nur bedeckt von einer dünnen Zementsteinschicht - knapp unterhalb der Oberfläche des Industriebodens an. Nach **DIN EN 12620** handelt es sich bei diesen holzartigen Stoffen um sog. leichtgewichtige organische Bestandteile.

Sowohl nach **DIN V 20000-103** als auch nach der neuen **DIN 1045-2** ist die Menge dieser Bestandteile normativ bei

- feinen Gesteinskörnungen auf  $\leq 0,5$  M.-%
- groben Gesteinskörnungen auf  $\leq 0,1$  M.-%

begrenzt.

Erhöhte Anforderungen finden sich z. B. in der **ZTV-Ing.**, in der diese Bestandteile bei

- feinen Gesteinskörnungen auf  $\leq 0,25$  M.-%
- groben Gesteinskörnungen auf  $\leq 0,05$  M.-%

begrenzt werden. Auch bei diesen Mengen handelt es sich jedoch um so hohe Gehalte, dass zum Teil erhebliche Mengen an Holz im Bereich der Bauteiloberflächen auftreten können. Bei Einwirkung von Wasser quillt das Holz auf und sprengt die aufsitzende Zementsteinschicht ab. Darüber hinaus verstärkt die Befahrung von Industrieböden das Ausmaß der optischen Beeinträchtigung, da die entstehenden hohen Punktlasten in den Bereichen mit den Holzeinschlüssen nicht sachgerecht aufgenommen werden können und zur Bildung von Ausbrüchen führen.

Bezüglich der leichtgewichtigen Bestandteile ist Ingenieurbüros, die horizontale Betonplatten z. B. in Baumärkten, Lagerhallen oder bei Sichtbetonbauteilen planen, zu empfehlen, dass diese die Baustofflieferanten im Rahmen der Bestellung speziell darauf hinweisen, dass bei diesen Flächen erhöhte Anforderungen an die Betonoberfläche gestellt werden.

Selbstverständlich wird im Streitfall immer wieder darüber diskutiert, wer ggf. aufgetretene Abplatzungen zu beseitigen bzw. zu bezahlen hat. Selbst wenn der Planer im Rahmen der Ausschreibung darauf hingewiesen hat, dass der Lieferant „eine Gesteinskörnung völlig frei von leichtgewichtigen Bestandteilen“ einzusetzen hat, variiert die Gutachtermeinung zur Verantwortung für den Schaden stark.

Einige Sachverständige sind der Ansicht, dass der Bauherr mit derartigen Schäden leben muss, da sich eine vollständige Freiheit von leichtgewichtigen Bestandteilen auch bei größter Sorgfalt nicht sicherstellen lässt. Andere meinen, dass anstelle der normalen Gesteinskörnungen in diesen Fällen gebrochene Gesteinskörnungen eingesetzt werden müssen. Wieder andere vertreten die Meinung, dass in diesen Fällen der Gesteinskörnungsproduzent die Verantwortung für den Schaden hat, da er den Lieferbedingungen (vollständige Freiheit von leichtgewichtigen Bestandteilen) zugestimmt hat. In jedem Falle handelt es sich hierbei um ein großes Beschäftigungsfeld für Sachverständige und Juristen.

### Hohlstellen bei Industrieböden

Grundsätzlich ist festzustellen, dass ein Industrieboden nicht grundsätzlich frei von Hohlstellen sein muss. Einzelne kleinere Hohlstellen können auch bei sachgerechter Arbeitsweise auftreten und stellen nicht automatisch einen Mangel dar. Andererseits können die hohen Punktlasten bei Industrieböden auch bei kleinen Hohlstellen schnell zur Überlastung der Konstruktion im Bereich der Hohlstellen führen.

Häufig sind Hohlstellen zwischen Hartstoffschichten (Einstreuung oder Estrich) und dem Beton darauf zurückzuführen, dass der richtige Zeitpunkt der Aufbringung der Hartstoffschicht verpasst worden ist und der Untergrundbeton zu diesem Zeitpunkt bereits zu stark angezogen war. Nicht selten wird bei der Einbringung von Industrieböden unterschätzt, wie stark das Abbindeverhalten zementgebundener Baustoffe von den Umgebungsbedingungen beeinflusst wird. So kann der Betrieb von Klima- bzw. Lüftungsanlagen zum Zeitpunkt der Einbringung des Industriebodens das Zeitfenster bis zur Aufbringung der Hartstoffschicht erheblich verkürzen.

Ähnliche Probleme ergeben sich bei Hallenböden, die sehr frühzeitig intensiver Zugluft ausgesetzt werden. Offen stehende Hallentore stellen hierbei einen Klassiker dar. Hohlstellen und Risse sind die Folge. Aus diesem Grunde wird in der einschlägigen Fachliteratur darauf hingewiesen, dass bei „ungünstigen Baustellenbedingungen (z. B. Zugluft, nicht geschlossene Fenster und Türen oder intensive Sonneneinstrahlung“) mit „kleineren Haftzugwerten“ als üblich zu rechnen ist.

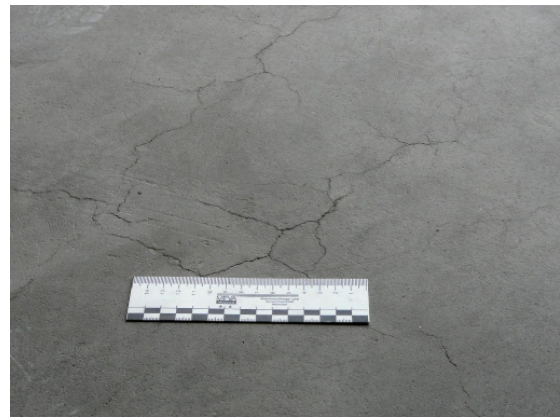
### Haftzugfestigkeiten von Industrieböden

Entgegen der weit verbreiteten Annahme müssen flächenfertige Industrieböden nicht die in der **Rili-SIB** genannte mittlere Haftzugfestigkeit von  $\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$  (Kleinstwert  $\geq 1,0 \text{ N/mm}^2$ ) aufweisen. Normativ bestehen keinerlei Anforderungen an die Haftzugfestigkeit von Verbundestrichkonstruktionen oder Einstreuschichten.

Trotzdem muss natürlich ein für den Verwendungszweck ausreichender Verbund zwischen den einzelnen Schichten einer Verbundestrichkonstruktion oder auch einer Einstreuung vorliegen. Die Erfahrung zeigt, dass Verbundestriche ohne Fahrbeanspruchung mindestens eine mittlere Haftzugfestigkeit von  $\geq 0,5 \text{ N/mm}^2$  aufweisen sollten. Flächen mit Fahrbeanspruchung sollten eine mittlere Haftzugfestigkeit von  $\geq 0,8 \text{ N/mm}^2$  besitzen.

### Risse bei Industrieböden

Die meisten bei Industrieböden entstehenden Risse sind ursächlich auf das Frühschwinden (Krakeleerisse) der bindemittelreichen Estriche bzw. Betone zurückzuführen.



Derartige Frühschwindrisse weisen eine geringe Rissbreite und -tiefe auf und stellen bei Estrichen im Allgemeinen keinen technischen Mangel dar. Auch wird die Verwendungseignung bzw. Dauerhaftigkeit durch diese Risse i. d. R. nicht negativ beeinflusst.

Bei Einstreuungen stellt sich die Sachlage jedoch anders dar. Hier ist die Entstehung von Rissen deutlich kritischer einzustufen, da derartige Einstreuungen i. d. R. nur eine sehr geringe Schichtdicke aufweisen und die Risse die Einstreuung somit vollständig durchdringen.

Auch ist darauf hinzuweisen, dass sich derartige Risse, z. B. bei intensiver Befahrung mit Gabelstaplern, teilweise stark aufweiten können und sich Dreck in den Rissen sammelt.

### Beschichtungen auf Bauteiloberflächen

Die Tendenz zur Verwendung von Oberflächenvergütungen oder Beschichtungen im Bereich der Oberflächen von Betonbauteilen nimmt derzeit aus unterschiedlichen Gründen deutlich zu. Hierbei geht es in vielen Fällen nicht mehr nur noch um den Schutz des Betons. Häufig werden Oberflächenvergütungen vielmehr angewendet, um z. B.

- 1) die Reinigungsfähigkeit der Flächen zu erhöhen;
- 2) eine ausreichende Nachbehandlung (imprägnierende Nachbehandlungsmittel) sicher zu stellen oder
- 3) die Betonoberfläche vor äußeren Angriffen zu schützen.

Gerade im Bereich der Oberflächenvergütungen zur **Verbesserung der Reinigungsfähigkeit** erleben wir derzeit einen kleinen Boom, weshalb eine Vielzahl von Produkten in den Markt streben.

In der jüngeren Vergangenheit wurde eine Vielzahl von Untersuchungen in der MPVA Neuwied GmbH zum Nachweis der Eigenschaften von Oberflächenvergütungen durchgeführt. Der Schwerpunkt dieser Untersuchungen lag in der Bewertung der Anwendbarkeit und der Dauerhaftigkeit dieser Systeme. Im Rahmen dieser Versuche wurde ein spezieller Prüfstand entwickelt, bei dem die Produkteigenschaften unter dem kombinierten Einfluss von Feuchte, Temperatur und UV-Strahlung untersucht wurden. Hierbei hat sich gezeigt, dass einige Systeme im Rahmen der UV-Bestrahlung Probleme aufwiesen. Hier sind zu nennen:

- eine Aufhellung / Farbveränderung der Oberflächenvergütung;
- die Entstehung lokaler Strukturschäden, die sich optisch in Form einer „Rissbildung“ in der Oberflächenvergütung zeigen;
- eine Ablösung der Oberflächenvergütung;
- Verlust der guten Reinigungsfähigkeit durch die UV-Bestrahlung;

Darüber hinaus sollte bei der Verwendung derartiger Oberflächenschutzsysteme beachtet werden, dass die nachfolgenden Produkteigenschaften ggf. negativ beeinflusst werden:

- die Oberflächenvergütung kann aufgrund des Verschleißangriffes im Rahmen der Nutzung der Fläche abgetragen werden. Auch können verstärkt Abdrücke bei Einleitung im Besonderen von Punktlasten entstehen;
- der Gleit- und Rutschwiderstand der Bauteile wird häufig negativ durch die Oberflächenvergütung beeinflusst;
- die Wasserdampfdiffusion der Baustoffe wird ggf. reduziert, so dass ggf. die Entstehung osmotischer Blasen begünstigt wird;
- die Alkalibeständigkeit der Oberflächenvergütungen ist nicht immer gegeben, so dass die aufgebrauchte Oberflächenvergütung vergilbt.

Auch die Verwendung von **Nachbehandlungsmitteln** findet z. B. im Bereich der Herstellung von Industrieböden immer häufiger Anwendung. Hier ist im Einzelfall aber konkret zu prüfen, welche Anforderungen der fertige Boden erfüllen soll und ob diese Anforderungen nach Applikation eines Nachbehandlungsmittels noch erreichbar sind. Hierbei sind nicht nur die Anforderungen an den Sperrkoeffizienten nach **TL NBM-StB** zu beachten. Vielmehr ist auch zu prüfen, ob auf die so entstandene Fläche weitere Folgeschichten, wie z. B. Beschichtungen aufgebracht werden sollen. Wenn dies der Fall ist, dann ist zu berücksichtigen, dass das Nachbehandlungsmittel auch als Trennfilm zwischen dem Betonuntergrund und der nachträglich aufgetragenen Beschichtung fungieren kann.

### Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied GmbH

Sandkauler Weg 1, 56564 Neuwied  
Tel.: 0 26 31 / 39 93-0 • Fax: 0 26 31 / 39 93- 40  
[www.mpva.de](http://www.mpva.de)