

2. Stellungnahme des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton DAfStb zum „Sulfatangriff auf Beton“
Bereits im Jahr 2003 hatte der DAfStb eine Stellungnahme zum Sulfatangriff auf Beton herausgegeben [\[mehr ...\]](#)



Der Entwurf der europäischen Betonnorm DIN EN 206 ist erschienen [\[mehr ...\]](#)



Sicherheitsdatenblatt Beton und geänderte Mitteilungspflicht für gefährliche Gemische nach Chemikaliengesetz [\[mehr ...\]](#)



Bewertung der photokatalytischen Aktivität von Betonoberflächen anhand von Laborprüfergebnissen [\[mehr ...\]](#)

Herzlich willkommen zum neuen Newsletter Technik von HeidelbergCement!

In unserem letzten Newsletter Technik informierten wir Sie über Änderungen in der europäischen Zementnorm – heute können Sie hier über die derzeit laufende Revision der europäischen Betonnorm EN 206-1 lesen, die im Entwurf erschienen ist die zukünftig nur noch EN 206 heißen wird.

Ganz aktuell hat der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) eine 2. Stellungnahme zum Sulfatangriff auf Beton herausgegeben, die wir Ihnen hier vorstellen. Eine Kurzinformation ist uns auch das Erscheinen des nationalen Anhangs zur DIN EN 12390-2 wert sowie das Thema Sicherheitsdatenblätter für Transportbeton und die Erweiterung der Meldepflicht nach Chemikaliengesetz, die sich nun auch auf Zement, Beton und zementgebundene Baustoffe bezieht.

Einen sehr interessanten Beitrag zu diesem Newsletter Technik hat Gerd Bolte (HTC Leimen) über die Prüfung von photokatalytischen Betonoberflächen beigesteuert.

Ich wünsche Ihnen auch heute wieder viel Spaß beim Lesen.

Dagmar Küchlin

Bauberatung Zement

Entwicklung und Anwendung, Leimen

2. Stellungnahme des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton DAfStb zum „Sulfatangriff auf Beton“

Bereits im Jahr 2003 hatte der DAfStb eine Stellungnahme zum Sulfatangriff auf Beton herausgegeben, um der in dieser Zeit entstandenen Verunsicherung durch zwei in Deutschland auf Sulfatangriff zurückgeführte Schäden bei Betonbauwerken, Thaumasischäden in England sowie Laborprüfresultaten zu begegnen. In dieser wurde festgestellt, dass die aufgetretenen Schäden nur an Betonen aufgetreten waren, die nicht entsprechend der Vorgaben der DIN 1045-2 für einen Sulfatangriff ausgelegt waren. Des Weiteren wurde festgestellt, dass bei Einhaltung der Normfestlegungen für Beton keine Schäden in der Praxis festgestellt worden waren und Sulfatschäden aufgrund der jahrzehntelangen Erfahrung mit diesen Normfestlegungen nicht zu erwarten sind. Es wurde auch festgestellt, dass Zemente mit Kalksteinmehl als weiterem Hauptbestandteil, dessen Anteil erheblich über 5 % liegt oder Kalksteinmehlzusätze zum Beton die Thaumasisbildung im Laborprüfverfahren bei niedrigen Temperaturen und erhöhten Sulfatlösungskonzentrationen begünstigen und dass einige Zement-Flugaschekombinationen unter diesen Prüfbedingungen das für 20 °C abgeleitete Prüfkriterium nicht erfüllen. Daher erhielt die vom DAfStb eingesetzte Expertengruppe den Auftrag, zu untersuchen, wie mit einem Laborprüfverfahren insbesondere bei niedrigen Temperaturen Zemente und Zement-Zusatzstoffkombinationen hinsichtlich des im Beton erzielbaren Sulfatwiderstands praxisrelevant eingestuft werden können. Des Weiteren sollten die Voraussetzungen für eine Thaumasisbildung sowie der Einfluss von Thaumasis auf den Schadensverlauf untersucht werden. Für den kombinierten Säure-/Sulfatangriff bei pyrithaltigen Böden wurde darüber hinaus entsprechender Präzisierungsbedarf in DIN 4030-1 festgestellt und wegen des

kombinierten Säure-/Sulfatangriffs die Einschaltung eines Gutachters vorgeschrieben.

Die aktuell veröffentlichte 2. Stellungnahme des DAfStb enthält Aussagen über Regelungen für pyrithaltige Böden, den Kenntnisstand zum Sulfatwiderstand von Betonen sowie die im Rahmen des seit 2006 laufenden Verbundforschungsvorhabens „vertiefte Untersuchungen zum Sulfatwiderstand von Beton“ gewonnenen Erkenntnisse mit Ableitung des daraus sich ergebenden Handlungsbedarfs für normative Regelungen in den Betonnormen.

Dem in 2003 aufgezeigten Präzisierungsbedarf der Regelungen für pyrithaltige Böden wurde über die Einführung sogenannter Pyritkarten in DIN 4030-1: 2008-06 Rechnung getragen. Dort sind Standorte eingetragen, an denen mit Pyrit zu rechnen ist und festgelegt, dass für die Beurteilung des Angriffspotenzials entsprechende Bodenanalysen durchzuführen sind.

Hinsichtlich des Kenntnis- und Erfahrungsstandes zum Sulfatangriff im In- und Ausland wird auf das bereits 2006 erschienene Heft 554 des DAfStb verwiesen.

Im Rahmen des oben genannten Verbundforschungsvorhabens, an dem die Universitäten Weimar und München sowie das Forschungsinstitut der Zementindustrie (FIZ) beteiligt waren, wurden folgende Fragestellungen untersucht:

- Richtige Einstufung des erzielbaren Sulfatwiderstands von Zement bzw. Zement und Zusatzstoffen in Betonen in Laboruntersuchungen insbesondere bei niedrigen Temperaturen,

- Notwendige Voraussetzungen für eine Thaumasisbildung und deren Einfluss auf den Schadensverlauf,
- In ergänzenden Untersuchungen wurde an verschiedenen Zement- und Flugaschekombinationen der Einfluss der Magnesiumkonzentration auf den Schädigungsgrad, der Wirksamkeit einer Erhöhung des Flugaschegehaltes von 20 M.-% auf 30 M.-% sowie der Einfluss der Alkalität auf die oberflächliche Thaumasisbildung untersucht.

Die Forschungsergebnisse liegen nun vor und werden in einem Heft des DAfStb veröffentlicht werden.

Die wichtigsten Aussagen zur Bewertung des Sulfatwiderstands von Betonen und der Aussagefähigkeit von Laborprüfverfahren, die sich auch in der 2. Stellungnahme wiederfinden, sind hier kurz zusammengefasst wiedergegeben:

- Seit der Veröffentlichung der Stellungnahme in 2003 wurden auch weiterhin keine Sulfatschäden an Bauteilen mit normkonform zusammengesetzten Betonen festgestellt.
- Zusätzliche Sicherheit für die praktische Anwendung wird unter anderem auch daraus abgeleitet, dass die Einwirkung sulfathaltiger Wässer auf Betonbauteile in der Regel erst zu einem späteren Zeitpunkt als in der Laborprüfung erfolgt. Der Sulfatwiderstand des Betons hängt dann nicht nur vom verwendeten Zement (HS) bzw. Zement und Zusatzstoff (z.B. Anwendung der Flugascheregelung) ab, sondern wird noch erhöht durch den physikalischen Widerstand durch Porenverdichtung infolge der Zementhydratation sowie der Reaktion von Hüttensand im Zement oder der Flugasche.

► 2. STELLUNGNAHME DES DEUTSCHEN AUSSCHUSSES FÜR STAHLBETON DAFSTB ZUM „SULFATANGRIFF AUF BETON“

- Im Laborprüfverfahren (SVA oder Wittekindverfahren) werden sogenannte Flachprismen mit den Abmessungen 160 * 40 * 10 mm³ hergestellt und bereits 14 Tage nach Herstellung einer hochkonzentrierten Sulfatlösung (30.000 mg/l) ausgesetzt. In diesem Alter kommt der physikalische Effekt durch Porenverdichtung noch nicht zum Tragen, sondern der Sulfatwiderstand der Probekörper ist zunächst abhängig von der Verwendung eines HS-Zementes bzw. dem Anteil der Flugasche, d.h. dem C₃A-Gehalt des Zements sowie dem Verdünnungseffekt bei gemeinsamer Verwendung von Zement und Flugasche. Im direkten Vergleich mit Betonen zeigte sich, dass Kombinationen, bei denen die Flachprismen teilweise sogar völlig zerstört waren, die Betone nur oberflächlich bis in wenige Millimeter Tiefe geschädigt waren. Dies entspricht auch dem Angriffsgrad bei geringen Fließgeschwindigkeiten (annähernd hydrostatische Bedingungen), bei denen der Angriff in der Regel in einer Bauteiltiefe von wenigen Millimetern zum Stillstand kommt.
- Weitere Sicherheit für die Anwendung ergibt sich daraus, dass auch bei Bauteilen, die in sofortigem Kontakt mit sulfathaltigen Wässern stehen, z.B. Bohrpfähle und Schlitzwände und für die normgerecht zusammengesetzte Betone verwendet wurden, bisher keine Schäden aufgetreten sind.
- In den ergänzenden Untersuchungen zum Einfluss der Magnesiumkonzentration auf den Sulfatwiderstand von Kombinationen aus CEM II/A-LL bzw. CEM I und Flugasche sowie CEM I-HS-Zementen bei dauerhaft niedrigen Temperaturen zeigte sich, dass schon geringe Magnesiumkonzentrationen

von < 300 mg/l den Schädigungsverlauf bei Labor- und Auslagerungsversuchen beschleunigen. Dies trat sowohl bei den untersuchten CEM I- als auch CEM II/A-LL-Zementen in Kombination mit Flugasche auf, nicht aber bei den HS-Zementen. Der Verlauf war bei Erhöhung des Flugaschegehaltes von 20 M.-% auf 30 M.-% günstiger. Bei der Lagerung der Probekörper bei 20 °C traten keine Schädigungen an den geprüften Kombinationen auf, ebenso nicht, wenn die Vorlagerungsdauer erhöht wurde.

Aus diesen Feststellungen leitete der DAFStb in seiner Stellungnahme den nachfolgend beschriebenen Handlungsbedarf für die Umsetzung in den Betonnormen ab:

- Es besteht auch weiterhin kein kurzfristiger Handlungsbedarf für Änderungen der Regelungen in DIN 1045-2 für das Einwirken sulfathaltiger Wässer und Böden (XA) und den dort festgelegten betontechnologischen Maßnahmen, wie w/z-Werte, Zementfestlegungen oder der Anwendungsregeln für Flugasche bis zu einer Sulfatkonzentration von 1.500 mg/l.
- In den Laboruntersuchungen zum Einfluss der Magnesiumkonzentration auf den Sulfatwiderstand wurde bei Anwendung der Flugascheregelung, d.h. bei Verwendung von 20 % Flugasche im Beton bezogen auf den Anteil Zement plus Flugasche (z+f) festgestellt, dass bereits geringe Magnesiumkonzentrationen (< 300 mg/l) zu einer Beschleunigung des Angriffs insbesondere bei niedrigen Temperaturen führen. Diese Kombination aus Sulfatangriff, niedrigen Mg-Konzentrationen sowie niedrige Umgebungstemperatur

ren wird im derzeitigen Klassifizierungssystem „XA“ nicht erfasst. Jedoch sind in der Praxis bisher keine Schäden durch diesen kombinierten Angriff bekannt.

Da sich in allen Labor- und Auslagerungsuntersuchungen im Rahmen des Verbundforschungsvorhabens gezeigt hat, dass bei Anwendung der Flugascheregelung eine Erhöhung des Flugascheanteils von 20 M.-% auf 30 M.-% den Sulfatwiderstand nachweislich verbessert, empfiehlt der DAFStb vorsorglich, unabhängig davon, ob geringe Mengen Magnesium vorhanden sind oder nicht, den Flugascheanteil im Beton bei Verwendung von CEM I oder CEM II-Zementen von 20 M.-% auf 30 M.-% (bezogen auf z+f) zu erhöhen. Dies gilt für CEM I, CEM II/A-S, CEM II/B-S, CEM II/A-V, CEM II/A-LL, CEM II/A-M mit den Hauptbestandteilen S, V, T, LL und CEM II/B-M (S-T). Der Vorteil in dieser Neuregelung wird darin gesehen, dass sie einfach zu handhaben ist und auf zusätzliche Festlegungen für neue Einwirkungsklassen mit derzeit unbekanntem Grenzwerten für die Einwirkung niedriger Magnesiumgehalte verzichtet werden kann.

- Für CEM II/A-T, CEM II/B-T und CEM III/A bleibt die bisherige Regelung bestehen, d.h. eine Zugabemenge von mindestens 10 M.-% Flugasche bezogen auf (z+f) im Beton.

Es wird abschließend in der Stellungnahme darauf hingewiesen, dass diese Neuregelung in die Neuausgabe der DIN 1045-2 aufgenommen wird.

Das Papier kann unter folgendem Link auf der Homepage des DAFStb heruntergeladen werden: http://www.dafstb.de/application/2_Stellungnahme_Sulfatangriff_auf_Beton_Anlage_A.pdf

[\[zurück ...\]](#)

Der Entwurf der europäischen Betonnorm DIN EN 206 ist erschienen

Normalerweise werden europäische Normen alle 5 Jahre revidiert und an den neuen Stand der Technik angepasst. Im Falle der bereits seit 2001 gültigen europäischen Betonnorm EN 206-1 wurde entschieden, von diesem Turnus abzuweichen und diese erst nach 10 Jahren zu überarbeiten, da man zunächst umfangreiche baupraktische Erfahrungen mit der Anwendung der neuen europäischen Betonnorm gewinnen wollte.

Daher wurde in 2011 mit der Überarbeitung der EN 206-1 begonnen. Mit Ausgabedatum März 2012 ist nun der Entwurf der europäischen Betonnorm E DIN EN 206:2012-03, Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität erschienen. Die Norm wird in ihrer Grundstruktur erhalten bleiben und zukünftig wie aus dem Entwurfstitel ersichtlich nur noch EN 206 heißen.

Die deutsche Fassung des Normentwurfs ist im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de kostenfrei verfügbar. Damit wird allen Experten die Möglichkeit gegeben, Inhalte von Normentwürfen zu lesen und Stellungnahmen dazu direkt über das Norm-Entwurfs-Portal

weiterzugeben. Die deutsche Einspruchsfrist läuft ab sofort bis zum 26. Mai 2012.

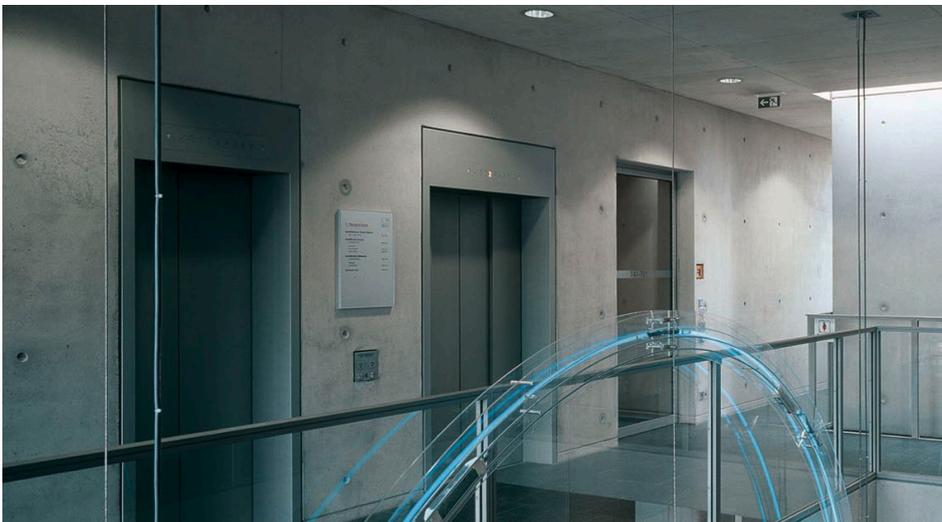
Mitte Juni 2012 wird eine Sitzung des Normenausschusses Bauwesen NABau „Betontechnik“ stattfinden, bei der alle eingegangenen Stellungnahmen beraten und zu einer deutschen Stellungnahme zusammengefasst werden. Auf europäischer Ebene läuft die Frist bis August 2012. Im Oktober 2012 wird das zuständige Normenkomitee CEN TC 104 SC 1 „Beton“ alle auf europäischer Ebene eingegangenen Stellungnahmen beraten und die weitere Vorgehensweise festlegen.

Die inhaltlichen Änderungen werden im Wesentlichen die folgenden Punkte umfassen:

- Aufnahme der A1- und A2-Änderungen sowie EN 206-9 (Selbstverdichtender Beton)
- Aufnahme von Anwendungsregeln für Faserbeton und rezyklierte Gesteinskörnungen
- Überarbeitung des k-Wert-Ansatzes für Flugasche und Silikastaub

- Aufnahme von Regeln für Hüttensandmehl und Ergänzung zu Konzepten im Ausland
- Überarbeitung der Konformitätsbewertung und neue Konzepte dafür
- Aufnahme von „Regelanforderungen“ für natürliche und rezyklierte Gesteinskörnung
- Aufnahme zusätzlicher Anforderungen an Betone für den Spezialtiefbau (Anhang D)

Über die Veränderungen im Detail werden wir berichten, wenn das Formal vote für die Norm abgeschlossen ist. Dieses soll in 2013 erfolgen und die Fertigstellung der Norm ist bis September 2013 geplant. Parallel dazu erfolgt die inhaltliche Anpassung der DIN 1045-2. Mit der Bearbeitung wird in 2012 begonnen. Nach Fertigstellung des Entwurfs sollen Einsprüche bis Ende 2013 möglich sein. In 2014 wird diese dann zusammen mit EN 206 bauaufsichtlich eingeführt werden.



Der nationale Anhang zur DIN EN 12390-2 ist erschienen

Der nationale Anhang zu DIN EN 12390-2 (Probekörperlagerung) ist mit Ausgabedatum Februar 2012 als Berichtigung 1 erschienen. Damit ist die deutsche „Trockenlagerung“ von Probekörpern für die Prüfung der Druckfestigkeit wieder im aktuellen Regelwerk enthalten.

[\[zurück ...\]](#)

Sicherheitsdatenblatt Beton und geänderte Mitteilungspflicht für gefährliche Gemische nach Chemikaliengesetz

Nachdem das neue REACH- und CLP-konforme Sicherheitsdatenblatt für Zement vorliegt, musste auch das Sicherheitsdatenblatt für Beton entsprechend angepasst werden. Für BTB-Mitglieder hat der BTB ein Mustersicherheitsdatenblatt herausgegeben. Sicherheitsdatenblätter müssen aktiv verteilt werden und es muss dokumentiert werden, dass die Verwender von Beton dieses erhalten haben. Nach CLP-Verordnung müssen die neuen

Sicherheitsdatenblätter zwingend ab dem 01.07.2015 verwendet werden, bis dahin können auch noch die alten Sicherheitsdatenblätter verwendet werden.

Des Weiteren ist am 9. November 2011 die Anpassung des Chemikaliengesetzes an Artikel 45 GHS/CLP-Verordnung in Kraft getreten. Damit wurde die Mitteilungspflicht für gefährliche Gemische nach Chemikaliengesetz (ChemG) erheblich erweitert. Bisher mussten an das Bundes-

institut für Risikobewertung (BfR) nur Gemische gemeldet werden, die giftig, sehr giftig, ätzend, sensibilisierend, karzinogen, mutagen oder reproduktionstoxisch eingestuft sind. Mit der Veränderung werden nun aber alle gefährlichen Gemische meldepflichtig, d.h. auch Zement, Transportbeton und andere zementgebundene Baustoffe. Die Meldung muss für alle Gemische, die vor dem 09.11.2011 in Verkehr gebracht wurden bis zum 01.05.2012 an das BfR erfolgen und ist unabhängig von der Übermittlung an die zuständigen Giftinformationszentren. Die Frist kann bis zum 01.07.2014 verlängert werden, wenn das Sicherheitsdatenblatt bis spätestens zum 01.05.2012 an das Institut für Arbeitsschutz (IFA) übermittelt wurde. Diese können an das IFA ausschließlich elektronisch über www.dguv.de/ifa/de/gestis/isi-db/index.jsp übermittelt werden. Für BTB-Mitglieder kann dies direkt über den BTB erfolgen.

Die aktuelle Fassung des Chemikaliengesetzes ist verfügbar unter: www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/chemg/gesamt.pdf



Sicherheitsdatenblatt
gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 in Verbindung mit (EU) Nr. 453/2010 (Anhang I)
(BTB-Muster)

Produkt: **Zementgebundener Baustoff**
Überarbeitet am: 27.02.2012 Druckdatum: tt.mm.jjjj Seite 1 von 12

1 BEZEICHNUNG DES GEMISCHES UND DES UNTERNEHMENS

1.1 Produktidentifikator
Das Sicherheitsdatenblatt ist für die folgenden Produkte gültig:

Handelsnamen:	Handelsnamen:
Transportbeton	Zementhaltiger Werkfrischmörtel/Estrich
Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT)	Zementhaltige Sondermischung
„Produkt XYZ“	

[\[zurück ...\]](#)



Bewertung der photokatalytischen Aktivität von Betonoberflächen anhand von Laborprüfergebnissen



Gerd Bolte,
Senior Scientist

Nach Jahren wissenschaftlicher Forschung führte HeidelbergCement 2007 einen neuartigen Zement am Markt ein: TioCem®, einen Zement mit hoher photokatalytischer Wirksamkeit zur Reduktion von Luftschadstoffen. TioCem® wird für die Erzeugung photokatalytisch aktiver Betonoberflächen eingesetzt, durch deren photokatalytische Aktivierung Luftschadstoffe, insbesondere die Stickstoffoxide Stickstoffmonoxid NO und Stickstoffdioxid NO₂ abgebaut und als Nitrat (NO₃⁻) an der Betonoberfläche mineralisiert werden.

Die photokatalytische Wirksamkeit wird erreicht über den Zusatz von photokatalytisch aktivem Titandioxid, an dessen Oberfläche sich hochreaktive Verbindungen bilden, die organische und anorganische Schadstoffe oxidieren können.

Sowohl die steigende Zahl der Patente als auch der am Markt erhältlichen Produkte mit photokatalytischen Eigenschaften zeigt das exponentiell gestiegene Interesse am Einsatz dieser Produkte zur Reduktion von Luftschadstoffen. Auch nimmt die Anzahl der Präparate zur Erzeugung photokatalytisch aktiver Oberflächen stetig zu.

Eine der Hauptfragen, die für den Einsatz dieser Produkte zu klären ist, ist die Prüfung und Einstufung der photokatalytischen Aktivität, d.h. der luftschadstoffreduzierenden Eigenschaften. Dafür gibt es verschiedene Laborprüfverfahren. Mit diesen kann die photokatalytische Aktivität von Oberflächen quantifiziert werden. Bei den gängigsten Messverfahren wird eine gasförmige Testsubstanz (z.B. Stickstoffoxide) kontinuierlich durch eine Kammer geleitet, welche den Prüfling enthält. Die Konzentrationsdifferenz in der Abluft mit

und ohne Lichteinwirkung gilt als Maß der photokatalytischen Aktivität.

Prinzipiell sind diese Messverfahren in verschiedenen nationalen und internationalen Normen beschrieben. Prüfinstitute, Universitäten und Firmen setzen diese jedoch sehr unterschiedlich um. Hinzu kommt, dass es derzeit noch keine kompletten Prüfsysteme zu kaufen gibt, jedes Prüfinstitut also die Prüfapparaturen selbst baut und die Versuchsaufbauten sich dadurch zum Teil erheblich unterscheiden. Aus diesen Gründen ist eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse unterschiedlicher Prüfinstitute zurzeit nur bedingt gegeben.

Prüfung nach ISO 22197-1:2007-09 Hochleistungskeramik – Prüfverfahren zur Bestimmung des Luftreinigungsvmögens von halbleitenden photokatalytischen Werkstoffen – Teil 1: Entfernung von Stickoxid

Bei der Prüfung nach ISO 22197-1 wird ausschließlich der Abbau von Stickstoff-

monoxid geprüft. Die Verminderung des Anteils an Stickstoffmonoxid NO gilt dabei als Maß für die photokatalytische Aktivität. Nach dieser Prüfvorschrift wird nicht differenziert, ob es sich beim Produkt der photokatalytischen Reaktion um das ebenfalls gesundheitsschädliche Stickstoffdioxid (NO₂) oder unschädliche (NO₃⁻) handelt.

ISO 22197-1 wurde für die Prüfung von keramischen Materialien entwickelt und nicht für die Prüfung zementgebundener Baustoffe oder Bauteile. Die für die Prüfung festgelegte Probenvorbereitung über ein mindestens zweistündiges Tauchbad der Probekörper in deionisiertem Wasser mit anschließendem Trocknen bis zur Gewichtskonstanz bei einer Temperatur bis max. 110°C kann bei zementgebundenen Systemen jedoch zu einer veränderten Gefügestruktur (Porosität) führen und somit maßgeblich das Ergebnis beeinflussen. In Bild 1 ist die Prüfapparatur nach ISO 22197-1 abgebildet.

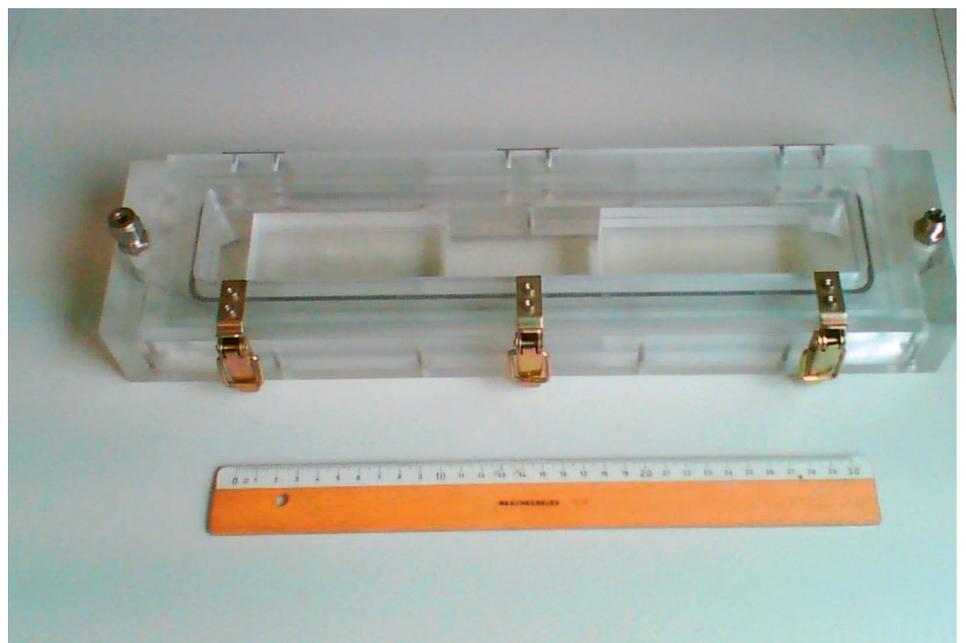


Bild 1: Prüfapparatur nach ISO 22197-1

► BEWERTUNG DER PHOTOKATALYTISCHEN AKTIVITÄT VON BETONOBERFLÄCHEN ANHAND VON LABORPRÜFERGEBNISSEN

Prüfung nach UNI 11247 (2007)
"Determinatione dell'attività di degradazione di ossidi di azoto in aria de parte di materiali inirganic fotocatalytici"

Der italienische Prüfstandard UNI 11247 beschreibt ein Testsystem, bei dem ein Gemisch aus Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) als Testsubstanz zum Einsatz kommt. Die photokatalytische Aktivität wird hier über die Massenbilanz der Stickstoffoxide NO_x (NO+NO₂) mit und ohne Lichteinwirkung berechnet. Bei der Vorschrift UNI 11247 handelt es sich um eine eigens für Zement und Beton ausgelegte Norm, die im Gegensatz zur ISO 22197-1 die Anforderungen zementgebundener Probekörper vor der eigentlichen Prüfung berücksichtigt. Daher wird diese Prüfung auch bei HeidelbergCement für den Nachweis der photokatalytischen Aktivität von Betonoberflächen eingesetzt. Die Prüfeinrichtung ist in den Bildern 2

und 3, ein Beispiel für ein Messergebnis aus dem Prüfstand in Bild 4 dargestellt.

Beide Prüfvorschriften unterscheiden sich außerdem in weiteren Parametern wie z.B. Prüfgaskonzentration, Lichtintensität und Kammergröße. Diese nehmen in erheblichem Maße einen Einfluss auf die Ergebnisse.



Bilder 2 und 3: Prüfstand nach UNI 11247

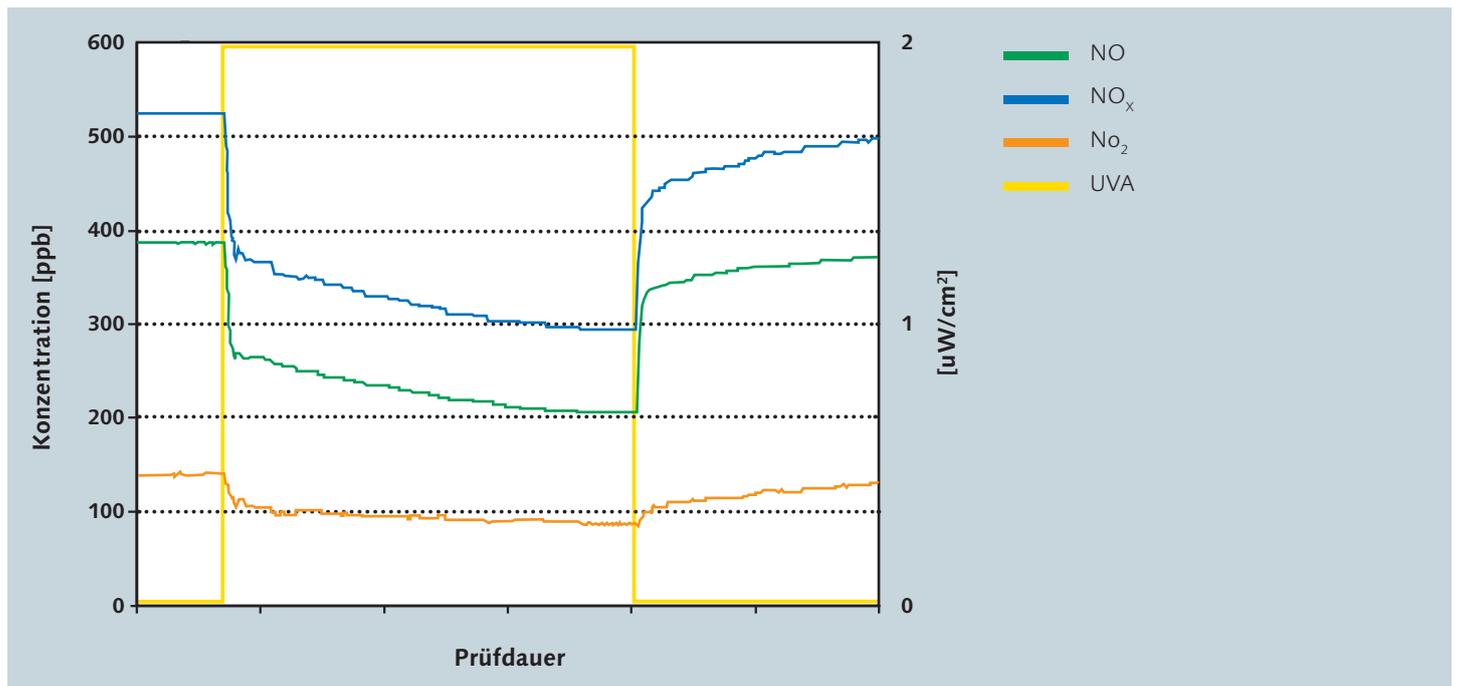


Bild 4: Abbau eines Gemisches aus NO und NO₂ auf einer Betonprobe; Messung nach UNI 11247

► BEWERTUNG DER PHOTOKATALYTISCHEN AKTIVITÄT VON BETONOBERFLÄCHEN ANHAND VON LABORPRÜFERGEBNISSEN

Die relevanten Prüfparameter für beide Prüfmethoden sind in Tabelle 1 dargestellt.

Die vorgenannten Unterschiede in Summe führen zu deutlichen Abweichungen in den Messwerten.

Bild 5 zeigt exemplarisch eine Gegenüberstellung der Messwerte einiger Probekörper, deren photokatalytische Aktivität nach beiden Messverfahren gemessen wurde. Die für diese Gegenüberstellung verwendeten Probekörper decken das weite Anwendungsspektrum und möglicher Rezepturen aus dem Bereich der Betonanwendungen, Betonpflastersteine, Putzmörtel und Beschichtungsmassen ab. Aus Bild 5 wird ersichtlich, dass aufgrund der zuvor beschriebenen Unterschiede mit dem ISO-Messverfahren generell deutlich geringere Abbauraten in % erzielt werden als mit dem Uni-Verfahren. Bei genauer Betrachtung ist auch die Korrelation zwischen beiden Prüfvorschriften als unzureichend zu bewerten, da die Einstufung der photokatalytischen Aktivität der Proben deutlich unterschiedlich ausfallen kann. Es bestätigt sich somit, dass in Abhängigkeit der verwendeten Prüfvorschrift weitere Eigenschaften der Prüfkörper, wie z.B. Gefügestruktur, das Ergebnis maßgeblich beeinflussen.

Wie bereits beschrieben sind derzeit noch keine fertigen Prüfapparaturen am Markt erhältlich. Prüfinstitute, Universitäten und Firmen setzen diese Prüfvorschriften selber um, was dementsprechend zu teilweise deutlich unterschiedlichen Versuchsaufbauten führt, z.B. wenn unterschiedliche Beleuchtungssysteme eingesetzt werden. Bereits dadurch können auch bei Verwendung derselben Prüfvorschrift sehr unterschiedliche Messwerte generiert werden. Am Beispiel des Lichtspektrums unterschiedlicher Beleuchtungssysteme soll dies erläutert werden: da es keine standardisierten Beleuchtungssysteme gibt und auch Messgeräte zur Überprüfung der Lichtintensität im UV-A Bereich oftmals nicht standardisiert sind, unterscheiden

Prüfvorschrift	Einheit	UNI 11247	ISO 22197-1
Prüffläche	cm ²	64	49,25
Volumen Probekammer	cm ³	3000	80
Luftdurchfluss	l/min	5,0	3,0
Anfangskonzentration NO	ppm	0,40	1,0
Anfangskonzentration NO ₂	ppm	0,15	-
UV-A	W/m ²	20	10

Tabelle 1: Vergleich der relevanten Prüfparameter

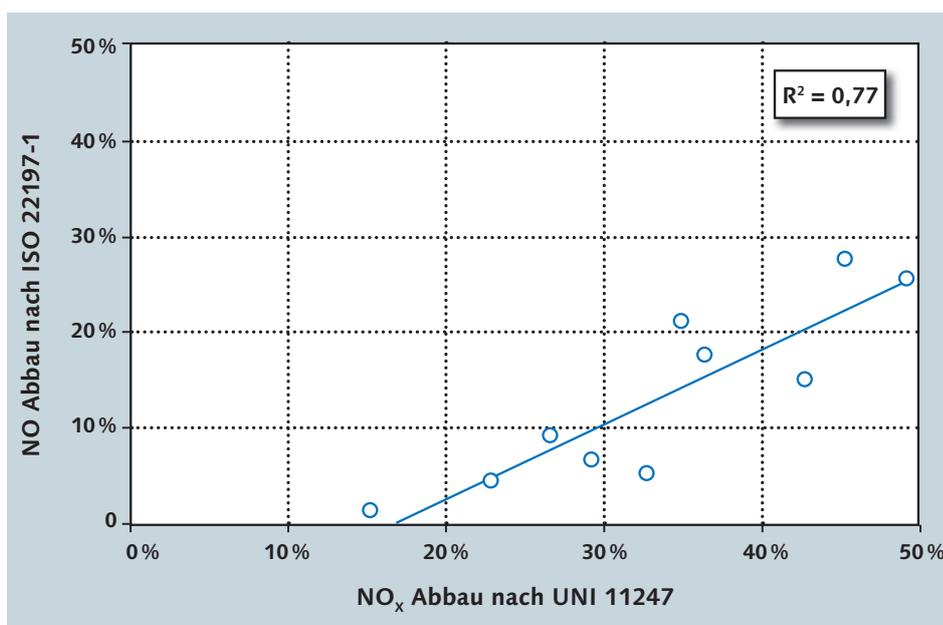


Bild 5: NO_x-Abbauraten nach UNI 11247 im Vergleich zur NO-Abbauraten nach ISO 22197



► BEWERTUNG DER PHOTOKATALYTISCHEN AKTIVITÄT VON BETONBEREICHEN ANHAND VON LABORPRÜFERGEBNISSEN

sich handelsübliche UV-Meter deutlich hinsichtlich ihres Messspektrums. Der Einfluss der UV-A-Intensität auf das Messergebnis ist in Bild 6 anhand einer beispielhaften Mehrfachmessung einer Mörtelprobe bei unterschiedlichen

UV-A-Intensitäten dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass mit steigender UV-A-Intensität auch die NO_x -Abbauraten signifikant zunimmt.

Für die Bewertung eines Prüfergebnisses müssen daher alle Prüfparameter in die

Betrachtung einbezogen werden. Auch bei Verwendung derselben Prüfmethode ist eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse unterschiedlicher Prüfinstitute daher zurzeit nicht gegeben.

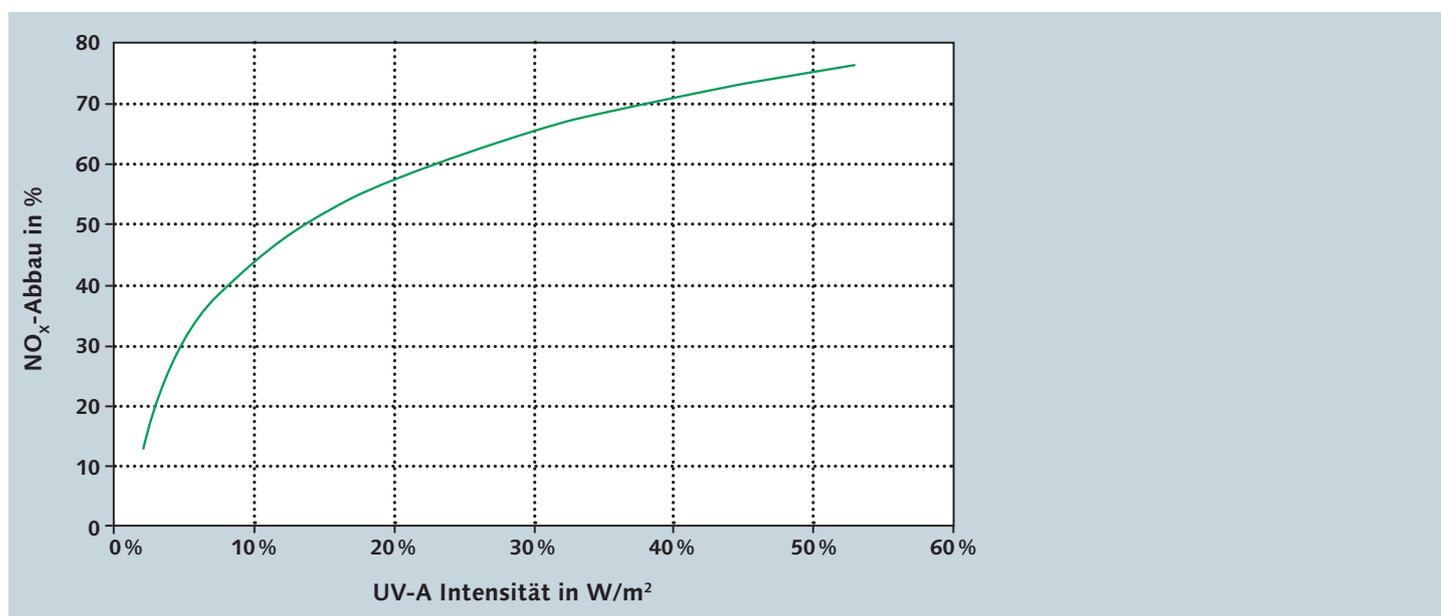


Bild 6: NO_x -Abbau in Abhängigkeit von der UV-A Intensität

Übertragbarkeit der Laborergebnisse in die Praxis

Die Problematik bei der Einstufung von photokatalytisch aktiven Betonoberflächen ist, dass eine Überprüfung der Schadstoffreduzierung in einer Freilandanwendung aufgrund der Vielzahl an Einflussparametern nicht immer möglich ist, denn die vergleichenden Messungen in der Freilandanwendung werden nicht nur durch die photokatalytisch aktive Oberfläche beeinflusst, sondern immer auch durch die Variation weiterer Parameter. Entweder

es handelt sich um Messungen an unterschiedlichen Orten mit unterschiedlichen Durchlüftungsverhältnissen, oder um Messungen an einem Ort zu unterschiedlichen Zeitpunkten mit unterschiedlicher Verkehrsdichte und unterschiedlichen Witterungsbedingungen. Daher sind Laborprüfmethode auf jeden Fall sinnvoll, da sich aus Versuchsanordnungen im Labormaßstab, bei denen Stickstoffoxide über einen Probekörper strömen und deren Konzentration am Eintritt und Austritt der Prüfkammer gemessen werden, Materialkenngrößen wie die prozentuale Minde-

rungrungswirkung berechnen lassen. Diese prozentuale Minderungswirkung ist aber nicht direkt mit der Minderungswirkung in der realen Umgebung vergleichbar. Es bestand nun die Aufgabe, Labor- und Freilandexperimente mit numerischen Modellen zu simulieren, um verlässliche Aussagen für die praktische Anwendung ableiten zu können. Dazu hat Heidelberg-Cement eine Studie anfertigen lassen. Die Ergebnisse dieser Studie werden in einem der nächsten Newsletter Technik vorgestellt werden.

[\[zurück ...\]](#)

Impressum: Schlussverantwortung Eckhard Bohlmann, Leiter Entwicklung und Anwendung, Deutschland.

Hinweis: Sollten Sie diesen Newsletter abbestellen wollen, schicken Sie uns bitte eine kurze E-Mail mit dem Betreff „Abbestellung Newsletter Technik“ an tecletter@heidelbergcement.com