

DIN EN 16845-1



ICS 25.220.20

**Photokatalyse –
Schmutzabweisende chemische Aktivität unter Verwendung
adsorbierender organischer Stoffe im Zustand fest/fest –
Teil 1: Farbstoffe auf porösen Oberflächen;
Deutsche Fassung EN 16845-1:2017**

Photocatalysis –
Anti-soiling chemical activity using adsorbed organics under solid/solid conditions –
Part 1: Dyes on porous surfaces;
German version EN 16845-1:2017

Photocatalyse –
Activité chimique anti-salissures à l'aide de matières organiques adsorbées dans des
conditions solide/solide –
Partie 1: Colorants sur des surfaces poreuses;
Version allemande EN 16845-1:2017

Gesamtumfang 30 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 16845-1:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 386 „Photokatalyse“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-02-93 AA „Photokatalyse“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Der Text dieser Norm enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheit (bar). Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheit im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr auf Grund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen nicht zulässig ist. Umrechnung: 1 bar = 10⁵ Pa.

Der im Europäischen Vorwort genannte Teil 2 „Künstliche Bewitterung“ dieser Normenreihe befindet sich noch in der Erarbeitung.

Hinweise zur Übersetzung der englischen Referenzfassung:

In der englischen Referenzfassung wurde z. B. „*f*“ „volumetric spraying flow (cm³ s⁻¹)“ mit „*f*“ „Sprühmenge, in cm³ s⁻¹“ übersetzt, da nicht ein „Durchfluss“ versprüht wird, sondern eine „Menge“. Außerdem muss z. B. nach 8.2.3 „das Auffangen einer messbaren Menge auf der Waage, im Grammbereich, möglich sein“. Entsprechendes gilt für „*F_i*“ „mass flow (g s⁻¹)“, das mit „*F_i*“ „Durchflussmenge, in g s⁻¹“ übersetzt wurde. In Tabelle 1 und in 7.2 steht „MW“ für das englische „molecular weight“ (de: Molekülmasse).

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechende Deutsche Norm hingewiesen:

ISO 5725-2 siehe DIN ISO 5725-2

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 5725-2, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 2: Grundlegende Methode für die Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichpräzision eines vereinheitlichten Messverfahrens*

Deutsche Fassung

Photokatalyse —
Schmutzabweisende, chemische Aktivität unter Verwendung
adsorbierender organischer Stoffe im Zustand fest/fest —
Teil 1: Farbstoffe auf porösen Oberflächen

Photocatalysis —
Anti-soiling chemical activity using adsorbed organics
under solid/solid conditions —
Part 1: Dyes on porous surfaces

Photocatalyse —
Activité chimique anti-salissures à l'aide de matières
organiques adsorbées dans des conditions solide/solide —
Partie 1: Colorants sur des surfaces poreuses

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 14. November 2016 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Symbole und Abkürzungen	6
5 Kurzbeschreibung	7
6 Geräte	7
6.1 Sprühsystem	7
6.2 Analysenwaage	9
6.3 Remissionsspektrometer	10
6.4 Lichtquelle	10
6.5 Weitere experimentelle Voraussetzungen	10
7 Materialien	10
7.1 Verwendete Farbstoffe	10
7.2 Herstellen der Sprühlösung	11
7.3 Proben	11
7.4 Weitere experimentelle Voraussetzungen	11
8 Durchführung	12
8.1 Allgemeine Aspekte	12
8.1.1 Allgemeines	12
8.1.2 Grundeinstellungen und Kalibrierung	12
8.1.3 Messung der Reflexionsspektren der Oberfläche	12
8.2 Optimierung der Versuchsanordnung	12
8.2.1 Allgemeines	12
8.2.2 Optimierung des Sprühabstands und der Sprühmenge	12
8.2.3 Messung der Sprühmenge	13
8.2.4 Bewertung der Abscheiderate (DR)	13
8.3 Durchführung der Prüfung	14
8.3.1 Bewertung der Kalibrierfunktion des Verschmutzungsparameters	14
8.3.2 Wahl der für die Bestrahlung mit Farbstoff bedeckten Probe	14
8.3.3 Bewertung der photokatalytischen Selbstreinigungswirkung	15
8.3.4 Ergebnisse	15
9 Berechnung	15
9.1 Allgemeines	15
9.2 Sprühmenge (f)	16
9.3 Verschmutzungsparameter	16
9.4 Bedeckte Fläche	17
9.5 Abscheiderate	17
9.6 Norm-Sprühzeit	18
9.7 Kalibrierfunktion des Verschmutzungsparameters	18
9.8 Nach unterschiedlichen Bestrahlungszeiten auf der Probenoberfläche verbleibender Farbstoff (β_i)	19
9.9 Halbwertszeit des Farbstoffes	19
10 Präzision und Vergleichpräzision	20
11 Prüfverfahren für Proben mit geringer bis unwesentlicher Wirkung	20

12 Prüfbericht..... 20

Anhang A (informativ) Typische Messwerte 21

A.1 Allgemeines 21

A.2 Optimierung der Sprühbedingungen (Beispiel) 21

A.3 Messung der Sprühmenge (Beispiel) 22

A.4 Messung der bedeckten Fläche (Beispiel)..... 23

A.5 Bewertung der Kalibrierfunktion des Verschmutzungsparameters (Beispiel)..... 24

A.6 Bewertung der Selbstreinigungswirkung (Beispiel)..... 26

Literaturhinweise..... 28

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 16845-1:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 386 „Photokatalyse“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2017 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

EN 16845, *Photokatalyse — Schmutzabweisende chemische Aktivität unter Verwendung adsorbierender organischer Stoffe im Zustand fest/fest* besteht aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: *Farbstoffe auf porösen Oberflächen;*
- Teil 2: *Künstliche Bewetterung.*

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt ein Prüfverfahren für die Bewertung der photokatalytischen Selbstreinigungswirkung von Materialien mit photokatalytischer Aktivität fest, üblicherweise auf Basis von halbleitenden Metalloxiden, z. B. Titandioxid, durch Messung der Entfärbungsfähigkeit bei Bestrahlung mit UV-Licht (UV-A) einer mit einer Farbstofflösung besprühten und getrockneten Probe unter fest/fest-Bedingungen.

Diese Europäische Norm ist zur Anwendung bei opaken rauen Oberflächen verschiedener Art vorgesehen, z. B. Baustoffe in Form von Blechen, Brettern oder Platten, die die Grundformen von Materialien für verschiedene Anwendungen darstellen.

Diese Europäische Norm gilt außerdem für Gewebe, Kunststoffe oder Verbundstoffe, die photokatalytische Materialien enthalten, die in Aceton nicht löslich sind. Diese Europäische Norm gilt nicht für photokatalytisches Glas, photokatalytische Granulate (außer sie wurden als Kompaktfolie oder kompakte Schicht auf einer flachen, festen Oberfläche aufgetragen) und flache, nichtporöse photokatalytische Materialien.

Das Verfahren bewertet nur die Selbstreinigungsfähigkeit des Materials bei Bestrahlung mit UV-Licht. Es kann nicht angewendet werden, um andere Leistungsattribute photokatalytischer Materialien zu bewerten, d. h. Zersetzung von Wasserverunreinigungen in flüssigen oder gasförmigen Phasen, die mit dem Material in Berührung kommen, und Antibeschlagwirkung und antibakterielle Wirkung.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

CEN/TS 16599, *Photokatalyse — Bestrahlungsbedingungen zum Prüfen photokatalytischer Eigenschaften von halbleitenden Werkstoffen und die Messung dieser Bedingungen*

CEN/TS 16981, *Photokatalyse — Glossar der Begriffe*

EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2005)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach CEN/TS 16981 und die folgenden Begriffe.

3.1

Selbstreinigung

Fähigkeit eines Materials, sauber zu bleiben oder sich selbst zu reinigen, wenn die Oberfläche verschmutzt ist

3.2

photokatalytische Selbstreinigung

Selbstreinigungsfähigkeit eines Materials durch die Bestrahlung der Materialoberfläche mit UV-, sichtbarem und IR-Licht (UV-VIS-IR)

3.3

Sprühabstand

Abstand von der Sprühdüsenöffnung (siehe Versuchsanordnung) zur Probenoberfläche

3.4**bedeckte Fläche****CA**

(en: covered area)

Fläche der Probe, wo die Farbintensität $\geq \exp(-2) \approx 13,5$ % der höchsten Intensität ist**3.5****Verschmutzungsparameter****DP**

(en: dirt parameter)

auf der Probenoberfläche versprühte oder haftende Farbstoffmenge

3.6**Kalibrierfunktion des Verschmutzungsparameters**

mathematische Funktion, die den Zusammenhang zwischen dem Verschmutzungsparameter und der auf der Probenoberfläche versprühten Farbstoffmenge beschreibt

4 Symbole und Abkürzungen

a, b, c	konstante Polynomparameter, durch die Anpassung nach Gleichung (7) erhalten
$A_{\text{net}}(\lambda)$	Nettoextinktion der Farbstoffbedeckung auf der Probenoberfläche bei der Wellenlänge λ
CA	bedeckte Fläche (en: covered area), in cm^2
C_{dye}	Farbstoffkonzentration in der Sprühlösung, in g cm^{-3}
d_{ac}	Dichte von Aceton bei der Messtemperatur, in g cm^{-3}
DP	Verschmutzungsparameter (en: dirt parameter), in nm: der Parameter wird abhängig vom Kontext indiziert
DR	Abscheiderate (en: deposition rate), in $\text{g s}^{-1} \text{cm}^{-2}$
f	Sprühmenge, in $\text{cm}^3 \text{s}^{-1}$
F_i	Durchflussmenge, in g s^{-1}
k_{dye}	kinetische Konstante erster Ordnung des festgelegten Farbstoffes für die photokatalytische Selbstreinigung, in min^{-1}
MW	Molekülmasse (en: molecular weight)
n	Anzahl der Schritte bei der Abscheidung des Farbstoffes auf der Probenoberfläche; üblich ist $n = 5$, kann aber größer sein, wenn die Oberfläche übermäßig feucht ist
$R(\lambda)$	spektraler Reflexionsgrad der Probenoberfläche bei der Wellenlänge λ ; $R(\lambda)$ hat die Indizes i und j , die sich auf die Schritte beim Sprühen bzw. Bestrahlen beziehen
$R_{\text{background}}(\lambda)$	Reflexionsgrad der ursprünglichen Oberfläche bei der Wellenlänge λ ;
SC	Norm-Farbstoffbedeckung (en: standard dye covering) nach Tabelle 2, in g cm^{-2}
T	Temperatur, in $^{\circ}\text{C}$
t_i	Bestrahlungszeit, in min
t^{spr}	Sprühzeit, in s, zu berechnen aus: $t^{\text{spr}} = t_{\text{std}}^{\text{spr}} / n$

W	Halbwertsbreite (FWHM, en: full width at half maximum) vom Farbpeak des versprühten Farbstoffes, in nm
β	mittlere Farbstoffbedeckung auf der Oberfläche, in g cm^{-2} ; die Indizes i und j beziehen sich auf die Schritte beim Sprühen bzw. Bestrahlen
β_0	größte mittlere Farbstoffbedeckung auf der Oberfläche bei t_{std}^{spr} , in g cm^{-2}
λ	Wellenlänge, in nm
λ_{max}	Wellenlänge mit der höchsten Extinktion, in nm
t_{std}^{spr}	Norm-Sprühzeit, in s
$\tau_{1/2}^{dye}$	Halbwertszeit des Farbstoffes für den photokatalytischen Selbstreinigungsprozess, in min

5 Kurzbeschreibung

Diese Norm beschäftigt sich mit dem Vergleich und der Qualitätssicherung von photokatalytischen Materialien, die als selbstreinigende Materialien verwendet werden. Das beschriebene Verfahren ist dafür vorgesehen, die photokatalytische Selbstreinigung eines photokatalytischen Materials zu messen, indem die Fähigkeit des Materials bewertet wird, seine zuvor mit einer bekannten Menge an organischem Farbstoff bedeckte Oberfläche durch Bestrahlung mit ultraviolettem Licht zu reinigen. Auf die zu prüfende Oberfläche wird mit einer Sprühdüse eine kontrollierte Menge einer in einem flüchtigen Lösemittel (Aceton) gelösten Farbstofflösung gesprüht.

Das photokatalytische Material wird mit dem festen Farbstoff bedeckt. Durch Kalibrierung wird die Beziehung zwischen der versprühten Farbstoffmenge und dem photospektrometrischen Reflexionsgrad bestimmt. Die Kalibrierfunktion umfasst die Messung der Reflexionsspektren der Probenoberfläche als eine Funktion der Farbstoffbedeckung. In getrennten Versuchen werden folgende Farbstoffe verwendet: Metanilgelb, Rhodamin B und Methylenblau. Die Prüfung muss mit dem Farbstoff durchgeführt werden, der den größten optischen Kontrast zum zu prüfenden Material aufweist. Die Kriterien zur Auswahl des besten Farbstoffes sind angegeben (siehe 8.3.2). Wahlweise kann die Prüfung mit den anderen Farbstoffen durchgeführt werden, da die Reaktivität der Farbstoffe von der Probe abhängen kann. Messungen mit mehr als einem Farbstoff sind wünschenswert, aber nicht obligatorisch. Bei der mit dieser Prüfung gemessenen Selbstreinigungsaktivität muss auf den verwendeten Farbstoff verwiesen werden.

Die verschmutzte Oberfläche wird anschließend in Luft unter festgelegten Bedingungen mit UV-A-Licht bestrahlt, und der Verlust der Farbstoffmenge auf der Oberfläche wird durch Messung der Reflexionsspektren der Probenoberfläche im sichtbaren Bereich überwacht. Mithilfe der Kalibrierfunktion kann die Änderung der Reflexionsspektren mit der Kinetik des Farbstoffverlusts auf der Oberfläche in Relation gebracht werden. Die photokatalytische Selbstreinigungswirkung wird als Halbwertszeit, in min, der auf der Oberfläche abgeschiedenen Farbstoffe bestimmt.

6 Geräte

6.1 Sprühsystem

Das in dieser Norm beschriebene Verfahren beruht auf der Möglichkeit, die Probenoberfläche auf kontrollierte Weise mit Farbstoff zu bedecken. Ein in flüchtigem Lösemittel (Aceton) gelöster Farbstoff (Farbstofflösung) muss mit einem Sprühsystem auf die Probenoberfläche gesprüht werden. Das Sprühsystem besteht aus einer Probenhalterung und einem Drucksystem, mit dem die Farbstofflösung für unterschiedlich lang festgelegte Zeiträume über die Probe gesprüht werden kann. Die Farbstofflösung muss mit einer Sprühdüse versprüht werden, die einen kreisförmigen Farbstofffleck bildet. Das führt zu einer Normalverteilung (Gauß-Verteilung) der Farbstoffmenge im Farbstofffleck auf der Oberfläche. Die auf der Probe versprühte Lösungsmenge wird durch Ändern der Sprühzeit t^{spr} mittels Zeitgeber geregelt, der den Durchfluss der Farbstofflösung auf $\pm 0,01$ s öffnet und schließt. Der relative Abstand und die Ausrichtung zwischen Sprühdüse und