

**EN 45545-2:2013 + A1:2015  
und 2020 + A1:2023**

**Brandschutz in Schienenfahrzeugen –  
Optische Rauchdichte und Rauchgas-  
toxizität nach ISO 5659-2  
EN 17084 Verfahren 1**

**EN 45545-2:2013 + A1:2015  
and 2020 + A1:2023**

**Fire protection on railway vehicles –  
Smoke optical density and toxicity  
according to ISO 5659-2  
EN 17084 Method 1**

## Übersicht

Die EN 45545-2 stellt an flächige Produkte (z.B. Wand- und Deckenverkleidungen, Bodenbeläge, Sitzschalen und -polster) in Schienenfahrzeugen spezifische Anforderungen hinsichtlich ihres Rauchdichte- und Rauchgastoxizitätspotenzials. Die Anforderungen richten sich nach dem Einsatzbereich des Produkts und nach der Gefährdungstufe (HL) des Schienenfahrzeugs.

## Prüfmethode

Die optische Rauchdichte und die Rauchgastoxizität werden gemeinsam in der Prüfkammer nach ISO 5659-2 bestimmt.

Die Prüfung erfolgt an horizontal ausgerichteten Prüfkörpern (Abb. 1). Ein oberhalb angeordneter Wärmestrahler beansprucht die Prüfkörper thermisch mit konstanter Bestrahlung. Diese beträgt nach EN 45545-2 entweder  $50 \text{ kWm}^{-2}$  oder  $25 \text{ kWm}^{-2}$  und richtet sich nach dem Einsatzbereich des zu prüfenden Produktes. Bei der geringeren Strahlungsintensität ist ein zusätzlicher Zündbrenner zu verwenden.

Die freigesetzten Rauchgase werden über einen Zeitraum von 10 min in der Kammer (Abb. 2) gesammelt und dabei die optische Rauchdichte kontinuierlich bestimmt. Die toxischen Rauchgasbestandteile werden mit FTIR-Spektroskopie ermittelt. Dazu werden nach 4 min und 8 min Prüfdauer Rauchgase in die Messzelle des FTIR-Spektrometers geleitet. Dies gilt für die Prüfung nach EN 45545-2 mit dem Ausgabedatum 2013+A1:2015. Anhand des erzeugten Absorptionsspektrums werden acht relevante toxische Leitkomponenten detektiert und quantifiziert. Für die Prüfung nach EN 17084 Verfahren 1, welche für die EN 45545-2:2020 + A1:2023 verlangt wird, werden die Rauchgase kontinuierlich über den gesamten Prüfzeitraum in die Messzelle des Spektrometers geleitet und analysiert.

## Overview

EN 45545-2 places specific requirements on flat products (e.g. wall and ceiling coverings, floorings, seat shells and upholstery) in railway vehicles with regard to their smoke density and smoke gas toxicity potential. The requirements depend on the area of application of the product and the hazard level (HL) of the railway vehicle.

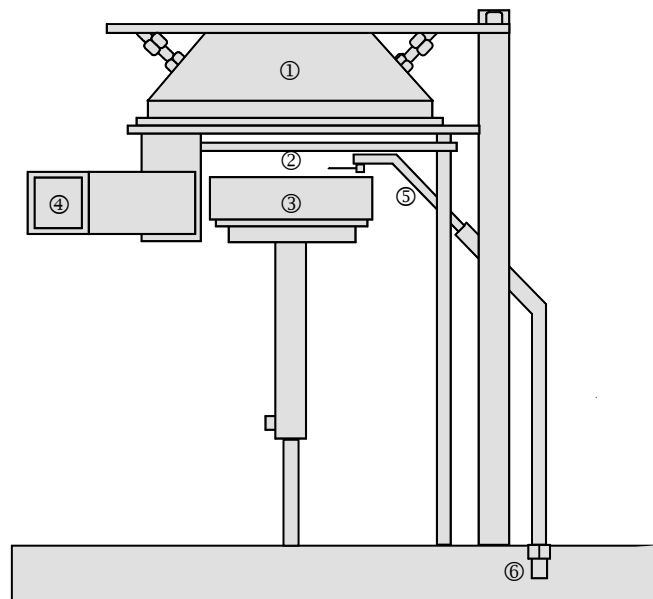
## Test Method

The optical smoke density and smoke gas toxicity are determined together in the test chamber according to ISO 5659-2.

Tests are performed on horizontal test specimens (Fig.1). A radiator cone positioned above the specimens subjects them to constant thermal irradiation. According to EN 45545-2, this is either  $50 \text{ kWm}^{-2}$  or  $25 \text{ kWm}^{-2}$  and depends on the area of application of the product to be tested. An additional pilot burner must be used for the lower radiation intensity.

The smoke gases released are collected in the chamber (Fig. 2) over a period of 10 minutes and the optical smoke density is continuously determined. The toxic smoke gas components are determined using FTIR spectroscopy. For this purpose, smoke gases are fed into the measuring cell of the FTIR spectrometer after a test duration of 4 and 8 minutes. This is valid for the test according to EN 45545-2 with the issue date 2013+A1:2015. Based on the generated absorption spectrum, eight relevant toxic key components are detected and quantified. For the test according to EN 17084 method 1, which is required for EN 45545-2:2020 + A1:2023, the flue gases are continuously fed into the measuring cell of the spectrometer and analyzed over the entire test period.

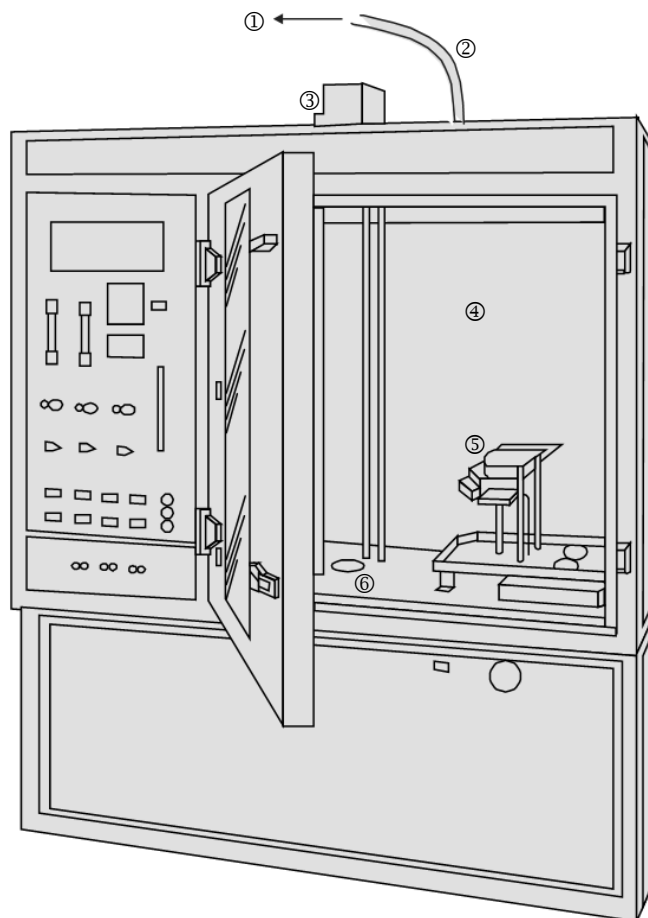
- ① Wärmestrahler
- ② Trennschild (schwenkbar)
- ③ Prüfkörperhalter
- ④ Halterung für Wärmestromsensor zur Strahlerkalibrierung
- ⑤ Zündbrenner
- ⑥ Propan/Luft-Zufuhr



- ① Radiator cone
- ② Radiator shield (rotatable)
- ③ Specimen holder
- ④ Bracket for heat flux meter for cone calibration
- ⑤ Pilot burner
- ⑥ Propane/air supply

Abbildung 1: Zersetzungsmodell nach ISO 5659-2  
 Figure 1: Decomposition apparatus according to ISO 5659-2

- ① FTIR-Spektrometer
- ② Gasprobenentnahme für Toxizitätsanalyse
- ③ Lichtmessstrecke (Detektor)
- ④ Kammer
- ⑤ Wärmestrahler
- ⑥ Lichtmessstrecke (Lichtemitter)



- ① FTIR spectrometer
- ② Gas sampling for toxicity testing
- ③ Photometric system (detector)
- ④ Chamber
- ⑤ Radiator cone
- ⑥ Photometric system (light emitter)

Abbildung 2: Prüfkammer nach ISO 5659-2  
 Figure 2: Test chamber according to ISO 5659-2

## Anzahl und Abmessungen der Prüfkörper

Für jedes Produkt werden sieben Prüfkörper mit den Maßen  $75\text{ mm} \times 75\text{ mm} \times d$  benötigt, um alle Eventualitäten der Prüfnorm abzudecken. Die Dicke  $d$  orientiert sich an der konkreten Anwendungssituation, darf jedoch nicht größer als 25 mm sein. Dickere Produkte werden an der nicht zu beanspruchenden Seite auf eine verbleibende Gesamtdicke von 25 mm zugeschnitten. Komposit-Produkte (Laminat, Polster, Anstriche, etc.) sind auch von der Rückseite zu prüfen, insofern diese im Einbauzustand potentiell einer Brandbeanspruchung ausgesetzt sein können.

Für die Produktbeurteilung werden die Mittelwerte aus drei Versuchen herangezogen. Falls einzelne Prüfergebnisse der Rauchgasdichte ohne ersichtlichen Grund um mehr als 50 % vom jeweiligen Mittelwert abweichen, sind drei weitere Prüfungen durchzuführen.

## Auswertung und Beurteilung

### Rauchdichte

Auf der Basis der gemessenen Lichttransmission wird die spezifische optische Dichte  $D_s$  des Produkts als Funktion der Prüfzeit  $t$  berechnet.

Für Produkte, die bei einer Bestrahlungsstärke von  $50\text{ kWm}^{-2}$  (ohne Zündflamme) getestet werden, erfolgt die Beurteilung durch diese Parameter:

- **$D_s(4)$** : spezifische optische Dichte des Produkts zum Zeitpunkt  $t = 4\text{ min}$  und
- **VOF4**: modifiziertes Integral der spezifischen optischen Dichte über die ersten 4 min sowie
- **$D_s(\text{max})$** : Maximum der spezifischen optischen Dichte während der Prüfdauer von 10 min (nur bei Anforderungssatz R7 und R17).

Produkte, bei denen eine Bestrahlungsstärke von  $25\text{ kWm}^{-2}$  (mit Zündflamme) anzuwenden ist, werden nur anhand der maximalen spezifischen Rauchdichte  **$D_s(\text{max})$**  beurteilt.

## Number and Dimensions of Test Specimens

A total of seven test specimens measuring  $75\text{ mm} \times 75\text{ mm} \times t$  are required for each product to cover all eventualities of the standard. The thickness  $t$  is based on the specific application situation but must not exceed 25 mm. Thicker products must be cut to a total remaining thickness of 25 mm on the side that will not be subjected to thermal irradiation. The reverse side of composite products (laminates, padding, coatings, etc.) must also be tested if these could potentially be exposed to fire when installed.

The mean values from three tests are used to assess the product. If individual test results for the smoke density deviate by more than 50 % from the respective mean value without any apparent reason, three further tests must be carried out.

## Analysis and Evaluation

### Smoke density

The product's specific optical density  $D_s$  is calculated as a function of the test time  $t$  based on the measured light transmission.

For products tested at an irradiance of  $50\text{ kWm}^{-2}$  (without pilot flame), the assessment is based on these parameters:

- **$D_s(4)$** : specific optical density of the product at time  $t = 4\text{ min}$  and
- **VOF4**: modified integral of specific optical density over the first 4 min, as well as
- **$D_s(\text{max})$** : maximum of the specific optical density during the test period of 10 mins (only for requirement set R7 and R17).

Products for which an irradiance of  $25\text{ kWm}^{-2}$  (with pilot flame) is to be used are only assessed on the basis of the maximum specific smoke density  **$D_s(\text{max})$** .

## Rauchgastoxizität

Die nach 4 und 8 Minuten Prüfdauer aus der Kammer entnommenen Gasproben werden bezüglich der folgenden acht akut inhalationstoxischen Rauchgaskomponenten quantitativ analysiert:

## Smoke gas toxicity

The gas samples taken from the chamber after a test duration of 4 and 8 minutes are quantitatively analyzed with regard to the following eight acutely inhalation-toxic components:

Tab 1: Zu analysierende Rauchgaskomponenten und Referenzkonzentrationen  
 Tab 1: Gas components to be analyzed and reference concentrations

Rauchgaskomponente <i>Gas component</i>		Referenzkonzentration in $\text{mgm}^{-3}$ <i>Reference concentration in <math>\text{mgm}^{-3}</math></i>
Kohlendioxid <i>Carbon dioxide</i>	CO <sub>2</sub>	72000
Kohlenmonoxid <i>Carbon monoxide</i>	CO	1380
Fluorwasserstoff <i>Hydrogen fluoride</i>	HF	25
Chlorwasserstoff <i>Hydrogen chloride</i>	HCl	75
Bromwasserstoff <i>Hydrogen bromide</i>	HBr	99
Cyanwasserstoff <i>Hydrogen cyanide</i>	HCN	55
Stickoxide <i>Nitrogen oxides</i>	NO <sub>x</sub>	38
Schwefeldioxid <i>Sulfur dioxide</i>	SO <sub>2</sub>	262

Die Rauchgastoxizität eines Produktes wird durch den **CIT-Wert** (*Conventional Index of Toxicity*) beurteilt:

$$CIT = 0,085 \cdot \sum_{i=1}^8 \frac{c_i}{C_i}$$

$c_i$  Konzentration der i-ten Rauchgaskomponente in der Kammer nach 4 min bzw. 8 min Prüfdauer in  $\text{mgm}^{-3}$ .

$C_i$  Referenzkonzentration der i-ten Rauchgaskomponente gemäß Tabelle 1 in  $\text{mgm}^{-3}$ . (siehe Tab. 1)

Der CIT-Wert wird für beide Analysenzeitpunkte (4 min und 8 min, jeweils als Mittelwert aus drei Versuchen) bestimmt. Der höhere Wert ist maßgebend für die Produktbeurteilung in der EN 45545-2.

In Tabelle 5 der EN 45545-2 sind die Werkstoffanforderungen an die Rauchdichte und die Rauchgastoxizität von gelisteten Produkten zusammengefasst.

A product's smoke toxicity is evaluated by means of its **CIT-value** (*Conventional Index of Toxicity*):

$$CIT = 0.085 \cdot \sum_{i=1}^8 \frac{c_i}{C_i}$$

$c_i$  Concentration of i-th gas component in the chamber after 4 mins/8 mins in  $\text{mgm}^{-3}$ .

$C_i$  Reference concentration of i-th gas component according to Table 1 in  $\text{mgm}^{-3}$ . (see Tab. 1)

The CIT-value is determined for both analysis periods (4 min and 8 min, in each case as the mean of three experiments). The higher value is decisive for the product evaluation in EN 45545-2.

Table 5 of EN 45545-2 summarizes the material requirements for smoke density and smoke gas toxicity of listed products.

Die CURRENTA Brandtechnologie ist ein durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkKS) nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die akkreditierten Prüfverfahren sind in der Anlage der Urkunde aufgeführt und umfassen nationale, europäische und internationale Brandprüfmethoden für den Verkehrssektor sowie den Bau-, Elektro- und Konsumgüterbereich.

*CURRENTA's Fire Technology Department is a testing laboratory accredited to DIN EN ISO/IEC 17025 by the Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkKS). The accredited test procedures are specified in the annex to the certificate and cover national, European and international fire test methods for the transportation sector and for the construction, electrical and consumer goods industries.*



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-PL-14097-01-02

Für diese Prüfverfahren ist die CURRENTA Brandtechnologie berechtigt, das kombinierte MRA-Zeichen der DAkKS und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zu nutzen. Damit wird national und international anerkannt, dass die CURRENTA Brandtechnologie die in der Akkreditierungsurkunde aufgeführten Prüfleistungen kompetent durchführen kann.

*For these test procedures, CURRENTA's Fire Technology Department is entitled to use the combined MRA mark of the DAkKS and the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). The competence of CURRENTA's Fire Technology Department to perform the test procedures listed in the accreditation certificate is thus recognized nationally and internationally.*

Die Messunsicherheit der Prüfverfahren wird für eine Konformitätsaussage nicht mitberücksichtigt. Durch Befolgen der Festlegungen des normativen Prüfverfahrens werden die Anforderung zur Berücksichtigung der Messunsicherheit erfüllt. Darüber hinaus stellt die CURRENTA Brandtechnologie eine gleichbleibend hohe Qualität der Prüfergebnisse durch die regelmäßige Teilnahme an Rundversuchen, organisiert z. B. von CERTIFER oder ISO, sicher.

*The measurement uncertainty is not taken into account for the statement of conformity assessment. By following the normative test procedure the requirement for taking into account the measurement uncertainty is fulfilled. In addition CURRENTA's Fire Technology Department ensures the consistently high quality of its test results through regular participation in round robin tests, organized for example by CERTIFER or ISO.*

CURRENTA GmbH & Co. OHG  
CUR-SIT-ANT- FMA Brandtechnologie  
CHEMPARK, Gebäude B411  
D-51368 Leverkusen

CURRENTA GmbH & Co. OHG  
CUR-SIT-ANT-FMA Fire Technology  
CHEMPARK, Building B411  
D-51368 Leverkusen



Die Inhalte dieses Informationsblattes wurden mit größter Sorgfalt erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte können wir jedoch keine Gewähr übernehmen.

*Please note that we have compiled the information provided in this brochure to the best of our knowledge. However, no warranty is given for the completeness or correctness of this information.*