

# Verfahrensentwicklung zur Messung des Rauchaufkommens bei der Prüfung des Brandverhaltens von Fußbodenbelägen

## Development of a method for measuring the smoke volume accumulating when testing the reaction-to-fire behaviour of floor coverings

### Projektleiterinnen

#### Project leaders:

Christine Kniest,  
Petra Schulz

### Projektbearbeiter

#### Person in charge:

Robert Piatkowiak

### Fördermittelgeber

#### Co-funded by:

BMW i (IGF)

### AUSGANGSSITUATION UND ZIELSTELLUNG

In Europa erfolgt die Prüfung zur Klassifizierung des Brandverhaltens von Bodenbelägen gemäß EN 9239-1 nach dem Radiant Panel Test. Dabei wird die Brandausbreitung entlang des brennenden Probekörpers, gemessen als zurückgelegte Brennstrecke der Flammenfront in Abhängigkeit von der Versuchszeit, bis zum Erlöschen der Flammen bzw. bis Versuchsende aufgezeichnet. Neben der Brandausbreitung wird die Rauchentwicklung beurteilt. Messgröße ist dabei die Lichtschwächung im Abzugsschacht infolge des Brandrauches. Die große Messunsicherheit bei der Bewertung der Rauchentwicklung von Bodenbelägen führt dazu, dass die Einhaltung der Rauchklasse s1 nicht exakt geprüft wird. Wird der existierende Grenzwert des Rauchdichteintegrals für s1 überschritten, erfolgt unabhängig von der Brandausbreitung die Einstufung in Klasse s2 mit der resultierenden Folge der bauaufsichtlichen Herabstufung als „normalentflammbar“. Aus diesem Defizit resultierte das Ziel, erweiterte Kalibrier- und Prüfprozeduren in Ergänzung zur EN 9239-1 zu entwickeln, um die Rauchklassifizierung von Bodenbelägen auf Basis objektiver, präziser Prüfergebnisse und angemessener Anforderungswerte vornehmen zu können.

### INITIAL SITUATION AND OBJECTIVE

In Europe, the classification of the reaction-to-fire behaviour of floor coverings is tested acc. to EN ISO 9239-1 using the Radiant Panel Test. In this test, the fire spread along the burning test sample, measured as the distance covered by the flame front as a function of the test time, is recorded until the flames are extinguished or until the end of the test. Apart from the spread of the fire, the smoke development is also assessed. The measured parameter is the light attenuation in the fume stack caused by the smoke from the fire. The large measurement uncertainty when assessing the smoke development of floor coverings means that compliance with smoke class s1 is not tested exactly. If the existing limit value of the smoke density integral for s1 is exceeded, classification in class s2 takes place irrespective of the fire spread, with the resulting consequence of the downgrading as “normally flammable” by building authorities. This deficit resulted in the objective of developing extended calibration and test procedures in addition to EN ISO 9239-1 to allow smoke classification of floor coverings on the basis of objective, precise test results and appropriate requirement values.



Abb. 1: Heptanverbrennung in 3 Brennschalen am Fußbodenprüfstand Radiant-Panel

Fig. 1: Heptane incineration in three combustion bowls at the flooring test device Radiant-Panel

## VORGEHENSWEISE

Initial wurden verschiedene Referenzmaterialien zusammengestellt. Dazu gehörten Fußbodenbeläge, die signifikante Unterschiede in der Rauchentwicklung beim Abbrand zeigten. Außerdem war ein Generator zur definierten Referenzraucherzeugung einzusetzen, um z. B. den Einfluss der Lichtmessstrecke zu untersuchen. Ein geeigneter Referenzbrennstoff wurde festgelegt, auf dessen Basis Einflussgrößen beim Abbrand untersucht und Kalibrieralgorithmen ermittelt werden konnten. Unter Zuhilfenahme der jeweiligen Referenzen erfolgte die Analyse möglicher Einflüsse auf die Rauchmessung z. B. unter Berücksichtigung des Typs der Lichtmessstrecke, technischer Einbauten in der Lichtmessstrecke oder der Prüfbedingungen (Temperatur, Spülluft, Abluftstrecke, Referenzmaterial). Weiter wurde die Rauchentwicklung am Cone-Kalorimeter (ISO 5660) für den Referenzbrennstoff und die Referenzbodenbeläge untersucht, um Anforderungswerte für Algorithmen zur Rauchklassifizierung unter Berücksichtigung der Einflussgrößen auf die Rauchmessung nach EN 9239-1 abzuleiten. Dazu gehörte außerdem die Untersuchung der Referenzmaterialien in verschiedenen Anlagen, um deren technische Spezifik zu berücksichtigen.

## APPROACH

In a first stage, several reference materials were compiled. They included floor coverings that showed significant differences in smoke development when burning. Besides, a generator for defined referential smoke generation was to be used to investigate the influence of the light measurement section, for example. An appropriate referential fuel was determined, on the basis of which influential parameters could be investigated during burning and calibration algorithms could be established. With the help of the respective references, possible influences on smoke measurement were analysed, e.g., considering the type of the light measurement section, technical installations in the light measurement section or the test conditions (temperature, purge air, exhaust air section, reference material). In addition, the smoke development at the Cone calorimeter (ISO 5660-1) was investigated for the referential fuel and the referential floor coverings in order to derive the requirement values for algorithms for smoke classification considering the variables influencing smoke measurement acc. to EN ISO 9239-1. This also included the investigation of referential materials in various test devices to take into account their technical specifics.

## ERGEBNISSE

Bei den in den Prüfanlagen zur Verbrennung des ermittelten Referenzbrennstoffes Heptan durchgeführten Untersuchungen (gemäß EN 9239-1) wurde vornehmlich konvektiv dominiertes Brandverhalten beobachtet. Dieses konnte durch unterschiedliche Strömungsbedingungen im Abzugsschacht und die Umgebungsbedingungen (Prüfraum, Außenklima) wesentlich beeinflusst werden. Schlussfolgerung daraus war, dass anlagenspezifische Unterschiede durch eine definierte Heptan-Verbrennung äquivalent im Vergleich der Rauchparameter abgebildet und anlagenspezifische Korrekturwerte abgeleitet werden können. Die stufenweise Rauchentwicklung wurde durch jeweils 1, 2 bzw. 3 Brennschalen gleicher Bauart simuliert. Ein Abstand zwischen den Schalen von 10 cm erwies sich als ausreichend, um bei multiplem Abbrand (Abb. 1) eine das Ergebnis verfälschende Intensivierung des Verbrennungsprozesses durch benachbarte Schalen auszuschließen.

Aufgrund der in den Untersuchungen experimentell bestätigten hinreichenden Proportionalität zwischen Rauchaufkommen und Brennstoffoberfläche wurde gezeigt, dass bei der Heptan-Verbrennung in  $N = 1, 2, 3$  Brennschalen eine 3-Punkt-Kalibrierung zielführend ist. Bestätigt wurde, dass der vorgeschlagene Proportionalitätsfaktor  $C_i$  (Abb. 2) anlagenspezifische Besonderheiten wie strömungstechnische und thermodynamische Unterschiede authentisch quantitativ widerspiegelt. Bei denen in der nachfolgenden Abbildung benannten Anlagen handelt es sich um Anlagen, die z. B. Unterschiede im Prüfraumvolumen oder in der Strahlertemperatur aufwiesen. Alle diese Anlagen arbeiten mit einem Weißlicht-Laser in der Lichtmessstrecke.

## RESULTS

In the investigations (acc. to EN ISO 9239-1) in the fire-testing devices to incinerate the determined referential fuel heptane, preferably convectively dominated reaction to fire was observed. This could be influenced substantially by various flow conditions in the fume stack and by the ambient conditions (test room, outdoor climate). It could be concluded that facility-specific differences can be reflected equivalently by a defined heptane combustion in comparison with the smoke parameters and facility-specific correction values can be derived. The incremental smoke development was simulated by one, two or three combustion bowls of the same type. A distance of 10 cm between the bowls proved to be sufficient to preclude an intensification of the combustion process by neighbouring bowls, which would compromise the result during multiple combustion (Fig. 1).

Based on the sufficient and by the experiments confirmed proportionality between the smoke volume accumulation and the burning fuel surface, it could be shown that in heptane combustion in  $N = 1, 2, 3$  combustion bowls a three-point calibration is goal-oriented. Confirmation was found that the suggested factor of proportionality  $C_i$  (Fig. 2) reflects facility-specific characteristics, such as flow-relevant and thermodynamic differences, authentically and quantitatively. The test devices shown in the following illustration differ in, for example, the test room volume and the radiator temperature. All these test devices work with a white-light source in the light measurement section.

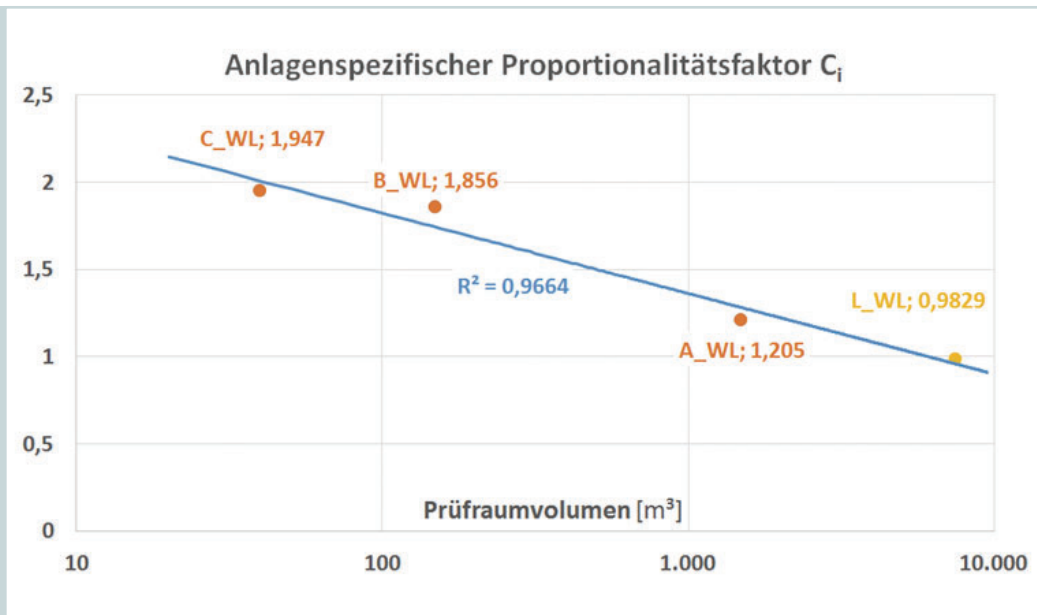


Abb. 2: Anlagenspezifische Proportionalitätsfaktoren  $C_i$  in Abhängigkeit von der Prüfraumgröße der Prüfanlagen nach EN 9239-1 (Anlagen L, A-C) mit Weißlicht-Lichtmessstrecke (WL), ermittelt auf Basis einer Heptan-Verbrennung

Fig. 2: Facility-specific proportionality factor  $C_i$  in dependence on the test room volume of the test facilities acc. to EN ISO 9239-1 (test devices L, A-C) with a white-light measurement section (WL), established by way of heptane combustion

## AUSBLICK

Die Überprüfung der für ausgewählte  $C_i$  berechneten Korrekturwerte für das Rauchdichteintegral lieferten an den Referenzfußbodenbelägen gute Übereinstimmungen. Neben der Bestimmung des Proportionalitätsfaktors  $C_i$  sind jedoch Einflussgrößen wie z. B. die Spülluftzufuhr, der Typ der Lichtmessstrecke oder die Umgebungsbedingungen weiter zu optimieren, z. B. durch exakte und sorgfältige Anwendung der erarbeiteten Kalibrier- und Prüfabfolgen.

## OUTLOOK

The check of the correction values calculated for the selected  $C_i$  for the smoke density integral provided good agreement with the referential floor coverings. However, apart from determining the proportionality factor  $C_i$ , influential variables, such as the purge air supply, the type of the light measurement section, the ambient conditions need to be optimised further, e.g., by exactly and thoroughly applying the established calibration and testing routines.