

**IGF-Forschungsvorhaben 2020 BR**

## **SmokeFL**

**Verfahrensentwicklung zur objektiven Bemessung des Rauchaufkommens bei der Prüfung des Brandverhaltens von Bodenbelägen für die Konsolidierung der Präzision und praxisrelevanter Anforderungswerte zur Rauchklassifizierung**

**Durchgeführt von:**

**Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH (IHD)**

**Projektleitung: Dipl.-Ing. Christine Kniest**

**Laufzeit: 01.06.2018 - 31.05.2021**

## Ausgangssituation und Zielstellung

In Europa erfolgt die Prüfung zur Klassifizierung des Brandverhaltens von Bodenbelägen gemäß EN 9239-1 nach dem Radiant Panel Test. Die Brandausbreitung entlang des brennenden Probekörpers, gemessen als zurückgelegte Brennweite der Flammenfront in Abhängigkeit der Versuchszeit, wird 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. Im Brandfall ist die Rauchentwicklung die Hauptursache für Todesfälle. 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“.

Ziel des Forschungsvorhabens war es deshalb, 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 mit den Teilzielen:

- **Reduzierung** der hohen Ungenauigkeit bei Bestimmung des Rauchdichteintegrals über Lichttransmissionsmessung im Rauchabzug,
- **Analysieren** möglicher Einflüsse auf die Rauchmessung unter Berücksichtigung
  - der Kalibrierung auf Basis optischer Filter
  - technischer Einbauten in der Lichtmessstrecke
  - Prüfbedingungen (Umgebung, Referenzmaterial)
- **Verfahrensentwicklung** zur objektiven Rauchmessung
  - Berücksichtigung der Rauchkalibrierung
  - Erarbeitung eines Korrekturalgorithmus zur Präzisierung des Rauchdichteintegrals
  - Vorschlag zur Verbesserung der Anforderungswerte der Rauchklassifizierung.

## Ergebnisse

Die Untersuchungen von Einflussgrößen auf die Lichttransmissionsmessung zur Rauchdichtebestimmung fanden u. a. durch den Einsatz alternativer Referenzen wie Heptan als potenzieller Referenzbrennstoff statt. Zur Verifizierung wurden dann Vergleichs- bzw. Referenzbodenbeläge mit signifikant unterschiedlicher Rauchentwicklung (siehe Abbildung 1) eingesetzt, um Fehlerquellen im Verfahren quantifizieren und priorisieren zu können.

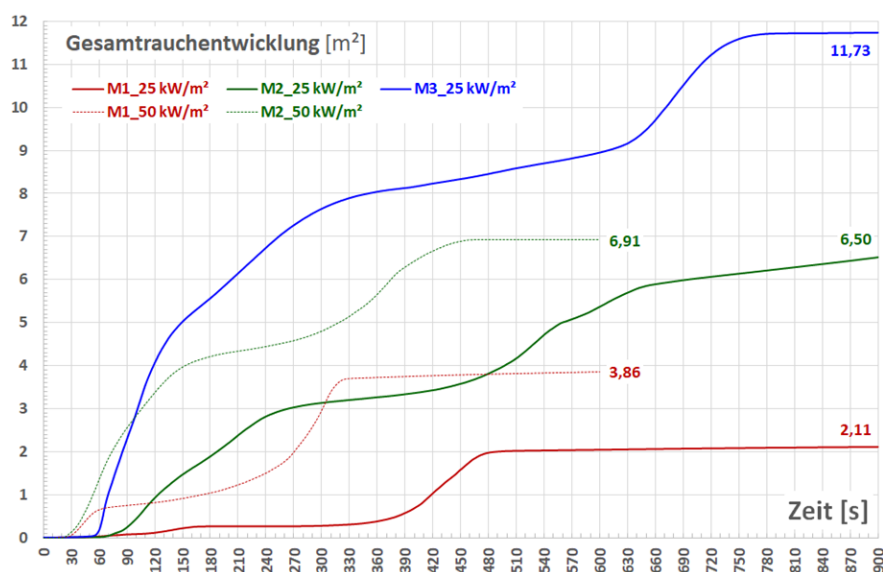


Abbildung 1: Gesamtrauchentwicklung der Referenzbodenbeläge M1 bis M3 - Vergleichsversuche am Cone-Kalorimeter bei 25 kW/m² und 50 kW/m²

Die Analyse von anlagen- und prozessspezifischen Einflussgrößen auf die Prüfergebnisse erfolgte durch Vergleichsprüfungen der Referenzbodenbeläge in verschiedenen Prüfanlagen. Die Einflüsse variierender Strömungsbedingungen und auch der Umgebungsbedingungen fanden dabei ebenfalls Berücksichtigung. Wesentliche Schwerpunkte für die **Verbesserung der Präzision der Rauchbemessung** nach EN 9239-1 wurden in der **Heptan-Kalibrierung** und den erarbeiteten **Kalibrieralgorithmen** mit Korrekturfaktor ermittelt.

### Heptan-Kalibrierung

Bei den in den Prüfanlagen zur Heptan-Verbrennung gemäß EN 9239-1 durchgeführten Versuchen wurde vornehmlich konvektiv dominiertes Abbrandverhalten von Heptan beobachtet. Dieses wurde durch unterschiedliche Strömungsbedingungen, wie beispielsweise höhere Abluftgeschwindigkeiten im Abzugsschacht, und die Umgebungsbedingungen (Größe des Prüfraumes, Außenklima) wesentlich beeinflusst. Somit können anlagenspezifische Unterschiede durch eine definierte Heptan-Verbrennung äquivalent im Vergleich der Rauchparameter abgebildet und anlagenspezifische Korrekturwerte abgeleitet werden.

Zur Gewährleistung einer höheren Genauigkeit des Verfahrens wurde eine 3-Punkt-Kalibrierung mit Niveaustufen von geringer bis starker Rauchentwicklung erarbeitet. Die stufenweise Rauchentwicklung wurde durch jeweils 1, 2 bzw. 3 Brennschalen (PS) gleicher Bauart simuliert. Um in der Praxis u. a. Abweichungen von der Horizontalen ausgleichen zu können und um bei der Heptan-Verbrennung „Kühleffekte“ zur Anlagen- und Materialschonung zu erreichen, wurde vor der Heptan-Befüllung der Schalen jeweils eine definierte Bodenschicht an Wasser eingebracht. Ferner erwies sich ein Schalenabstand zwischen den Schalen von 10 cm als ausreichend, um bei multipltem Abbrand (Abbildung 2) eine das Ergebnis verfälschende Intensivierung des Verbrennungsprozesses durch benachbarte Schalen weitestgehend auszuschließen.

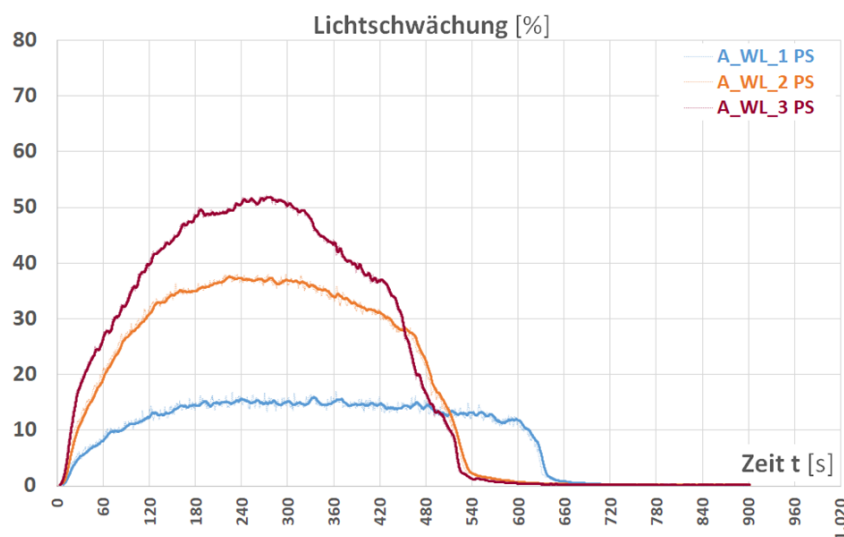


Abbildung 2: Multiple Heptanverbrennung nach EN 9239-1 in 3 Brennschalen (PS) am Fußbodenprüfstand Radiant-Panel (oben) sowie Rauchentwicklung nach EN 9239-1 bei der Heptanverbrennung in 1 bis 3 Brennschalen (PS) Ø 110 mm in Prüfanlage A und mit Weißlicht-Lichtmessstrecke (WL)

Abweichungen in der Heptanreinheit stellten im untersuchten Bereich (H95: n-Heptan  $\geq 95\%$  zur Synthese; H99: n-Heptan  $\geq 99\%$  zur Synthese) keinen signifikanten Fehlereinfluss dar, sodass dahingehende Qualitätsschwankungen bzw. -unterschiede bspw. von H99-Produkten verschiedener Hersteller nur eine untergeordnete Rolle spielen.

### Korrekturalgorithmen

Aufgrund der in den Untersuchungen experimentell bestätigten hinreichenden Proportionalität zwischen Rauchaufkommen und Brennstoffoberfläche wurde gezeigt, dass durch die Heptan-Verbrennung in N = 1, 2, 3 Brennschalen (PS) eine 3-Punkt-Kalibrierung zielführend ist. Dabei kann bestätigt werden, dass der vorgeschlagene Proportionalitätsfaktor  $C_i$  (Abbildung 3) anlagenspezifische „Besonderheiten“, wie strömungstechnische und thermodynamische Unterschiede außerhalb der in der Norm festgelegten Randbedingungen authentisch quantitativ widerspiegelt.

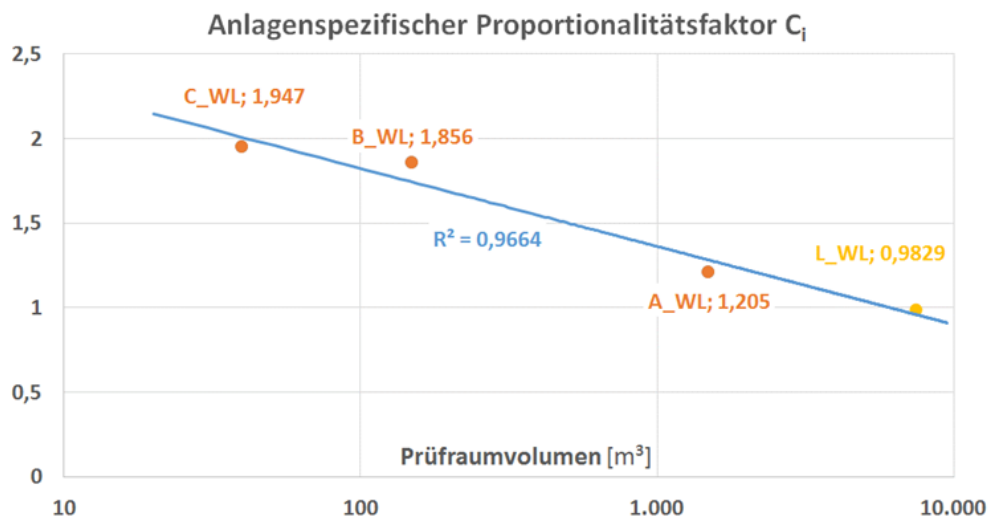


Abbildung 3: Anlagenspezifische Proportionalitätsfaktoren  $C_i$  in Abhängigkeit der Prüfraumgröße des Standortes der Prüfanlagen nach EN 9239-1 (Anlagen L, A-C) mit Weißlicht-Lichtmessstrecke (WL), ermittelt gemäß Heptan-Verbrennung nach 4.6.5

Die Überprüfung der für ausgewählte  $C_i$  berechneten Korrekturwerte für das Rauchdichteintegral lieferten an den 3 untersuchten Bodenbelägen M1-M3 im Mittel gute Übereinstimmungen. Somit kann davon ausgegangen werden, dass durch die mittels Heptan-Kalibrierung und Korrekturberechnungen mögliche Bestimmung von anlagenspezifischen Proportionalitätsfaktoren  $C_i$  eine verbesserte Präzision der Rauchbemessung nach EN 9239-1 bei der Brandprüfung von Bodenbelägen erreicht wird.

Die Einzelwerte und Variationskoeffizienten zeigen jedoch etwas größere Unterschiede mit relativen Abweichungen im Bereich von 13 % - 24 %. Das unterstreicht, dass über die Bestimmung der Proportionalitätsfaktoren  $C_i$  hinaus der Fehlereinfluss weiterer Einflussgrößen wie z. B. die Spülluftzufuhr, der Typ der Lichtmessstrecke, die Umgebungsbedingungen durch äußerst exakte und sorgfältige Anwendung der erarbeiteten Kalibrier- und Prüfabfolgen weiter zu minimieren ist.

Die im Ergebnis des Projektes vorgeschlagenen Maßnahmen legen fundierte Grundlagen zur objektiven Rauchbemessung innerhalb der EN 9239-1, die eine gute Basis für einen über die ISO/TC 92/SC 1 Fire initiation and growth (Brandentstehung und -ausbreitung) zu initiierenden Prozess der Normüberarbeitung darstellen. Dieser Überarbeitungsprozess wird innerhalb implizierter Normausschüsse eine Reihe von Fachdiskussionen und weiterer Versuche einschließlich international durchzuführender Ringversuche verlangen. Eine solche Umsetzung in die Prüfpraxis nach dem Vorgehen in der internationalen Normungsarbeit kann einen Zeitraum von mehreren Jahren umfassen.

## Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen

Die Bereitstellung eines Verfahrens zur verlässlichen Bemessung der Rauchentwicklung bei der für Bauprodukte obligatorischen Prüfung des Brandverhaltens von Bodenbelägen stellt einen wesentlichen Wettbewerbsfaktor insbesondere für mittelständischen Bodenbelagshersteller und vorwiegend KMU im Bauhandwerk und Architekturwesen in Deutschland dar. Mit einer zuverlässigen und differenzierten Rauchklassifizierung der unüberschaubaren Material- und Produktvielfalt am Bodenbelagsmarkt können Hersteller ihre Produkte mit erhöhter Brandsicherheit zu höheren Preisen verkaufen und sich gegenüber Niedrigpreisherstellern abgrenzen. Designmöglichkeiten im Objektbereich und für den Einsatz in öffentlichen Gebäuden werden durch die verbesserte Rechtssicherheit und erhöhten Brandschutz ausgebaut. Kreativen, mittelständigen Architektur- und Bauunternehmen werden erweiterte Möglichkeiten mit höheren Gewinnmargen eröffnet.

Die wirtschaftliche Bedeutung wird angesichts der Produktionszahlen der Bodenbelagsindustrie in Deutschland deutlich. Nach Angaben des GEV (Gemeinschaft Emissionskontrollierter Verlegewerkstoffe) wurden in Deutschland 2020 Bodenbeläge und Parkett im Wert von ca. 2,8 Mrd. Euro hergestellt, ein Anstieg um 1,9% zum Vorjahr. Dabei entfielen ca. 716 Mio € auf **Designbeläge** und Parkett imitierende Vinylbeläge (+ 2,7%). Klassische **elastische Bodenbeläge** wurden ca. wie 2019 umgesetzt, das entspricht ca. 567 Mio €. Für die Anwendung des entwickelten Vorgehens zur korrekten Messung des Rauchaufkommens ist das Marktvolumen leicht gewachsen und beträgt in Summe 1,74 Mrd. €.

Die Gewährleistung bzw. deutliche Einhaltung der Brandklasse s1 ist für Bodenbelagshersteller aus Deutschland ein obligatorisches Qualitätskennzeichen. Diese hohe Qualität befördert den Erhalt bzw. die Steigerung der Umsatzzahlen im internationalen Wettbewerb, insbesondere gegenüber außereuropäischer Massenware. Gerade KMU bzw. Handwerksunternehmen profitieren von einer korrekten und klar differenzierten Rauchklassifizierung.

## Danksagung

Das Forschungsvorhaben IGF 20020 BR der AiF-Forschungsvereinigung TIHD wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Dafür sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Unser Dank gilt außerdem den beteiligten Firmen der Bodenbelagsindustrie und des Maschinenbaus für die Unterstützung des Vorhabens durch Beratungsleistungen, Lieferung von Versuchsmaterial und Bereitstellung von Versuchsanlagen sowie durch aktive Mitwirkung im Projektbegleitenden Ausschuss.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Der vollständige Bericht kann bestellt werden bei:

**Trägerverein Institut für Holztechnologie Dresden e.V.**  
**Zellescher Weg 24**  
**01217 Dresden**