

Screening-Prüfverfahren für das Brandverhalten von Holzprodukten

Screening-test Method for the Reaction to Fire Performance of Wood-based Products

Projektleiterin

Project leader:

Christine Kniest

Projektbearbeiter

Persons in-charge:

Christine Kniest

Robert Piatkowiak

Fördermittelgeber

Funded by:

BMW i (INNO-KOM)

ZIELSTELLUNG

Für eine langfristige Marktakzeptanz von Bodenbelägen bzw. Oberflächenwerkstoffen mit Anteilen aus „brennbarem“ Holz ist es notwendig, diese als schwerentflammbar auszustatten. Die Bewertungen durch die geregelten Bench- bis Large-Scale Normprüfverfahren zur Produktklassifizierung bzgl. des Brandverhaltens sind aufgrund des hohen Material-, Zeit- und Kostenaufwandes als Entscheidungskriterien für Produktentwicklungen nur bedingt geeignet. Zielsetzung des Forschungsvorhabens war daher die Erarbeitung effektiver Small-Scale-Verfahren (Screening-Verfahren) für entwicklungsbegleitende Forschung an schwerentflammbaren, mehrlagigen Produkten aus Holz für den Einsatz als Bodenbelag gemäß EN 13501-1 (Bauprodukte) oder Oberflächenwerkstoff im Schiffsinnenausbau (gemäß IMO FTP Code). Als Ergebnis sollten auf der Basis geeigneter Small-Scale-Prüfparameter mathematisch-statistische Modelle hoher Genauigkeit für die Vorhersage der zugehörigen Produktklassifikationen zum Brandverhalten (EN 9239-1, IMO Res. MSC. 307(88) FTP Code 2010, Anlage 1, Teil 5) abgeleitet werden.

Durchgeführte Untersuchungen

Als Screening-Verfahren wurden primär bekannte Verfahren, wie die thermogravimetrische Analyse (DSC/TGA), die Brennwertbestimmung (ISO 1716), die Bestimmung von Entzündungszeit und Wärmefreisetzungsrate im Cone-Kalorimeter (ISO 5660-1) und

OBJECTIVE

The long-term market acceptance of floor coverings or surface materials with components of “combustible” wood requires making them resistant to fire. Evaluations by regulated bench-scale to large-scale standard test methods for product classification regarding reaction to fire are suitable as decision-making criteria for product developments only to a limited extent due to high expenses in terms of material, time and cost. Hence, the objective of the research project was to elaborate effective small-scale methods (screening methods) for development-accompanying research on flame-retardant, multi-ply products of wood for use as floor covering acc. to EN 13501-1 (Building Products) or surface material in interior shipbuilding design (acc. to the IMO FTP Code). As a result, mathematical-statistical models of high precision based on appropriate small-scale test parameters were to be derived for predicting related product classifications regarding reaction to fire (EN 9239-1, IMO Res. MSC. 307(88) FTP Code 2010, Annex 1, Part 5).

INVESTIGATIONS PERFORMED

Primarily, well-known methods, such as the thermogravimetric analysis (DSC/TGA), the determination of the calorific value (ISO 1716), the determination of the ignition time and heat-release rate in the cone calorimeter (ISO 5660-1) and the determination of the oxygen index (ISO 4589-2), were applied

die Bestimmung des Sauerstoffindex (ISO 4589-2) eingesetzt. Da beide Large-Scale Normprüfverfahren als Anforderungsparameter zur Produktklassifizierung Flame-Spread-Parameter vorgeben, d. h. Größen zur Bewertung der Flammenausbreitung entlang der Oberfläche, wurde eine erweiterte Versuchsanordnung am Cone-Kalorimeter umgesetzt, um auch im Labormaßstab neben bisherigen Parametern zur Entzündbarkeit und Wärmefreisetzung auch die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Flammenfront bewerten zu können. Die sogenannte RIFT-Anordnung (Reduced scale Ignition and Flame spread Technique, Abb. 1) beinhaltet die Drehung des Cone-Strahlers um 90° und die Anordnung einer verlängerten Probe in variablem Winkel zum Strahler, sodass nach Entzündung zusätzlich die Flammenausbreitung in Abhängigkeit der Zeit erfasst werden kann. In Voruntersuchungen wurden über die Bestimmung der Wärmestromprofile längs der Probe unter Variation der Wärmestromdichte des Cone-Strahlers

as screening methods. As both large-scale standard test methods necessitate flame-spread parameters, i.e. parameters to evaluate the spread of flames along the surface, as required parameters for product classification, the test arrangement at the cone calorimeter was extended to be able to evaluate the spread rate of the flame front on a lab-scale, in addition to the previously established parameters of ignitability and heat release. The so-called RIFT arrangement (Reduced-scale Ignition and Flame-spread Technique, Fig. 1) includes rotating the cone radiator by 90° and the placement of an extended sample in a variable angle to the radiator so that, after the ignition, also the flame spread can be recorded in dependence on time. In preliminary investigations, the test conditions were adjusted via the determination of the heat-flux profile along the sample by varying the heat-flux density of the cone radiator and the angle of the sample in such a way that conditions were achieved that were similar to those in large-scale stand-

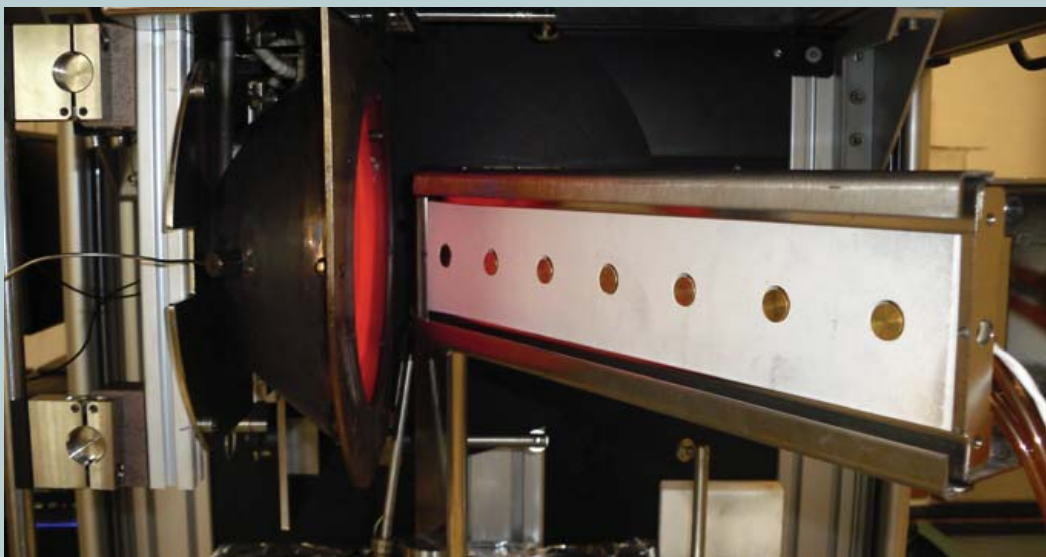


Abb. 1: RIFT-Modifizierung des Cone-Kalorimeters (nach ISO 5660) mit senkrechter Probenanordnung – Kalibrierplatte zur Wärmestromprofilmessung mit aufgeheiztem Strahler

Fig. 1: RIFT modification of the cone calorimeter (acc. to ISO 5660) with the sample arranged vertically – calibration plate for measuring the heat-flow profile, with heated-up radiator

und des Probenwinkels die Prüfbedingungen so angepasst, dass ähnliche Verhältnisse im Vergleich zu den Large-Scale Normprüfverfahren erreicht wurden. Mit den genannten Verfahren wurde abschließend ein Gesamtversuchsprogramm mit Produkten unterschiedlicher Holzarten, Dicken und Oberflächenbeschichtungen durchgeführt, um signifikante Screening-Parameter und Modelle zur Vorhersage der Klassifizierungsparameter abzuleiten.

ERGEBNISSE

Während der vergleichenden Untersuchungen hat sich das RIFT-Verfahren als deutlich beste und zureichende Screening-Methode für die Modellbildung herauskristallisiert. Die diesbezügliche Überlegenheit ist hauptsächlich auf die explizite Umsetzung einer adäquaten Flame-Spread-Prüfung in einen Small-Scale-Maßstab zurückzuführen. Gleichzeitig stehen Messparameter des Cone-Kalorimeters umfangreich zur Verfügung. Die Vorhersagemodelle mit hoher Genauigkeit (Tab. 1) sind aufgrund der inhaltlichen Äquivalenz der in den multiplen, linearen Regressionen als Einflussgrößen ausschließlich angewandten RIFT-Parameter zur Vorhersage der korrespondierenden Klassifizierungsparameter folgerichtig.

Die untersuchten Materialvarianten konnten den Wertebereich der Klassifizierungsparameter jedoch nur teilweise abdecken, sodass die Parameter der berechneten Regressionsmodelle nur entsprechend gültig sind. Durch Einbeziehung zusätzlicher Materialvarianten können die Modelle nachgeführt werden. Parameter weiterer Screening-Verfahren waren entweder nur für Einzelkomponenten

ard test methods. Finally, by involving the abovementioned methods, an overall test programme was carried out with products of different wood species, thicknesses and surface coatings in order to deduce significant screening parameters and models for predicting classification parameters.

RESULTS

During the comparative investigations, the RIFT approach proved clearly to be the best and sufficient screening method for modelling. This relevant superiority is mainly due to the explicit implementation of adequate flame-spread testing on a small scale. At the same time, measuring parameters of the cone calorimeter are available to their full extent. The predictive models of high precision (Tab. 1) are consequential thanks to the contentual equivalence of the RIFT parameters use exclusively as influential values in the multiple, linear regressions to forecast the corresponding classification parameters. However, the material variants investigated were able to cover the evaluating range of the classification parameters only partially so that the parameters of the calculated regression models are valid only appropriately. The models can be upscaled by involving additional material variants.

Parameters of further screening methods were either conclusive for single components only or yielded no significant correlations to the classification parameters. The DSC/TGA and ISO 1716 were well suited, too, for preselecting individual components, such as coating materials, veneers (also impregnated) or adhesives.

Tab. 1: Zusammenfassung der Qualitätsmaßzahlen zu den ermittelten Regressionen zwischen IMO-Klassifizierungsparametern und RIFT-Prüfparametern (26 Produktvarianten)

Tab. 1: Summary of the quality parameters for the identified regressions between IMO classification parameters and RIFT test parameters (26 product variants)

IMO-Parameter	IMO-Grenzwerte		Prüfparameter (Screening-Verfahren)	R ² Std. (abs.)	Fehlklassifikationen Vorhersagegenauigkeit	
	Wand	Boden				
CFE [kW/m ²]	≥ 20,0	≥ 7,0	CFE _{RIFT} [kW/m ²]	0,8316	2	
			Q _{p, RIFT} [kW/m ²]	1,044	92,3 %	
Q _{sb} [MJ/m ²]	≥ 1,5	≥ 0,25	Q _{sb, RIFT} [MJ/m ²]	0,9053	2	
			t _{ig, RIFT} [s]	0,225	92,3 %	
Q _t [MJ]	≤ 0,7	≤ 2,0	Q _{t, RIFT} [MJ]	0,9188	1	
			v _{0, RIFT} [mm/s]	0,297	96,2 %	
Q _p [kW]	≤ 4,0	≤ 10,0	Q _{p, RIFT} [kW/m ²]	0,8202 1,37	-	
			t _{Qp, RIFT} [s]			100 %
			AHRR _{300, RIFT} [kW/m ²]			

aussagefähig oder ergaben keine signifikanten Korrelationen zu den Klassifizierungsparametern. Zur Vorauswahl von Einzelkomponenten, wie Beschichtungsstoffe, Furniere (ggf. imprägniert) oder Klebstoffe, waren DSC/TGA und ISO 1716 ebenfalls gut geeignet.

FAZIT

Durch die erfolgreiche Umsetzung des RIFT-Verfahrens kann die Effektivität von Entwicklungsarbeiten für schwerentflammbare Produkte wesentlich erhöht werden. Die Genauigkeit der berechneten Regressionsmodelle ermöglicht eine Vorhersage der Klassifizierung des Brandverhaltens anhand von Small-Scale-Versuchen. Durch die explizite Eignung von RIFT-Modellparametern ist die ingenieurtechnische Handhabbarkeit in der Praxis zudem vergleichsweise einfach.

CONCLUSION

By successfully implementing the RIFT approach, the effectiveness of developmental efforts regarding flame-retardant products can be raised substantially. The precision of the calculated regression models allows predicting the classification of reaction to fire performance by way of small-scale tests. And, thanks to the explicit fitness of the RIFT-model parameters, the technical and practical applicability is comparably simple.