ift FACHTECHNIK

Auszug aus der Mitgliederzeitschrift des **ift** Rosenheim
ift impulse 1/2012

Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz

Innenraumbelastung durch VOC-Emissionen von Türen?

Forschungsprojekt „VOC-Emissionen von Innentüren“ abgeschlossen

◆ Hintergrund

Emissionen von Produkten des Innenraums stehen mehr und mehr im Verdacht, für gesundheitliche Probleme mitverantwortlich zu sein. In der Diskussion stehen dabei vor allem leichtflüchtige, flüchtige und schwerflüchtige organisch-chemische Bestandteile (very volatile organic compounds – VVOC, volatile organic compounds – VOC, semi-volatile organic compounds – SVOC), von denen vielfältige Wirkungen auf den Menschen ausgehen können. Die Bewertung dieser Emissionen aus Baustoffen und Bauprodukten sowie die Herstellung und Vermarktung möglichst emissionsarmer Produkte gewinnt daher auch im Bereich Innentüren zunehmend an Bedeutung (Bild 1).

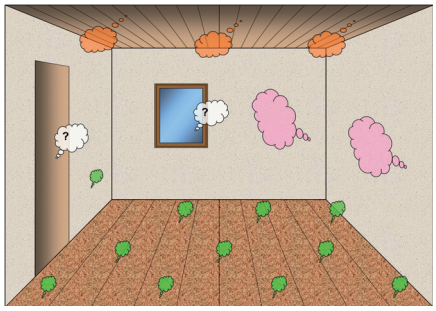

Bild 1 *Schematische Darstellung des Referenzraums von CEN/TC 351 mit einigen in der Diskussion stehenden Bauprodukten [2]*

Dem Hersteller selbst ist meist weitgehend unbekannt, welche potenziellen Emittenten in den Produkten verbaut sind und welche VVOC-, VOC- und SVOC-Emissionen durch diese verursacht werden. Aus vorhandenen Kenntnissen zu möglichen Emissionsquellen in Innentüren (z. B. Holz und Holzwerkstoffe, Oberflächenbeschichtungssysteme, Klebstoffe, Dichtstoffe) konnten bislang jedoch keine Aussagen zum Emissionspotenzial des Bauproduktes „Innentür“ abgegeben werden, da hierzu eine Vielzahl weiterer Faktoren (z. B. Konstruktion, Fertigung, Wechselwirkungen) ausschlaggebend ist.

Die sehr allgemein formulierten Forderungen der Bauproduktenverordnung [1] bezüglich Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz konnten bislang noch nicht umfassend durchgesetzt werden. Während auf europäischer Ebene mit Hochdruck an harmonisierten horizontalen Messverfahren gearbeitet wird, sind in der Zwischenzeit in einigen europäischen und außereuropäischen Ländern bereits unterschiedliche Zulassungsvoraussetzungen und Bewertungssysteme zum Emissionsverhalten von Bauprodukten entstanden. Zudem existiert auf dem Markt eine Vielzahl von freiwilligen Produktkennzeichnungssystemen hinsichtlich dieser Thematik. Dadurch entsteht auch bei den zumeist klein- und mittelständischen Herstellern von Innentüren sowie beim Handel zunehmend Verunsicherung hinsichtlich einzuhaltender Anforderungen an Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz.

Zur Vorbereitung auf zukünftige Diskussionen und Fragestellungen sowie um Antworten und Vorschläge für die Handhabung der Problematik zu erarbeiten, wurde das nun abgeschlossene Forschungsvorhaben „VOC-Emissionen von Innentüren“ durchgeführt [2]. Das Forschungsprojekt war eine Zusammenarbeit zwischen dem Fraunhofer Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut, WKI und dem **ift** Rosenheim.

◆ Zielsetzung

Wesentliche Ziele des Projekts waren die Erforschung des bislang weitgehend unbekannten Emissionsverhaltens von Innentüren sowie Untersuchungen von Möglichkeiten zur Optimierung dieser Produkteigenschaft. Der Schwerpunkt lag dabei hauptsächlich bei Türaufbauten aus Holz und Holzwerkstoffen, die bei Innentüren eine dominierende Stellung einnehmen und gleichzeitig ein nennenswertes Emissionspotenzial erwarten lassen. Ergebnis der Projektarbeit sollten sowohl quantitative als auch qualitative Erkenntnisse zu VVOC-, VOC- und SVOC-Emissionen und zum Langzeitverhalten der untersuchten Türelemente sein.

Durch die Erkenntnisse der Untersuchungen sollten Grundlagen für die Erarbeitung eines Konzepts für die zukünftige normative Handhabung der Thematik im Bereich Innentüren gewonnen werden. Diese sollten sowohl für die Vereinheitlichung des Messverfahrens als auch auf Produktebene zur Normierung des Prüfablaufs und der Probennahme verwendet werden können. Dabei sollte auch überprüft werden, ob eine Klassifizierung von spezifischen Aufbauten in Zukunft anhand von Tabellen erfolgen könnte, sogenannten CWFT-Tabellen (Classification Without Further Testing). Damit könnte der Prüf-

ift FACHTECHNIK

aufwand für entsprechende Produkte erheblich reduziert werden.

Durchführung

Aufgrund der vorhandenen Prüfmöglichkeiten lag der Schwerpunkt des Fraunhofer WKI auf den Emissionsmessungen sowie der Auswertung und Interpretation der Ergebnisse. Die Hauptaufgabe des **ift** Rosenheim lag im Kontakt mit den Projektpartnern aus der Innentürbranche, der Auswahl repräsentativer Elemente, der Logistik der Probennahme sowie in der Auswertung und Interpretation der Ergebnisse.

Zu Projektbeginn erfolgte eine umfangreiche Recherche und Analyse zur Aktualisierung der bekannten vorhandenen Regelwerke, Prüfverfahren, Messmethoden und Bewertungskriterien zum Thema Emissionsverhalten von Bauelementen. Aus den gewonnenen Erkenntnissen wurde eine detailliert beschriebene Vorgehensweise zur Messung von VOC-und SVOC-Emissionen für den Bereich der Innentüren definiert, die in den folgenden Versuchsreihen zu validieren war. Dabei war insbesondere die Festlegung von Prüfparametern wie Prüfzeitpunkt, Probennahme und -verpackung und Vorkonditionierung zu betrachten, da erhebliche Einflüsse auf die Messwerte zu erwarten waren (Bild 2).

Im Weiteren wurden aus dem Portfolio der beteiligten Innentürhersteller Produktfamilien gebildet, die zum einen typisch für den Türenmarkt sind, und die zum anderen aufgrund variierter Konstruktion und Materialzusammensetzung – speziell im Zusammenhang mit der jeweiligen Oberflächenbeschichtung – unterschiedliche Messergebnisse erwarten ließen (Tabelle 1).

Tabelle 1 *Verteilung der Produktfamilien von Innentüren – bezogen auf die Decklage [2]*

Decklage	Hersteller a		Hersteller b		Hersteller c		Hersteller d		Hersteller e	
	Türblatt	Türzarge	Türblatt	Türzarge	Türblatt	Türzarge	Türblatt	Türzarge	Türblatt	Türzarge
Dekorpapiere, Folien etc.	12 %		34 %	27 %	–		40 %	85 %	–	65 %
HPL, CPL, ESH (Laminate)	31 %		30 %	14 %	77 %					
Echtholz-Furnier + Oberflächenbeschichtung	15 %		30 %	52 %	13 %		10 %	10 %	35 %	35 %
Direktbeschichtung (Weißlack-Oberfläche)	33 %		4 %	7 %	8 %		46 %	–	65 %	–
Sonstige	9 %		2 %	–	2 %		4 %	5 %	–	–

Bild 3 *Anordnung der Türelemente in der 1-m³-Emissionsprüfkammer [2]*

Mittels abgeleiteter Prüfverfahren wurden innerhalb dieser Produktfamilien Screening-Untersuchungen (Kurzzeituntersuchungen an Kleinproben) zahlreicher unterschiedlicher Varianten durchgeführt, um eine repräsentative Variantenauswahl für die spätere Untersuchung in der Emissionsprüfkammer zu ermöglichen. Der Schwerpunkt dieser Screeninguntersuchungen lag dabei auf den jeweils verwendeten Oberflächenbeschichtungen bzw. Decklagen. An den auf Basis der Screeninguntersuchungen ausgewählten Innentürvarianten wurden Laborprüfungen in der Emissionsprüfkammer durchgeführt (Bild 3). Die Messwerte und Untersuchungsergebnisse wurden abschließend einer umfangreichen Auswertung und Interpretation unterzogen.

Ergebnisse

In Deutschland wird derzeit bei einer DIBt-Zulassung verschiedener Bauprodukte (z. B. Fußbodenbeläge) das sogenannte AgBB-Schema angewendet; die Produkte werden dabei über einen Zeitraum von 28 Tagen einer Emissionsuntersuchung unterzogen. Nach 3 und nach 28 Tagen werden Luftproben der Prüfkammeratmosphäre untersucht und bewertet. Dabei muss ein Produkt als Zulassungsvoraussetzung sieben verschiedene Kriterien erfüllen; ansonsten wird das Produkt als nicht geeignet abgelehnt. Betrachtet werden die VOC- und SVOC-Emissionen. Die Einzelstoffe aus der Gruppe der VOC und SVOC werden jeweils zusammengefasst und als Σ TVOC sowie als Σ SVOC bewertet. Daneben werden auch Einzelstoffe mit den zugehörigen NIK-Werten betrachtet und anhand des dimensionslosen Parameters „R“ bewertet. Substanzen, für die keine NIK-Werte („Niedrigst interessierende Konzentrationen“, d. h. Konzentrationen, die aus toxikologischer Sicht gerade noch von Interesse sind) verfügbar sind sowie Substanzen mit

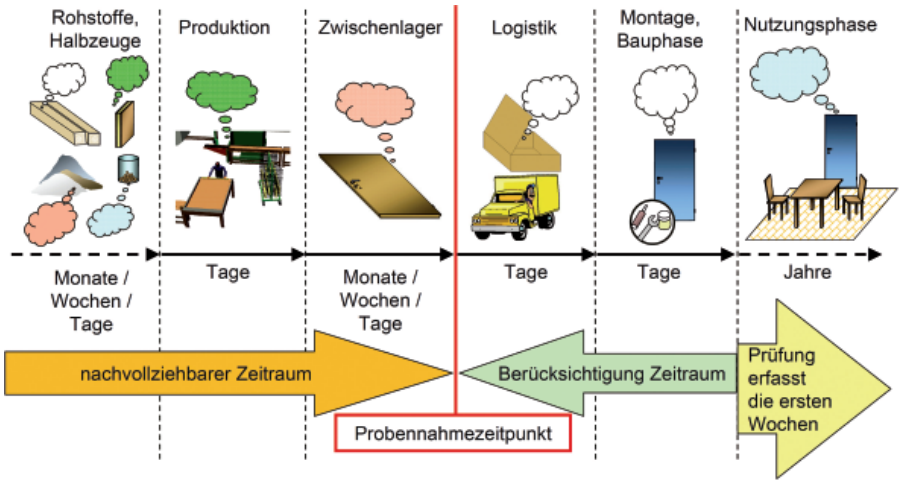

Bild 2 *Konzept zur Probennahme [2]*

ift FACHTECHNIK

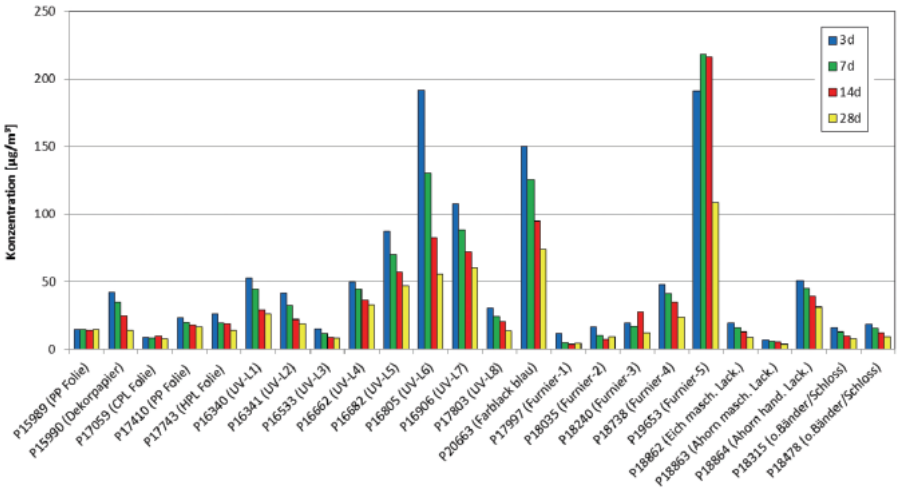

Bild 4 *Berechnete TVOC-Konzentrationen in einem Modellraum gemäß CEN/TC 351 für alle untersuchten Türblätter.*
Basis der Berechnung: 28-Tage-Langzeitemissionsuntersuchung in einer 1-m³-Emissionsprüfkammer [2]

kanzerogener Wirkung werden separat bewertet.

Die TVOC-Grenzwerte des AgBB-Schemas lauten für den 3-Tage-Wert 10 mg/m³ (10.000 µg/m³) und für den 28-Tage-Wert 1,0 mg/m³ (1.000 µg/m³). In Bild 4 sind die TVOC-Werte für den gesamten Prüfverlauf (Probenahme nach 3, 7, 14, 28 Tagen) der Untersuchungen aller Türblätter in der 1-m³-Prüfkammer graphisch als Balkendiagramm dargestellt. Alle untersuchten Prüfkörper zeigten über den Zeitraum von 28 Tagen eine zum Teil deutlich ausgeprägte Abnahme der TVOC-Konzentrationen. Die Grenzwerte wurden sowohl nach 3 als auch nach 28 Tagen weit unterschritten. Der für den Referenzraum berechnete 3-Tage-Wert lag für alle untersuchten Produkte mindestens um den Faktor 50 unterhalb des Grenzwertes von 10 mg/m³ (10.000 µg/m³). Der Grenzwert für den 28-Tage-Wert wurde von allen Proben mindestens um den Faktor 10 unterschritten.

Der Wert für den Parameter „R“ darf gemäß AgBB-Schema für den 28-Tage-Wert nicht größer als 1 sein. Je höher der Zahlenwert für R ist, umso größer sind die gemessenen bzw. berechneten Konzentrationen toxikologisch relevanter Luftinhaltsstoffe. Im vorliegenden Projekt wurde der Parameter R von allen untersuchten Produkten deutlich eingehalten. Der berechnete Wert für R lag für alle Proben mindestens um den Faktor 16 unterhalb des Grenzwertes.

Der Grenzwert für VOC-Einzelstoffe ohne NIK-Wert wurde von allen Proben weit unterschritten. Für die meisten Produkte waren (rechnerisch) keine VOC ohne NIK nachweisbar.

Weder nach 3 noch nach 28 Tagen wurden kanzerogene Stoffe (Substanzen, die Krebs erzeugen oder fördern) in der Prüfkammeratmosphäre nachgewiesen. Für alle untersuchten Türblätter und Türzargen wurden bei den Untersuchungen zudem keine SVOC nachgewiesen.

Seit 1. Januar 2012 ist für den französischen Markt ein neues Bewertungs- und Klassifizierungssystem verpflichtend. Die zu Grunde liegenden Untersuchungen sind mit denen im Rahmen des AgBB-Schemas vergleichbar, die Bewertung unterscheidet sich hingegen deutlich. Beim französischen Bewertungssystem (**ift** impulse 4/2011) werden Bauprodukte anhand der Ergebnisse von Prüfkammermessungen (28-Tage-Wert) in vier verschiedene Emissionsklassen (A+, A, B und C) eingeteilt. Dabei werden Einzelstoffe und der TVOC-Wert betrachtet. Entscheidend für die Einstufung eines Produktes ist jeweils der Parameter mit der ungünstigsten Einstufung. Tabelle 2 zeigt die Kriterien für diese Einstufung.

Der TVOC-Grenzwert für die schärfste Emissionsanforderung (A+) lautet 1.000 µg/m³ und ist so mit dem 28-Tage-Wert des AgBB-Schemas vergleichbar. Dementsprechend gilt das Gleiche wie vorstehend zur AgBB-Bewertung des TVOC Wertes: Alle untersuchten Materialien erfüllen die A+-Anforderung und unterschreiten den entsprechenden Grenzwert mindestens um den Faktor 10.

Bei den VOC-Einzelstoffen erfüllen alle untersuchten Produkte die Anforderungen der A+-Einstufung. Die in der Anforderungsliste aufgeführten Einzelstoffe spielen bei der Emission von Innentüren (Türblätter und Türzargen) praktisch keine Rolle und wurden allenfalls vereinzelt in geringen Konzentrationen (wenige µg/m³) nachgewiesen.

Für die Bewertung der VOC-Einzelstoffe und des TVOC-Wertes ist es unerheblich, ob die Produkte Türblatt und zugehörige Türzarge getrennt oder als ein Produkt bewertet werden. In beiden Fällen wird der TVOC-Grenzwert für die A+-Einstufung (1000 µg/m³) weit unterschritten. Auch der Grenzwert für Acetaldehyd von < 200 µg/m³ für die A+-Einstufung wird von allen untersuchten Produkten (einzeln und als Kombination von Türblatt und Türzarge) weit unterschritten.

Tabelle 2 *Kriterien für die Einteilung in Emissionsklassen nach französischem Bewertungsschema (alle Werte in µg/m³) [2]*

Klassen	C	B	A	A+
Formaldehyd	>120	< 120	< 60	< 10
Acetaldehyd	> 400	< 400	< 300	< 200
Toluol	> 600	< 600	< 450	< 300
Tetrachlorethylen	> 500	< 500	< 350	< 250
Xylol	> 400	< 400	< 300	< 200
1,2,4-Trimethylbenzol	> 2000	< 2000	< 1500	< 1000
1,4-Dichlorobenzol	> 120	< 120	< 90	< 60
Ethylbenzol	> 1500	< 1500	< 1000	< 750
2-Butoxyethanol	> 2000	< 2000	< 1500	< 1000
Styrol	> 500	< 500	< 350	< 250
TVOC-Wert Toluoläquivalent	> 2000	< 2000	< 1500	< 1000

ift FACHTECHNIK

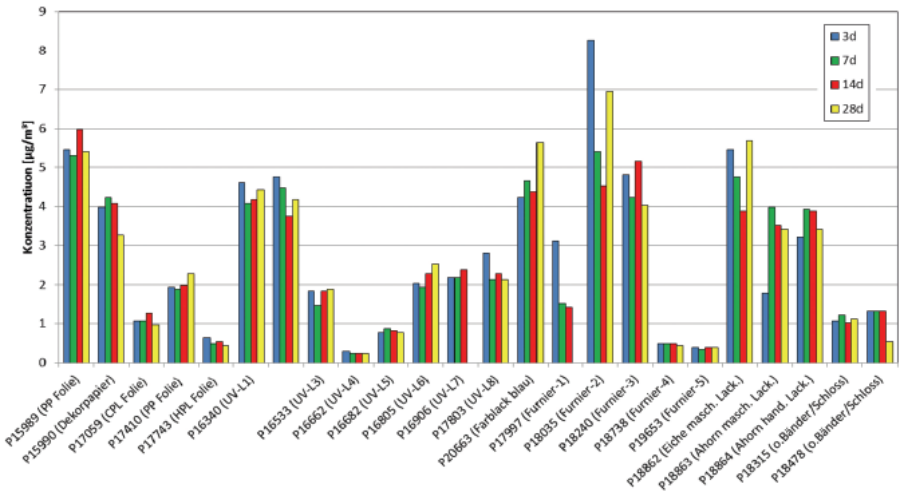

Bild 5 *Berechnete Formaldehyd-Konzentrationen in einem Modellraum gemäß CEN/TC 351 für alle untersuchten Türblätter. Basis der Berechnung: 28-Tage-Langzeitemissionsuntersuchung in einer 1-m³-Emissionsprüfkammer [2]*

Der „kritische" Parameter bzgl. einer A+-Einstufung der hier untersuchten Türblätter und Türzargen betrifft Formaldehyd. Zur Erfüllung der A+-Anforderungen muss ein Grenzwert von 10 µg/m³ Formaldehyd eingehalten werden. In Bild 5 sind die auf Referenzraumbedingungen umgerechneten Konzentrationen für Formaldehyd der in der 1-m³-Prüfkammermessung untersuchten Türblätter graphisch dargestellt.

Für alle untersuchten Türblätter wurde die Grenzwertanforderung von A+ im Hinblick auf Formaldehyd eingehalten. Bei den Türzargen wurden die Grenzwerte von A+ bei fünf von sechs Produkten eingehalten. Bei einem Zargentyp wurde diese Grenzwertanforderung knapp überschritten. Aufgrund der geringen Anzahl von sechs untersuchten Zargen kann das Ergebnis allerdings nicht als repräsentativ angenommen werden.

Bei der Produktkennzeichnung gemäß den französischen Emissionsklassen ist auch von Bedeutung, ob zukünftig Türblätter und zugehörige Türzargen als ein Gesamtprodukt oder jeweils als Einzelprodukt gekennzeichnet werden. Während sich bezüglich TVOC dabei nichts ändert, kann der Parameter Formaldehyd im Einzelfall bei einer Betrachtung als Gesamtprodukt bei den untersuchten Varianten zu einer Einstufung in die Klasse A führen.

◆ Zusammenfassung

Das im Forschungsvorhaben erarbeitete Untersuchungsverfahren für Emissionsmessungen an Innentüren hat sich bewährt und als praxistauglich erwiesen. Die Vorgehensweise könnte sowohl im Hinblick auf eine künftige gesetzlich geregelte Vorgehensweise als auch im Zusammenhang mit freiwilligen Produktkennzeichnungssystemen genutzt werden.

Innentürelemente nach prEN 14351-2 entsprechen im Hinblick auf den Marktanteil überwiegend Sperrtüren und Zargen aus Holz- und Holzwerkstoffen gemäß DIN 68706-1 bzw. DIN 68706-2. Die für diese Produktgruppe maßgeblichen Varianten wurden auf breiter Basis für die Türblätter untersucht und sind als eine Emissionsquelle für VOC und Formaldehyd im Innenraum erkannt worden. Die Höhe der VOC-Emission wird dabei im Wesentlichen von der Art der Oberflächenbeschichtung beeinflusst. Die Höhe der Formaldehydemission hängt hauptsächlich von den jeweils verwendeten Klebstoffen ab.

Alle untersuchten Varianten von Innentüren (Türblätter, Türzargen) erfüllen die Anforderungen des AgBB-Schemas – die entsprechenden Grenzwerte wurden (auch als Kombination von Türblatt und Türzarge) ausnahmslos sehr deutlich unterschritten. Im Rahmen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (DIBt, AgBB) könnten die untersuchten Produkte (einzeln oder als Kombination von Türblatt und Türzarge) als wft (without further testing) oder wt (without testing) eingestuft werden. Das AgBB-Schema wird in Deutschland bereits u. a. für die Zulassung von Bodenbelägen als Nachweis für die Eignung zur Verwendung im Innenraum angewandt. Bei der Bewertung gemäß den französischen Emissionsklassen könnten die Produkte (einzeln oder als Kombination von Türblatt und Türzarge) als wft oder wt der Emissionsklasse A zugeordnet werden. Im Einzelfall könnte durch Untersuchungen der Nachweis für eine Einstufung in die Emissionsklasse A+ erbracht werden. Sollten europäisch harmonisierte Emissionsklassen für Bauprodukte verfügbar werden, ist eine Anerkennung von Innentüren als Produkte wft oder wt oder zumindest eine fakultative Einstufung in eine der dann definierten Emissionsklassen vorstellbar. Eine Untersuchung wäre in diesem Fall nur bei besonderen Anforderungen an das Emissionsverhalten oder zur Erreichung einer strengeren als der definierten Emissionsklasse notwendig.

Der gemeinsame Abschlussbericht der beiden Forschungsstellen Fraunhofer WKI Braunschweig und **ift** Rosenheim ist für alle interessierten Stellen über den **ift**-Literaturservice erhältlich und ist für **ift**-Mitglieder kostenlos. Die Erkenntnisse des Vorhabens werden auch auf den Rosenheimer Tür- und Tortagen am 24. und 25. Mai 2012 präsentiert.

◆ Danksagung

Das IGF-Vorhaben 16210 N/2 (VOC-Emissionen von Innentüren [2]) der Forschungsvereinigung Internationaler Verein für Technische Holzfragen e.V. – iVTH, Bienroder Weg 54 E, 38108 Braunschweig wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.
Neben der öffentlichen Förderung wurde das Projekt sowohl ideell als auch finanziell durch die im nachfolgenden Kasten aufgeführten Projektpartner unterstützt.

ift FACHTECHNIK

Ausblick

Mit der Thematik „VOC-Emissionen“ erhalten Bauprodukte wie beispielsweise Innentüren zukünftig eine weitere neue Produkteigenschaft. Ein Überblick über die Fülle verschiedenster Eigenschaften und Anforderungen wird für Endverbraucher und Hersteller dabei zunehmend schwieriger. In diesem Zusammenhang bietet „Universal Design“ die Möglichkeit, einen Prozess zu beschreiben, der zu Produkten führt, die für eine größtmögliche Gruppe von Menschen nutzbar und nützlich ist. Gekoppelt mit einem einprägsamen und aussagekräftigen Zeichen kann der Hersteller dem Endverbraucher den universellen Charakter seines Produktes darstellen. Weitere Informationen zur Thematik „Universal Design“ erhalten Sie auf den Rosenheimer Tür- und Tortagen am 24. und 25. Mai 2012.

Literaturverzeichnis

[1] Bauproduktenverordnung
Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates. Amtsblatt der Europäischen Union, 2011

[2] Wensing, M.; Bliemetsrieder, B.; Ligarski, A.; Schwarz, A.; Fauck, C.; Sack, N.; Wortner, P.: Untersuchung der raumluftrelevanten Emissionen von Innentüren zur Bewertung des Verhaltens von Bauprodukten in Bezug auf Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz.
Abschlussbericht; Fraunhofer Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut, WKI; ift gemeinnützige Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, 2011

[3] UBA – Umweltbundesamt
Umweltbundesamt, AgBB – Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten, 2010.
http://www.umweltbundesamt.de/produkte/bauprodukte/dokumente/AgBB-Bewertungsschema_2010.pdf

Weitere Infos: Benno Bliemetsrieder
+49(0)8031.261.1733
bliemetsrieder@ift-rosenheim.de
Benno Bliemetsrieder