



## Kurzbericht Emissionen aus Bauelementen

<b>Thema</b>	Untersuchung der Emissionen von Fenstern und Außentüren zur Bewertung des Verhaltens von Bauelementen in Bezug auf Hygiene, Umweltschutz und Gesundheit
<b>Kurztitel</b>	Emissionen aus Bauelementen
<b>Gefördert durch</b>	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau Aktenzeichen: Z6-10.08.18.7-08.20/II2-F20-08-005
<b>Forschungsstelle 1</b>	ift gemeinnützige Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH Theodor-Gietl-Straße 7-9 83026 Rosenheim
<b>Projektleitung</b>	Dipl.-Ing. (FH) Ingo Leuschner
<b>Projektbearbeitung</b>	Dipl.-Ing. (FH) Benno Bliemetsrieder Dipl.-Phys. Norbert Sack
<b>Forschungsstelle 2</b>	Hochschule für angewandte Wissenschaften Rosenheim
<b>Projektleitung</b>	Prof. Dr. Harald Larbig
<b>Projektbearbeitung</b>	Prof. Dr. Harald Larbig Dr. Johann Voit Dipl.-Ing. (FH) Harald Greiner



## Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>
<b>1 Motivation und Projektziel</b>	<b>1</b>
<b>2 Vorgehensweise</b>	<b>5</b>
<b>3 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>9</b>
<b>4 Danksagung</b>	<b>11</b>
<b>5 Literaturverzeichnis</b>	<b>13</b>

## 1 Motivation und Projektziel

Eine der wesentlichen Anforderungen der europäischen Bauproduktenrichtlinie [1] betrifft den Schutz der Gesundheit von Gebäudenutzern und behandelt unter anderem die mögliche Freisetzung von gefährlichen Stoffen aus Bauprodukten an die Innenraumluft während der Nutzungsphase. Dabei stehen im Besonderen Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC = volatile organic compound) in der Diskussion (siehe Abbildung 1).

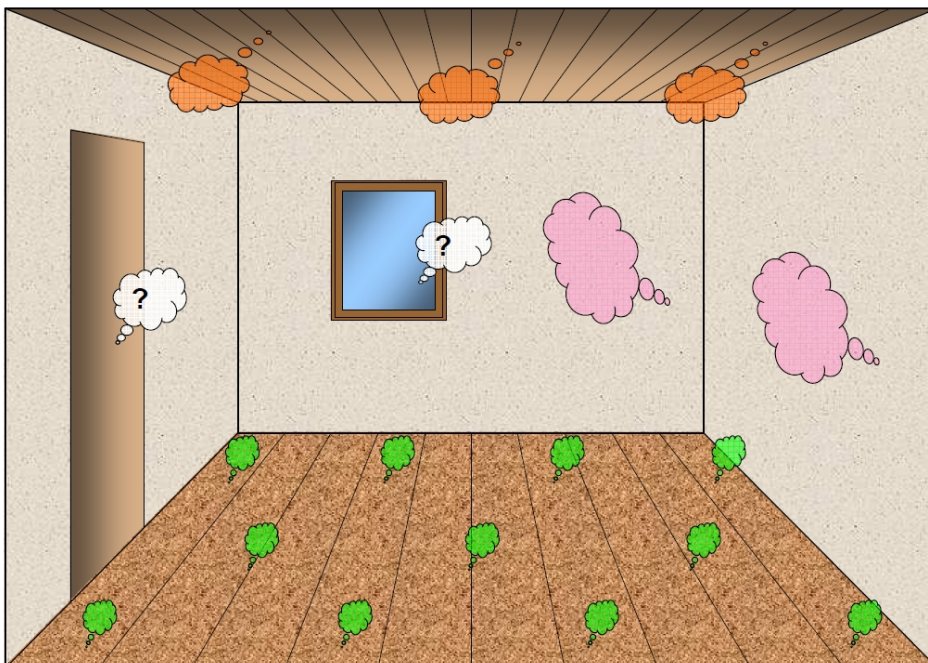
I Retentionsbereich C <sub>6</sub> (n-Hexan C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )		I Retentionsbereich C <sub>16</sub> (n-Hexadekan C <sub>16</sub> H <sub>34</sub> )		I Retentionsbereich C <sub>22</sub> (n-Docosan C <sub>22</sub> H <sub>46</sub> )	
VVOC		VOC		SVOC	
leicht-flüchtige organische Verbindungen ( <u>v</u> ery <u>v</u> olatile <u>o</u> rganic <u>c</u> ompound)		flüchtige organische Verbindungen ( <u>v</u> olatile <u>o</u> rganic <u>c</u> ompound)		schwer-flüchtige organische Verbindungen ( <u>s</u> emi <u>v</u> olatile <u>o</u> rganic <u>c</u> ompound)	
z.B. Treibmittel, Formaldehyd, etc.		z.B. Lösungsmittel, Terpene, etc.		z.B. Biozide, Weichmacher, etc.	

**Abbildung 1** Flüchtige organische Verbindungen

In EN 14351-1 [2], der Produktnorm für Fenster und Außentüren, wird diesen Anforderungen bereits Rechnung getragen, obwohl bisher keine produktbezogenen, europäisch harmonisierten Vorgehensweisen und Bewertungen vorhanden sind. Da derzeit jedoch eine Vielzahl von Produktkennzeichnungssystemen auf den Markt drängen, unterschiedliche nationale Regelungen angewandt werden und von den Herstellern Aussagen zu den entsprechenden Eigenschaften der hergestellten Produkte verlangt werden, entsteht in der Branche zunehmend Unsicherheit. In der Regel ist allen Beteiligten weitgehend unbekannt, welche Emissionsquellen in den betreffenden Produkten verbaut sind, welches Emissionspotenzial vorhanden ist und welche VOC-Emissionen durch diese verursacht werden.

Vor diesem Hintergrund führte das ift Rosenheim zusammen mit der Hochschule Rosenheim ein Forschungsvorhaben durch, in dem das bisher weitgehend unbekannte Emissionsverhalten von Fenstern untersucht werden sollte. Dabei sollten Hinweise zum Anteil der untersuchten Bauprodukte an möglichen Belastungsszenarien der Innenraumluft gewonnen werden. Die Erkenntnisse sollten aber auch dazu dienen, im Hinblick auf zukünftige Produktbewertungen unter Gesundheitsaspekten, praxistaugliche Ansätze und Umsetzungsvorschläge zum Umgang mit der Thematik bei Untersuchung und Nachweisführung zu entwickeln.

Zur Umsetzung der speziellen Anforderungen zu Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz aus der Bauproduktenrichtlinie arbeitet das Technische Komitee CEN/TC 351 an der Erstellung horizontaler Normenpapiere, also an produktübergreifenden technischen Vorgaben. Angegeben werden dabei u. a. Belastungsszenarien in Innenräumen, mit denen Beladungsfaktoren (also die Flächenanteile unterschiedlicher Bauprodukte am Raumvolumen) definiert werden. Neben z. B. Fußböden, Deckenelementen, Wandbeschichtungen werden dabei auch Fenster als mögliche Emissionsquellen betrachtet (siehe Abbildung 2).



**Abbildung 2** Schematische Darstellung des Referenzraums mit den in der Diskussion stehenden Bauprodukten



Die betroffenen Bauprodukte unterscheiden sich teilweise erheblich in Fertigung, Konstruktion und Materialzusammensetzung. Um die speziellen Gegebenheiten der unterschiedlichen Bauprodukte praxisnah zu berücksichtigen, ist daher eine produktspezifische Vorgehensweise notwendig.

Projektziel war daher die Thematik „VOC-Emissionen“ bezüglich Produktkennzeichnung und -prüfung im Geltungsbereich der Produktnorm für Fenster und Außentüren EN 14351-1 zu bearbeiten. Dazu sollte das Emissionsverhalten der entsprechenden Bauprodukte bzw. der darin enthaltenen Komponenten untersucht werden und in Anlehnung an die Vorgaben der CEN/TC 351 [3] Umsetzungsvorschläge zum zukünftigen Umgang mit der Thematik im Bereich der Produktnorm geschaffen werden.



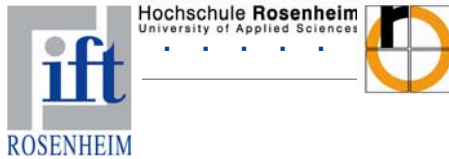
## 2 Vorgehensweise

Die innerhalb des technischen Komitees CEN/TC 351 diskutierten Herangehensweise sieht eine Prüfung der Emissionen von Fenstern an kompletten Fensterelementen vor. Neben dieser Vorgehensweise wurde innerhalb des Forschungsvorhabens ein alternativer Ansatz verfolgt. Dieser sieht vor, dass Untersuchungen und Bewertungen auf Basis der verwendeten Baustoffe bzw. der beinhalteten Komponenten ermöglicht werden soll. Dadurch sollte eine gute Reproduzierbarkeit von Ergebnissen und eine praxisnahe Betrachtung der Thematik innerhalb der Produktnorm EN 14351-1 für Fenster und Außentüren gewährleistet werden. Parallel zu den Untersuchungen an den Einzelbestandteilen wurden auch Untersuchungen von gesamten Fensterelementen durchgeführt.

Um aus der Vielzahl von Komponenten, Varianten und Besonderheiten eine repräsentative Auswahl zu ermöglichen, wurden für die jeweiligen Produktgruppen jeweils Screening-Untersuchungen durchgeführt. Auf der Basis dieser vergleichenden Kurzzeitprüfungen wurden Proben für die Untersuchung in der Emissionsprüfkammer nach der Normenreihe ISO 16000 [4][5][6] ausgewählt. Die Proben der Kammerprüfungen wurden mit dem AgBB-Schema [7] bewertet. Bei den Untersuchungen der Einzelbestandteile in der Prüfkammer wurde die jeweilige Einbausituation in der Praxis berücksichtigt.

Daneben wurde für alle Einzelkomponenten das sich jeweils dazu ergebende Verhältnis von emittierender Fläche zum Raumvolumen berücksichtigt. Grundlage für die sogenannten Beladungsfaktoren ist der von CEN/TC 351 WG2 definierte Referenzraum [3] sowie eine der in der Produktnorm für Fenster und Außentüren EN 14351-1 vorgegebene Referenzgrößen eines Musterfensters.

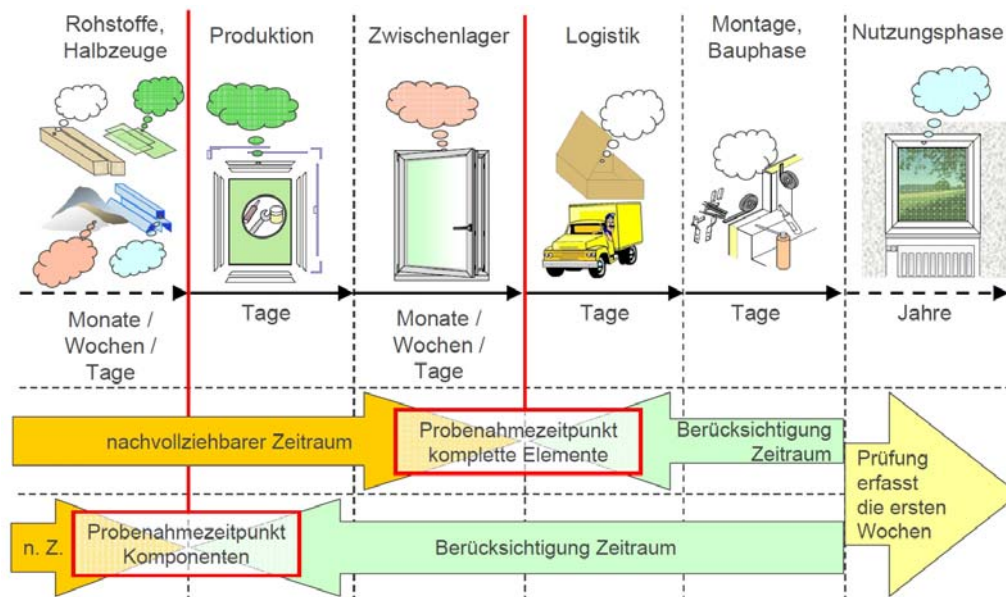
Vom Zeitpunkt und Ablauf der Probenahme ist erheblicher Einfluss auf spätere Messwerte zu erwarten. Innerhalb des Forschungsvorhabens wurde daher ein Ansatz der Probenahme verfolgt, der produktspezifische Besonderheiten berücksichtigt und zu reproduzierbaren Ergebnissen führen soll. Normative Vorgaben fordern eine Probenahme zum frühestmöglichen Zeitpunkt innerhalb der Fertigung. Der Projektansatz entspricht diesen Vorgaben, unterscheidet dabei jedoch die Probenahme kompletter Fenster von der Probenahme der einzelnen Komponenten. Die Probenahme der Komponenten erfolgte zum frühestmöglichen Zeitpunkt beim Zulieferer, bei dem die Komponenten im gebrauchsfertigen Zustand (frühestmöglicher Zeitpunkt, an dem das



Produkt in Verkehr gebracht werden kann) vorlagen. Die Probenahme kompletter Elemente erfolgte beim Fensterhersteller zum ebenfalls frühestmöglichen Zeitpunkt am Ende des Fertigungsprozesses.

Der Projektansatz sah vor, Zeiträume im Produktlebenszyklus vor den Probenahmezeitpunkten nachvollziehbar zu erfassen. Des Weiteren wurden die Zeiträume, die in der Praxis zwischen Fertigung und Einwirkung in die Innenraumluft vergehen, berücksichtigt. Dies wurde mit einer klimatisierten, produktspezifischen Reifelagerung erreicht, die eine Reproduzierbarkeit der Lagerung ermöglichte.

In Abbildung 3 ist der Ablauf der Fensterfertigung schematisch dargestellt. Abgebildet sind ebenfalls die Zeitpunkte zur Probenahme sowie die weiteren berücksichtigten Zeiten des Produktlebenszyklus.



**Abbildung 3** Schematischer Fertigungsablauf Fenster

Für jede Produktgruppe bzw. Komponente wurde Zeitpunkt und Art der Probengewinnung sowie Dimension bzw. Menge der Probe festgelegt. Die Probengewinnung vor Ort wurde – nach genauen Vorgaben der Forschungsstellen – von verantwortlichen Personen des jeweiligen Herstellers sichergestellt und protokolliert.



Um den „fertigungsfrischen“ Zustand zu konservieren, wurden die Proben für eine Emissionsmessung in einer speziellen Verpackung aus Aluminiumverbundmaterial eingeschlossen und somit vor Kontamination oder physikalischen Einflüssen wie Hitze, Licht und Feuchtigkeit geschützt [8].





### 3 Zusammenfassung und Ausblick

Um einen repräsentativen Überblick über das Emissionsverhalten von Fenstern zu gewinnen, wurden innerhalb des Forschungsvorhabens umfangreiche Untersuchungen durchgeführt und Umsetzungsvorschläge zur Vorgehensweise zusammengestellt. Dabei wurden Reihenuntersuchungen an gängigen Werkstoffen und Komponenten durchgeführt. Parallel dazu fanden auch Untersuchungen an kompletten Fenstern statt.

Sämtliche untersuchten Elemente sowie Komponenten erfüllen deutlich die Entscheidungskriterien des AgBB-Schemas. Kunststoff- und Metallfenster sowie deren Komponenten verursachen sehr geringe bis nahezu keine VOC-Emissionen. Holzfenster und deren Komponenten zeigen im Vergleich dazu zwar etwas höhere VOC-Emissionen, doch auch hier wurden die AgBB-Entscheidungskriterien deutlich erfüllt. Die detaillierten Ergebnisse und Messwerte können zusammen mit der ausführlichen Beschreibung der Probekörper und Probenahme dem Abschlussbericht entnommen werden.

Großer Einfluss auf spätere Messwerte geht von der produktspezifischen Auswahl und Probenahme aus. Zufällige Probenauswahl bzw. unklare Probenahmezeitpunkte führen, trotz der generell eher unkritischen Emissionen von Fenstern und deren Komponenten, zu Messwerten ohne Aussagekraft, Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit.

Sollten europäische Emissionsklassen für Bauprodukte verfügbar werden, wird auf Basis der Erkenntnisse des Forschungsvorhabens eine Anerkennung von Fenstern als Produkte „without testing“ bzw. „without further testing“ (wt/wft) oder zumindest eine fakultative Einstufung in eine der vorgefassten Emissionsklassen empfohlen. Eine Untersuchung wäre in diesem Fall nur bei besonderen Anforderungen an das Emissionsverhalten oder zur Erreichung einer strengeren als der vorgefassten Emissionsklasse notwendig.

Eine Untersuchung der VOC-Emissionen an den maßgeblichen Komponenten von Fenstern in Kleinkammern ist umsetzbar, soweit die entsprechend angepassten Beladungsfaktoren, die jeweilige Positionierung der Komponente in der Gesamtkonstruktion sowie die jeweiligen Fertigungsbedingungen berücksichtigt werden. Speziell für Weiterentwicklungen, Vergleichsuntersuchungen oder Austauschvorgänge bestimmter Komponenten stellt diese Vorgehensweise eine Vereinfachung des Ablaufs dar und erhöht die Aussicht auf reproduzierbare und nachvollziehbare Messwerte.

Um reproduzierbare Messwerte sicherzustellen, muss bei einer Untersuchung der VOC-Emissionen an kompletten Elementen bei der Probenahme nachvollziehbar sein, wann die Komponenten produziert wurden und wie der Fertigungsablauf stattgefunden hat. Eine Untersuchung der VOC-Emissionen an kompletten Elementen ist ausschließlich in einer Großkammer möglich. Dabei sollten die speziellen Überlegungen und Vorgehensweisen der Projektarbeit berücksichtigt werden. Aufgrund der Komplexität des Produkts Fenster sind Vorgehensweisen, die bei anderen Bauprodukten zur Anwendung kommen, nicht ohne Weiteres umzusetzen.

Auf EU-Ebene wird die Einführung von Emissionsklassen für Bauelemente beabsichtigt. Wie die abgeschlossenen Untersuchungen zeigen, sind nur einige wenige Komponenten am Fenster mögliche Emissionsquellen. Deshalb wäre es vorteilhaft, wenn bei Fenstern die Einstufung in Emissionsklassen auf der Basis von Messungen an Komponenten erfolgen könnte. Möglicherweise könnte dabei aus den Messwerten der einzelnen Komponenten durch ein „Rechenverfahren“ auf die Emissionen des kompletten Fensters geschlossen werden. Basis für ein solches Verfahren wären jedoch eingehendere und speziell darauf ausgerichtete, wissenschaftliche Untersuchungen.



## 4 Danksagung

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau gefördert. (Aktenzeichen: Z6-10.08.18.7-08.20/II2-F20-08-005). Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt bei den Autoren.

Das Forschungsprojekt wurde in beratender Funktion durch eine projektbegleitende Arbeitsgruppe betreut. Den Mitgliedern des Beratergremiums gilt besonderer Dank:

Herr Dr. Roland Gellert	FIW, München
Herr Prof. Dr. Rainer Marutzky	Fraunhofer WKI, Braunschweig
Herr Christian Scherer	Fraunhofer IBP, Holzkirchen
Frau Dr. Katharina Wiegner	Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin
Herr Dr. Olaf Wilke	
Herr Dr. Oliver Jann	

Besonderer Dank gebührt auch folgenden Industriepartnern, die das gesamte Projekt sowohl ideell als auch finanziell unterstützt und somit zum Gelingen beigetragen haben:



Bundesverband Flachglas e.V., Troisdorf



profine GmbH, Troisdorf



SCHÜCO International KG, Bielefeld



Veka AG, Sendenhorst



Verband der deutschen Lack- und Druckfarbenindustrie e.V., Frankfurt am Main

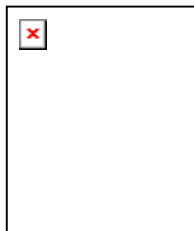


Verband Fenster + Fassade,  
Frankfurt am Main



## 5 Literaturverzeichnis

- [1] Richtlinie des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Bauprodukte (89/106/EWG); [http://www.dibt.de/de/data/Richtlinie\\_89\\_106\\_EWG.pdf](http://www.dibt.de/de/data/Richtlinie_89_106_EWG.pdf)
- [2] EN 14351-1  
Fenster und Türen - Produktnorm, Leistungseigenschaften - Teil 1: Fenster und Außentüren ohne Eigenschaften bezüglich Feuerschutz und/oder Rauchdichtigkeit;  
Berlin, Beuth Verlag GmbH
- [3] CEN/TC 351/WG2  
"Construction products – Assessment of release of dangerous substances"  
Document N 129; 2010-02-12
- [4] ISO 16000-6  
Innenraumluchtverunreinigungen - Teil 6: Bestimmung von VOC in der Innenraumluft und in Prüfkammern, Probenahme auf TENAX TA<sup>®</sup>, thermische Desorption und Gaschromatographie mit MS/FID;  
Berlin, Beuth Verlag GmbH
- [5] EN ISO 16000-9  
Innenraumluchtverunreinigungen - Teil 9: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen - Emissionsprüfkammer-Verfahren;  
Berlin, Beuth Verlag GmbH
- [6] EN ISO 16000-11  
Innenraumluchtverunreinigungen – Teil 11: Bestimmung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen – Probenahme, Lagerung der Proben und Vorbereitung der Prüfstücke;  
Berlin, Beuth Verlag GmbH
- [7] AgBB – Bewertungsschema für VOC aus Bauprodukten: Stand 2010  
Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten AgBB – Mai 2010; Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC und SVOC) aus Bauprodukten;  
[http://www.umweltbundesamt.de/bauprodukte/dokumente/AgBB-Bewertungsschema\\_2010.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/bauprodukte/dokumente/AgBB-Bewertungsschema_2010.pdf)
- [8] Grundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen  
Stand Oktober 2008, Version 1  
DIBt Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin;  
[http://www.dibt.de/de/data/Aktuelles\\_Ref\\_II\\_4\\_6.pdf](http://www.dibt.de/de/data/Aktuelles_Ref_II_4_6.pdf)



**ift** Rosenheim  
Theodor-Gietl-Str. 7-9  
83026 Rosenheim  
Telefon +49 (0) 8031 261-0  
Telefax +49 (0) 8031 261-290  
E-Mail: [info@ift-rosenheim.de](mailto:info@ift-rosenheim.de)  
<http://www.ift-rosenheim.de>