

Ingo Leuschner, Benno Bliemetsrieder, Norbert Sack,  
Harald Larbig, Johann Voit, Harald Greiner

**Untersuchung der Emissionen  
von Fenstern und Außentüren zur  
Bewertung des Verhaltens von  
Bauelementen in Bezug auf Hygiene,  
Umweltschutz und Gesundheit**

F 2778

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlußberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2012

ISBN 978-3-8167-8641-2

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

[www.irb.fraunhofer.de/tauforschung](http://www.irb.fraunhofer.de/tauforschung)

Bitte beachten:

Fehlende Seiten sind **Leerseiten**,  
die bei Erstellung  
der PDF-Datei für den Download nicht  
berücksichtigt wurden

Fraunhofer IRB Verlag

# Forschung & Entwicklung

Das Institut für  
Fenster und Fassaden,  
Türen und Tore,  
Glas und Baustoffe



P [ & @ & @ | ^ F c g Y b \ Y ] a  
W) ä ^ | • ä c Ä - A 0 ] | ä a Ä U & a } & ^ •



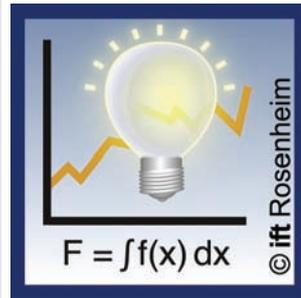
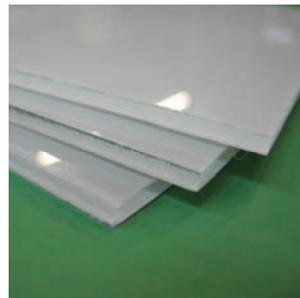
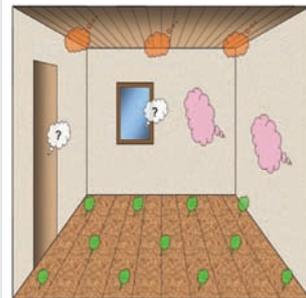
## Abschlussbericht

### 9 a ] g g ] c b Y b ` U i g ' 6 U i Y ` Y a Y b h Y b

<  
Dezember 2010

Á

Á





## Abschlussbericht 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

Rosenheim, Dezember 2010



**Inhaltsverzeichnis**

	<b>Seite</b>
<b>Kurzfassung</b>	<b>1</b>
<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>1 Motivation und Projektziel</b>	<b>5</b>
<b>2 Analyse</b>	<b>9</b>
2.1 Bauproduktenrichtlinie	9
2.2 CEN TC 351	10
2.3 Produktnorm EN 14351-1	12
2.4 AgBB-Schema	13
<b>3 Vorgehensweise</b>	<b>19</b>
3.1 Produktspezifische Betrachtung	19
3.2 Generelle Vorgehensweise	20
3.3 Beladungsfaktoren	22
3.4 Probennahme	26
3.5 Verpackung	27
3.6 Reifezeiten	32
<b>4 Screening</b>	<b>41</b>
4.1 Headspace-GC/MS-Screening	41
4.2 „Holz-Screening“	55
<b>5 Kammermessungen an Komponenten</b>	<b>67</b>
5.1 Zielsetzung	67
5.2 Durchführung	68
5.3 Ergebnisse	69
5.4 Zusammenfassung und Bewertung im Hinblick auf den Referenzraum	96



<b>6</b>	<b>Kammermessungen an kompletten Fenstern</b>	<b>99</b>
6.1	Zielsetzung	99
6.2	Durchführung	99
6.3	Ergebnisse	101
6.4	Recherche Vergleichsmessungen Fenster	110
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>115</b>
<b>8</b>	<b>Danksagung</b>	<b>117</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>119</b>
	<b>Glossar</b>	<b>121</b>
<b>Anhang 1</b>	<b>Messergebnisse der Headspace-GC/MS-Screening</b>	<b>123</b>
<b>Anhang 2</b>	<b>Messergebnisse Holz-Screening</b>	<b>167</b>
<b>Anhang 3</b>	<b>Messergebnisse der Kammermessungen an Komponenten</b>	<b>177</b>
<b>Anhang 4</b>	<b>Messergebnisse der Kammermessungen an kompletten Fenstern</b>	<b>185</b>



## Kurzfassung

Um einen Überblick über das Emissionsverhalten von Fenstern zu gewinnen, wurden innerhalb des vorliegenden Forschungsvorhabens „Emissionen aus Bauelementen“ repräsentative Fenster und Fensterkomponenten auf ihr VOC-Emissionsverhalten untersucht. Dabei wurden Reihenuntersuchungen an gängigen Werkstoffen und Komponenten durchgeführt. Parallel dazu fanden auch Untersuchungen an kompletten Fenstern statt.

Die Vorgehensweise sah dabei zunächst jeweils ein Screening-Verfahren vor, mit dessen Hilfe eine große Anzahl von Varianten zu den jeweiligen Komponenten vergleichend untersucht wurden. Auf Basis dieser Vergleichsuntersuchungen fand eine Auswahl von repräsentativen Proben für Emissionskammerprüfungen statt, die Messwerte für eine Bewertung nach dem AgBB-Schema (Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten) lieferte.

Aufgrund der Komplexität des Produkts Fenster sind Vorgehensweisen, die bei anderen Bauprodukten zur Anwendung kommen, nicht ohne Weiteres umzusetzen – eine produktspezifische Vorgehensweise war daher unumgänglich. Dabei wurden die Größenverhältnisse eines, seitens der europäischen Normung vorgeschlagenen, Referenzraums berücksichtigt. Daneben wurden beim jeweiligen Ablauf der Probenahme entsprechende Fertigungsanalysen berücksichtigt, um eine praxisnahe und reproduzierbare Prüfdurchführung zu gewährleisten.

Sämtliche untersuchten Fenster und Fensterkomponenten erfüllen die Entscheidungskriterien des AgBB-Schemas. Kunststoff- und Metallfenster sowie deren Komponenten verursachten sehr geringe bis nahezu keine VOC-Emissionen. Holzfenster sowie deren Komponenten zeigten im Vergleich zwar etwas höhere VOC-Emissionen, doch auch hier wurden die AgBB-Entscheidungskriterien deutlich erfüllt.

Großer Einfluss auf spätere Messwerte geht von der Auswahl der Produkte 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, könnte 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 erfolgen.

Eine Untersuchung wäre in diesem Fall nur bei besonderen Anforderungen an das Emissionsverhalten oder zur Erreichung einer strengeren als der vorgefassten Emissionsklasse notwendig. Dabei wäre es vorteilhaft, wenn die Einstufung in diese Emissionsklassen auf der Basis von Messungen an Komponenten erfolgen könnte.



## Abstract

Representative windows and windows elements have been analysed in the present research project, "Emissions from building components", to gain an overview of the emission behaviour of windows. In the process, a series of tests have been carried out on common materials and components. In parallel, tests were also conducted on complete windows.

At first, the procedure was intended to achieve screening, with the help of which a large number of variants of the respective components are analysed in a comparative manner. Based on these comparative tests, representative samples were selected for emission chamber tests, which provided measured values for evaluation according to the AgBB system.

Based on the complexity of the window as a product, procedures that are applied to other construction products cannot be easily implemented – a product-specific procedure was therefore, inevitable. In this process, the dimensions of a reference room were considered, as proposed by the European standardisation. In the course of each sampling procedure, corresponding manufacturing analyses were taken into account to ensure that the tests conducted were practical and reproducible.

All windows and window elements tested comply with the decision criteria of the AgBB system. Plastic and metallic windows, as well as their associated components, produce little to almost no VOC emissions. Although wooden windows and their components yield comparatively somewhat higher values of VOC emission, they also clearly comply with the AgBB decision criteria.

A larger impact on measured values obtained subsequently is based on the selection of the products and the sampling. Random sampling and/or unclear points in time for the sampling result in measurement values without meaning, reproducibility and comparability, even despite the insignificant emissions of windows and their associated components.

If European emission classes for building components become available, approval of windows as products "without testing" and/or "without further testing" (wt/wft), or at least facultative classification into one of the preconceived emission classes could be considered based on the results and findings of this research project.



In this case, an analysis would only be necessary for specific requirements regarding the emission behaviour or to achieve an emission class that is more stringent or demanding than the preconceived one. In doing so, it would be advantageous if the classification of windows into these emission classes could be made based on the measurements conducted on the components.



## 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 in der Diskussion (siehe Abbildung 1).

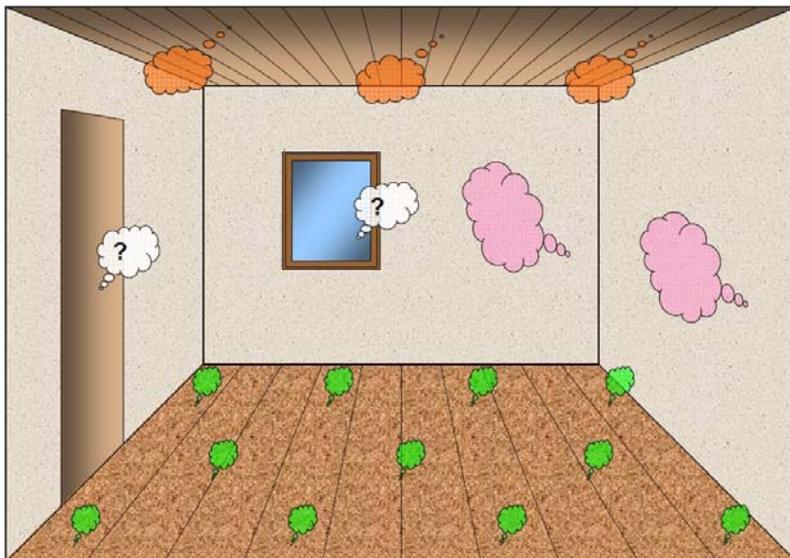
Retentionsbereich C <sub>6</sub> (n-Hexan C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )	Retentionsbereich C <sub>16</sub> (n-Hexadekan C <sub>16</sub> H <sub>34</sub> )	Retentionsbereich C <sub>22</sub> (n-Docosan C <sub>22</sub> H <sub>46</sub> )
VVOC	VOC	SVOC
leicht-flüchtige organische Verbindungen ( <u>v</u> 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 (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 jeweiligen Bauprodukte bzw. der darin enthaltenen Komponenten untersucht werden und in Anlehnung an die Vorgaben des CEN/TC 351 Umsetzungsvorschläge zum zukünftigen Umgang mit der Thematik im Bereich der Produktnorm geschaffen werden.



## 2 Analyse

### 2.1 Bauproduktenrichtlinie

In der europäischen Bauproduktenrichtlinie sind sechs wesentliche Anforderungen an Bauprodukte definiert:

- 1) Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
- 2) Brandschutz
- 3) Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz**
- 4) Nutzungssicherheit
- 5) Schallschutz
- 6) Energieeinsparung/Wärmeschutz

Bauprodukte, die innerhalb der Europäischen Union auf den Markt gebracht werden, müssen den Anforderungen der Bauproduktenrichtlinie genügen. Anforderung Nr. 3 fordert von Entwurf und Ausführung eines Bauwerks, die Gesundheit von Bewohnern nicht zu gefährden. Als mögliche diesbezügliche Einwirkungen werden die folgenden Wege angegeben:

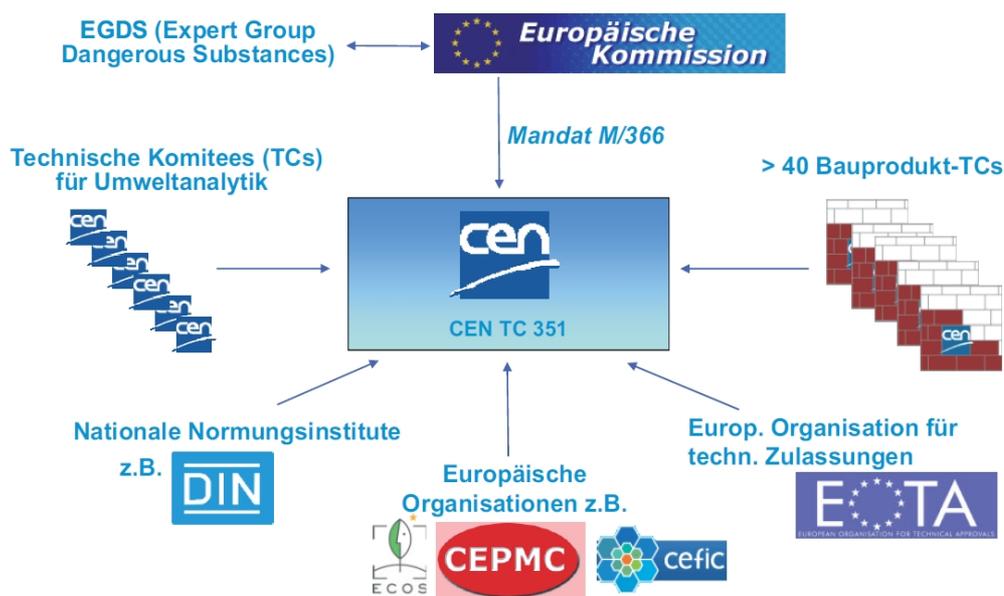
- Freisetzung giftiger Gase,
- Vorhandensein gefährlicher Teilchen oder Gase in der Luft,
- Emissionen gefährlicher Strahlen,
- Wasser- oder Bodenverunreinigung oder -vergiftung,
- unsachgemäße Beseitigung von Abwasser, Rauch und festem oder flüssigem Abfall,
- Feuchtigkeitsansammlungen in Bauteilen und auf Oberflächen von Bauteilen in Innenräumen.

Zur Umsetzung der „wesentlichen Anforderung Nr. 3“ wurde ein europäisches Mandat (M/366) zur „Entwicklung harmonisierter horizontaler Bewertungsverfahren in Bezug auf die Anforderungen der Bauproduktenrichtlinie zur Freisetzung gefährlicher Stoffe“ vergeben, auf dessen Basis sich das Technische Komitee CEN/TC 351 gründete.

In der zukünftigen Bauproduktenverordnung wird eine weitere wesentliche Anforderung (nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen) enthalten sein, die indirekt auch das Emissionsverhalten von Bauprodukten beinhaltet. So wird in gängigen Zertifizierungssystemen zur Nachhaltigkeit von Gebäuden die Belastung durch Emissionen in der Raumluft mit bewertet.

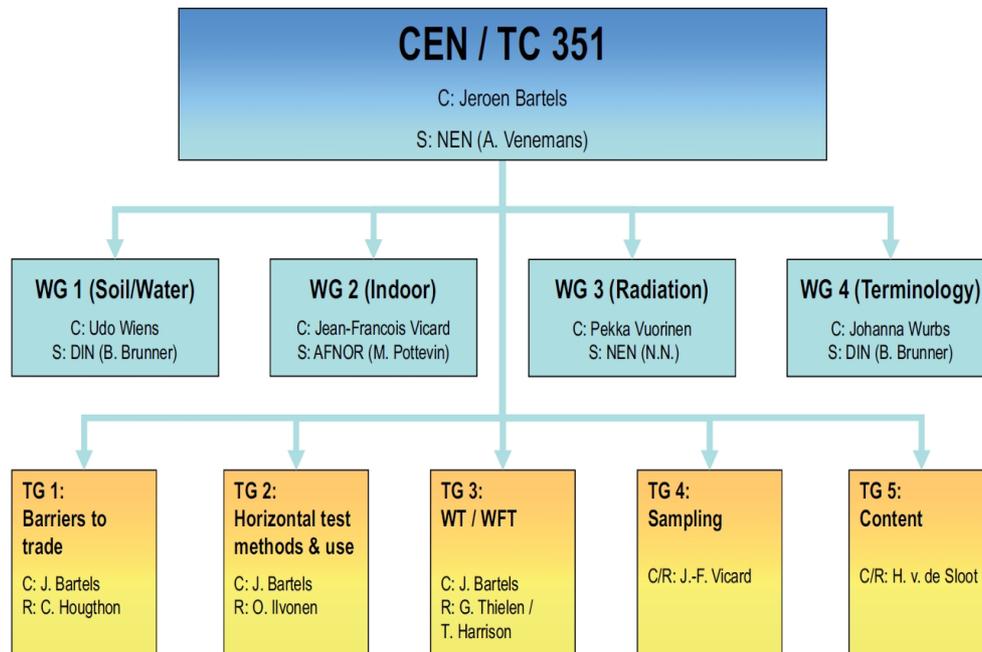
## 2.2 CEN TC 351

Das Technische Komitee CEN/TC 351 wurde gegründet, um harmonisierte horizontale Normen zu erarbeiten. Diese horizontalen Normen werden zukünftig von den jeweils betroffenen Produktparten (z. B. Fenster und Außentüren: CEN/TC 33 „Doors, windows, shutters, building hardware and curtain walling“) umgesetzt werden. Die technischen Vorgaben werden auf diesem Weg Eingang in die jeweiligen Produktnormen finden, die beim Konformitätsnachweis mit den wesentlichen Anforderungen der europäischen Bauproduktenrichtlinie (CE-Kennzeichnung) heranzuziehen sind. Die Zusammenhänge von CEN/TC 351 mit anderen Ausschüssen und Organisationen ist in Abbildung 3 dargestellt.



**Abbildung 3** Beteiligte Ausschüsse und Organisationen am CEN/TC 351 [3]

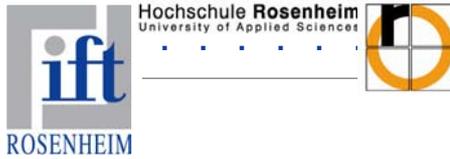
CEN/TC 351 untergliedert sich wiederum in eine Arbeitsstruktur, in der unter anderem die Wege der Freisetzung unterschieden werden. In Abbildung 4 ist die aktuelle Struktur, zusammen mit den jeweiligen Obmännern (C: Convenor), Sekretariaten (S: Secretary) und Berichterstattern (R: Rapporteur) der unterschiedlichen Arbeitsgruppen (WG: Working Group) und Projektgruppen (TG: Task Group), dargestellt.



**Abbildung 4** Struktur des CEN/TC 351 [3]

Relevant für die Betrachtungen innerhalb dieses Forschungsvorhabens sind speziell Arbeiten, Vorschläge und Dokumente von „CEN/TC 351 WG 2 – Emissions into Indoor Air“, die sich mit der Freisetzung gefährlicher Stoffe aus Bauprodukten in die Innenraumluft befassen. Nationale Zuarbeit erfolgt dazu durch das Deutsche Spiegelgremium der WG 2, NA 005-53-02 GA: „Gemeinschaftsarbeitsausschuss NABau/KRdL; Innenraumluft“.

Ein Normentwurf von WG 2 liegt als Arbeitsdokument vor [4] und ist zur weiteren Validierung bzw. für eine Robustheitsprüfung vorgesehen, bevor das Dokument den Status einer Vornorm (TS: Technische Spezifikation) erhalten kann. Erst dann sind auf dem Weg zum Status einer Europäischen Norm in einem weiteren Validierungsschritt Ringversuche vorgesehen, um die Untersuchungsmethoden durch eine Vielzahl von Laboren abzusichern [3].



### 2.3 Produktnorm EN 14351-1

Obwohl derzeit noch keine produktspezifischen, europäisch harmonisierten Regelwerke und Vorgaben existieren, ist in der Produktnorm für Fenster und Außentüren EN 14351-1 bereits der Abschnitt 4.6 Gefährliche Substanzen enthalten:

*„...Soweit es die anerkannten Regeln der Technik ermöglichen, muss der Hersteller die Werkstoffe des Produktes angeben, die bei bestimmungsgemäßer Anwendung Emission oder Migration unterliegen und bei denen eine Emission oder Migration in die Umgebung eine mögliche Gefahr für Hygiene, Gesundheit oder Umwelt darstellt. Der Hersteller muss in Übereinstimmung mit den rechtlichen Anforderungen des vorgesehenen Bestimmungslandes eine entsprechende Angabe der Bestandteile vorbereiten und abgeben...“*

Gemäß Anhang ZA, Tabelle ZA.1 in der Produktnorm ergibt sich aufgrund des Mandates M101, dass sich die Deklaration von gefährlichen Substanzen auf den „Einfluss auf Innenräume“ beschränkt.

In Deutschland gibt es derzeit für den Produktbereich Fenster und Außentüren keine Zulassungsvoraussetzungen oder Vorschriften bzgl. der Emissionen gefährlicher Stoffe in die Innenraumluft. Im Hinblick auf mögliche gefährliche Stoffe, die in Produkten oder deren Komponenten enthalten sind, gibt es jedoch Vorgaben, deren Einhaltung durch den Hersteller der Produkte sichergestellt und bei Bedarf deklariert werden muss (z. B. Chemikalien-Verbotsverordnung ChemVerbotsV [5]). Zu Inhaltstoffen und Bestandteilen gibt es zudem zahlreiche weitere europäische Regelungen, die im erweiterten Sinn auch unter den Bereich „Gefährliche Substanzen“ fallen.

Bis also entsprechende harmonisierte Vorgaben verfügbar sind, muss der Hersteller nationale Vorschriften der jeweiligen Mitgliedsstaaten beachten, in denen das Produkt auf den Markt gebracht wird. Die Deklaration nationaler Vorschriften darf dabei jedoch nicht in direktem Zusammenhang mit dem CE-Kennzeichen erfolgen, sondern muss in jeweiligen Begleitdokumentationen, abhängig von den geltenden nationalen Rechtsvorschriften, erfolgen [6].



## 2.4 AgBB-Schema

Die europäischen Bauproduktenrichtlinie [1] nennt als eine wesentliche Anforderung „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“. In Anhang I der Richtlinie sind mögliche Einwirkungen aus Bauwerken zusammengestellt, die Hygiene und Gesundheit gefährden können. Als eine gefährliche Einwirkung wird dort die Freisetzung giftiger Gase genannt.

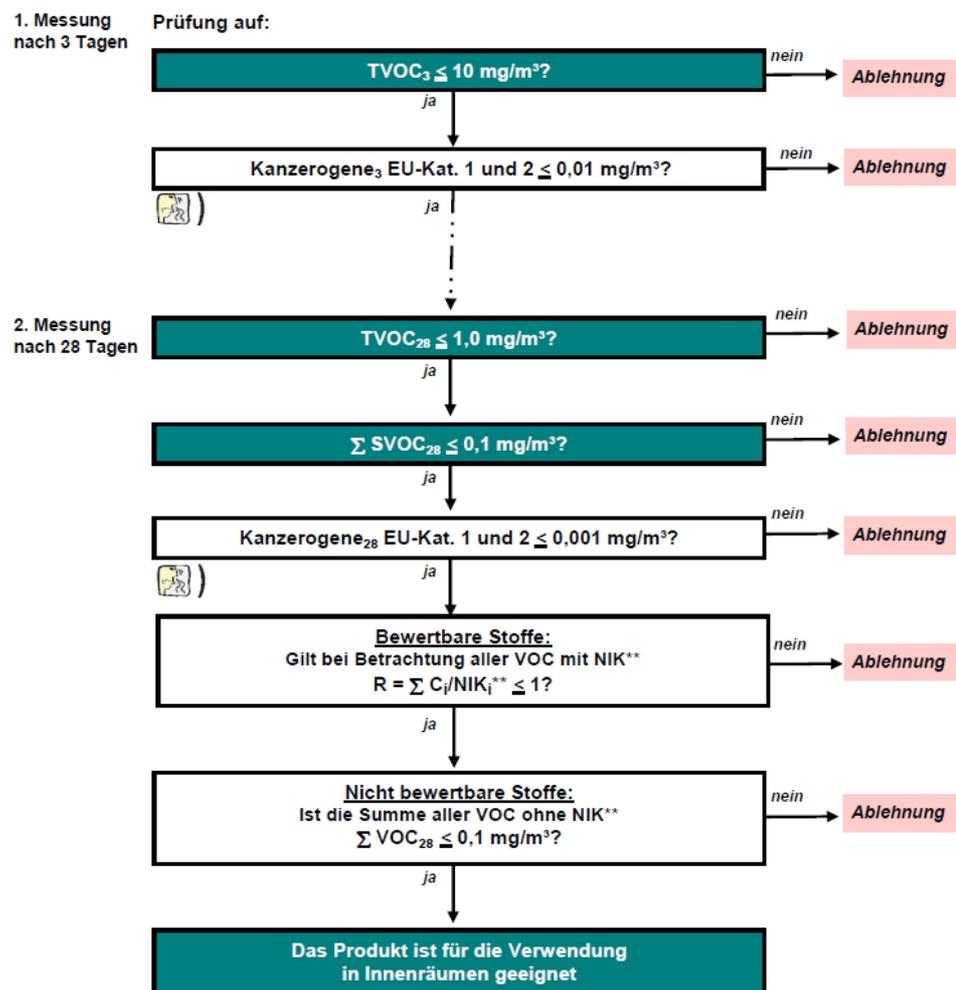
Zur Umsetzung der europäischen Anforderungen und Erarbeitung harmonisierter horizontaler Normen zu dieser Thematik wurde das technische Komitee CEN/TC 351 gegründet. Da einheitliche europäische Regelungen lange Zeit nicht verfügbar waren, entstanden in Europa unterschiedliche nationale Regelungen und Umsetzungsvorschläge zur wesentlichen Anforderung „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“. In Deutschland wurde dazu der „Ausschuss für die gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten“ (AgBB) gegründet. Der AgBB entwickelte eine Vorgehensweise zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten in Hinblick auf die Emissionen von organischen Stoffen (AgBB-Schema [7]). Ziel des Bewertungsschemas ist es, einheitliche, nachvollziehbare Mindestanforderungen festzulegen, bei deren Einhaltung ein Bauprodukt zur Verwendung in Innenräumen geeignet ist.

Die Anwendung des AgBB-Schemas beruht auf der Durchführung von Emissionskammermessungen. Dabei werden die zu untersuchenden Produkte in Prüfkammern eingelagert, die unter definierten Bedingungen (Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Luftwechsel, Beladung) betrieben werden. Die genaue Vorgehensweise wird in der Normenreihe ISO 16000 [9][12][11] beschrieben. Entsprechend dem AgBB-Schema wird die Kammerluft nach drei und nach 28 Tagen untersucht. Dazu wird eine definierte Luftmenge über ein Adsorbens (Trocknungsmittel) geführt. Die auf dem Adsorbens angelagerten Schadstoffe werden zunächst thermisch desorbiert, dann durch Gaschromatographie aufgetrennt und anschließend mittels Massenspektrometrie (GC/MS) qualitativ und quantitativ analysiert. Die auf diese Weise ermittelbaren Konzentrationen der Schadstoffe in der Kammerluft werden für die Beurteilung nach dem AgBB-Schema herangezogen.

Im Rahmen dieses Projektes wurden die mittels Kammermessungen zu untersuchenden Materialien möglichst früh dem Produktionsprozess entnommen und einer anschließenden Reifelagerung zugeführt (siehe Kapitel 3.6). Die nach dieser Lagerung durchgeführten Messungen in der Emissionsprüfkammer wurden an einer Materialprobenoberfläche durchgeführt, die sich an der

emittierenden Oberfläche der jeweiligen Materialgruppe in einem Referenzraum orientiert (siehe Kapitel 3.3).

Die Beurteilung der Emissionen der in diesem Projekt mittels Emissionskammermessungen untersuchten Materialien folgte dem AgBB-Ablaufschema, Ausgabe Mai 2010 [7]. Das Ablaufschema ist in Abbildung 5 wiedergegeben.



 Für die zu diesen Zeitpunkten ebenfalls vorgesehenen sensorischen Prüfungen stehen derzeit noch keine abgestimmten und allgemein anerkannten Verfahren zur Verfügung.

\* VOC, TVOC: Retentionsbereich C<sub>6</sub> – C<sub>16</sub>, SVOC: Retentionsbereich > C<sub>16</sub> – C<sub>22</sub>

\*\* NIK: Niedrigste interessierende Konzentration, engl. LCI

Emissionskammerprüfung nach DIN EN ISO 16000-9 bis 11

UBA II 1.3 –  
AgBB 2010

Abbildung 5 AgBB-Ablaufschema [7]



Gemäß dem AgBB-Schema werden in diesem Projektbericht folgende Abkürzungen verwendet:

**VOC** (volatile organic compound) sind organische Verbindungen, die bei der gaschromatographischen Trennung im Retentionsbereich zwischen Hexan ( $C_6$ ) und Hexadecan ( $C_{16}$ ) liegen. Diese VOC-Definition geht von der Trennung auf einer unpolaren Kapillarsäule aus.

**TVOC<sub>n</sub>** (total volatile organic compound) bezeichnet die Summe der Konzentrationen aller Einzelstoffe im Retentionsbereich  $C_6 - C_{16}$ , die in einer Konzentration  $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vorliegen. Der Index benennt den Tag der Messung nach der Einlagerung der Probe.

**SVOC** (semi-volatile organic compound) sind organische Verbindungen, die im Retentionsbereich zwischen Hexadecan ( $C_{16}$ ) und Docosan ( $C_{22}$ ) liegen.

**$\Sigma$  SVOC** ist die Abkürzung für die Summe der Konzentrationen aller Einzelstoffe im Retentionsbereich  $C_{16} - C_{22}$ , die in einer Konzentration  $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vorliegen.

**VVOC** (very-volatile organic compound) steht für organische Verbindungen, die im Retentionsbereich  $< C_6$  liegen.

**NIK<sub>i</sub>** ist die Abkürzung für die niedrigste interessierende Konzentration des Stoffes *i*. Es handelt sich bei den NIK-Werten um gesundheitsbezogene Hilfsgrößen zur Bewertung der VOC. Die aktuelle NIK-Liste ist in dem AgBB-Schema, Ausgabe Mai 2010 zu finden.

**$c_i$**  bezeichnet die Konzentration der Verbindung *i* in der Kammerluft. Die Konzentration wird als Masse des Stoffes *i* im Verhältnis zum Volumen angegeben.

**$R_i$** : Stoffkonzentration der Verbindung *i* in der Kammerluft dividiert durch den dazugehörigen NIK<sub>i</sub>

$$R_i = c_i / \text{NIK}_i$$

Der dimensionslose Quotient  $R_i$  ist nur für Verbindungen zu ermitteln, die in der Kammerluft in einer Konzentration  $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vorliegen.

**R:** Summe aller  $R_i$  für Verbindungen, die in einer Konzentration  $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in der Kammerluft vorliegen

$$R = \sum R_i$$

Zur Beurteilung der in diesem Projekt mittels Emissionkammermessung untersuchten Materialien wurden die sieben im AgBB-Schema genannten Entscheidungskriterien herangezogen (siehe Tabelle 1).

**Tabelle 1** AgBB-Entscheidungskriterien

lfd. Nr.	Tag der Messung und Prüfung	Entscheidungskriterium
1	3	$\text{TVOC}_3 \leq 10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2	3	In der Kammerluft dürfen keine Kanzerogene der EU-Kategorie 1 und 2 (EU-Richtlinie 67/548/EWG) in einer Konzentration $> 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vorliegen.
3	28	$\text{TVOC}_{28} \leq 1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$
4	28	$\text{SVOC} \leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$
5	28	In der Kammerluft dürfen keine Kanzerogene der EU-Kategorie 1 und 2 (EU-Richtlinie 67/548/EWG) in einer Konzentration $> 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vorliegen.
6	28	$R \leq 1$
7	28	Für VOC ohne NIK, die in einer Konzentration $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vorliegen gilt: $\sum \text{VOC}_{28} \leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Anforderung 6 berücksichtigt, dass unterschiedliche Stoffe hinsichtlich ihrer Wirkung unterschiedlich zu bewerten sind. Das Kriterium geht davon aus, dass keine Wirkung auftritt, wenn die Summe aller  $R_i$  den Wert 1 nicht überschreitet. Das Kriterium  $R \leq 1$  zusammen mit der Summenbildung  $R = \sum R_i$  geht von der Additivität der Wirkung der einzelnen Stoffe aus. Kritische Stoffe haben einen niedrigen NIK-Wert. Daher können bereits relativ geringe Konzentrationen eines solchen Stoffes dazu führen, dass das Entscheidungskriterium  $R \leq 1$  nicht erfüllt wird.



Nur wenn ein Produkt alle sieben beschriebenen Bedingungen erfüllt, ist es nach den AgBB-Grundsätzen für die Verwendung in Innenräumen von Gebäuden geeignet. Zusätzlich sind sensorische Prüfungen nach drei und nach 28 Tagen vorgesehen. Da aber noch keine abgestimmten, allgemein anerkannten Verfahren existieren, finden Geruchsuntersuchungen bei der AgBB-Beurteilung noch keine Anwendung.

Kammermessungen nach dem AgBB-Schema sind aufwändig. Unter Projektlaufzeitaspekten erschien es wenig sinnvoll, sehr emissionsarme Produkte 28 Tage in den Emissionskammern zu belassen. Daher wurde im Rahmen des Projekts teilweise von den im AgBB-Schema genannten Bedingungen für einen Abbruch der Prüfung nach bereits sieben Tagen Gebrauch gemacht. Der vorzeitige Abbruch kann dann vorgenommen werden, wenn die ermittelten Werte am siebten Tag der Prüfung unterhalb der Hälfte der Anforderungen für die 28-Tage-Werte liegen und gegenüber der Messung am dritten Tag kein wesentlicher Anstieg der Konzentration eines Einzelstoffes beobachtet wird.



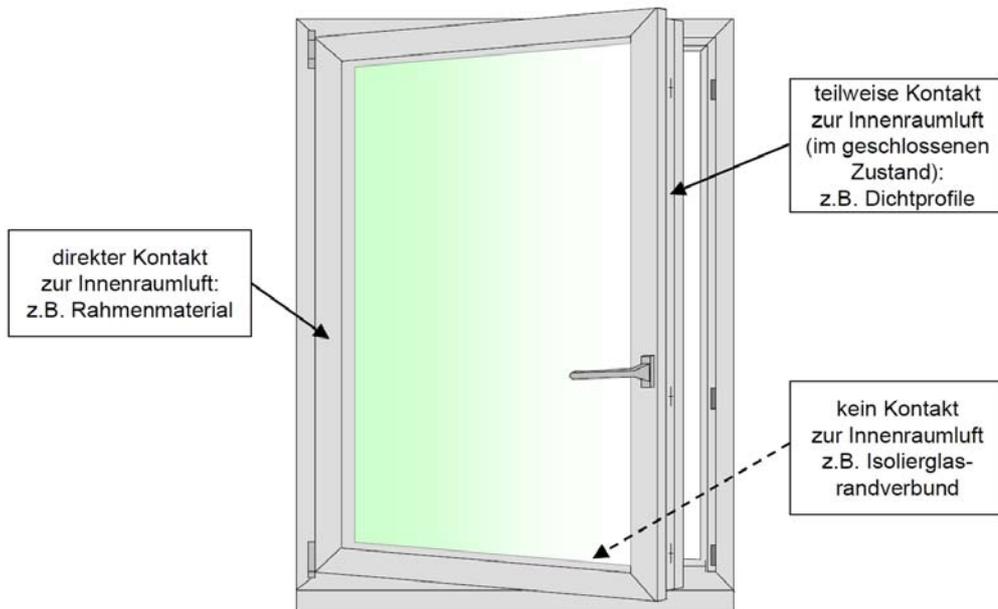
### 3 Vorgehensweise

#### 3.1 Produktspezifische Betrachtung

Bei der Betrachtung des Produkts Fenster im Innenraum müssen zunächst einige produktspezifische Besonderheiten beachtet werden, die hinsichtlich des Emissionsverhaltens mitbestimmend sind.

Erste und deutlichste Besonderheit ist die Montage des Bauprodukts in die Gebäudehülle. Fenster haben nur teilweise direkten Kontakt zur Innenraumluft, da die Fensteraußenseite von Außenluft umspült wird. Die Randbereiche sind zur Mauerlaibung hin gerichtet, haben aber aufgrund des erforderlichen luftdichten Einbaus des Fensters in die Außenwand ebenfalls keinen direkten Kontakt zur Innenraumluft. Eingesetzte Montagestoffe und -bauteile oder Zusatzbauteile wie raumseitige Sonnenschutzeinrichtungen werden im Rahmen der Forschungsarbeit nicht betrachtet, da sie nicht Bestandteil der betreffenden Produktnorm sind.

Üblicherweise sind am Produkt Fenster im geschlossenen Zustand zudem viele Komponenten nur teilweise mit der Raumluft in Kontakt, da sie – wie z. B. die Dichtungsebenen (Dichtprofile) – im Falzbereich liegen. Andere Komponenten sind komplett verdeckt, weil sie – wie z. B. der Isolierglasrandverbund – vom Fensterprofil umschlossen sind. Derartige Komponenten haben daher auch nur bedingten Einfluss auf Emissionen in die Innenraumluft (siehe Abbildung 6).



**Abbildung 6** Einfluss unterschiedlicher Komponenten

Eine weitere Besonderheit des Produktes Fenster stellt der hohe Glasflächenanteil an der Gesamtoberfläche dar. Bei einem Fenster in der Standardgröße nach Produktnorm von 1,23 m x 1,48 m beträgt der Glasflächenanteil, abhängig vom Profilsystem und von der Konstruktion, ca. 70 %. Da von Glasoberflächen keine Emissionen ausgehen [8], verbleiben lediglich ca. 30 % der inneren Fensteransichtsfläche als „Quelle“, die als relevante emittierende Fläche zu betrachten ist. Zudem ist der Glasflächenanteil je nach Fensterabmessung, Fensterteilung und verwendetem Profilsystem variabel.

Aufgrund der beschriebenen Besonderheiten wird klar, dass bei der Betrachtung des Emissionsverhaltens von Fenstern eine produktspezifische Vorgehensweise nötig ist. Deshalb war ein Ziel des Forschungsvorhabens, einen entsprechenden Umsetzungsvorschlag zu erarbeiten.

### 3.2 Generelle Vorgehensweise

Die innerhalb des technischen Komitees CEN/TC 351 diskutierte Vorgehensweise sieht eine Prüfung der Emissionen von Fenstern an kompletten Fensterelementen vor [8]. Neben dieser Vorgehensweise wurde innerhalb des Forschungsvorhabens ein alternativer Ansatz verfolgt. Dieser sieht vor, dass Un-

tersuchungen und Bewertungen auf Basis der verwendeten Materialien 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. Der alternative Ansatz, die Bewertung an den verwendeten Einzelmaterialien und Materialgruppen und nicht am kompletten Fenster durchzuführen, begründet sich wie folgt:

Werden an kompletten Fenstern Emissionsprüfungen durchgeführt, kann wegen der Vielzahl unterschiedlicher Materialien und Komponenten kein Rückschluss auf die Quelle der Emissionen gezogen werden, da sich die Messwerte immer auf das komplette Element beziehen. Der Fensterhersteller hat somit kaum Möglichkeiten, im Rahmen der von ihm verantworteten Fertigungsschritte Einfluss auf das Emissionspotenzial seiner Produkte zu nehmen, obwohl die Verantwortung für die entsprechende Produkteigenschaft beim Fensterhersteller liegt. Um Herauszufinden, welches Bauteil bzw. welche Komponente innerhalb der Fensterkonstruktion für welche Emissionen verantwortlich ist, müsste jeweils ein komplettes Fenster, unter Variation der verbauten Komponenten, erneut untersucht werden. Dies würde langandauernde sowie kostspielige Untersuchungen nach sich ziehen.

Fenster bestehen aus einer Vielzahl von Materialien und Bestandteilen, die unterschiedliche Zuliefer- und Vertriebswege aufweisen und damit zu schwankenden Zwischenlagerungszeiten innerhalb des Fertigungsprozesses führen. Durch diese Liefer- und Lagerungszeiten haben die Einzelkomponenten einen unterschiedlich langen Produktlebenszyklus durchlaufen. Die Messwerte der Emissionsmessung sind aber sowohl abhängig von der Probenahme als auch von dem bereits zurück gelegten Produktlebenszyklus der Einzelkomponenten der Fenster. Eine reproduzierbare Probenahme von gesamten Fensterelementen zur gewährleisten, ist daher schwierig umzusetzen. Für den Nachweis der Produkteigenschaften ist aber eine hinreichend genaue Reproduzierbarkeit der Untersuchungen notwendig.

Die sich aus den Vorgaben des Referenzraums ergebenden Beladungsfaktoren müssen in einem möglichen Prüfablauf zumindest annähernd eingehalten werden. Untersuchungen an kompletten Fenstern müssten daher in einer großen Emissionsprüfkammer (ca. 30 m<sup>3</sup>) durchgeführt werden. Untersuchungen in solchen Kammern sind sehr aufwändig und kostspielig; außerdem stehen Kammern in dieser Größe derzeit nicht in ausreichender Anzahl zur Verfü-

gung. Eine maßstäbliche Verkleinerung von Fensterelementen ist nicht möglich, da Profilquerschnitte im Regelfall an Bearbeitungs- oder Extrusionswerkzeuge gebunden sind und diese nur mit großem Aufwand abgeändert werden können. Auch würde sich bei dieser Verkleinerung das Verhältnis der verschiedenen Materialoberflächen zueinander nicht proportional verändern. Kleine Fenster haben einen signifikant höheren Rahmenanteil als größere Fenster. Die ermittelten Messwerte könnten daher nicht auf die realen Fenstergrößen zurückgerechnet werden.

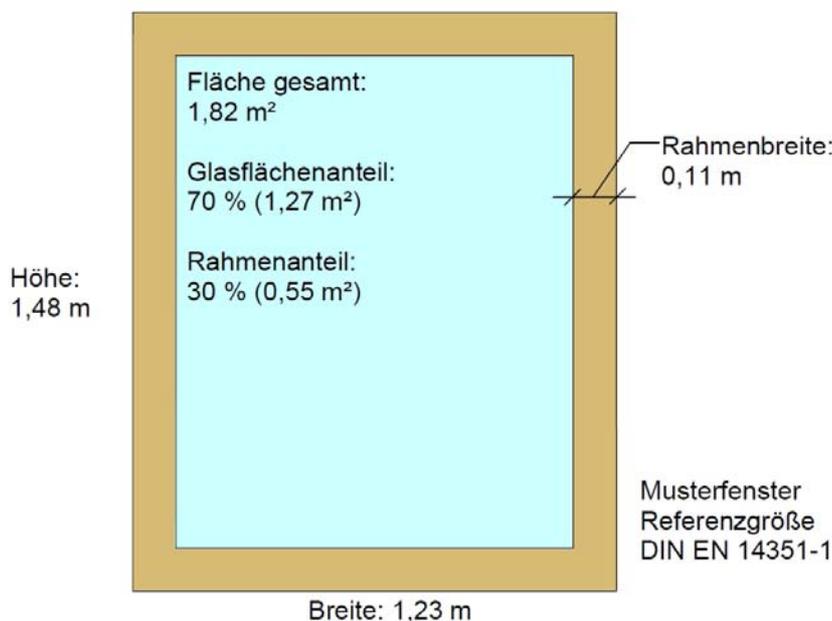
Aus diesen Gründen lag im Rahmen des Forschungsvorhabens der Schwerpunkt auf der Untersuchung der einzelnen Bestandteile eines Fensters wie z. B. der Rahmenwerkstoffe, Dichtstoffe etc. Um aus der Vielzahl von Komponenten, Varianten und Besonderheiten eine repräsentative Auswahl zu ermöglichen, wurden für die jeweiligen Produktgruppen jeweils Screeninguntersuchungen durchgeführt. Auf der Basis dieser Screeninguntersuchungen wurden Proben für die Untersuchung in der Emissionsprüfkammer ausgewählt. Bei der Untersuchung der Einzelbestandteile in der Prüfkammer wurde die Einbausituation, d. h. die emittierende Oberfläche in der Praxis, berücksichtigt.

Parallel zu den Untersuchungen an den Einzelbestandteilen wurden auch Untersuchungen an gesamten Fensterelementen durchgeführt. Ziel war es dabei vergleichende Werte zu den Messungen an den Einzelkomponenten zu erhalten sowie produktspezifische Details und Umsetzungsvorschläge zu entwickeln.

### 3.3 Beladungsfaktoren

Grundlage für eine Messung der Emissionen von z. B. Bauprodukten sind sogenannte Beladungsfaktoren, die dem Verhältnis von emittierender Fläche zum Raumvolumen entsprechen. Aus dem jeweiligen Beladungsfaktor ergibt sich also die „Konzentration“, mit der einzelne Produkte auf die Innenraumluft einer definierten Raumgröße einwirken. CEN/TC 351 WG2 sieht nach derzeitigem Stand für „small surfaces“ wie z. B. Fenster einen Beladungsfaktor von  $0,05 \text{ m}^2/\text{m}^3$  vor. Definiert wird zudem für den Referenzraum von  $30 \text{ m}^3$  eine Fenstergröße von  $2 \text{ m}^2$ , aus der sich wiederum eine produktbezogene Beladung von  $0,067 \text{ m}^2/\text{m}^3$  ergibt. Diese Werte beziehen sich auf die Überprüfung kompletter Fenster und beinhalten damit auch entsprechende Anteile von Glasoberflächen.

Der Komponentenansatz im Rahmen des Forschungsprojekts sieht hingegen folgende Voraussetzungen vor: In Abbildung 7 ist die in der Produktnorm für Fenster EN 14351-1 festgelegte Referenzgröße eines Musterfensters schematisch dargestellt. Diese Fenstergröße wird für eine Vielzahl von Prüfungen wie z. B. Wärme- oder Schallschutz verwendet. Die Berechnungen zu den Beladungsfaktoren beziehen sich auf diese Abmessungen sowie auf das in CEN/TC 351 vorgeschlagene Raumvolumen von 30 m<sup>3</sup>.

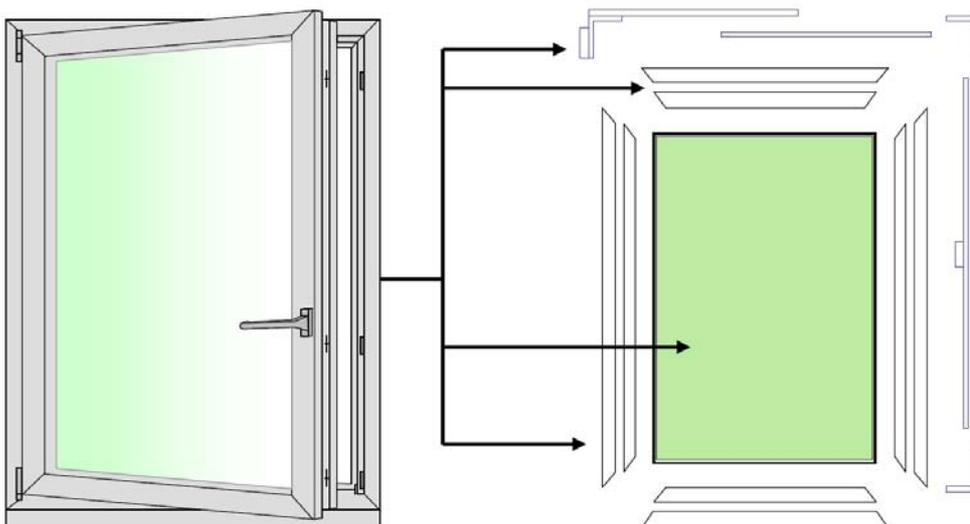


**Abbildung 7** Referenzgröße Musterfenster (EN 14351-1);  
Einfachfenster ohne Sprossen

Auf Basis dieser Größenverhältnisse wurden für die einzelnen Fensterkomponenten (siehe Abbildung 8) Beladungsfaktoren abgeleitet (siehe Tabelle 2). Zur besseren Einschätzung wurden zusätzlich zu den Beladungsfaktoren die sich daraus ergebenden Größenverhältnisse im Referenzraum bzw. die sich ergebenden Probengrößen innerhalb einer 1 m<sup>3</sup>-Emissionsprüfkammer angegeben.

**Tabelle 2** Beladungsfaktoren Betrachtung Komponenten

Komponente	Beladungsfaktor	resultierende Probengrößen	
		Referenzraum (30 m <sup>3</sup> )	Emissionsprüf- kammer (1 m <sup>3</sup> )
Rahmenmaterial	0,02 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	z. B. 60 cm x 100 cm	z. B. 20 cm x 10 cm
Dichtstoffe	0,001 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	z. B. 30 cm x 10 cm	z. B. 2 cm x 5 cm
Dichtprofile	0,15 m/m <sup>3</sup> (bezogen auf Profil- länge) bzw. 0,001 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	4,5 m (bezogen auf Profillänge)	15 cm (bezogen auf Profillänge)
Dichtstoffe Randverbund MIG	0,16 m/m <sup>3</sup> (bezogen auf Rand- verbund)	4,8 m (bezogen auf Randverbund)	16 cm (bezogen auf Randverbund)
Thermische Trennung bei Metallprofilen	0,18 m/m <sup>3</sup> (bezogen auf Profil- länge)	5,4 m (bezogen auf Profillänge)	18 cm (bezogen auf Profillänge)
Beschlag	1 Beschlagsatz / 30 m <sup>3</sup>	1 kompletter Beschlagsatz	

**Abbildung 8** Zerlegung in Fensterkomponenten



Betrachtungen zu den Beladungsfaktoren:

- Der Beladungsfaktor für Rahmenmaterialien bezieht sich sowohl auf die verwendeten Grundmaterialien als auch auf eingesetzte Beschichtungsmaterialien.
- Bei Dichtprofilen hängt die flächenbezogene Beladung von der jeweiligen Profilgeometrie ab. Da diese sehr unterschiedlich sein können, wurde die Beladung sowohl flächen- als auch als längenbezogen angegeben. Eine längenbezogene Beladung bietet den Vorteil, unabhängig von der Profilform zu sein.
- Der Beladungsfaktor für Dichtstoffe im Randverbund von Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) variiert aufgrund unterschiedlicher Abstände im Scheibenzwischenraum. Zudem kann es sich beim MIG um 2- oder 3-fach Verglasung handeln. Deshalb wurde auch hier die Beladung bezogen auf die Länge des Randverbunds angegeben.
- Bei thermischen Trennungen lässt sich aufgrund unterschiedlicher Profilformen ebenfalls nur sehr eingeschränkt eine flächenbezogene Beladung angeben.
- Bei Beschlagsteilen lässt sich weder eine flächen- noch längenbezogene Beladung angeben. Daher wurde ein kompletter Beschlagssatz betrachtet, der in dieser Form in einem Fenster der vorgegebenen Größe zum Einsatz kommt.

Für den Fall von Untersuchungen an kompletten Fensterelementen wurden die Vorschläge von CEN/TC 351 WG2 umgesetzt und eine Beladung von  $0,067 \text{ m}^2/\text{m}^3$  angesetzt, was einer Fenstergröße von  $2 \text{ m}^2$  im Referenzraum mit  $30 \text{ m}^3$  entspricht. Die Prüfung selbst wurde an Elementen in der Referenzgröße  $1,23 \text{ m} \times 1,48 \text{ m}$  durchgeführt. Eine Angleichung auf die vorgegebene Beladung erfolgte durch Anpassung der Luftwechselrate.

### 3.4 Probennahme

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 erfolgt beim Zulieferer zu dem Zeitpunkt, an dem die Komponenten im gebrauchsfertigen Zustand vorliegen (frühestmöglicher Zeitpunkt, an dem das Produkt in Verkehr gebracht werden kann). Die Probenahme kompletter Elemente erfolgt ebenfalls im gebrauchsfertigen Zustand, jedoch am Ende der Fertigung beim Fensterhersteller.

Der Projektansatz sieht vor, Zeiträume im Produktlebenszyklus vor den Probenahmezeitpunkten nachvollziehbar zu erfassen. Des Weiteren werden 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 ermöglicht.

In Abbildung 9 ist der Ablauf der Fensterfertigung schematisch dargestellt. Abgebildet sind ebenfalls die Zeitpunkte zur Probenahme sowie die weiteren berücksichtigten Zeiten des Produktlebenszyklus.

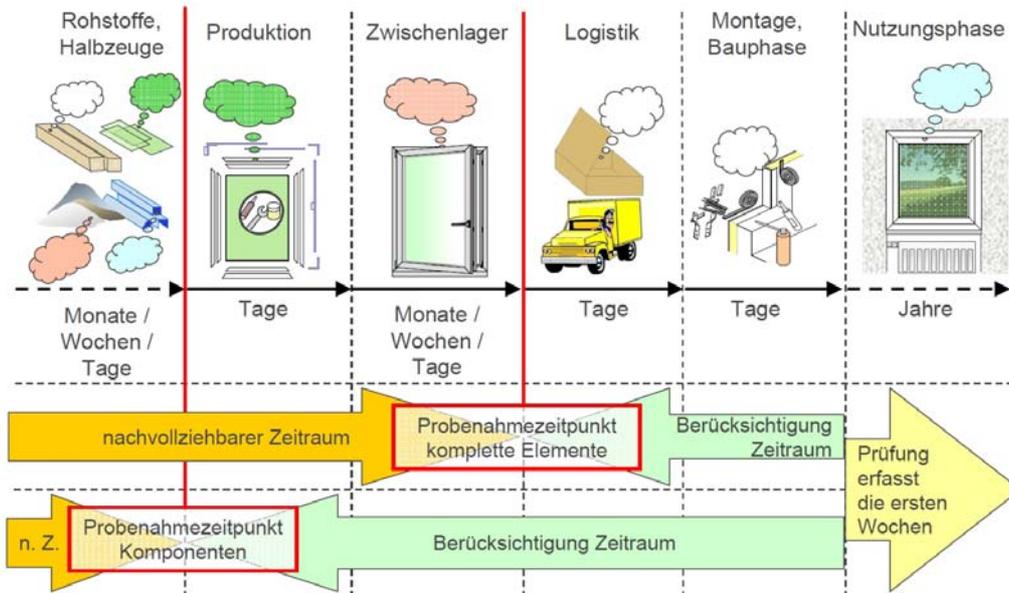


Abbildung 9 Schematischer Fertigungsablauf Fenster

### 3.5 Verpackung

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.

Zur Aufnahme aller wichtigen Daten wurde ein Protokoll erstellt, das vom Hersteller für jede der gewonnenen Proben ausgefüllt wurde. Inhalt des Protokolls waren detaillierte Angaben zur Probe, genaue Angaben zum Zeitpunkt der Entnahme und etwaige Besonderheiten im Ablauf der Probenahme (siehe Abbildung 10). Das Protokoll bietet zudem die Möglichkeit, Angaben zu Produkteigenschaften bzw. zur chemischen Zusammensetzung der Probe einzutragen. Wichtig hierbei waren nicht die genauen Rezepturen, sondern die grundsätzlich enthaltenen Stoffe (siehe Abbildung 11).

Für den gesamten Ablauf der Probenahme wurde eine detaillierte Anweisung erstellt, mit deren Hilfe ein korrekter Ablauf der Probenahme sichergestellt werden sollte (siehe Abbildung 12).



Forschungsprojekt „Emissionen aus Bauelementen“  
**Protokoll zur Probenahme**  
*Bitte ein Protokoll je Probe erstellen!*




**1 Allgemeine Daten**

1.1 Unternehmen	Firmenname bzw. Hersteller	
	Standort	
1.2 Verantwortlicher Probennehmer	Name	
	Telefon-Nr.	

**2 Daten zur Probe**

2.1 Vorgaben der Forschungsstelle	Probenart	
	Abmessung, Menge	
	Zeitpunkt der Probenahme	
2.2 Angaben zur gezogenen Probe	Bezeichnung bzw. Handelsname	
	allgemeine Beschreibung	
	vorgesehener Verwendungszweck	
	Datum, Uhrzeit	
	!!! wichtig !!! Zuordnung Beutel-Nr.	

**3 Besonderheiten**

3.1 Lagerung	Fand zwischen der Entnahme aus dem Produktionsprozess und der Verpackung der Probe eine Zwischenlagerung statt?	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja    wenn ja! Grund: _____ Zeitraum: _____ Bedingungen (Temperatur, Luftfeuchte): _____
3.2 sonstiges	Besteht die Möglichkeit einer Kontamination der Probe durch Dämpfe, Abgase, Stäube etc. am Probenahmeort?	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja    wenn ja! welche: _____

**4 Sonstiges**

Gibt es Fragestellungen und/oder Verbesserungsvorschläge zur Probenahme bzw. dem Protokoll zur Probenahme?	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja    wenn ja! welche: _____
--	--

**5 Bestätigung**

Hiermit bestätigt der Unterzeichner die Richtigkeit der oben gemachten Angaben. Die Probe wurde eigenhändig gemäß der umseitigen Probenahmeanleitung ausgewählt, gezogen und verpackt.

Datum:	Unterschrift (Stempel):
--------	-------------------------

Bitte je Probe ein Protokoll ausfüllen! Die Probenahmeanleitung ist unbedingt einzuhalten!

Abbildung 10 Protokoll zur Probenahme, Seite 1 – Daten zur Probe etc.



Forschungsprojekt „Emissionen aus Bauelementen“

**Protokoll zur Probenahme**

*Bitte ein Protokoll je Probe erstellen!*



**6 Produkteigenschaften und chemische Zusammensetzung**

Zur genaueren Beschreibung der Produkteigenschaften sowie zur Erfassung der Inhaltstoffe bitten wir um folgende weitere Informationen und Daten:

- 1.) ein EG-Sicherheitsdatenblatt (nach 91/155/EWG sowie 93/112/EG)
- 2.) ein technisches Merkblatt

Darin enthalten sind Angaben zum sicheren Umgang mit dem Produkt, physikalisch-chemische Kenndaten (z.B. Dichte, Flammpunkt etc.), toxikologische und ökologische Angaben sowie Angaben zur Einstufung nach der europäischen Richtlinie 67/548/EWG.

3.) Angaben zur chemischen Zusammensetzung des Produkts nach den Kriterien in folgender Tabelle:

Ifd. Nr.	Handelsname Rohstoff	Hersteller	Genaue chem. Bezeichnung (IUPAC/Trivialname) und CAS-Nummer	Wirkungsweise	Einstufung (z.B. nach RL 67/548/EWG)	Gew.-Anteile in %
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

**Abbildung 11** Protokoll zur Probenahme, Seite 2 – Produkteigenschaften etc.

Forschungsprojekt „Emissionen aus Bauelementen“

**Probenahmeanleitung***Diese Anleitung ist in jedem Fall einzuhalten!***1. Allgemeines**

Die jeweiligen Proben sind gemäß den Vorgaben der Forschungsstelle (Protokoll zur Probenahme, Punkt 2.1) zu entnehmen. Lagerzeiten der Proben sind dabei möglichst auszuschließen um eine Kontamination der Proben zu vermeiden. Die späteren Untersuchungsergebnisse können durch Einflüsse wie Hitze, intensives Licht oder Luftfeuchtigkeit, sowie in besonderem Maß durch Einflüsse wie Reinigungsmittel, Lösemittel, Abgase oder Stäube verfälscht bzw. negativ beeinflusst werden.

**2. Probenahme**

Bitte entnehmen Sie die Proben zu den von der Forschungsstelle vorgegebenen Zeitpunkten und in den vorgegebenen Mengen aus dem laufenden Produktionsprozess. Datum und Uhrzeit der Probenahme sind dabei im Protokoll zu vermerken. Des weiteren muss die genaue Typenbezeichnung der Probe (z.B. Profil XY, Produkt-Nr. 12345 etc.), eine genaue Beschreibung der Probe (z.B. Grundmaterial, Oberflächenvariante etc.) sowie der vorgesehene Verwendungszweck protokolliert werden.

**3. Probenbezeichnung**

Um eine spätere Zuordnung der Proben zu ermöglichen ist die, auf dem Beutel angegebene Nummer in das jeweilige Protokoll der Probe einzutragen. Beschriftungen der Proben selbst oder eine Beschriftung mit Etiketten sollte bitte unterlassen werden.

**4. Probenverpackung**

Die Proben sind umgehend nach der Entnahme aus dem Fertigungsprozess in die gelieferten Beutel aus Aluminium-Verbundfolie zu verpacken. Die offene Seite der Beutel ist dazu mehrfach zu falten und mit dem ebenfalls gelieferten Aluminium-Klebeband zu verschließen (siehe Bild 1-3). In dem Verpackungsbeutel soll ausschließlich die jeweilige Probe verpackt werden. Werden mehrere Proben gezogen dürfen diese keinesfalls zusammen verpackt werden sondern getrennt voneinander.



**Bild 1:** Probe wird in mitgelieferten Beutel gesteckt



**Bild 2:** offene Beutelseite wird mehrfach eingeschlagen



**Bild 3:** mitgeliefertes Klebeband entlang der eingeschlagenen Kante und um die Längskante

**5. Versand der Probe**

Der Versand der Proben kann über die üblichen Paket- und Kurierdienste organisiert werden. Die verschlossenen Probenahmebeutel müssen in einer **schützenden Transportverpackung** (z.B. Karton) **stoßsicher** verpackt werden. Um Einrisse an den Beuteln zu vermeiden ist hierbei mit besonderer Vorsicht vorzugehen (**verpackte Proben zusätzlich in Luftpolsterfolie o.ä. einrollen**). Bitte auch die ausgefüllten und nummerierten Protokolle zur Probenahme etc. mitsenden. Wir bitten darum, den Versand auf schnellst möglichem Wege, unmittelbar nach der Probenahme, an die folgende Adresse zu veranlassen:

**ift gemeinnützige Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH**

Herr Benno Bliemetsrieder  
Theodor-Gietl-Str. 7-9  
83026 Rosenheim

**Abbildung 12** Protokoll zur Probenahme, Seite 3 – Probenahmeanleitung

Um den „fertigungsfrischen“ Zustand zu konservieren, müssen die zu untersuchenden Proben für die Emissionsmessung in einer speziellen Verpackung gelagert werden. Damit soll sichergestellt werden, dass die Proben vor Kontamination oder physikalischen Einflüssen wie Hitze, Licht und Feuchtigkeit geschützt sind [9]. Für die VOC-Emissionsmessung an Proben von Bodenbelägen, liegt eine Empfehlung für eine Verpackung vor: ein Beutel aus Aluminiumverbundmaterial [10]. Im Rahmen des Projektes wurden diese Beutel beschafft und für die Verpackung der Proben eingesetzt (siehe Abbildung 13, Abbildung 14).



**Abbildung 13** Probenverpackung in Aluminiumbeutel



**Abbildung 14** Verschlussener Aluminiumbeutel

### 3.6 Reifezeiten

Bei der Probenahme wurde der Zeitraum zwischen Fertigstellung von Komponenten bzw. kompletten Elementen und dem Einwirken in die Innenraumluft berücksichtigt. Für diesen reproduzierbaren Zeitraum wurde der Begriff „Reifezeit“ eingeführt. Zur Festlegung dieser Reifezeiten wurde der zeitliche Fertigungsablauf in der Fensterproduktion in Abhängigkeit des jeweiligen Rahmenmaterials untersucht und detailliert abgebildet. Fragestellung dabei war:

Welche Zeit vergeht zwischen der Fertigung bzw. Bereitstellung der einzelnen Komponenten eines Fensters bis zum (möglichen) Einwirken in die Innenraumluft?

Für die einzelnen Komponenten des Fensters wurden die Zeiten ermittelt, die zwischen der Produktion der Komponenten beim Zulieferer (frühestmöglicher Zeitpunkt an dem das Produkt in Verkehr gebracht werden kann) und der Fertigstellung des kompletten Fensters vergehen. Berücksichtigt sind dabei neben der reinen Fertigungszeit auch Lager- und Transportzeiten beim Zulieferer und beim Fensterhersteller.

Bei flüssigen bzw. pastösen Komponenten wie Lacke und Dichtstoffe sind die Zeiten bis zur Anwendung in der Fensterproduktion nicht relevant. Soweit das jeweils vom Zulieferer angegebene Mindesthaltbarkeitsdatum eingehalten wird, sind hier die Zeiten maßgeblich, die nach der Verarbeitung solcher Komponenten im Rahmen der Fensterfertigung vergehen.

Innerhalb des Fertigungsprozesses des Fensters wurden für die jeweiligen Bearbeitungsschritte die Zeiten ermittelt, die diese in Anspruch nehmen. Berücksichtigt sind dabei auch Lager- und Transportzeiten innerhalb der Fertigung des Fensters.

Da abhängig vom jeweiligen Rahmenmaterial vollkommen unterschiedliche Fertigungsabläufe stattfinden, wurde der Fertigungsablauf je Rahmenmaterial detailliert ermittelt:

- Holzfenster (siehe Abbildung 15)
- Holz-Metall-Fenster (siehe Abbildung 16)
- Kunststofffenster (siehe Abbildung 17)
- Metallfenster (siehe Abbildung 18)

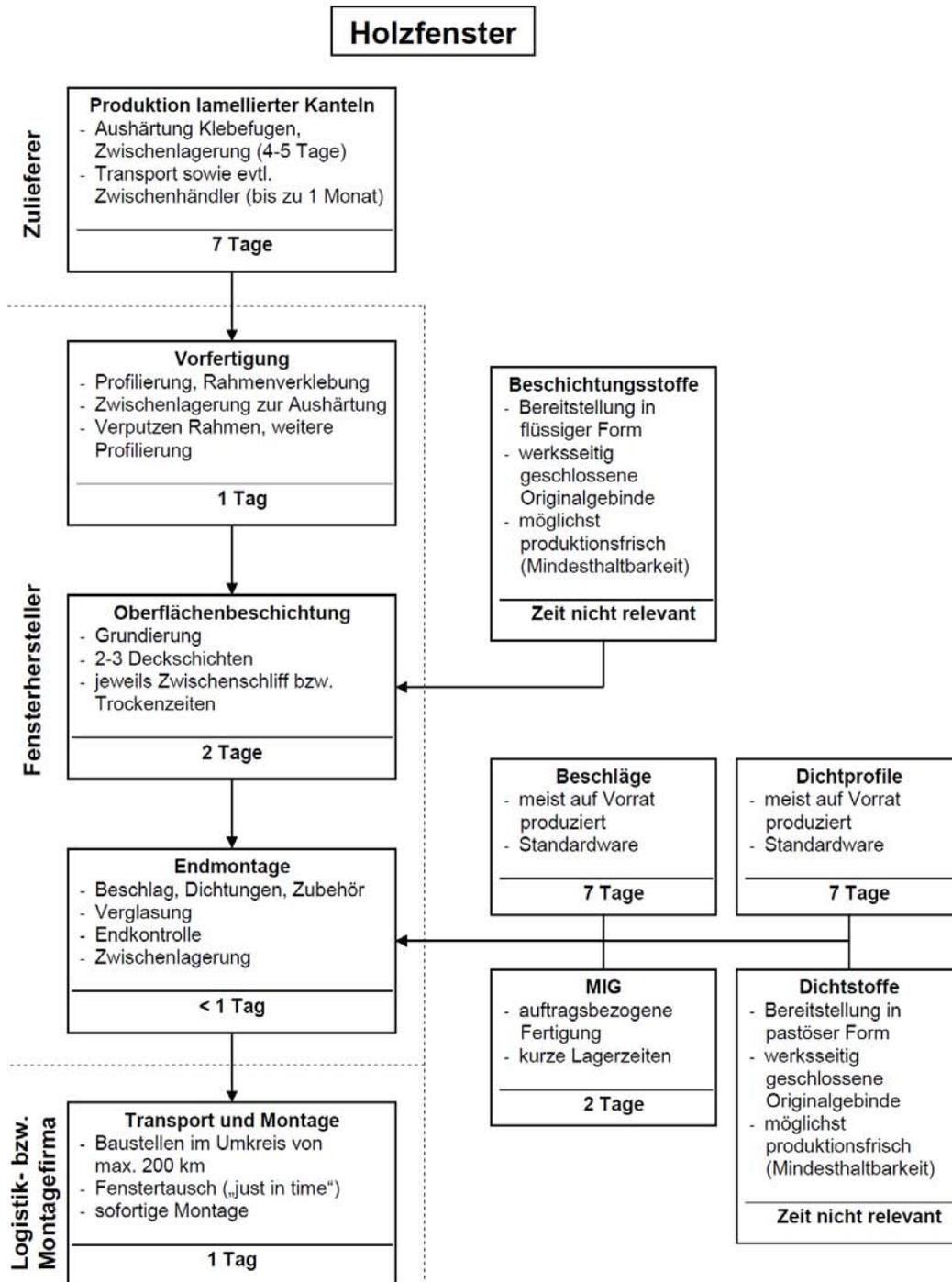


Abbildung 15 zeitlicher Fertigungsablauf Holzfenster

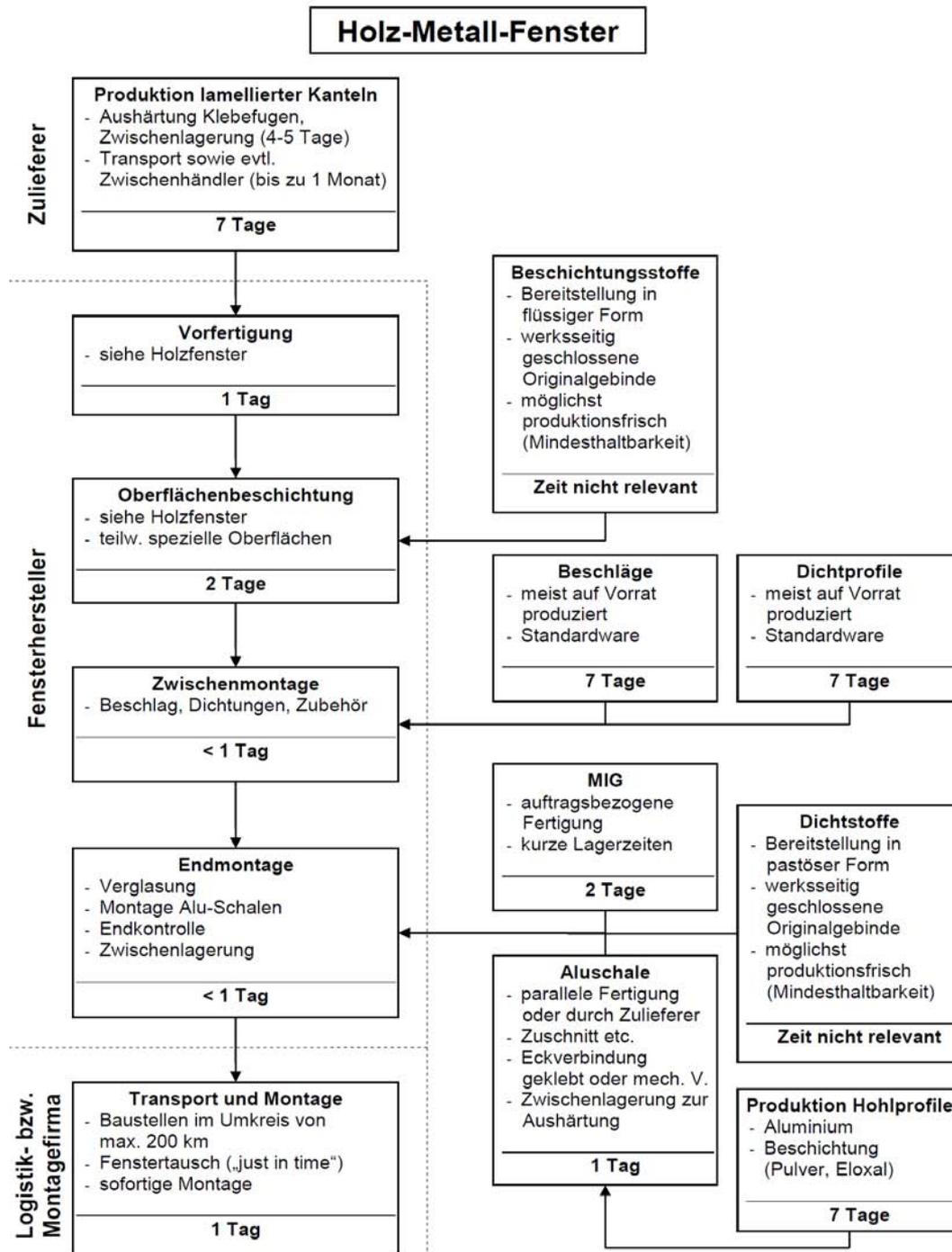


Abbildung 16 zeitlicher Fertigungsablauf Holz-Metall-Fenster

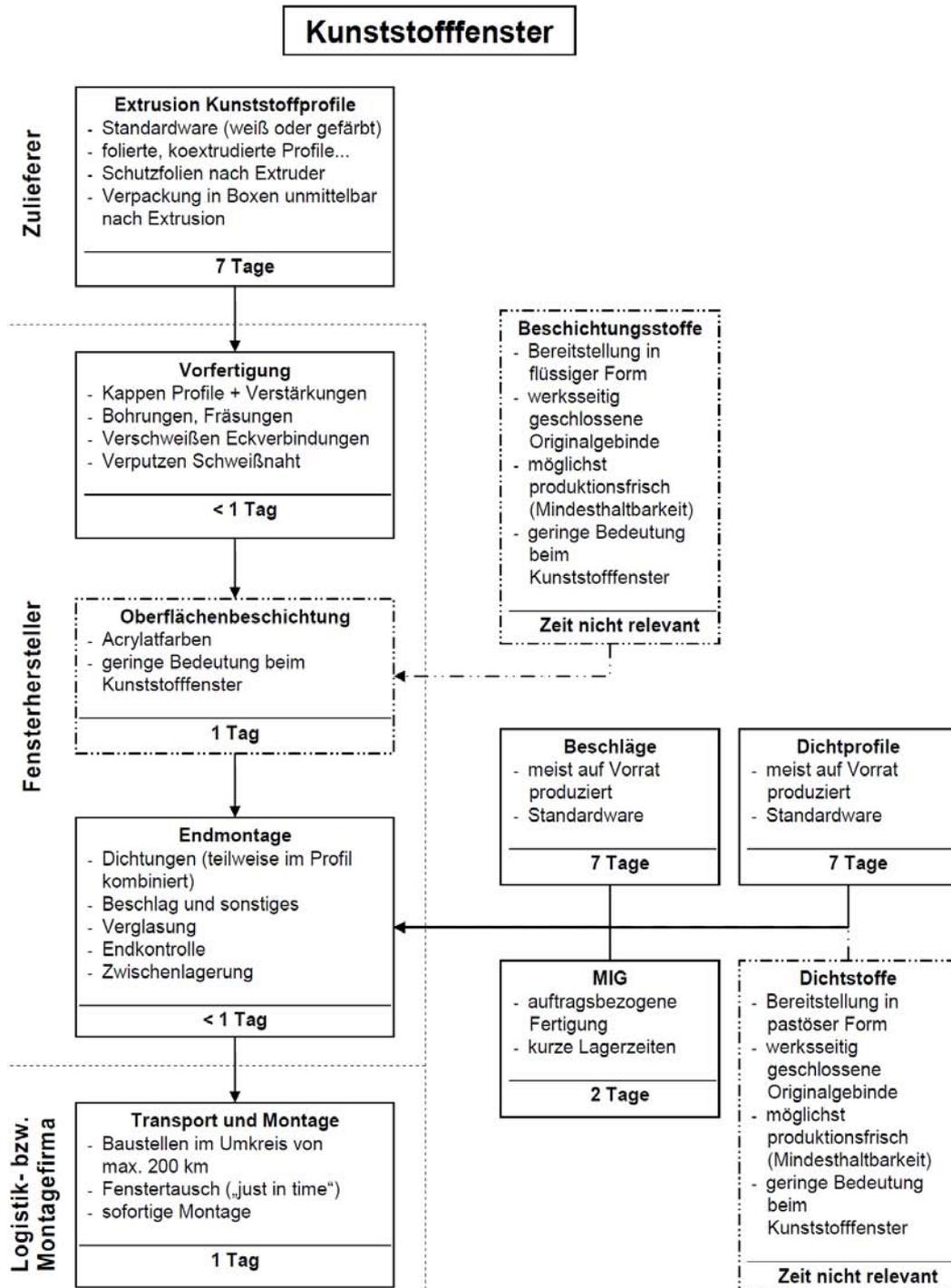


Abbildung 17 zeitlicher Fertigungsablauf Kunststofffenster

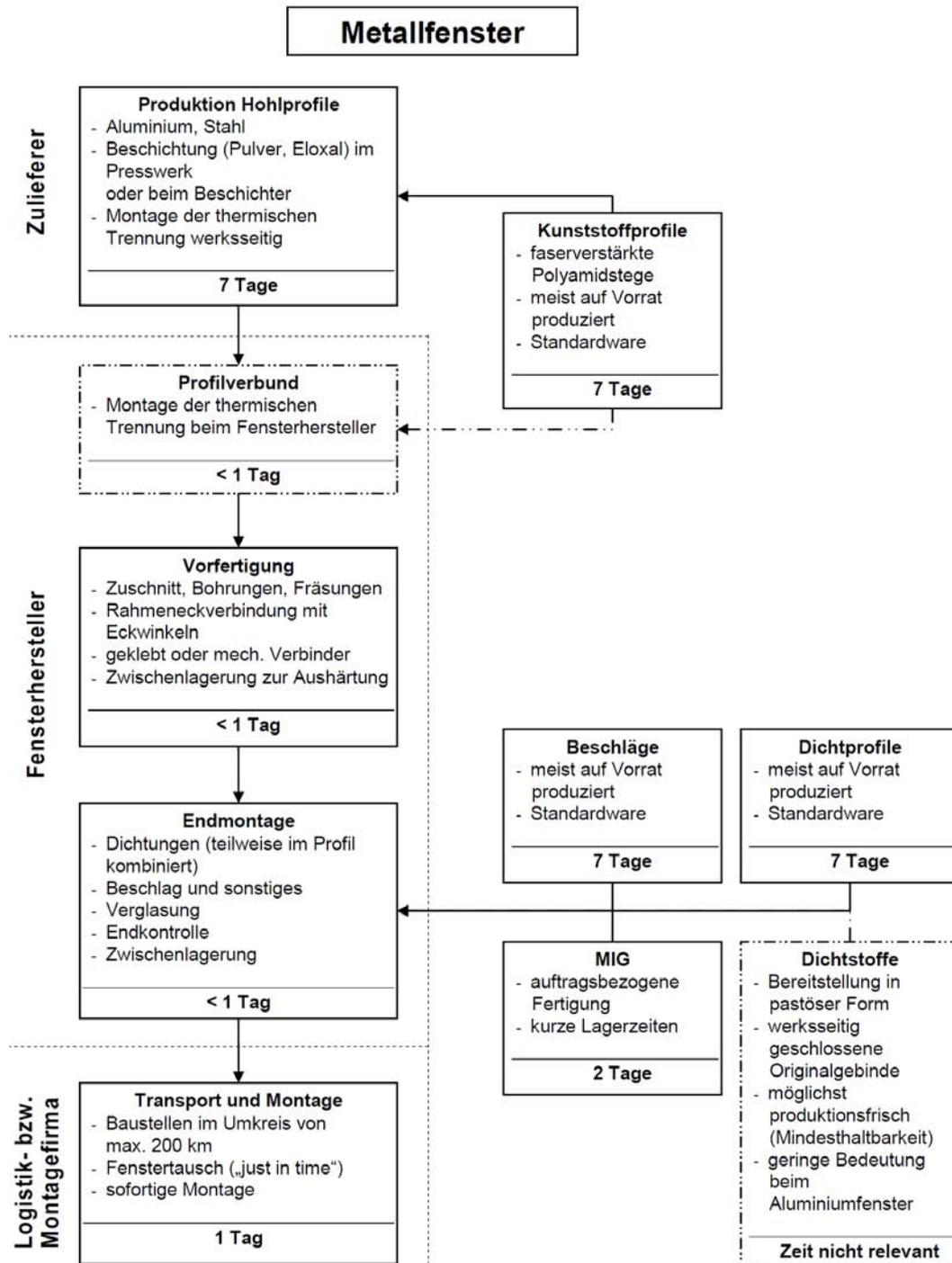
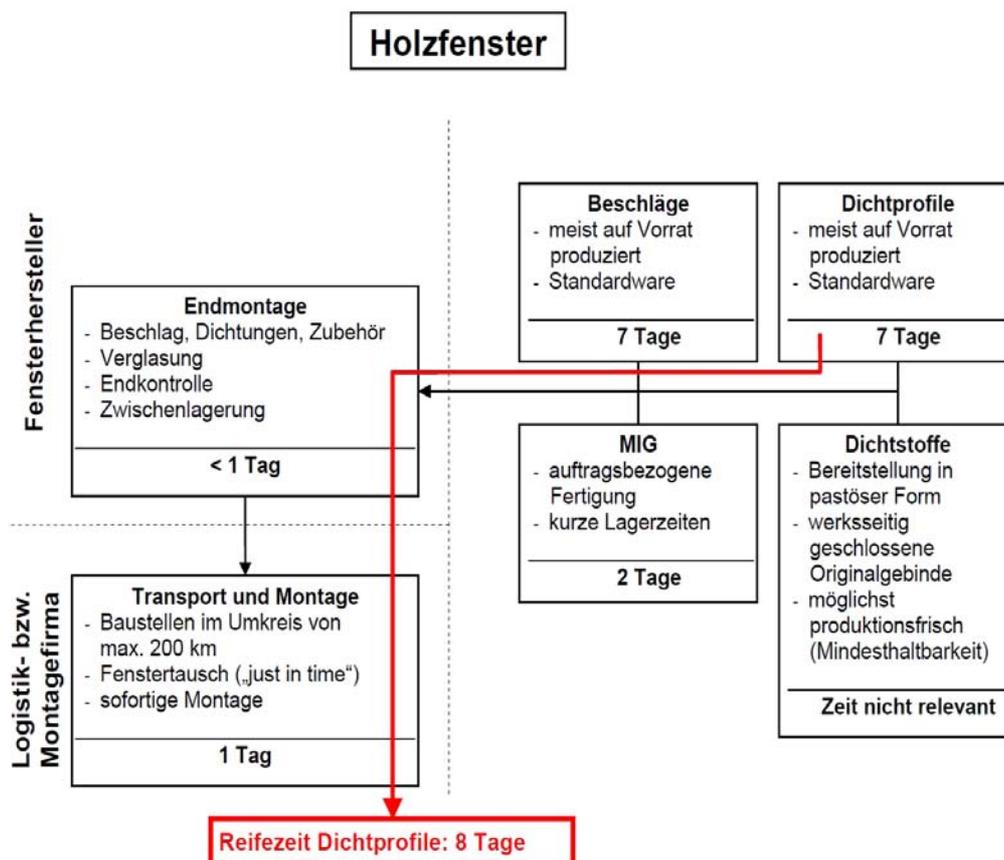


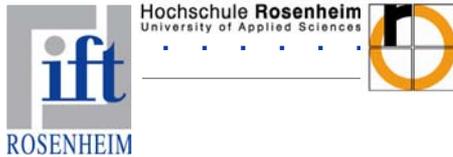
Abbildung 18 zeitlicher Fertigungsablauf Metallfenster

Aus den jeweiligen Fertigungsabläufen können die entsprechenden Reifezeiten der unterschiedlichen Komponenten abgelesen werden. In Abbildung 19 ist ein Ablesebeispiel anhand eines Ausschnitts des Fertigungsablaufs Holzfenster abgebildet.



**Abbildung 19** Ablesebeispiel Reifezeiten (Ausschnitt Fertigungsablauf Holzfenster)

Bei Dichtprofilen vergehen also mindestens acht Tage zwischen der Fertigstellung der Profile beim Hersteller der Dichtprofile und der möglichen Einwirkung in die Innenraumluft als Komponente in einem Fenster. Ebenso können für alle anderen Komponenten, aber auch für komplette Elemente die entsprechenden Reifezeiten abgelesen werden. Da jeweils die kürzestmöglichen Durchlaufzeiten angesetzt wurden, stellt die Betrachtung den Worst-Case dar. In Tabelle 3 sind die Reifezeiten der maßgeblichen Komponenten bzw. Materialgruppen zusammengefasst, die aus den ermittelten Fertigungsabläufen hervorgehen.

**Tabelle 3** Reifezeiten maßgeblicher Komponenten

Komponente	Reifezeit in Tagen
PVC-Profil	9
Oberflächenbeschichtung Metall	9
Oberflächenbeschichtung Holz	3
Dichtstoffe Glasabdichtung Holzfenster	1
Dichtprofile	8
Dichtstoffe Randverbund Isolierglas	3
Thermische Trennung Metallprofile	8
Beschlag	8

Innerhalb der Fertigung sind die Bedingungen bei Transport bzw. Lagerung von Komponenten und Zwischenerzeugnissen nicht definiert bzw. sehr unterschiedlich. Um hier eine Reproduzierbarkeit im Rahmen der Untersuchungen zu gewährleisten, war eine Lagerung der Komponenten unter definierten klimatischen Bedingungen nötig. Für die klimatisierte Lagerung während der Reifezeiten musste zudem eine Kontamination der Proben ausgeschlossen werden. Ebenso musste ein definierter Luftwechsel realisiert werden. Um diese Anforderungen umzusetzen, wurde eine spezielle Vorrichtung zur Lagerung der Proben während der „Reifezeit“ konstruiert und aufgebaut.

Die Vorrichtung ermöglichte eine Einlagerung der Proben in Röhren aus Aluminium. Durch die Röhren wurde mittels eines Ventilators konditionierte Raumluft (23 °C; 50 % rel. Luftfeuchte) über die Proben hinweg ins Freie abgesaugt. Der Luftstrom strich dabei mit einer Geschwindigkeit von ca. 0,1 m/s kontinuierlich über die eingelagerten Proben. Um eine Kontamination der Proben durch die Raumluft auszuschließen, wurde im Laborraum eine Raumluftmessung durchgeführt, bei deren Auswertung keine relevanten Schadstoffe nachgewiesen werden konnten. Am Ende der Reifezeit standen die Proben nun für die eigentliche Emissionskammerprüfung bereit.

In Abbildung 20 und Abbildung 21 ist die Lagerungsvorrichtung abgebildet.



Abbildung 20 Lager Vorrichtung



Abbildung 21 Ablufführung

Bei der Untersuchung kompletter Fenster sollte ebenso wie bei den Komponenten auf die festgelegten Reifezeiten der einzelnen Komponenten bzw. Zwischenprodukte geachtet werden.



## 4 Screening

### 4.1 Headspace-GC/MS-Screening

Emissionsmessungen in Prüfkammern mit Lagerzeiten von bis zu 28 Tagen sind aufwändig und lassen nur einen begrenzten Probendurchsatz zu. Daher wurde in einer Vorprüfung an einer größeren Probenzahl eine Screening-Messung durchgeführt. Hierdurch konnte ein größerer Probendurchsatz bewerkstelligt und eine Auswahl der geeigneten Kandidaten für die Kammermessung getroffen werden.

Die Screening-Untersuchungen erfolgten mittels der statischen Headspace-GC/MS-Methode. Hierbei wird ohne Luftwechsel der Dampfraum über einer temperierten Materialprobe gaschromatographisch untersucht. Mit diesen Voruntersuchungen können innerhalb kurzer Zeit und mit einem vertretbaren Aufwand Informationen über typische VOC- und SVOC-Emissionen eines Materials erhalten werden. Die Screening-Untersuchungen lassen einen Vergleich der Emissionen innerhalb einer Materialgruppe zu. Das Langzeit-Emissionsverhalten der Proben wird durch diese Kurzzeitmessungen nicht erfasst. Dies trifft in besonderem Maße auf Dichtstoffe und Lacke zu, da diese nach der Applikation noch aushärten müssen. Korrelationen zu Emissionen anderer Materialgruppen und zu Prüfkammermessungen sind nicht gegeben.

#### 4.1.1 Vorgehensweise

Feste Materialien (Rahmen, Beschläge etc.) wurden der Produktion entnommen und in Beuteln aus diffusionsdichter Aluminiumverbundfolie transportiert und gelagert. Vor den Screening-Messungen wurden aus den Materialien kleine Probekörper entnommen, ausgewogen und in 10 ml Vials (Injektionsfläschchen) eingeführt, die anschließend mit einer Septumkappe gasdicht verschlossen wurden.

Lacke wurden auf zuvor gereinigten und gewogenen Glasträgern (Abmessung 10 mm x 30 mm) appliziert. Nach einer 24-stündigen Ablüftphase unter klimatisierten Bedingungen (Temperatur: 20 °C; rel. Luftfeuchtigkeit: 50 %) wurden die Glasträger erneut gewogen, anschließend in ein 10-ml-Vial mit Septumkappe eingeführt und der Headspace-GC/MS-Untersuchung zugeführt. In Abbildung 22 ist ein lackierter Glasträger in einem Vial mit Septumkappe zu sehen. Durch Differenzbildung (Masse lackierter Glasträger – Masse Glasträger unlackiert) wurde die Masse der Lackierung bestimmt.



**Abbildung 22** lackierter Glasträger in Vial mit Septumkappe

Dichtstoffe wurden unmittelbar vor der Probenpräparation einer zuvor ungeöffneten Verkaufsverpackung entnommen und auf gereinigten, gewogenen Glasträgern aufgebracht. Nach einer 24-stündigen Ablüftphase wurde der Glasträger erneut gewogen und durch Differenzbildung die Einwaage des Dichtstoffs bestimmt. Die Proben wurden dann in 10-ml-Vials mit Septumkappe überführt.

Pulverbeschichtungen wurden im ausgehärteten Zustand untersucht. Hierzu wurde zunächst das zu untersuchende Beschichtungsmaterial auf Bleche aufgebracht und eingebrannt. Vor den Screening-Untersuchungen wurde ein Stück aus dem Blech abgetrennt und in ein 10-ml-Vial mit Septumkappe eingeführt. Die Einwaagen beziehen sich in diesem Fall auf die beschichteten Blechprobekörper.

Die wie oben beschrieben in Vials abgefüllten Proben wurden 30 min bei 50 °C konditioniert. Anschließend wurden mittels Festphasenmikroextraktion (SPME) flüchtige Bestandteile aus dem Gasraum der Vials extrahiert. VOC und SVOC wurden gaschromatographisch mit nachgeschalteter Massenspektrometrie GC/MS untersucht. Es wurden folgende Messbedingungen festgelegt:

SPME-Faser: 50/30 µm DVB/Carboxen/PDMS, Lieferant: Supelco  
Dauer der Probenahme: 2 min  
Injektor: 250 °C



Gaschromatograph: Varian CP-3800

Säule: Varian CP-Sil 5 CB, 30 m x 0,25 mm ID oder

Permabond OV-1-DF-1.00; 50 m x 0,32 mm ID

Trärgas: Helium 5.0

Temperaturprogramm: 3 min bei 50 °C, mit 5 K/min bis 100 °C,  
mit 20 K/min bis 280 °C, 10 min bei 280 °C

Detektor: MS, Varian Saturn 2000

MS Scan Bereich: 33 bis 350 m/z

Identifizierung: durch Retentionszeiten und Massenspektrometrie

(Vergleich mit Referenzsubstanzen oder über Bibliotheksvorschlag *NIST*)

Quantifizierung: als Toluoläquivalent (extern)

#### 4.1.2 Ergebnisse

In Anhang 1 werden die Ergebnisse der Screening-Messungen wiedergegeben. Die Messergebnisse, die mit den verschiedenen Materialgruppen erhalten wurden, sind dort in folgender Reihenfolge aufgelistet:

- (1) PVC-Profile
- (2) Metallbeschichtungen
- (3) Lacke zur Beschichtung von Holz
- (4) Dichtprofile
- (5) Dichtstoffe
- (6) Isolierglas-Dichtstoffe
- (7) thermische Trennung von Metallfensterprofilen

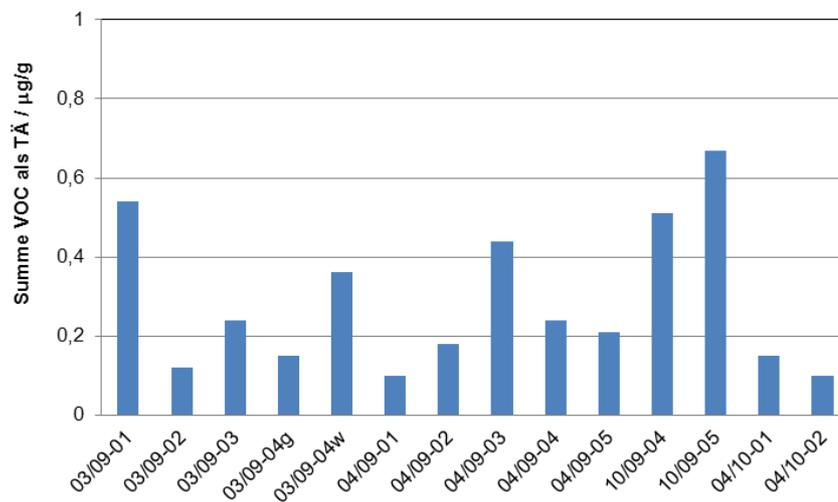
In diesem Kapitel werden in derselben Reihenfolge die Materialien vorgestellt. Zu den einzelnen Proben werden Informationen gegeben, die von den Herstellern zur Verfügung gestellt wurden, und die Ergebnisse der Screening-Messungen werden zusammengefasst. Weiterhin wird in diesem Kapitel beschrieben, auf welchen Grundlagen die Proben für die Prüfkammermessungen ausgewählt wurden.

##### (1) PVC-Profile

Es wurden die in Tabelle 4 aufgeführten 14 Proben mittels der statischen Headspace-GC/MS-Methode untersucht. In Abbildung 23 sind für diese Materialien die „Summen VOC“ als Toluoläquivalente, bezogen auf ein Gramm Probe, dargestellt. Die „Summen VOC“ ergeben sich aus der Addition der Emissionen der Einzelsubstanzen einer Probe.

**Tabelle 4** Untersuchte PVC-Profile

Laborcode	Probenbeschreibung
03/09-01	Flügelprofil weiß
03/09-02	Rahmenprofil weiß
03/09-03	Kämpferprofil weiß
03/09-04g	Rahmenprofil grau
03/09-04w	Rahmenprofil weiß
04/09-01	Flügelprofil weiß
04/09-02	Flügelprofil weiß
04/09-03	Flügelprofil weiß
04/09-04	Pfostenprofil weiß
04/09-05	Flügelprofil Dekorfolie
10/09-04	Flügelprofil weiß
10/09-05	Flügelprofil braun
04/10-01	Fensterrahmenprofil
04/10-02	Flügelrahmenprofil

**Abbildung 23** Screening Fensterprofile



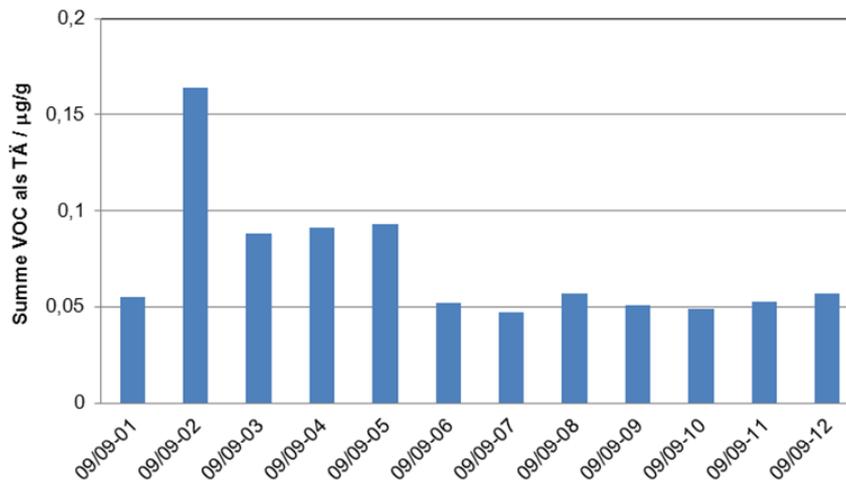
Das Material mit der Probennummer 04/10-01 wurde zur Herstellung des kompletten Kunststofffensters, das in einer Emissionskammer untersucht wurde, verwendet (siehe Kapitel 6.3.1). Konstruktion und PVC-Profil des Fensters entsprachen dem Stand der Technik. Das Emissionsverhalten des PVC-Profils innerhalb der Screeningreihe war durchschnittlich. Daher wurde in Absprache mit der Projektgruppe entschieden, das PVC-Profil mit der Probennummer 04/10-01 in einer Prüfkammer genauer zu untersuchen.

#### (2) Metallbeschichtungen

Es wurden die in Tabelle 5 aufgeführten 12 Metallbeschichtungen untersucht. Eine graphische Darstellung der „Summen VOC“ ist in Abbildung 24 zu finden.

**Tabelle 5**    Untersuchte Metallbeschichtungen

Laborcode	Probenbeschreibung
09/09-01	Einbrenn-Nasslack
09/09-02	2-K-PU-Nasslack
09/09-03	Pulverlack, Polyester
09/09-04	Pulverlack, Polyester
09/09-05	Pulverlack
09/09-06	Pulverlack, Polyester
09/09-07	Pulverbeschichtung
09/09-08	Pulverlack
09/09-09	Pulverlack
09/09-10	Eloxierung
09/09-11	Eloxierung
09/09-12	Eloxierung



**Abbildung 24** Screening Metallbeschichtungen

Die Probe mit der Code-Nummer 09/09-02 zeigte in der Screeningreihe die höchsten Emissionen. Von der Probe wurden in geringen Mengen vor allem Alkylaromaten, aber auch Toluoldiisocyanat emittiert. Auf der Grundlage der Messreihe wurde entschieden, dieses Beschichtungssystem in einer Prüfkammermessung zu untersuchen.

### (3) Lacke zur Beschichtung von Holz

In Tabelle 6 werden die 15 im Rahmen des Projekts untersuchten Lackierungen aufgeführt und beschrieben, in Abbildung 25 ist die graphische Darstellung der Ergebnisse der Screening-Untersuchung gezeigt.



Tabelle 6 Untersuchte Lacke zur Beschichtung von Holz

Laborcode	Probenbeschreibung
08/09-05	Decklack weiß, Acrylat-Dispersion
08/09-06	Lasur, Acrylat-Dispersion
01/10-01	Decklack weiß, Acrylat-Dispersion
01/10-02	Lasur, Acrylat-/PU-Harz-Dispersion
01/10-05	Decklack weiß, Acrylat-Dispersion
01/10-08	Lasur, Acrylat-Dispersion
01/10-09	Farbton Basis, Acrylat-Dispersion
01/10-10	Lasur, Acrylat-Dispersion
01/10-13	Decklack weiß, Acrylatbasis
01/10-14	Lasur, Acrylatbasis
01/10-17	Lasur, Acrylat-/PU-Dickschichtlasur
01/10-18	Decklack weiß, Acrylatbasis
01/10-21	Lasur, Acrylat-/PU-Dispersion
01/10-22	Decklack weiß, Acrylat-Dispersion
07/10-01	Acrylat-Dispersion, weiß pigmentiert

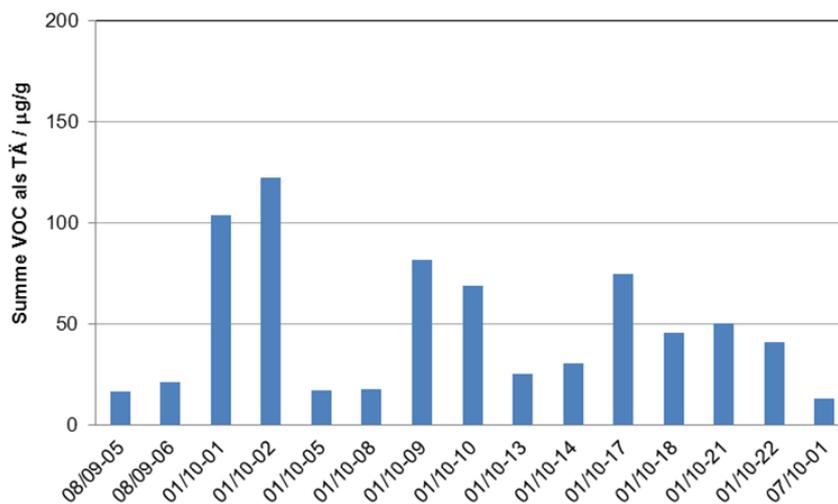
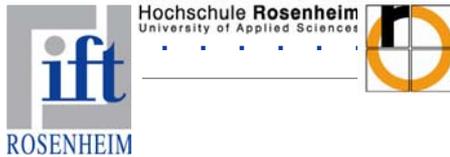


Abbildung 25 Screening „Lacke zur Beschichtung von Holz“

Lacke zur Beschichtung von Holz sollten in Emissionskammern geprüft werden. Es sollten Lacke sowohl auf dem Untergrund Holz als auch auf Glas untersucht werden. Durch Emissionsmessungen an Lackierungen auf unter-



schiedlichen Untergründen sollte überprüft werden, welchen Einfluss das Substrat auf das Emissionsverhalten von Lackierungen ausübt.

Anhand der Headspace- und der Holzscreening-Untersuchungen wurden in Absprache mit der Projektgruppe folgende Lackierungen für Untersuchungen in der Emissionsprüfkammer ausgewählt:

#### *System „Lack auf Glas“*

Für Emissionskammer-Untersuchungen wurde der Lack aus dem Versuch 01/10-02 wegen der auffällig hohen Werte im Screening ausgesucht. Weiterhin wurde festgelegt, den Lack aus Versuch 07/10-01 in einer Emissionskammer zu prüfen, da diese Beschichtung zur Herstellung eines kompletten Holzfensters, das in einer Emissionskammer untersucht wurde, verwendet wurde (siehe Kapitel 6.3.2).

#### *System „Lack auf Holz“*

Für Kammermessungen wurde der Lack aus Versuch 01/10-01 aufgrund der relativ hohen Messwerte im Screening ausgesucht. Es wurde weiterhin entschieden, den Lack aus Versuch 07/10-01 auch in dem System „Lack auf Holz“ in einer Emissionskammer zu untersuchen. Wie weiter oben beschrieben, wurde dieser Lack für die Beschichtung eines kompletten Holzfensters verwendet, das ebenfalls mit einer Prüfkammermessung untersucht wurde.

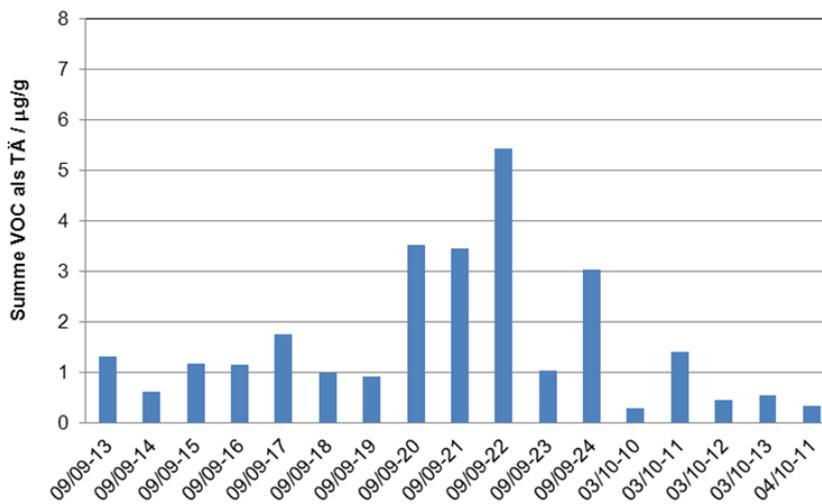
#### (4) Dichtprofile

Die 17 untersuchten Dichtprofile sind in Tabelle 7 aufgeführt und beschrieben, Abbildung 26 zeigt die summarische Auswertung der Screening-Messungen. Es wurden Materialien von zwei Herstellern untersucht. Von Hersteller 1 stammen die Dichtprofile der Proben 09/09-13 bis 09/09-18 und 04/10-11. Die Proben 09/09-19 bis 09/09-24 und 03/10-10 bis 03/10-13 wurden von Hersteller 2 bezogen.



**Tabelle 7** Untersuchte Dichtprofile

Laborcode	Probenbeschreibung
09/09-13	TPEV, EPDM
09/09-14	TPE-V, EPDM
09/09-15	TPE-S (SEBS)
09/09-16	TPE-S (SEBS)
09/09-17	TPE-S (SEBS)
09/09-18	TPE-S (SEBS)
09/09-19	Türdichtung
09/09-20	TPE-V
09/09-21	TPE-V
09/09-22	TPE-V
09/09-23	TPE-V
09/09-24	TPE-V
03/10-10	Flügelfalzdichtung
03/10-11	Verglasungsdichtung innen
03/10-12	Überschlagdichtung
03/10-13	Verglasungsdichtung
04/10-11	k. A.



**Abbildung 26** Screening Dichtprofile



Die Probe mit der höchsten „Summe VOC“ des Herstellers 1 war 09/09-17. Das Material wurde daher für eine Kammermessung ausgewählt.

Die zweite Prüfkammermessung an Dichtprofilen sollte mit einem Material von Hersteller 2 durchgeführt werden. Die Probe 09/09-22 des Herstellers 2 zeigte die höchsten Messwerte in dieser Screeningreihe. Dennoch wurde für die Kammerprüfung das Material der Probe 03/10-11 ausgewählt, da dieses Dichtprofil bei der Herstellung des kompletten Holzfensters, das auf Emissionen untersucht wurde, verwendet wurde.

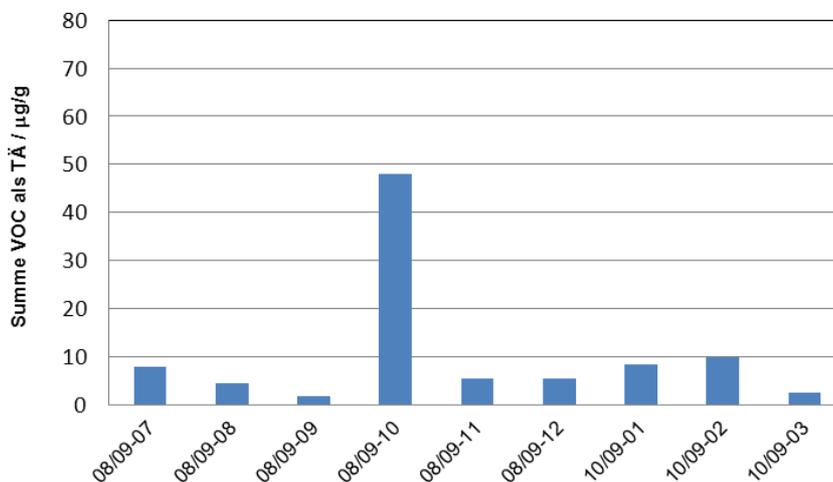


## (5) Dichtstoffe

Bezeichnungen und Informationen zu den neun untersuchten Dichtstoffen befinden sich in Tabelle 8, die „Summen VOC“ sind in Abbildung 27 gezeigt.

**Tabelle 8** Untersuchte Dichtstoffe

Laborcode	Probenbeschreibung
08/09-07	1-K-Silikondichtstoff, neutral vernetzend, transparent
08/09-08	1-K-Silikondichtstoff, neutral vernetzend, weiß
08/09-09	1-K-Silikondichtstoff, neutral vernetzend
08/09-10	1-K-Silikondichtstoff, neutral vernetzend, Butanonoximsystem
08/09-11	1-K-Silikondichtstoff, neutral vernetzend
08/09-12	1-K-Silikondichtstoff, neutral vernetzend
10/09-01	1-K-Silikondichtstoff, neutral vernetzend
10/09-02	1-K-Silikondichtstoff, neutral vernetzend
10/09-03	1-K-Silikondichtstoff, neutral vernetzend



**Abbildung 27** Screening Dichtstoffe

Dichtstoffe sollten in zwei Kammerprüfungen näher untersucht werden. Aufgrund der Screening-Ergebnisse wurde als erste Probe der Dichtstoff aus Versuch 08/09-10 für Kammermessungen ausgewählt.

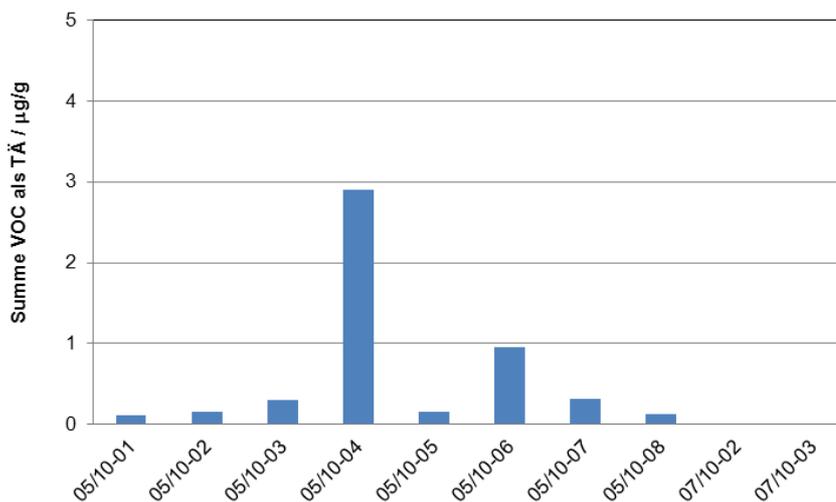
Als zweite Dichtstoffprobe sollte ein Material eines anderen Herstellers verwendet werden. Die höchste „Summe VOC“ des zweiten Herstellers zeigte die Probe aus Versuch 08/09-07. Daher wurde dieser Dichtstoff ebenfalls für eine Kammermessung ausgewählt.

## (6) Isolierglas-Dichtstoffe

Probenbezeichnungen und -beschreibungen der zehn untersuchten Isolierglasdichtstoffe können der Tabelle 9 entnommen werden, die zusammenfassende Auswertung der Screening-Untersuchung befindet sich in Abbildung 28.

**Tabelle 9** Untersuchte Isolierglas-Dichtstoffe

Laborcode	Probenbeschreibung
05/10-01	Polyisobutylendichtstoff
05/10-02	Polysulfiddichtstoff
05/10-03	Polyurethandichtstoff
05/10-04	Silikondichtstoff
05/10-05	Polysulfiddichtstoff
05/10-06	Silikondichtstoff
05/10-07	Polyurethandichtstoff
05/10-08	Polyisobutylendichtstoff
07/10-02	Polyisobutylendichtstoff
07/10-03	2-K-Polysulfiddichtstoff

**Abbildung 28** Screening Isolierglas-Dichtstoffe

In dieser Screeningreihe wurden Materialien aus Polyurethan, Polysulfid, Polyisobutylen und Silikon untersucht. Hohe Messwerte beim Screening zeigten die Dichtstoffe auf Silikonbasis. Silikone werden als Isolierglas-Dichtstoffe allerdings nur in besonderen Anwendungen, bei denen ein UV-stabiler Dichtstoff



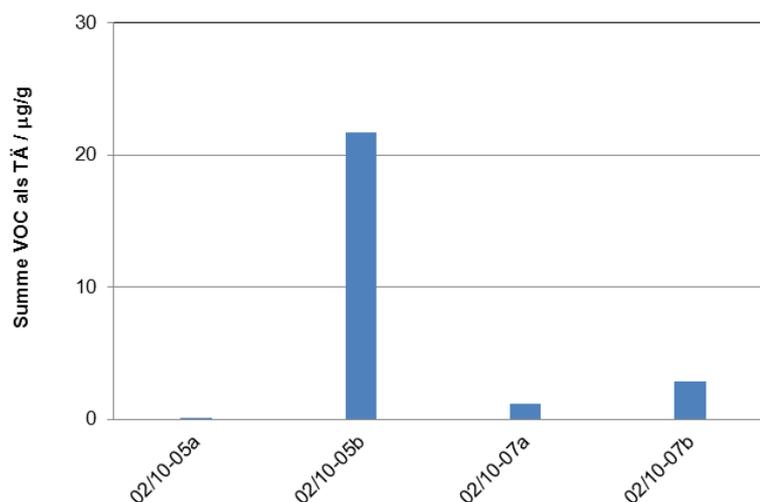
gefordert wird, eingesetzt. Daher wurden in dieser Reihe die Dichtstoffe auf Silikonbasis bei der Auswahl von Prüfkammerproben nicht berücksichtigt. Es wurde entschieden, den Polyurethandichtstoff aus Versuch 05/10-03 für eine Kammermessung an Komponenten zu verwenden.

(7) thermische Trennung von Metallfensterprofilen

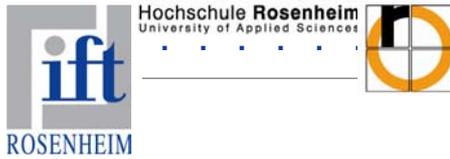
Es wurden zwei thermische Trennungen von Metallfensterprofilen mittels Headspace-GC/MS charakterisiert. Bei beiden Systemen wurden der Kunststoffsteg und der Schaumstoff separat geprüft. Die sich daraus ergebenden vier untersuchten Probekörper sind in Tabelle 10 aufgeführt, die Auswertung der Headspace-Untersuchungen befindet sich in Abbildung 29.

**Tabelle 10** Untersuchte thermische Trennungen von Metallprofilen

Laborcode	Probenbeschreibung
02/10-05a	Kunststoffsteg, bildet zusammen mit 02/10-05b die thermische Trennung
02/10-05b	Schaumstoff, bildet zusammen mit 02/10-05a die thermische Trennung
02/10-07a	Kunststoffsteg, bildet zusammen mit 02/10-07b die thermische Trennung
02/10-07b	Schaumstoff, bildet zusammen mit 02/10-07a die thermische Trennung



**Abbildung 29** Screening thermische Trennung von Metallprofilen



Bei beiden untersuchten Systemen wurden für die Schaumstoffe höhere Messwerte als für die Kunststoffstege beobachtet. Die hohen Messwerte aus dem PU-Schaumstoff aus Versuch 02/10-05b beruhen im Wesentlichen auf der Freisetzung eines Amins. Aufgrund der Screening-Messungen wurde die thermische Trennung aus den Versuchen 02/10-05 für eine eingehendere Untersuchung in einer Prüfkammer ausgewählt.

### Zusammenfassung

In Tabelle 11 wird die getroffene Auswahl der Proben für Kammerprüfungen zusammengefasst. Es werden für jede betrachtete Materialgruppe die Anzahl der ausgewählten Proben, die Code-Bezeichnungen der Screening-Messungen und die Bezeichnungen der entsprechenden Prüfkammermessungen aufgeführt.

**Tabelle 11** Für Kammermessungen ausgesuchte Materialien

Materialgruppe	Anzahl der Messungen in Prüfkammer	Code der ausgewählten Screeningprobe	Nummer der Prüfkammermessung
Kunststoffprofil	1	04/10-01	PK 1
Beschichtung Aluminium	1	09/09-02	PK 2
Lackierte Holzoberfläche	2	07/10-01	PK 3
		01/10-01	PK 4
Lack auf Glas	2	01/10-02	PK 5
		07/10-01	PK 6
Dichtprofile	2	09/09-17	PK 7
		03/10-11	PK 8
Dichtstoffe	2	08/09-07	PK 9
		08/09-10	PK 10
Beschlag	1	keine Screeningauswahl	PK 11
Glas/Randverbund	1	05/10-03	PK 12
thermische Trennung	1	02/10-05	PK 13



## 4.2 „Holz-Screening“

### 4.2.1 Zielsetzung

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde auch der Rahmenwerkstoff Holz im lackierten Zustand untersucht. Von besonderem Interesse war in diesem Zusammenhang die Untersuchung der gegenseitigen Beeinflussung von Holz und Lackierung bezüglich der Emissionen. Ziel war es, die Wechselwirkung von insgesamt vier unterschiedlichen Lacksystemen auf den Holzarten Fichte (Fi), Kiefer (Ki) und Meranti (M) zu untersuchen. Zusätzlich wurden die drei Holzarten im nichtlackierten Zustand und die Lacksysteme appliziert auf Glas untersucht. Folgende Randbedingungen sollten bei der Untersuchung eingehalten werden:

- realitätsnahe Prüftemperaturen,
- die Oberfläche sollte mindestens etwa 100 cm<sup>2</sup> betragen, da Holz ein inhomogener Werkstoff ist,
- Herstellung eines Flächenbezuges der Emissionen.

Einerseits erlauben normgemäße Emissionskammermessungen die Einhaltung der oben formulierten Randbedingungen. Andererseits haben solche Messungen den Nachteil, aufwändig und zeitintensiv zu sein. Da in dieser Reihe insgesamt 19 Messungen durchzuführen waren, wurden normgemäße Kammermessungen nicht in Betracht gezogen. Die Headspace-GC/MS-Screening-Messungen sind für diese Aufgabenstellung ungeeignet, da die oben genannten Randbedingungen nicht erfüllt werden.

### 4.2.2 Holz-Screening – Prüfverfahren für lackierte Holzproben

Um den im vorstehenden Abschnitt erläuterten Anforderungen gerecht zu werden, wurde im Rahmen des F&E-Projektes eine Screening-Methode entwickelt, die einen relativ hohen Probendurchsatz erlaubt. Als Prüfkammer diente ein beheizbares, zylindrisches Glasgefäß, das üblicherweise für die Bestimmung der Formaldehydabgabe nach der Gasanalysemethode (EN 717-2) verwendet wird. Die Länge des Gefäßes beträgt 555 mm, der Durchmesser 96 mm; Innenvolumen: ca. 4000 ml. Das Prüfverfahren, bei dem diese Prüfkammer Verwendung fand, wird im Folgenden kurz als „Holz-Screening“ bezeichnet.

### 4.2.3 Vorgehensweise

Die prinzipielle Vorgehensweise beim Holz-Screening wird an Hand eines lackierten Probekörpers beschrieben: Eine einseitig lackierte Holzprobe wurde im Normklima konditioniert. Dann wurden die Kanten und die Rückseite mit Aluminiumfolie diffusionsdicht verschlossen. Ein so präparierter Probekörper ist in Abbildung 30 zu sehen.



**Abbildung 30** Probekörper für Holz-Screening,  
Kanten und Rückseite mit versiegelt

Der Probekörper wurde in die 4 l-Prüfkammer eingelagert und ein definierter Luftaustausch eingestellt. Nach einer festgelegten Wartezeit wurde am Gasausslass der Prü fzelle mittels SPME-Faser mit nachgeschalteter GC/MS-Analyse die Prü fzellenluft untersucht. Anfangs wurden die Temperatur in der Prü fkammer, die Wartezeit und die Dauer der Probenahme variiert. Nach Abschluss der Vorversuche wurden folgende Messbedingungen festgelegt:

#### *Probekörper*

Abmessungen: 50 mm x 200 mm

Konditionierung: nach dem Lackauftrag drei Tage im Normklima

Vorbereitung der Probekörper: Kanten und Rückseite wurden mit Aluminiumfolie diffusionsdicht verschlossen

#### *Prüfkammer*

Volumen: 4 l

Luftaustausch: 60 l/h

Temperatur: 40 °C

Luftversorgung: Außenluft, gereinigt, getrocknet



*Probenahme*

SPME-Faser: 50/30  $\mu\text{m}$  DVB/Carboxen/PDMS, Lieferant: Supelco

Wartezeit: 45 min

Dauer der Probenahme: 2 min

*Gaschromatographie*

Trennsäule: Permabond OV-1-DF-1.00; 50 m x 0.32 mm ID

Temperaturprogramm: 3 min bei 50 °C, mit 5°K/min bis 100 °C,  
mit 20 K/min bis 280 °C, 10 min bei 280 °C

Detektor: MS

Identifizierung: durch Retentionszeiten und Massenspektrometrie

(Vergleich mit Referenzsubstanzen oder über Bibliotheksvorschlag *NIST*)

Quantifizierung: als Toluoläquivalent (extern)

Die Holzscreening-Untersuchungen sollten Aussagen zum Einfluss der verwendeten Lacksysteme und Substrate (verschiedene Holzarten und Glas) auf das Emissionsverhalten ermöglichen. Bei den Messungen werden flächenbezogene Emissionen bestimmt, die sich stets auf eine 2-minütige Probenahme beziehen. Die Messbedingungen unterscheiden sich ganz erheblich von normgemäßen Kammerprüfungen. Eine Übertragbarkeit der Messwerte von Holz-Screening- und Emissionskammer-Prüfungen ist daher prinzipiell nicht gegeben. Das grundsätzliche Emissionsverhalten der Prüfkörper bei einer Kammerprüfung sollte sich aber in den Holz-Screening-Untersuchungen wiederfinden.

Um die Vergleichbarkeit des Emissionsverhaltens abzuschätzen, wurden zwei gleiche, lackierte Holzproben hergestellt. Ein Probekörper wurde in einer 20 l-Emissionskammer (Exsikkator) bei 23 °C mit einem Luftaustausch von 20 l/h für drei Tage gelagert, dann wurde die Kammerluft analysiert. Der zweite Probekörper wurde dem Holz-Screening zugeführt; die Luft am Prüfzellenauslass wurde nach unterschiedlichen Wartezeiten analysiert.

In Abbildung 31 ist im oberen Teil das Chromatogramm der Messung der Kammerluft im Exsikkator nach drei Tagen zu sehen. Das mittlere Chromatogramm wurde beim Holz-Screening nach einer Wartezeit von 30 Minuten, das untere nach einer Wartezeit von 60 Minuten erhalten. Wegen der grundsätzlich unterschiedlichen Prüfmethode können die absoluten Werte von Exsikkator- und Holz-Screening-Messungen nicht miteinander verglichen werden. Dennoch ist ein ähnliches Emissionsmuster zu erkennen: Es werden im Wesentlichen dieselben Stoffe gefunden und Substanzen, die bei der Exsikkatorprüfung zu einem großen Signal im Chromatogramm führen, tun dies auch bei der Holz-Screening-Messung.

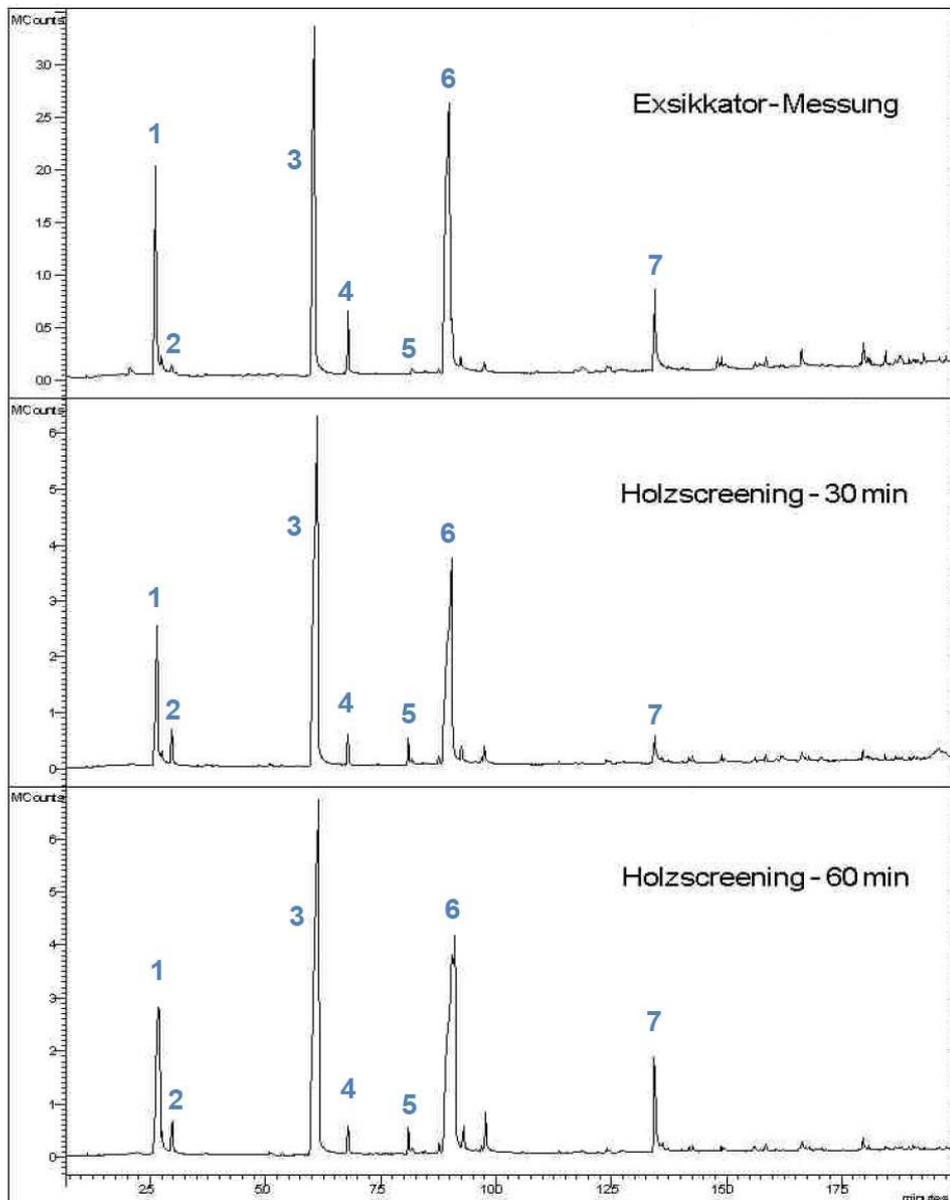


Abbildung 31 Vergleich Exsikkator- und Holz-Screening-Messung

Für eine genauere Bewertung der Messergebnisse der Holz-Screening-Methode wurden die Flächen unter den mit den Ziffern 1 bis 7 beschrifteten Signalen in den Chromatogrammen ausgewertet. Die Summe dieser Flächen wurde jeweils auf 100 % gesetzt. Tabelle 12 gibt Aufschluss über die erhaltenen Ergebnisse.



**Tabelle 12** Vergleich der Exsikkatormessungen mit Holz-Screening-Messungen bei verschiedenen Wartezeiten

Nr.	RT / min	Stoff	Exsikkatormessung	Holz-Screening-Messungen Wartezeit in min			
				15	30	60	120
Flächenanteile / %							
1	2,62	Siloxan	<b>17</b>	6	12	14	14
2	2,74	Toluol	<b>0,3</b>	5	2	1	2
3	6,05	2-Butoxyethanol	<b>32</b>	61	48	39	36
4	6,79	$\alpha$ -Pinen	<b>3</b>	3	1	1	1
5	8,18	$\Delta^3$ -Caren	<b>0,2</b>	2	1	1	1
6	8,98	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	<b>40</b>	23	34	39	39
7	13,44	2-(2-Butoxyethoxy)ethanol	<b>7</b>	0	2	5	7

Bei kurzen Wartezeiten war bei den Holz-Screening-Messungen im Vergleich zur Exsikkatormessung die relative Signalintensität für 2-Butoxyethanol erhöht und die für 2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol erniedrigt (Tabelle 12, Zeilen 3 bzw. 6).

Es zeigte sich, dass das VOC-Signalverhältnis bei einer Wartezeit größer 30 Minuten qualitativ recht gut mit den Ergebnissen der Exsikkatormessungen übereinstimmt. Um den zeitlichen Aufwand für diese Screeninguntersuchungen in einem vertretbaren Rahmen zu halten, wurde entschieden, die Probenahme nach 45-minütiger Wartezeit durchzuführen.

#### *Probekörper und Probenherstellung*

Tabelle 13 gibt Auskunft über die insgesamt 19 im Rahmen des Holz-Screenings untersuchten Proben und den in diesem Bericht benutzten Probenbezeichnungen. Neben drei unlackierten Holzproben (Fi, Ki, M) wurden 16 lackierte Proben untersucht. Jedes Lacksystem wurde auf Glas und auf die drei Holzarten Fichte (Fi), Kiefer (Ki) und Meranti (M) aufgebracht und untersucht. Auf die Glasträger wurde lediglich der jeweilige Decklack, auf die Holzproben der komplette Lackaufbau appliziert. Nach Herstellung und Versand wurden die Probekörper vor den Holz-Screening-Messungen einer dreitägigen Reifelagerung zugeführt.

**Tabelle 13** Untersuchte Proben und Probenbezeichnungen

Nr.	Beschreibung der Beschichtung	Probenbezeichnung			
		Fichte	Kiefer	Meranti	Glas
	(keine Beschichtung)	Fi	Ki	M	-
1	Acrylat-Dispersion, deckend weiß	1-Fi <sup>1)</sup>	1-Ki <sup>1)</sup>	1-M <sup>1)</sup>	1-G <sup>2)</sup>
2	Acrylat-Dispersion, Lasur	2-Fi <sup>1)</sup>	2-Ki <sup>1)</sup>	2-M <sup>1)</sup>	2-G <sup>2)</sup>
3	Acrylat-Dispersion, deckend weiß	3-Fi <sup>1)</sup>	3-Ki <sup>1)</sup>	3-M <sup>1)</sup>	3-G <sup>2)</sup>
4	Acrylat-Dispersion mit PU-Harz, Lasur	4-Fi <sup>1)</sup>	4-Ki <sup>1)</sup>	4-M <sup>1)</sup>	4-G <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> kompletter Systemaufbau

<sup>2)</sup> nur Decklack

#### 4.2.4 Ergebnisse und Diskussion

Toluol und eine nicht identifizierte sehr flüchtige Verbindung mit der Retentionszeit von 2,39 min wurden in allen 19 Proben der Messreihe gefunden. Wahrscheinlich handelt es sich dabei zumindest teilweise um eingeschleppte Verunreinigungen. Daher werden diese Werte zwar in den Tabellen im Anhang aufgeführt und bei der Berechnung „Summe VOC“ verwendet, aber bei der Diskussion der Ergebnisse in diesem Kapitel nicht berücksichtigt. Die Analyseergebnisse befinden sich in Anhang 2. Im Folgenden werden einige Ergebnisse der Holz-Screening-Messungen exemplarisch dargestellt und diskutiert.

##### *Fichte, Kiefer und Meranti*

Fichte (Fi) und Meranti (M) zeigten im Vergleich zur Kiefernprobe (Ki) niedrige Emissionen. Bei Fichte konnten geringe Mengen der Terpene  $\alpha$ -Pinen und  $\beta$ -Pinen nachgewiesen werden. Die Emissionen aus der Kiefernprobe sind im Wesentlichen auf die Monoterpene  $\alpha$ -Pinen ( $15,7 \mu\text{g}/\text{m}^2$ ),  $\beta$ -Pinen ( $7,6 \mu\text{g}/\text{m}^2$ ), 3-Caren ( $8,2 \mu\text{g}/\text{m}^2$ ) und Limonen ( $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^2$ ), zurückzuführen. Von Kiefernholz ist bekannt, dass es hohe Emissionen dieser Terpene aufweist.

### Lackierte Proben

Die Emissionen von Holzinhaltstoffen aus den lackierten Fichte- und Meranti-Proben waren, wenn überhaupt feststellbar, von untergeordneter Bedeutung. Diese Beobachtung zeigt die diffusionshemmende Wirkung von Beschichtungen. Das Emissionsverhalten der beschichteten Holzproben wird von den flüchtigen Bestandteilen der verwendeten Lacke bestimmt. Zur Illustration des Sachverhalts werden in Abbildung 32 die Chromatogramme der Holz-Screening-Messungen der unbehandelten Fichte (Fi), der mit Lack 1 lackierten Fichte (1-Fi) und der mit Lack 1 lackierten Glasprobe gegenübergestellt. Zu erkennen ist, dass die lackierte Holzprobe und das lackierte Glas ein ähnliches Emissionsmuster zeigen.

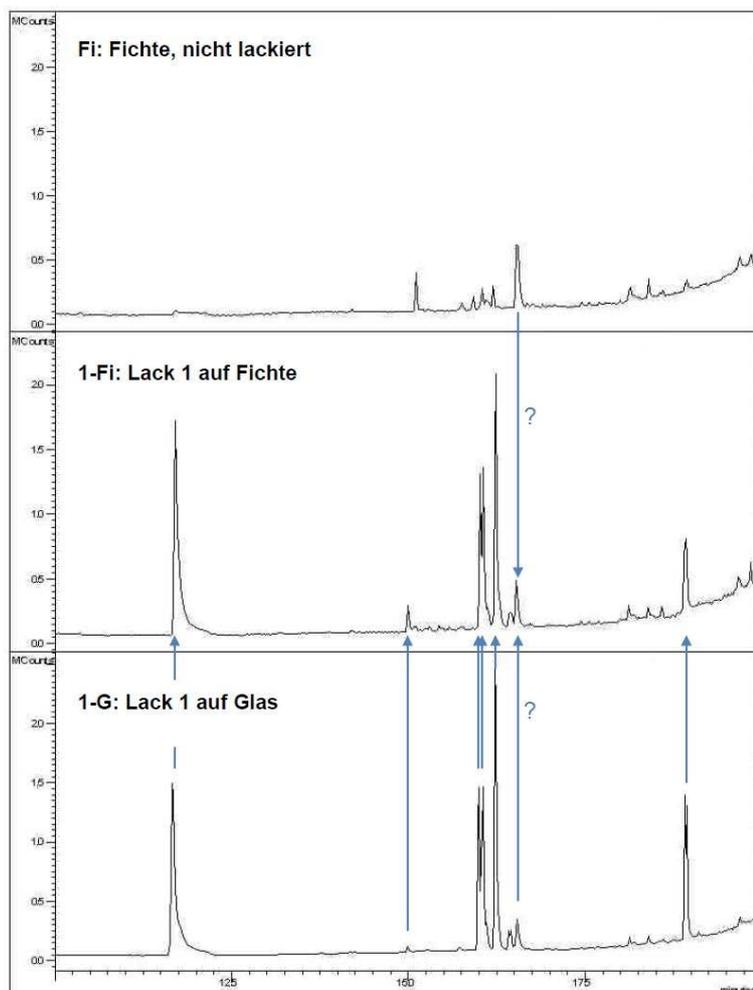


Abbildung 32 Vergleich Chromatogramme Fi, 1-Fi, 1-G

Bei Kiefer wurden bei allen Proben neben Emissionen aus der Lackierung auch im nennenswerten Umfang Emissionen von Holzinhaltstoffen gefunden, vor allem von  $\alpha$ -Pinen,  $\beta$ -Pinen und 3-Caren. In Abbildung 33 ist dieser Sachverhalt exemplarisch dargestellt: Die lackierte Kieferprobe 2-Ki (Chromatogramm Mitte) emittierte sowohl Holzinhaltstoffe als auch Lackbestandteile. Jedoch waren die Emissionen der Holzinhaltstoffe gegenüber der unlackierten Probe reduziert. Diese Sperrwirkung wurde in unterschiedlichem Ausmaß bei allen lackierten Kieferproben gefunden.

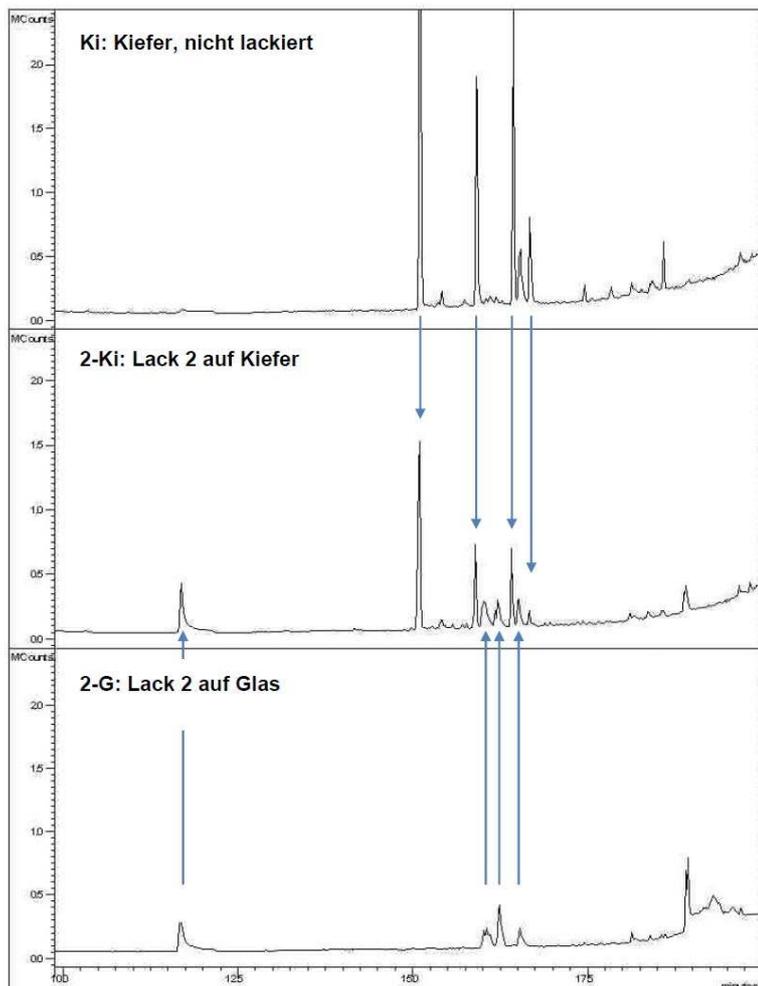


Abbildung 33 Vergleich Chromatogramme Ki, 2-Ki, 2-G

Von den mit Lack 4 beschichteten Holzproben wurden Substanzen emittiert, die weder dem Decklack noch dem Holz zugeordnet werden konnten. In Abbildung 34 ist dieser Sachverhalt beispielhaft dargestellt. Aus dem lackierten Fichtenholz wurde Hexanal (Kennzeichnung in Abbildung 34: „1“) und 2-Butoxyethanol („2“) freigesetzt. 2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol („3“) wurde zwar auch von der lackierten Glasplatte emittiert, allerdings nur in geringem Umfang. Da die Holzproben einen vollständigen Lackaufbau erhielten, das Glas aber nur mit dem Decklack versehen wurde, ist es wahrscheinlich, dass die zusätzlichen Emissionen aus der Grundierung stammen.

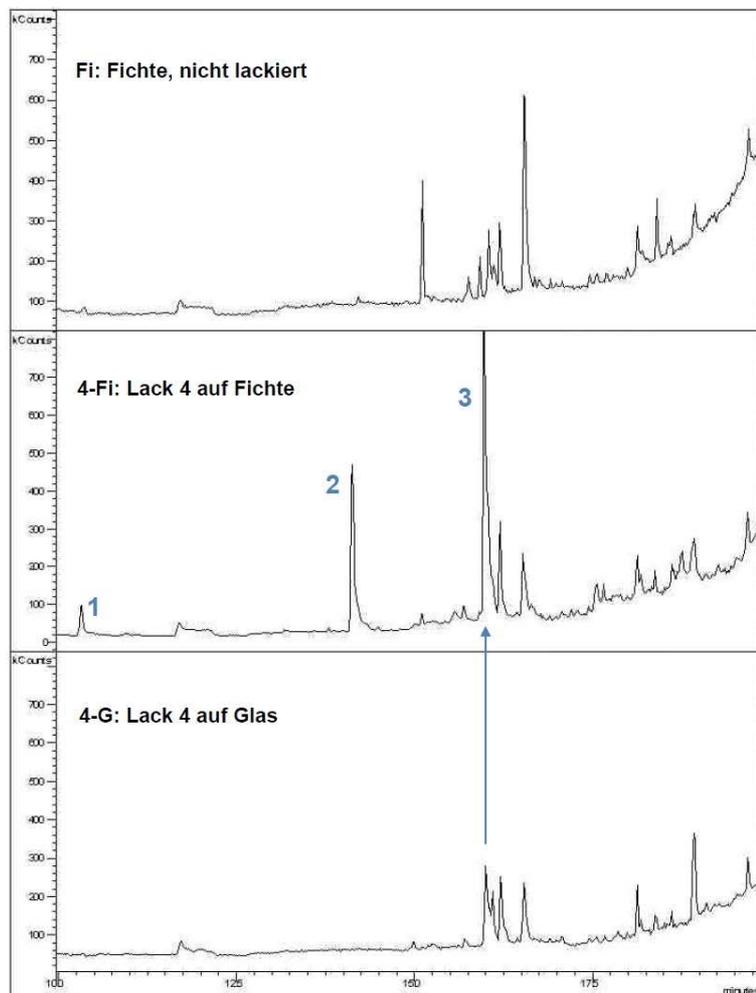


Abbildung 34 Vergleich Chromatogramme Fi, 4-Fi, 4-G

In Abbildung 35 werden die Emissionen der 19 Proben gegenübergestellt. Die Gesamthöhe der jeweiligen Säulen gibt die gemessene Summe der Emissionen wieder, der hellblaue Teil die sicher identifizierte Monoterpene. Die verwendeten Lacke zeigen unterschiedliche Emissionsniveaus. Bei den Substraten Glas, Fichte und Meranti sind die Emissionen der mit Lack 2 behandelten Proben am niedrigsten, gefolgt von den mit Lack 4 behandelten Proben. Die höchsten Emissionen werden aus den mit den Lacken 1 und 3 beschichteten Proben beobachtet.

Vergleicht man die Probekörper, die jeweils mit demselben Lack beschichtet wurden, so zeigt sich, dass die lackierten Kiefernholzproben stets die höchsten Emissionen aufweisen. Das ist zumindest teilweise auf die zusätzlich auftretenden Terpenemissionen aus dem Kiefernholz zurückzuführen. Bei den Lackierungen 1 und 3 sind diese Terpenemissionen vergleichsweise gering, bei den Lackierungen 2 und 4 hingegen liegen die jeweiligen Emissionen bei ca.  $\frac{1}{3}$  bzw.  $\frac{1}{2}$  der nichtlackierten Probe. Verhältnismäßig hohe Terpenemissionen wurden bei den Lackierungen beobachtet, die durch relativ geringe Emissionen von Lackbestandteilen auffielen.

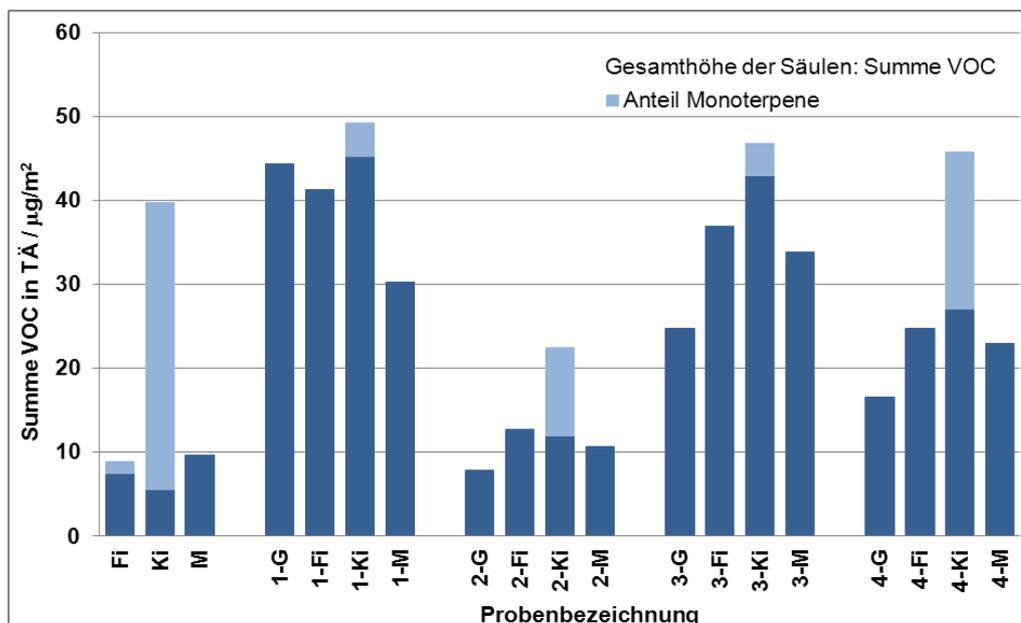


Abbildung 35 Summe VOC der untersuchten Proben



Mit der Holz-Screening-Methode können weitere Einflussgrößen, die das Emissionsverhalten bestimmen sollten, untersucht werden. So lässt sich z. B. der Einfluss der verwendeten Filmbildner, der aufgetragenen Schichtdicken und der verwendeten Grundierungen untersuchen.



## 5 Kammermessungen an Komponenten

### 5.1 Zielsetzung

Emissionskammermessungen sind von entscheidender Bedeutung bei der Beurteilung von Baustoffen und Bauelementen bezüglich ihrer Emissionen. Im Rahmen des Projektes wurden 13 Produkte aus 9 unterschiedlichen Produktgruppen einer Emissionskammerprüfung unterworfen und dem AgBB-Schema entsprechend bewertet.

#### 5.1.1 Auswahl der Proben

Es sollten möglichst alle der beim Bau von Fenstern verwendeten Materialgruppen mittels Emissionskammermessungen untersucht werden. Eine Ausnahme bildet Flachglas, da von diesem keine Emissionen zu erwarten sind [8]. Die „Materialgruppe“ Lackierung wurde auf unterschiedlichen Untergründen untersucht: Beschichtungen für Metall wurden auf einem metallischen Substrat geprüft, Beschichtungen für Holz auf den Substraten Holz und Glas. Tabelle 14 stellt die untersuchten Materialgruppen dar.

**Tabelle 14** Untersuchte Materialgruppen

Materialgruppe	Anzahl der untersuchten Proben	Bezeichnung der Prüfkammermessung in diesem Bericht
Kunststoffprofil	1	PK 1
Beschichtung Aluminium	1	PK 2
lackierte Holzoberfläche	2	PK 3, PK 4
Lack auf Glas	2	PK 5, PK 6
Dichtprofile	2	PK 7, PK 8
Dichtstoffe	2	PK 9, PK 10
Beschlag	1	PK 11
Glas/Randverbund	1	PK 12
thermische Trennung Metallprofile	1	PK 13

Zunächst wurden zahlreiche Produkte jeder Materialgruppe durch Screeninguntersuchungen hinsichtlich ihrer Emissionen charakterisiert. Anhand der Screening-Messungen wurden in Absprache innerhalb der Projektgruppe, fallweise auch in Absprache mit den Mitgliedern der projektbegleitenden Arbeitsgruppe, die Materialien für die Emissionskammermessungen ausgewählt.

## 5.2 Durchführung

### *Reifelagerung:*

Die zu untersuchenden Proben wurden beim Hersteller zum frühestmöglichen Zeitpunkt entnommen, anschließend in gasdichten Aluminiumbeuteln verpackt und rechtzeitig vor dem Beginn der Emissionskammermessung der Reifelagerung zugeführt. Das verwendete Konzept der Reifelagerung wurde bereits in Kapitel 3.6 ausführlich beschrieben.

### *Beladung:*

Die für die einzelnen Materialgruppen für die Kammermessungen verwendeten Beladungen orientierten sich an den hergeleiteten Beladungsfaktoren. In der Regel wurden die Kammermessungen jedoch bei Beladungen, die um den Faktor fünf bis 10 größer sind als die hergeleiteten, durchgeführt. Diese erhöhten Beladungen wurden gewählt, da das zu erwartende Emissionspotenzial zu gering war. Bei der Verwendung dieser Faktoren zwischen hergeleiteter und verwendeter Beladung kann in etwa eine lineare Korrelation zwischen Beladung und VOC-Konzentration in der Kammerluft angenommen werden.

### *Transport und Start der Messungen:*

Nach der Reifezeit wurden die Proben vorbereitet, für den Transport zur Messstelle in Aluminiumverbundfolie verpackt und zur Messstelle, dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) in Holzkirchen, befördert. Dort wurden die Proben zeitnah der Verpackung entnommen, in die Prüfkammer eingelagert und die Untersuchung gestartet.

### *Prüfkammermessung:*

Die Kammermessungen wurden am Fraunhofer IBP durchgeführt. Es wurden Prüfkammern aus Edelstahl mit einem Volumen von 1000 l der Firma Vötsch verwendet. Die Kammern wurden mit Reineluft versorgt. Diese wurde durch Reinigung von Pressluft mit Aktivkohle und Partikelfiltern erhalten. Eine Auflistung relevanter Randbedingungen der Versuchsdurchführung ist Tabelle 15 zu entnehmen.

**Tabelle 15** Randbedingungen der Versuchsdurchführung

Parameter	Wert
Temperatur / °C	23 ± 1
Rel. Luftfeuchtigkeit / %	50 ± 5
Lüftungsrate / m <sup>3</sup> /h	0,5
Anströmgeschwindigkeit am Prüfkörper / m/s	0,1 – 0,3

Die Untersuchungen in der Emissionsprüfkammer und die Probenahme aus der Emissionskammerluft erfolgten nach EN ISO 16000-9 [11] bzw. ISO 16000-6 [12].

#### *GC/MS-Analyse:*

Die Luftprobenahme erfolgte auf TENAX TA<sup>®</sup>, die qualitative und quantitative Analyse nach Thermodesorption mittels GC/MS; Gaschromatograph: HP 6890 mit Thermodesorber-Ankopplung und massenselektivem Detektor HP 5975.

Verwendete Säule: VF-5ms, 60 m x 0,32 mm I.D.

Temperaturprogramm: 10 min bei 40 °C, mit 5 K/min bis 250 °C, mit 10 K/min auf 300 °C, 5 min bei 300 °C

Die Kalibrierung wurde über Flüssigdotierung der Standards auf Tenax TA<sup>®</sup> durchgeführt.

#### *Beurteilung der Emissionen:*

Die Bewertung der Emissionen erfolgte gemäß dem AgBB-Schema, Stand 2010. Dabei wurden zunächst die Emissionen der Kammermessungen, die mit den verwendeten Prüfkörpern durchgeführt wurden, bewertet. Dem Konzept des Projektes entsprechend wurden in einem zweiten Schritt die bei einer referenzraumgemäßen Beladung zu erwartenden Emissionen und die sich daraus ergebenden AgBB-Werte abgeschätzt.

### 5.3 Ergebnisse

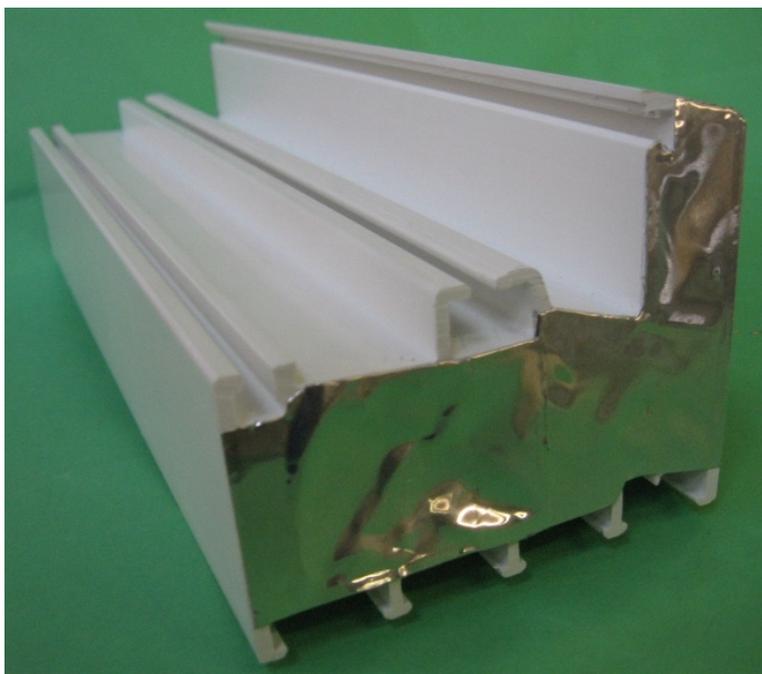
In diesem Kapitel werden die untersuchten Materialien und die dazugehörigen AgBB-Rechnungen der durchgeführten Kammermessungen vorgestellt. Die Prüfergebnisse werden auch in Hinsicht auf die zu erwartenden Emissionen der einzelnen Materialien in einem Referenzraum diskutiert. Die Auflistungen der chemisch-analytischen Messwerte, die den AgBB-Rechnungen zugrunde liegen, sind in Anhang 3 zu finden.

### 5.3.1 PK 1 – PVC-Fensterprofil

Für die Kammermessung wurde ein Abschnitt eines PVC-Fensterrahmenprofils an den Stirnseiten mit einem Aluminiumklebeband diffusionsdicht verschlossen. Die Beladung bei der Kammermessung war gegenüber der errechneten Beladung im Referenzraum um den Faktor fünf erhöht. Weitere Angaben zu der untersuchten Probe befinden sich in der Tabelle 16; in Abbildung 36 ist der Prüfkörper zu sehen.

**Tabelle 16** Informationen zum geprüften Material PK 1

<b>Probenbezeichnung</b>	PK 1
<b>Prüfberichts-Nr. IBP</b>	HoE-015/2010/281
<b>Materialgruppe / Probenbeschreibung</b>	PVC-Fensterprofil
<b>Dauer der Reifelagerung</b>	9 d
<b>Beginn Kammerprüfung</b>	17.05.2010
<b>Errechnete Beladung Referenzraum</b>	0,02 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
<b>Beladung bei Kammermessung</b>	24 cm Profillänge 0,1 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>



**Abbildung 36** Prüfkörper PK 1



Bei den Messungen und Prüfungen nach drei und nach 28 Tagen konnten keine Substanzen oberhalb der Bestimmungsgrenze ( $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nachgewiesen werden. Die Ergebnisse der AgBB-Berechnung sind in Tabelle 17 zu finden.

**Tabelle 17** AgBB-Rechnung für Prüfkörper PK 1

Parameter	3 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
TVOC ( $C_6 - C_{16}$ )	0	0
$\Sigma$ SVOC ( $C_{16} - C_{22}$ )	0	0
$\Sigma R_i$ (dimensionslos)	0	0
Summe VOC <sub>o, NIK</sub>	0	0
Summe Cancerogene	0	0

Die Kriterien des AgBB-Schemas wurden für Prüfkörper PK 1 erfüllt.

*Bewertung in Hinblick auf den Referenzraum:*

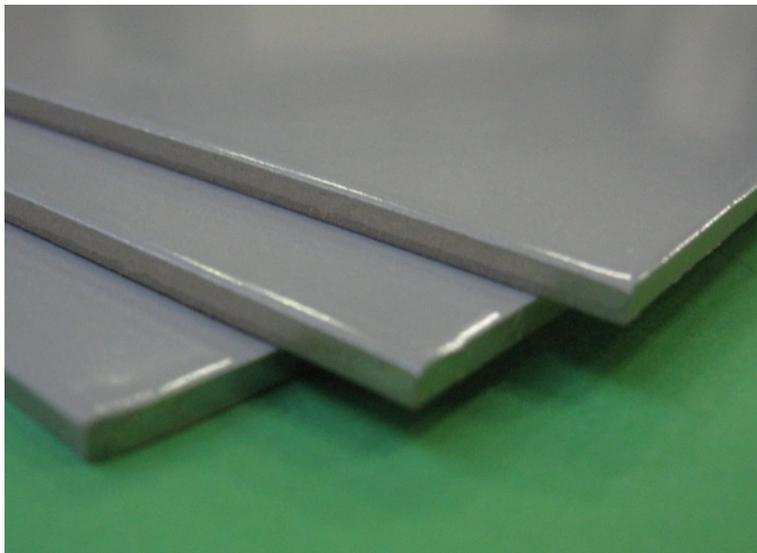
Wäre die Kammermessung mit der Beladung des Referenzraumes ( $1/5$  der für PK 1 gewählten Beladung) durchgeführt worden, wären die AgBB-Kriterien erst recht erfüllt worden, sämtliche Ergebniseintragungen in der obigen AgBB-Auswertungstabelle würden ebenfalls den Zahlenwert 0 annehmen.

### 5.3.2 PK 2 – Beschichtung Alu

Der 2-K-PU-Decklack wurde auf Bleche einseitig appliziert und nach der Reifelagerung in eine Prüfkammer eingelagert. Die gewählte Beladung ist um den Faktor fünf größer als für den Referenzraum bestimmt. Weitere Informationen können Tabelle 18 entnommen werden, ein Prüfkörper ist in Abbildung 37 dargestellt.

**Tabelle 18** Informationen zum geprüften Material PK 2

<b>Probenbezeichnung</b>	PK 2
<b>Prüfberichts-Nr. IBP</b>	HoE-007/2010/281
<b>Materialgruppe / Probenbeschreibung</b>	2-K-PU-Decklack für Alu- und Stahlfenster
<b>Dauer der Reifelagerung</b>	9 d
<b>Beginn Kammerprüfung</b>	15.03.2010
<b>Errechnete Beladung Referenzraum</b>	0,02 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
<b>Beladung bei Kammermessung</b>	0,1 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>



**Abbildung 37** Prüfkörper PK 2



Bei der Messung und Prüfung nach drei Tagen wurden nur geringe Konzentrationen Ethanol (VVOC) und 1-Butanol festgestellt. Daneben wurden niedrige Konzentrationen einer unbekanntes Substanz gemessen. Nach sieben Tagen waren keine VVOC, VOC oder SVOC über der Nachweisgrenze ( $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vorhanden. Tabelle 19 gibt Auskunft über die Berechnungen zu der untersuchten Lackierung entsprechend dem AgBB-Schema.

**Tabelle 19** AgBB-Rechnung für Prüfkörper PK 2

Parameter	3 Tage	7 Tage	
	Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Abbruchkriterium / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
TVOC ( $C_6 - C_{16}$ )	0	0	$\leq 500$
$\Sigma$ SVOC ( $C_{16} - C_{22}$ )	0	0	$\leq 50$
$\Sigma R_i$ (dimensionslos)	0	0	$\leq 0,5$
Summe VOC <sub>o. NIK</sub>	0	0	$\leq 50$
Summe Cancerogene	0	0	$\leq 1$

Die Prüfung konnte gemäß den AgBB-Kriterien nach sieben Tagen abgebrochen werden. Trotz einer gegenüber dem Referenzraum fünffach höheren Beladung wurden die Kriterien des AgBB-Schemas erfüllt.

*Bewertung in Hinblick auf den Referenzraum:*

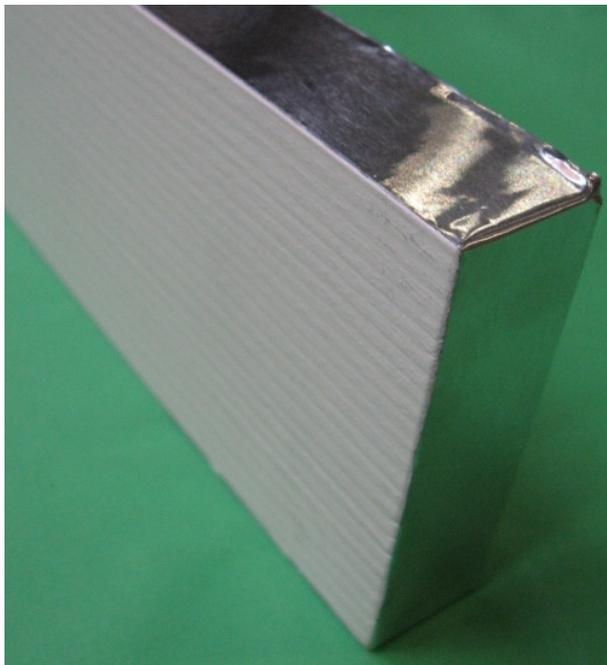
Bei einer Beladung wie im Referenzraum bliebe das Ergebnis der AgBB-Auswertung unverändert, d. h. alle Konzentrationen lägen bei  $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und R würde den Wert 0 annehmen.

### 5.3.3 PK 3 – lackierte Holzoberfläche 1

Das Fichtenholz-Trägermaterial wurde einmal mit einer Imprägniergrundierung und zweimal mit einer Acrylat-Dispersion beschichtet. Die Kanten und Rückseiten des Trägermaterials wurden mit Aluminiumfolie diffusionsdicht verschlossen. Tabelle 20 enthält weitere Informationen zu dem untersuchten Material. Ein Prüfkörper ist in Abbildung 38 gezeigt.

**Tabelle 20** Informationen zum geprüften Material PK 3

<b>Probenbezeichnung</b>	PK 3
<b>Prüfberichts-Nr. IBP</b>	HoE-025/2010/281
<b>Materialgruppe / Probenbeschreibung</b>	Acrylat-Dispersion, Decklack weiß auf Holz
<b>Dauer der Reifelagerung</b>	3 d
<b>Beginn Kammerprüfung</b>	02.08.2010
<b>Errechnete Beladung Referenzraum</b>	0,02 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
<b>Beladung bei Kammermessung</b>	0,1 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>



**Abbildung 38** Prüfkörper PK 3



In der Kammerluft wurden mehrere Substanzen gefunden. Dabei handelt es sich überwiegend um Alkohole, Mehrfachalkohole und Etherole, die typische Rezepturbestandteile von Acrylat-Dispersionen sind.  $\alpha$ -Pinen, eine flüchtige Substanz, die insbesondere aus Nadelhölzern emittiert wird, konnte bei den Messungen nach drei, sieben und 28 Tagen nur in geringer Konzentration von jeweils  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nachgewiesen werden, andere Terpene wurden nicht gefunden. In Tabelle 21 sind die Ergebnisse der AgBB-Rechnung aufgeführt.

**Tabelle 21** AgBB-Rechnung für Prüfkörper PK 3

Parameter	3 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
TVOC ( $C_6 - C_{16}$ )	209	143	45
$\Sigma$ SVOC ( $C_{16} - C_{22}$ )	0	0	0
$\Sigma R_i$ (dimensionslos)	0,002	0,003	0
Summe $\text{VOC}_{\text{o. NIK}}$	203	133	45
Summe Cancerogene	0	0	0

PK 3 erfüllt die Entscheidungskriterien des AgBB-Schemas.

*Bewertung in Hinblick auf den Referenzraum:*

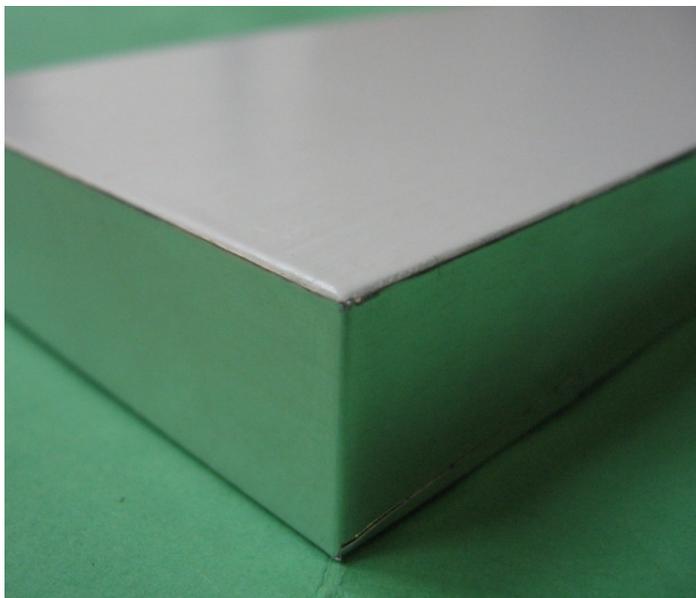
Zu beachten ist, dass PK 3 mit einer gegenüber dem Referenzraum fünffachen Beladung untersucht wurde. Unterstellt man eine Proportionalität zwischen Beladung und Konzentration der Stoffe in der Kammerluft, lägen bei einer Beladung entsprechend dem Referenzraum die Stoffkonzentrationen nur bei  $1/5$  der für PK 3 gemessenen Werte.

### 5.3.4 PK 4 – lackierte Holzoberfläche 2

Der Prüfkörper wurde analog zu PK 3 hergestellt. Tabelle 22 enthält weitere Informationen zu dem untersuchten Material, in Abbildung 39 wird ein Prüfkörper gezeigt.

**Tabelle 22** Informationen zum geprüften Material PK 4

<b>Probenbezeichnung</b>	PK 4
<b>Prüfberichts-Nr. IBP</b>	HoE-030/2010/281
<b>Materialgruppe / Probenbeschreibung</b>	Acrylat-Dispersion, Decklack weiß auf Holz
<b>Dauer der Reifelagerung</b>	3 d
<b>Beginn Kammerprüfung</b>	05.10.2010
<b>Errechnete Beladung Referenzraum</b>	0,02 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
<b>Beladung bei Kammermessung</b>	0,1 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>



**Abbildung 39** Prüfkörper PK 4



In der Kammerluft wurden nur wenige Substanzen und diese in einer maximalen Konzentration von nur  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gefunden. Die Anwendung der AgBB-Rechnungen befindet sich in Tabelle 23.

**Tabelle 23** AgBB-Rechnung für Prüfkörper PK 4

Parameter	3 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
TVOC ( $C_6 - C_{16}$ )	0	0	0
$\Sigma$ SVOC ( $C_{16} - C_{22}$ )	0	0	0
$\Sigma R_i$ (dimensionslos)	0	0	0
Summe VOC <sub>o. NIK</sub>	0	0	0
Summe Cancerogene	0	0	0

PK 4 erfüllt die Entscheidungskriterien des AgBB-Schemas.

*Bewertung in Hinblick auf den Referenzraum:*

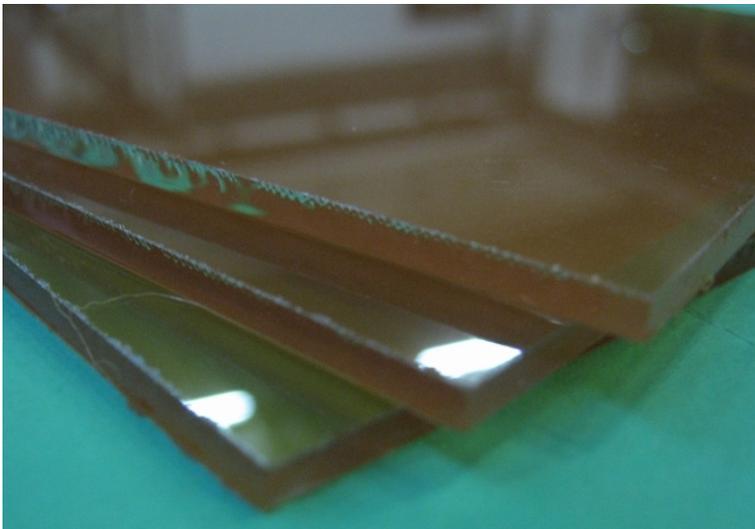
Im Referenzraum wäre die Beladung mit dem Material nur  $\frac{1}{5}$  der bei der Kammermessung gewählten Beladung. Sämtliche Ergebniseintragungen in der AgBB-Auswertetabelle würden deshalb ebenfalls den Zahlenwert 0 annehmen.

### 5.3.5 PK 5 – Lack auf Glas 1

Auf Glasscheiben wurde einseitig der Lack aufgetragen und anschließend der Reifelagerung zugeführt. Tabelle 24 enthält weitere Informationen zur untersuchten Lackierung. In Abbildung 40 sind die Prüfkörper zu sehen.

**Tabelle 24** Informationen zum geprüften Material PK 5

<b>Probenbezeichnung</b>	PK 5
<b>Prüfberichts-Nr. IBP</b>	HoE-021/2010/281
<b>Materialgruppe / Probenbeschreibung</b>	wasserverdünnbare Dickschichtlasur
<b>Dauer der Reifelagerung</b>	3 d
<b>Beginn Kammerprüfung</b>	05.07.2010
<b>Errechnete Beladung Referenzraum</b>	0,02 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
<b>Beladung bei Kammermessung</b>	0,1 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>



**Abbildung 40** Prüfkörper PK 5



In der Kammerluft wurden bei der Drei- bzw. Siebentagemessung im Wesentlichen nicht näher bestimmbare Ester gefunden, deren Konzentrationen nach 28-tägiger Lagerung auf geringe Werte ( $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bzw.  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) abgesunken waren. Die AgBB-Rechnung befindet sich in Tabelle 25.

**Tabelle 25** AgBB-Rechnung für Prüfkörper PK 5

Parameter	3 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
TVOC ( $C_6 - C_{16}$ )	537	264	7
$\Sigma$ SVOC ( $C_{16} - C_{22}$ )	0	0	0
$\Sigma R_i$ (dimensionslos)	0,018	0,013	0
Summe VOC <sub>o, NIK</sub>	529	258	7
Summe Cancerogene	0	0	0

Trotz fünffach erhöhter Beladung (im Vergleich zum Referenzraum) erfüllt die Lackierung die AgBB-Entscheidungskriterien.

*Bewertung in Hinblick auf den Referenzraum:*

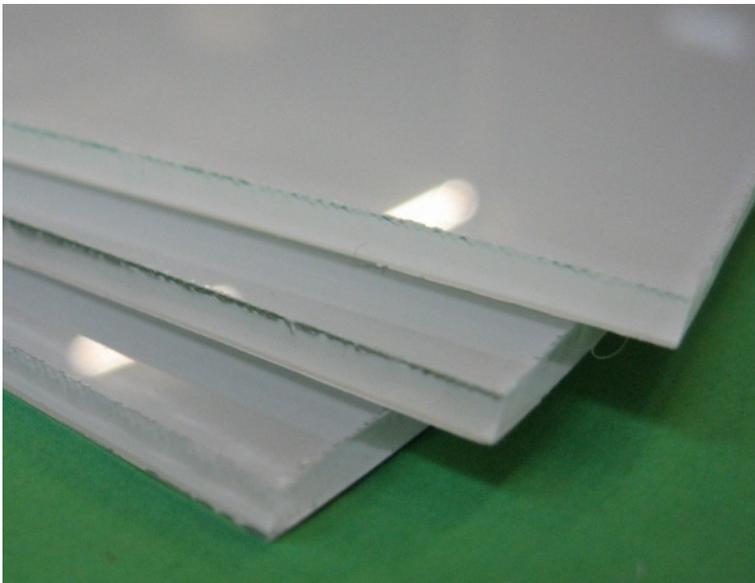
Es lässt sich ableiten, dass bei Anwendung der errechneten Referenzraumbeladung die Zahlenwerte in der AgBB-Auswertetabelle maximal bei etwa  $\frac{1}{5}$  der tabellierten Werte lägen.

### 5.3.6 PK 6 – Lack auf Glas 2

Die Prüfkörper wurden analog zu der für PK 5 beschriebenen Vorgehensweise hergestellt. Nähere Angaben können Tabelle 26 entnommen werden, die Probekörper sind in Abbildung 41 zu sehen.

**Tabelle 26** Informationen zum geprüften Material PK 6

<b>Probenbezeichnung</b>	PK 6
<b>Prüfberichts-Nr. IBP</b>	HoE-029/2010/281
<b>Materialgruppe / Probenbeschreibung</b>	Acrylat-Dispersion, Decklack weiß
<b>Dauer der Reifelagerung</b>	3 d
<b>Beginn Kammerprüfung</b>	30.08.2010
<b>Errechnete Beladung Referenzraum</b>	0,02 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
<b>Beladung bei Kammermessung</b>	0,1 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>



**Abbildung 41** Prüfkörper PK 6



Höhere Aldehyde (Nonanal, Decanal) wurden nur in geringen Konzentrationen von max.  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gefunden. Alkylaromaten und n-Heptan konnten bei einigen Messungen in sehr geringen Konzentrationen (max.  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) festgestellt werden.

Der bei dieser Kammerprüfung verwendete Lack wurde auch als Decklack der beschichteten Holzoberfläche von PK 3 verwendet. Während aus der lackierten Holzoberfläche zahlreiche typische Lackbestandteile emittiert wurden, konnten bei PK 6 diese Emissionen nicht festgestellt werden.

Die AgBB-Rechnung befindet sich in Tabelle 27.

**Tabelle 27** AgBB-Rechnung für Prüfkörper PK 6

Parameter	3 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
TVOC ( $C_6 - C_{16}$ )	0	6	5
$\Sigma$ SVOC ( $C_{16} - C_{22}$ )	0	0	0
$\Sigma R_i$ (dimensionslos)	0	0,004	0,004
Summe VOC <sub>o. NIK</sub>	0	0	0
Summe Cancerogene	0	0	0

Der untersuchte Probekörper erfüllt die AgBB-Entscheidungskriterien.

*Bewertung in Hinblick auf den Referenzraum:*

Bei einer referenzraumgemäßen Beladung von  $0,02 \text{ m}^2/\text{m}^3$  hätten sämtliche Zahlenwerte in der AgBB-Auswertetabelle den Zahlenwert 0 angenommen.

### 5.3.7 PK 7 – Dichtprofil 1

Um eine realitätsnahe Bestimmung der Emissionen zu gewährleisten, wurde das Dichtprofil in Aluminiumschienen eingebracht und die Stirnseiten mit Aluminiumklebeband verschlossen. Die Angabe einer Beladung als volumenbezogene emittierende *Oberfläche* ist für Dichtprofile nicht sinnvoll. Daher wird in Tabelle 28 die auf das Kammervolumen bezogene *Länge* des Dichtprofils ausgewiesen. Die gewählte „Beladung“ in der Prüfkammer war um den Faktor fünf höher als für den Referenzraum bestimmt. Weitere Informationen können Tabelle 28 entnommen werden, Abbildung 42 zeigt den Probekörper.

**Tabelle 28** Informationen zum geprüften Material PK 7

<b>Probenbezeichnung</b>	PK 7
<b>Prüfberichts-Nr. IBP</b>	HoE-014/2010/281
<b>Materialgruppe / Probenbeschreibung</b>	Dichtprofil aus thermoplastischem Elastomer
<b>Dauer der Reifelagerung</b>	8 d
<b>Beginn Kammerprüfung</b>	17.05.2010
<b>Errechnete „Beladung“ Referenzraum</b>	0,15 m/m <sup>3</sup> (siehe Text)
<b>„Beladung“ bei Kammermessung</b>	0,75 m/m <sup>3</sup> (siehe Text)



**Abbildung 42** Prüfkörper PK 7



Bei der Messung und Prüfung nach drei Tagen wurden nur geringe Konzentrationen, vornehmlich von Phenolderivaten, in der Kammerluft gefunden. Nach 28 Tagen waren diese Konzentrationen weiter abgesunken, teilweise lagen die Konzentrationen dann unter der Nachweisgrenze. Tabelle 29 gibt Auskunft über die AgBB-Berechnungen zum untersuchten Probekörper.

**Tabelle 29** AgBB-Rechnung für Prüfkörper PK 7

Parameter	3 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
TVOC ( $C_6 - C_{16}$ )	19	0
$\Sigma$ SVOC ( $C_{16} - C_{22}$ )	0	0
$\Sigma R_i$ (dimensionslos)	0	0
Summe $\text{VOC}_{\text{o. NIK}}$	19	0
Summe Cancerogene	0	0

Die Kriterien des AgBB-Schemas wurden für Prüfkörper PK 7 erfüllt.

*Bewertung in Hinblick auf den Referenzraum:*

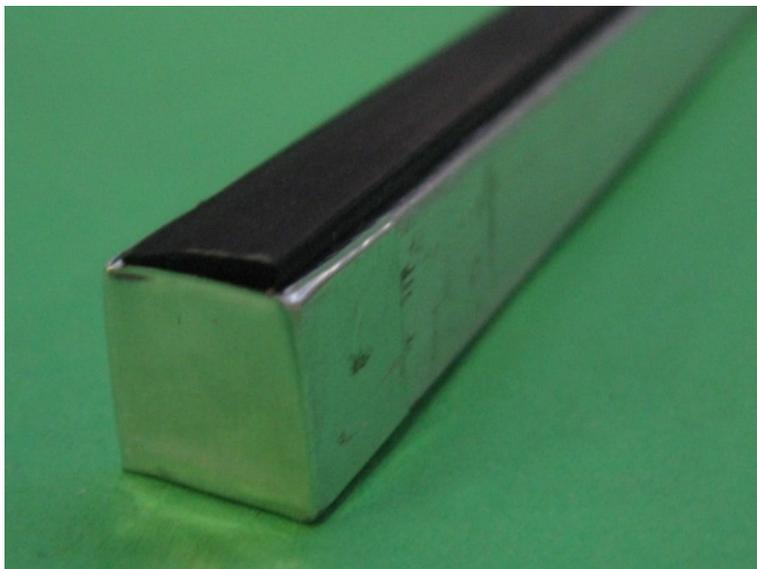
Wäre die Kammermessung mit der Beladung des Referenzraumes ( $1/5$  der für PK 7 gewählten Beladung) durchgeführt worden, wären die Emissionen der einzelnen Substanzen um etwa den Faktor 5 erniedrigt. Die AgBB-Kriterien wären somit erst recht erfüllt.

### 5.3.8 PK 8 – Dichtprofil 2

Um eine realitätsnahe Bestimmung der Emissionen zu gewährleisten, wurde das Dichtprofil in Aluminiumschienen eingebracht und die Stirnseiten mit Aluminiumklebeband verschlossen. Weitere Informationen zum Prüfkörper können der Tabelle 30 entnommen werden, Abbildung 43 zeigt den Prüfkörper.

**Tabelle 30** Informationen zum geprüften Material PK 8

<b>Probenbezeichnung</b>	PK 8
<b>Prüfberichts-Nr. IBP</b>	HoE-020/2010/281
<b>Materialgruppe / Probenbeschreibung</b>	Dichtprofil aus EPDM
<b>Dauer der Reifelagerung</b>	8 d
<b>Beginn Kammerprüfung</b>	21.06.2010
<b>Errechnete Beladung Referenzraum</b>	0,15 m/m <sup>3</sup> (siehe Text)
<b>Beladung bei Kammerrmessung</b>	0,75 m/m <sup>3</sup> (siehe Text)



**Abbildung 43** Prüfkörper PK 8



Bei den Messungen und Prüfungen nach drei und sieben Tagen wurden nur geringe Konzentrationen von Siloxanderivaten und von einem Isothiocyanat gefunden. Die AgBB-Auswertung der Kammermessung ist in Tabelle 31 zu finden.

**Tabelle 31** AgBB-Rechnung für Prüfkörper PK 8

Parameter	3 Tage	7 Tage	
	Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Abbruchkriterium / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
TVOC ( $C_6 - C_{16}$ )	5	6	$\leq 500$
$\Sigma$ SVOC ( $C_{16} - C_{22}$ )	0	0	$\leq 50$
$\Sigma R_i$ (dimensionslos)	0	0	$\leq 0,5$
Summe $\text{VOC}_{\text{o. NIK}}$	5	6	$\leq 50$
Summe Cancerogene	0	0	$\leq 1$

Die Kriterien des AgBB-Schemas wurden für Prüfkörper PK 8 erfüllt. Die Prüfung konnte gemäß den AgBB-Kriterien nach sieben Tagen abgebrochen werden.

*Bewertung in Hinblick auf den Referenzraum:*

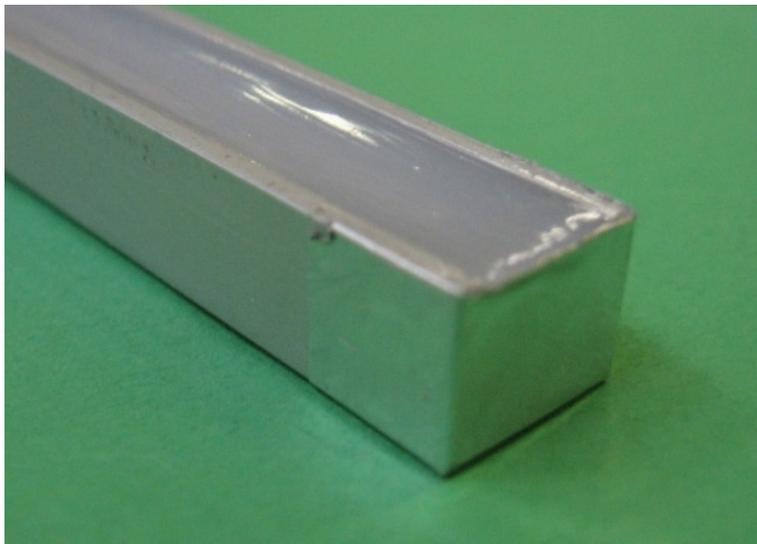
Unterstellt man eine Proportionalität zwischen frei emittierender Oberfläche und Stoffkonzentration in der Kammerluft, ergibt sich rechnerisch, dass bei einer Beladung entsprechend dem Referenzraum ( $1/5$  der bei PK 4 gewählten Beladung) die AgBB-Ergebnisse für „TVOC ( $C_6 - C_{16}$ )“ und Summe „ $\text{VOC}_{\text{o. NIK}}$ “ ebenfalls den Wert  $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  annehmen.

### 5.3.9 PK 9 – Dichtstoff 1

Zur Gewährleistung realitätsnaher Bedingungen wurde der Dichtstoff aus einer frisch geöffneten Kartusche entnommen und in U-Profile gefüllt. Die Beladung entspricht dem Fünffachen des für den Referenzraum ermittelten Wertes. Tabelle 32 enthält weitere Informationen zu dem untersuchten Dichtstoff. In Abbildung 44 ist ein Prüfkörper dargestellt.

**Tabelle 32** Informationen zum geprüften Material PK 9

<b>Probenbezeichnung</b>	PK 9
<b>Prüfberichts-Nr. IBP</b>	HoE-006/2010/281
<b>Materialgruppe / Probenbeschreibung</b>	Silicondichtstoff, neutral vernetzend
<b>Dauer der Reifelagerung</b>	24 h
<b>Beginn Kammerprüfung</b>	09.03.2010
<b>Errechnete Beladung Referenzraum</b>	0,001 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
<b>Beladung bei Kammermessung</b>	0,005 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>



**Abbildung 44** Prüfkörper PK 9



In der Kammerluft wurde eine Vielzahl von Stoffen gefunden, meist konnte eine Abnahme der Konzentration mit zunehmender Prüfdauer festgestellt werden. Besonders auffällig waren die Emissionen von 2-Butanonoxim: Nach drei Tagen wurden in der Kammerluft  $7462 \mu\text{g}/\text{m}^3$  der Substanz gefunden, nach 28 Tagen noch  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Da die NIK der Verbindung bei  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegt, liefert dieser Stoff in der AgBB-Rechnung einen wesentlichen Beitrag zum R-Wert. Die vollständige AgBB-Rechnung kann der Tabelle 33 entnommen werden.

**Tabelle 33** AgBB-Rechnung für Prüfkörper PK 9

Parameter	3 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
TVOC ( $C_6 - C_{16}$ )	9.932	1.401	132
$\Sigma$ SVOC ( $C_{16} - C_{22}$ )	210	79	0
$\Sigma R_i$ (dimensionslos)	374	17	0,557
Summe VOC <sub>o, NIK</sub>	2.197	967	42
Summe Cancerogene	0	0	0

Die Entscheidungskriterien des AgBB-Schemas wurden mit der bei dieser Prüfkammermessung gewählten Beladung erfüllt. Das TVOC<sub>3</sub>-Kriterium wurde nur knapp unterschritten.

*Bewertung in Hinblick auf den Referenzraum:*

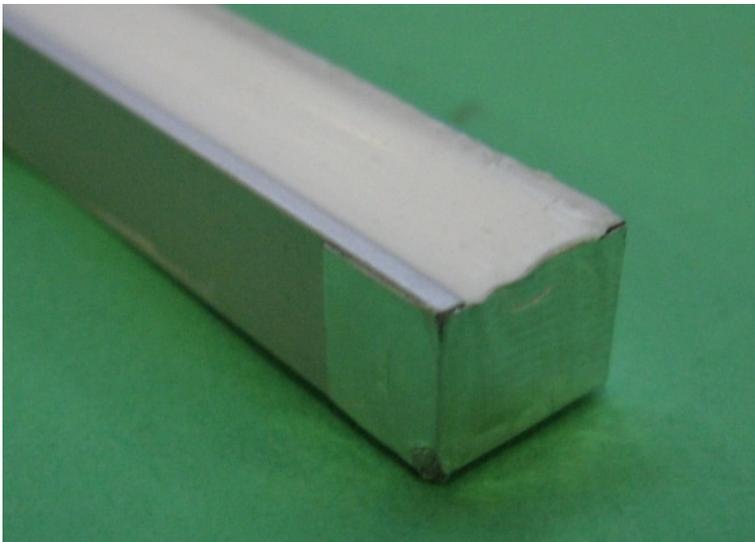
Bei einer referenzraumgemäßen Beladung von  $0,001 \text{ m}^2/\text{m}^3$  würden die einzelnen Stoffkonzentrationen bei nur etwa  $1/5$  der für PK 5 gemessenen Werte liegen. Damit würden auch bei der AgBB-Berechnung die Zahlenwerte auf etwa  $1/5$  reduziert. Der R-Wert (28 Tage) würde wahrscheinlich noch niedriger liegen, da die Konzentrationen einiger NIK-Stoffe bei  $1/5$  der Beladung unter  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lägen und somit nicht zur Berechnung des R-Wertes heranzuziehen wären. Nimmt man eine exakte Proportionalität zwischen Beladung und Stoffkonzentration an, ergibt sich bei einer Beladung von  $0,001 \text{ m}^2/\text{m}^3$  ein 28-Tage-R-Wert von 0,004.

### 5.3.10 PK 10 – Dichtstoff 2

Die Probenbereitung und Konditionierung erfolgte analog zu der bei PK 9 beschriebenen Vorgehensweise. Tabelle 34 enthält weitere Informationen zu dem untersuchten Dichtstoff, Abbildung 45 zeigt einen Prüfkörper.

**Tabelle 34** Informationen zum geprüften Material PK 10

<b>Probenbezeichnung</b>	PK 10
<b>Prüfberichts-Nr. IBP</b>	HoE-013/2010/281
<b>Materialgruppe / Probenbeschreibung</b>	Silicondichtstoff, neutral vernetzend
<b>Dauer der Reifelagerung</b>	24 h
<b>Beginn Kammerprüfung</b>	13.04.2010
<b>Errechnete Beladung Referenzraum</b>	0,001 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
<b>Beladung bei Kammermessung</b>	0,005 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>



**Abbildung 45** Prüfkörper PK 10



In der Kammerluft wurden zahlreiche Substanzen gefunden. Auffallend sind die hohen Konzentrationen von Butanonoxim und Methylisobutylketonoxim bei den Messungen nach drei und sieben Tagen. Nach 28 Tagen waren die Konzentrationen allerdings auf  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bzw.  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gefallen. Neben den genannten Stoffen wurden Siloxane, 2-Butanon und mehrere nicht identifizierbare Substanzen gefunden. Tabelle 35 enthält die AgBB-Rechnung der Kammerprüfung.

**Tabelle 35** AgBB-Rechnung für Prüfkörper PK 10

Parameter	3 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28 Tage Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>TVOC (C<sub>6</sub> – C<sub>16</sub>)</b>	5.063	952	24
<b><math>\Sigma</math> SVOC (C<sub>16</sub> – C<sub>22</sub>)</b>	0	0	12
<b><math>\Sigma R_i</math> (dimensionslos)</b>	138,4	13,3	0,009
<b>Summe VOC<sub>o, NIK</sub></b>	2.158	642	13
<b>Summe Cancerogene</b>	0	0	0

PK 10 erfüllt die Entscheidungskriterien des AgBB-Schemas.

*Bewertung in Hinblick auf den Referenzraum:*

Bei einer referenzraumgemäßen Beladung von  $0,001 \text{ m}^2/\text{m}^3$  wären die Zahlenwerte in der AgBB-Auswertetabelle auf etwa  $\frac{1}{5}$  reduziert.

### 5.3.11 PK 11 – Beschlag

Es wurde ein kompletter Beschlag, bestehend aus Umlenkungen, Schere, Zusatzschere, Zwischenstücke und Getriebe in die Emissionskammer eingelagert. Zuvor wurden teilweise Einzelteile gekürzt, damit diese der Fenstergröße im Referenzraum entsprechen. Damit ist die Beladung in der Kammer um den Faktor 30 größer als im Referenzraum. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass ein Großteil des Beschlages im eingebauten Zustand verdeckt ist und somit keine frei emittierende Oberfläche darstellt.

Weitere Angaben zu den untersuchten Prüfkörpern befinden sich in Tabelle 36, eine Fotografie der Prüfkörper befindet sich in Abbildung 46.

**Tabelle 36** Informationen zum geprüften Material PK 11

<b>Probenbezeichnung</b>	PK 11
<b>Prüfberichts-Nr. IBP</b>	HoE-008/2010/281
<b>Materialgruppe / Probenbeschreibung</b>	Beschlag für einflügeliges Dreh-Kipp-Fenster der Größe 1,23 m x 1,48 m
<b>Dauer der Reifelagerung</b>	8 d
<b>Beginn Kammerprüfung</b>	29.03.2010
<b>Errechnete Beladung Referenzraum</b>	siehe Text
<b>Beladung bei Kammerrmessung</b>	siehe Text



**Abbildung 46** Prüfkörper PK 11



Bei den Messungen und Prüfungen nach drei und nach sieben Tagen wurden nur geringfügige Emissionen beobachtet, die Konzentrationen der einzelnen Stoffe lagen unter  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die dem AgBB-Schema entsprechenden Berechnungen zeigt Tabelle 37.

**Tabelle 37** AgBB-Rechnung für Prüfkörper PK 11

Parameter	3 Tage	7 Tage	
	Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Abbruchkriterium / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
TVOC ( $C_6 - C_{16}$ )	0	0	$\leq 500$
$\Sigma$ SVOC ( $C_{16} - C_{22}$ )	0	0	$\leq 50$
$\Sigma R_i$ (dimensionslos)	0	0	$\leq 0,5$
Summe VOC <sub>o, NIK</sub>	0	0	$\leq 50$
Summe Cancerogene	0	0	$\leq 1$

Die AgBB-Kriterien für einen Abbruch der Kammerprüfung nach sieben Tagen aufgrund geringer Emissionen wurden sicher erfüllt.

*Bewertung in Hinblick auf den Referenzraum:*

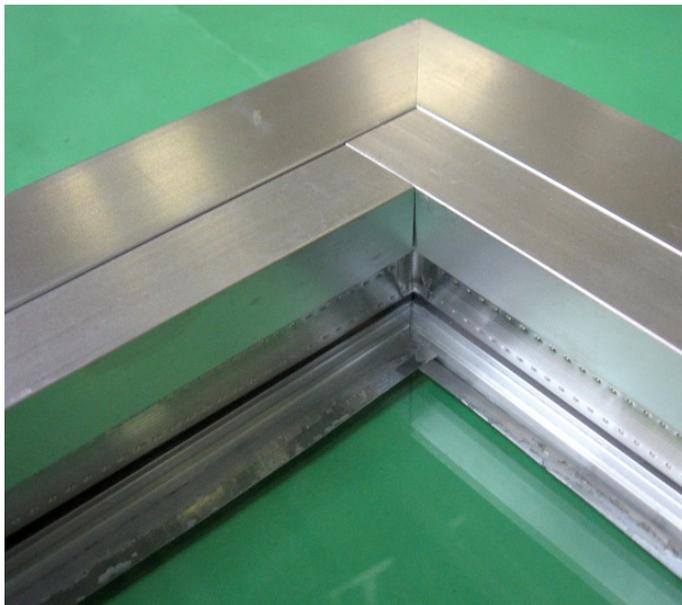
Im Referenzraum ist die Beladung niedriger, denn das untersuchte Material emittiert in ein größeres Volumen. Daher hätte eine AgBB-Auswertung, wäre die Prüfung mit einer dem Referenzraum entsprechenden Beladung durchgeführt worden, dasselbe Ergebnis geliefert.

### 5.3.12 PK 12 – Glas/Randverbund

Wie bereits in Kapitel 3.3 „Beladungsfaktoren“ dargelegt, ist die Angabe einer Beladung als volumenbezogene, emittierende *Oberfläche* für den Glas/Randverbund nicht sinnvoll. Daher wird in unten stehender Tabelle die volumenbezogene *Länge* des Verbunds ausgewiesen. Tabelle 38 enthält weitere Informationen zu dem in Abbildung 47 gezeigten Prüfkörper.

**Tabelle 38** Informationen zum geprüften Material PK 12

<b>Probenbezeichnung</b>	PK 12
<b>Prüfberichts-Nr. IBP</b>	HoE-031/2010/281
<b>Materialgruppe / Probenbeschreibung</b>	Glas/Randverbund
<b>Dauer der Reifelagerung</b>	3 d
<b>Beginn Kammerprüfung</b>	18.10.2010
<b>Errechnete „Beladung“ Referenzraum</b>	0,16 m/m <sup>3</sup> (siehe Text)
<b>„Beladung“ bei Kammermessung</b>	1,6 m/m <sup>3</sup> (siehe Text)



**Abbildung 47** Prüfkörper PK 12



Bei der Kammerprüfung wurden nur wenige Substanzen gefunden, die maximalen Konzentrationen der Einzelstoffe lagen bei  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die AgBB-Auswertung für das Material ist in Tabelle 39 zu finden.

**Tabelle 39** AgBB-Rechnung für Prüfkörper PK 12

Parameter	3 Tage	7 Tage	
	Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Abbruchkriterium / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
TVOC ( $C_6 - C_{16}$ )	0	0	$\leq 500$
$\Sigma$ SVOC ( $C_{16} - C_{22}$ )	0	0	$\leq 50$
$\Sigma R_i$ (dimensionslos)	0	0	$\leq 0,5$
Summe VOC <sub>o, NIK</sub>	0	0	$\leq 50$
Summe Cancerogene	0	0	$\leq 1$

Die AgBB-Kriterien für einen Abbruch der Kammerprüfung nach sieben Tagen aufgrund geringer Emissionen wurden sicher erfüllt.

*Bewertung in Hinblick auf den Referenzraum:*

Bei einer referenzraumgemäßen Beladung hätte die AgBB-Auswertung dasselbe Ergebnis geliefert, sämtliche Eintragungen in der Auswertetabelle hätten den Zahlenwert 0.

### 5.3.13 PK 13 – thermische Trennung Metallprofile

Wie bereits in Kapitel 3.3 „Beladungsfaktoren“ beschrieben wurde, ist die Angabe einer Beladung als volumenbezogene, emittierende *Oberfläche* für die thermische Trennung nicht sinnvoll. Die thermische Trennung ist in den Metallprofilen eingebaut, und bildet somit keine „frei emittierende Oberfläche“. Um unter realitätsnahen Bedingungen das mögliche Emissionspotenzial zu untersuchen, wurde ein Aluminiumfensterrahmen mit den Außenabmessungen 45 cm x 45 cm x 7 cm mit einer thermischen Trennung ausgerüstet und als Bauteil der Prüfkammermessung zugeführt. Weitere Angaben zu den untersuchten Prüfkörpern befinden sich in Tabelle 40. Der Probekörper ist in Abbildung 48 zu sehen.

**Tabelle 40** Informationen zum geprüften Material PK 13

<b>Probenbezeichnung</b>	PK 13
<b>Prüfberichts-Nr. IBP</b>	HoE-026/2010/281
<b>Materialgruppe / Probenbeschreibung</b>	thermische Trennung aus Polyamid und PU-Schaum
<b>Dauer der Reifelagerung</b>	8 d
<b>Beginn Kammerprüfung</b>	09.08.2010
<b>Errechnete „Beladung“ Referenzraum</b>	(0,18 m <sup>3</sup> ) siehe Text
<b>„Beladung“ bei Kammermessung</b>	(1,8 m <sup>3</sup> ) siehe Text



**Abbildung 48** Prüfkörper PK 13



In der Kammerluft wurden bei der Messung nach drei und nach sieben Tagen geringe Konzentrationen des zur Herstellung von Polyamid PA benutzten  $\epsilon$ -Caprolactams gefunden. Die AgBB-Berechnung der Prüfung und Messung befindet sich in Tabelle 41.

**Tabelle 41** AgBB-Rechnung für Prüfkörper PK 13

Parameter	3 Tage	7 Tage	
	Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ergebnis / $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Abbruchkriterium / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>TVOC (<math>C_6 - C_{16}</math>)</b>	20	22	$\leq 500$
<b><math>\Sigma</math> SVOC (<math>C_{16} - C_{22}</math>)</b>	5	6	$\leq 50$
<b><math>\Sigma R_i</math> (dimensionslos)</b>	0,083	0,092	$\leq 0,5$
<b>Summe VOC<sub>o. NIK</sub></b>	0	0	$\leq 50$
<b>Summe Cancerogene</b>	0	0	$\leq 1$

*Bewertung in Hinblick auf den Referenzraum:*

Obwohl bei dieser Untersuchung in der Prüfkammer die „Beladung“ mit der thermischen Trennung zehnfach höher lag als für den Referenzraum bestimmt, wurden die AgBB-Kriterien für einen Abbruch der Kammerprüfung nach bereits sieben Tagen sicher erfüllt.

#### 5.4 Zusammenfassung und Bewertung im Hinblick auf den Referenzraum

In Tabelle 42 werden die Ergebnisse der AgBB-Berechnungen der Prüfkammerrmessungen der Proben PK 1 bis PK 13 zusammengefasst. Prüfkammerrmessungen, die nach sieben Tagen abgebrochen werden konnten, sind in der Tabelle grau unterlegt.

**Tabelle 42** Zusammenfassung der AgBB-Rechnungen zu den Prüfkammerruntersuchungen

	3 Tage		7 Tage bzw. 28 Tage				Summe VOC <sub>o, NIK</sub> / µg/m <sup>3</sup>
	TVOC / µg/m <sup>3</sup>	Cancero- gene / µg/m <sup>3</sup>	TVOC / µg/m <sup>3</sup>	Σ SVOC / µg/m <sup>3</sup>	Cancero- gene / µg/m <sup>3</sup>	Σ R <sub>i</sub>	
<b>PK 1</b> <sup>1)</sup> PVC-Profil	0	0	0	0	0	0	0
<b>PK 2</b> <sup>2)</sup> Beschichtung Alu	0	0	0	0	0	0	0
<b>PK 3</b> <sup>1)</sup> lackierte Holzoberfl. 1	209	0	45	0	0	0	45
<b>PK 4</b> <sup>1)</sup> lackierte Holzoberfl. 2	0	0	0	0	0	0	0
<b>PK 5</b> <sup>1)</sup> Lack auf Glas 1	537	0	7	0	0	0	7
<b>PK 6</b> <sup>1)</sup> Lack auf Glas 2	0	0	5	0	0	0,004	0
<b>PK 7</b> <sup>1)</sup> Dichtprofil 1	19	0	0	0	0	0	0
<b>PK 8</b> <sup>2)</sup> Dichtprofil 2	5	0	6	0	0	0	6
<b>PK 9</b> <sup>1)</sup> Dichtstoff 1	9.932	0	132	0	0	0,557	42
<b>PK 10</b> <sup>1)</sup> Dichtstoff 2	5.063	0	24	12	0	0,009	13
<b>PK 11</b> <sup>2)</sup> Beschlag	0	0	0	0	0	0	0
<b>PK 12</b> <sup>2)</sup> Glas-/Randverbund	0	0	0	0	0	0	0
<b>PK 13</b> <sup>2)</sup> thermische Trennung	20	0	22	6	0	0,092	0

<sup>1)</sup> Ergebnisse der Messungen an Tag 3 und Tag 28

<sup>2)</sup> AgBB-Abbruchkriterien erfüllt, Ergebnisse der Messungen an Tag 3 und Tag 7



Wie bereits beschrieben, wurden bei den Prüfkammermessungen Beladungen gewählt, die i. d. R. um den Faktor 5 über den berechneten Werten des Referenzraumes lagen. Für die Anwendung der AgBB-Kriterien auf die Emissionen der einzelnen Materialgruppen in den Innenraum sollte diesem Umstand Rechnung getragen werden.

Zur Berechnung der bei einer referenzraumgemäßen Beladung zu erwartenden Emissionen wurde wie folgt vorgegangen:

Unter der Annahme einer Proportionalität zwischen Beladung und Emissionen wurden für jedes untersuchte Material Stoffkonzentrationen bei einer referenzraumgemäßen Beladung berechnet. Die auf diese Weise abgeleiteten Ausgleichskonzentrationen wurden anschließend einer AgBB-Berechnung unterzogen.

Wie bereits dargelegt, wurde bei der Materialgruppe „Beschlag“ für die Emissionsmessung eine 30-fach erhöhte Beladung gewählt. Bei diesem Faktor kann nicht mehr von einer Proportionalität zwischen Beladung und Emissionen ausgegangen werden. Da aber bereits bei der Auswertung der Kammermessungen alle AgBB-Rechnungen den Zahlenwert 0 lieferten, wäre dieses Ergebnis erst Recht bei einer referenzraumgemäßen Beladung erhalten worden.

Die auf eine referenzraumgemäße Beladung umgerechneten AgBB-Werte sind in Tabelle 43 aufgeführt. Berechnungen, die zu Prüfungen gehören, die nach sieben Tagen abgebrochen werden konnten, sind grau unterlegt.

**Tabelle 43** Zusammenfassung der AgBB-Auswertungen umgerechnet auf eine referenzraumgemäße Beladung

	3 Tage		7 Tage bzw. 28 Tage				Summe VOC <sub>o. NIK</sub> / µg/m <sup>3</sup>
	TVOC / µg/m <sup>3</sup>	Cancero- gene / µg/m <sup>3</sup>	TVOC / µg/m <sup>3</sup>	Σ SVOC / µg/m <sup>3</sup>	Cancero- gene / µg/m <sup>3</sup>	Σ R <sub>i</sub>	
<b>AgBB-Kriterien</b> <sup>1)</sup>	≤ 10.000	≤ 10	≤ 1000	≤ 100	≤ 1	≤ 1	≤ 100
<b>PK 1</b> <sup>1)</sup> PVC-Profil	0	0	0	0	0	0	0
<b>PK 2</b> <sup>2)</sup> Beschichtung Alu	0	0	0	0	0	0	0
<b>PK 3</b> <sup>1)</sup> lackierte Holzoberfl. 1	33	0	0	0	0	0	0
<b>PK 4</b> <sup>1)</sup> lackierte Holzoberfl. 2	0	0	0	0	0	0	0
<b>PK 5</b> <sup>1)</sup> Lack auf Glas 1	104	0	0	0	0	0	0
<b>PK 6</b> <sup>1)</sup> Lack auf Glas 2	0	0	0	0	0	0	0
<b>PK 7</b> <sup>1)</sup> Dichtprofil 1	0	0	0	0	0	0	0
<b>PK 8</b> <sup>2)</sup> Dichtprofil 2	0	0	0	0	0	0	0
<b>PK 9</b> <sup>1)</sup> Dichtstoff 1	1.975	0	14	0	0	0,004	8
<b>PK 10</b> <sup>1)</sup> Dichtstoff 2	1.007	0	0	0	0	0	0
<b>PK 11</b> <sup>2)</sup> Beschlag	0	0	0	0	0	0	0
<b>PK 12</b> <sup>2)</sup> Glas-/Randverbund	0	0	0	0	0	0	0
<b>PK 13</b> <sup>2)</sup> thermische Trennung	0	0	0	0	0	0	0

<sup>1)</sup> Berechnung mit den Messungen an Tag 3 und Tag 28

<sup>2)</sup> Berechnung mit den Messungen an Tag 3 und Tag 7



## 6 Kammermessungen an kompletten Fenstern

### 6.1 Zielsetzung

Parallel zur im Projektmittelpunkt stehenden Untersuchung einzelner Fensterkomponenten wurden auch Kammerprüfungen kompletter Fenster durchgeführt. Die ausgewählten Kunststoff-, Metall- und Holzfenster stehen für Standard-Produkte mit typischen Konstruktionsdetails nach heutigem Stand der Technik und sollen exemplarisch für die entsprechenden Rahmenwerkstoffe stehen.

### 6.2 Durchführung

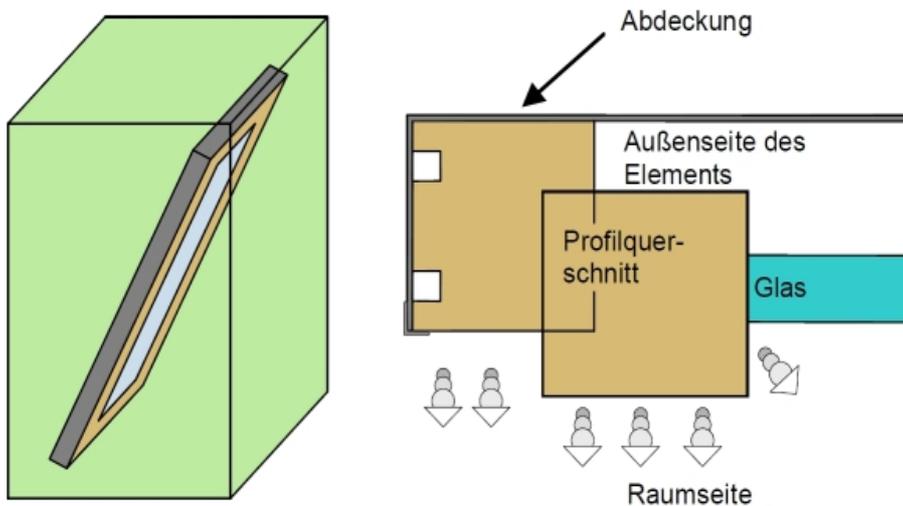
Für die Prüfung von Bauprodukten wie z. B. kompletter Fenster ist nach CEN/TC 351 WG2 ein Beladungsfaktor von  $0,05 \text{ m}^2/\text{m}^3$  vorgesehen. Werden jedoch die produktspezifischen konkreten Größenverhältnisse des im Referenzraum enthaltenen Fensters bezogen auf den Referenzraum angesetzt, ergibt sich ein Beladungsfaktor von  $0,067 \text{ m}^2/\text{m}^3$  (Fenstergröße  $2 \text{ m}^2$ , Raumvolumen  $30 \text{ m}^3$ ). Sicherheitshalber wurde im Rahmen der Projektarbeit entschieden, sich bei den Untersuchungen auf den höheren und produktspezifischen Beladungsfaktor von  $0,067 \text{ m}^2/\text{m}^3$  zu beziehen.

Für Prüfungen an Fenstern im Rahmen der CE-Kennzeichnung sind in EN 14351-1 einheitliche Fenstergrößen festgelegt. In Anlehnung an die Produktnorm und mit Rücksicht auf die Größenverhältnisse im Referenzraum der CEN/TC 351 wurde für die Durchführung der Untersuchungen in der Emissionsprüfkammer eine Fenstergröße von  $1,23 \text{ m} \times 1,48 \text{ m}$  ( $1,82 \text{ m}^2$ ) gewählt. Eine Angleichung auf die Verhältnisse im Referenzraum wurde dabei durch Anpassung des Luftwechsels in der Prüfkammer erreicht. Die in dieser Weise ermittelten Messwerte können somit direkt die Verhältnisse im Referenzraum wiedergeben. Die Verschiebung des Rahmen- und Glasflächenanteils kann in diesem Fall vernachlässigt werden, der Rahmenanteil der Prüfenster ist nur minimal größer.

Bei der Fertigung der Elemente wurde versucht, sämtliche Komponenten in möglichst produktionsfrischem Zustand zu beziehen und nach Möglichkeit die Reifezeiten einzuhalten, die auch schon bei den Untersuchungen der einzelnen Komponenten angesetzt wurden. Der Versuch zeigte jedoch, dass dies kaum bzw. nur mit großem Aufwand möglich war.

Die Fenster wurden unmittelbar nach der Fertigstellung in emissionsdichten Beuteln an die Prüfstelle versendet und vor Beginn der Prüfung nochmals einer abschließenden, eintägigen Reifelagerung unterzogen. Die Ergebnisse der Untersuchungen entsprechen also einer Worst-Case-Situation, die in der Praxis nur in seltenen Einzelfällen auftritt.

Da in der Praxis lediglich die Raumseite der Fenster in direktem Kontakt zu Innenraumluft steht, wurde diesem Sachverhalt auch im Rahmen der Prüfung Rechnung getragen. Abbildung 49 zeigt das Konzept für die Überprüfung kompletter Fenster. Mittels einer Abdeckung aus Aluminium wurde die Außenseite der Fenster, ausgehend vom Blendrahmenrücken, abgedeckt und mit emissionsfreiem Metallklebeband abgedichtet. Das Fenster samt Abdeckung befand sich während der Messung in der Prüfkammer.



**Abbildung 49** Abdeckung Wetterseite (grau dargestellt)

Die Untersuchungen in der Emissionsprüfkammer wurden am Fraunhofer Institut für Holzforschung WKI in Braunschweig nach EN ISO 16000-9 bzw. ISO 16000-6 durchgeführt. Eine Auflistung relevanter Randbedingungen der Versuchsdurchführung ist Tabelle 44 zu entnehmen.



**Tabelle 44** Randbedingungen Versuchsdurchführung

Parameter	Wert und Einheit
Kammervolumen	24 m <sup>3</sup>
Temperatur	23 °C
Rel. Luftfeuchtigkeit	50 %
Luftwechselrate	0,57 1/h

Die Luftprobenahme erfolgte auf TENAX TA<sup>®</sup>, die qualitative und quantitative Analyse nach Thermodesorption mittels GC/MS. Die Bewertung der Messergebnisse erfolgte gemäß dem AgBB-Schema.

### 6.3 Ergebnisse

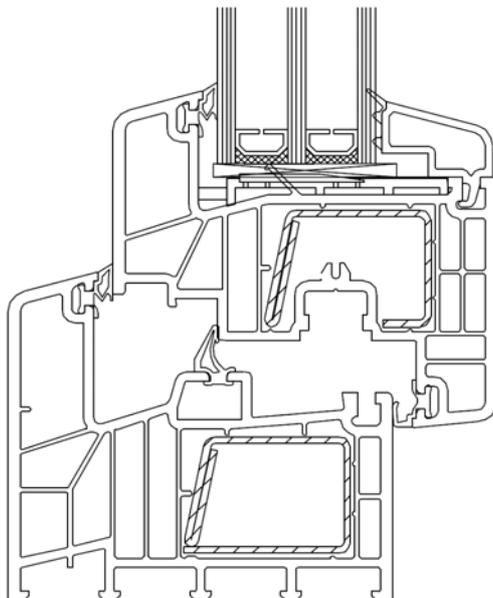
In diesem Kapitel werden die untersuchten Varianten und die dazugehörigen AgBB-Rechnungen der durchgeführten Kammerrmessungen, bezogen auf den Referenzraum, vorgestellt. Die Auflistung der chemisch-analytischen Messwerte, die den AgBB-Rechnungen zugrunde liegen, ist in Anhang 4 zu finden.

### 6.3.1 Kunststofffenster

Für die Untersuchungen wurde ein Kunststofffenster mit Konstruktionsdetails nach derzeitigem Stand der Technik ausgewählt. Details zum ausgewählten Probekörper sind in Tabelle 45 zusammengefasst, der Querschnitt ist in Abbildung 50 dargestellt.

**Tabelle 45** Informationen zum untersuchten Kunststofffenster

<b>Probenbezeichnung</b>	Kunststofffenster
<b>Untersuchungsberichts-Nr. (WKI)</b>	MAIC-2010-1129
<b>Materialgruppe/ Probenbeschreibung</b>	1-flügliges Dreh-Kipp Fenster aus Kunststoffprofilen 88 mm Profildicke; PVC-U weiß; 3-fach Mehrscheiben-Isolierglas (MIG); anextrudierte Anschlag- und Verglasungsdichtungen (PVC); 1,23 m x 1,48 m (Blenderahmenaußenmaß)
<b>Beladung Referenzraum</b>	0,067 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> (entspricht 2 m <sup>2</sup> Fenster im 30 m <sup>3</sup> Referenzraum)
<b>Beladung bei Kammermessung</b>	0,061 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> (Angleichung erfolgte durch Anpassung der Luftwechselrate)



**Abbildung 50** Querschnitt Kunststofffenster



Die Ergebnisse der AgBB-Auswertung sind in Tabelle 46 zusammengefasst. Die detaillierten Messwerte sind im Anhang 4 in Tabelle 166 zu finden.

**Tabelle 46** AgBB-Auswertung zum untersuchten Kunststofffenster

Parameter	3 Tage		7 Tage	
	Ergebnis in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anfor- derung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ergebnis in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Abbruch- kriterium in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>TVOC</b> ( $C_6 - C_{16}$ )	0	$\leq 10.000$	0	$\leq 500$
$\Sigma$ SVOC ( $C_{16} - C_{22}$ )	0	–	0	$\leq 50$
$\Sigma R_i$ (dimensions- los)	0	–	0	$\leq 0,5$
Summe VOC <sub>o. NIK</sub>	0	–	0	$\leq 50$
Summe Cancerogene	0	$\leq 10$	0	$\leq 1$

Wegen deutlicher Unterschreitung der Abbruchkriterien wurde die Messung nach sieben Tagen abgebrochen. Die Entscheidungskriterien des AgBB-Schemas wurden vom untersuchten Kunststofffenster erfüllt.

In Abbildung 51 ist die Entwicklung der TVOC-Konzentration über den Prüfzeitraum abgebildet. Die Ordinate (Y-Achse) wurde in dieser und in den folgenden Auftragungen so skaliert, dass der Maximalwert dem TVOC<sub>3</sub>-Kriterium des AgBB-Schemas entspricht.

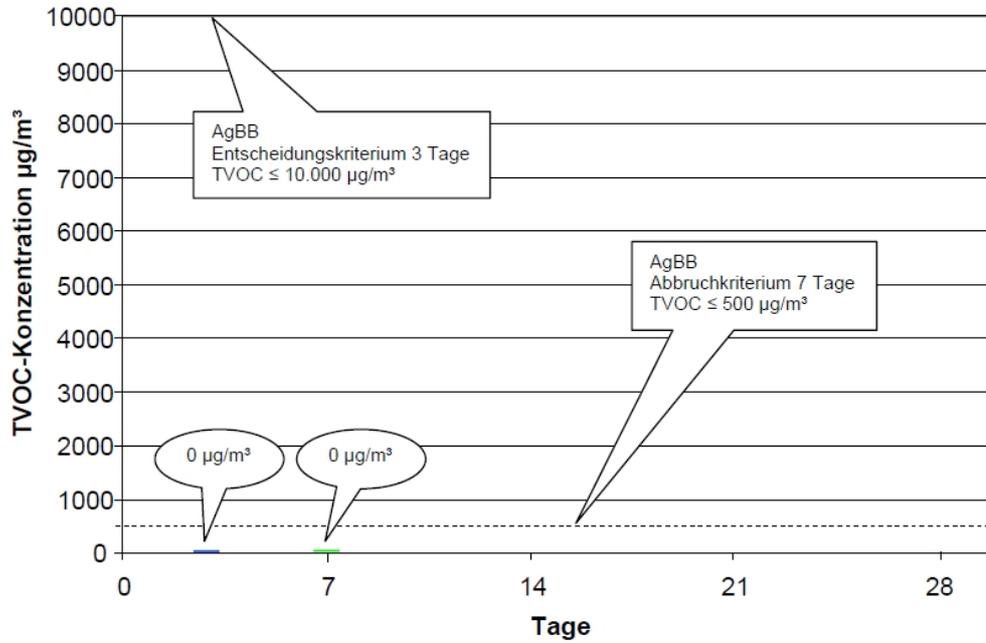


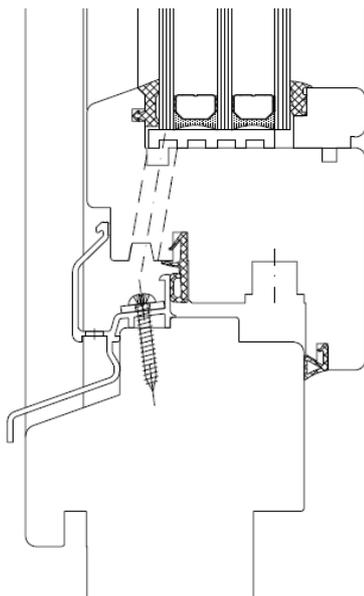
Abbildung 51 Entwicklung TVOC-Konzentration Kunststofffenster

### 6.3.2 Holzfenster

Für die Untersuchungen wurde ein Holzfenster mit Konstruktionsdetails nach derzeitigem Stand der Technik ausgewählt. Details zum ausgewählten Probekörper sind in Tabelle 47 zusammengefasst, der Querschnitt ist in Abbildung 52 dargestellt.

**Tabelle 47** Informationen zum untersuchten Holzfenster

<b>Probenbezeichnung</b>	Holzfenster
<b>Untersuchungsberichts-Nr. (WKI)</b>	MAIC-2010-1129
<b>Materialgruppe/ Probenbeschreibung</b>	1-flügliges Dreh-Kipp Holzfenster IV78 in Anlehnung an DIN 68121-1; Holzart Fichte; Oberflächenbeschichtung (Acrylat-Dispersion, deckend weiß); 3-fach MIG; Anschlag- und Verglasungsdichtungen (Trockenverglasung, EPDM); 1,23 m x 1,48 m (Blendrahmenaußenmaß); Wetterschutzschiene aus Aluminium
<b>Beladung Referenzraum</b>	0,067 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> (entspricht 2 m <sup>2</sup> Fenster im 30 m <sup>3</sup> Referenzraum)
<b>Beladung bei Kammermessung</b>	0,061 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> (Angleichung erfolgte durch Anpassung der Luftwechselrate)



**Abbildung 52** Querschnitt Holzfenster

Die Ergebnisse der AgBB-Auswertung sind in Tabelle 48 zusammengefasst. Die detaillierten Messwerte sind in Anhang 4 in Tabelle 167 zu finden.

**Tabelle 48** AgBB-Auswertung zum untersuchten Holzfenster

Parameter	3 Tage		7 Tage		28 Tage	
	Ergebnis in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anforde- rung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ergebnis in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Abbruch- kriterium in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ergeb- nis in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anforde- rung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>TVOC</b> ( $C_6 - C_{16}$ )	512	$\leq 10.000$	440	$\leq 500$	62	$\leq 1.000$
<b><math>\Sigma</math> SVOC</b> ( $C_{16} - C_{22}$ )	0	–	0	$\leq 50$	0	$\leq 100$
<b><math>\Sigma R_i</math></b> (dimensions- los)	0,205	–	0,203	$\leq 0,5$	0,036	$\leq 1$
<b>Summe</b> <b>VOC<sub>o. NIK</sub></b>	172	–	136	$\leq 50$	10	$\leq 100$
<b>Summe</b> <b>Cancerogene</b>	0	$\leq 10$	0	$\leq 1$	0	$\leq 1$

Die Untersuchung wurde über 28 Tage hinweg durchgeführt. Die Entscheidungskriterien des AgBB-Schemas wurden vom untersuchten Holzfenster erfüllt.

In Abbildung 53 ist die Entwicklung der TVOC-Konzentration über den Prüfzeitraum abgebildet.

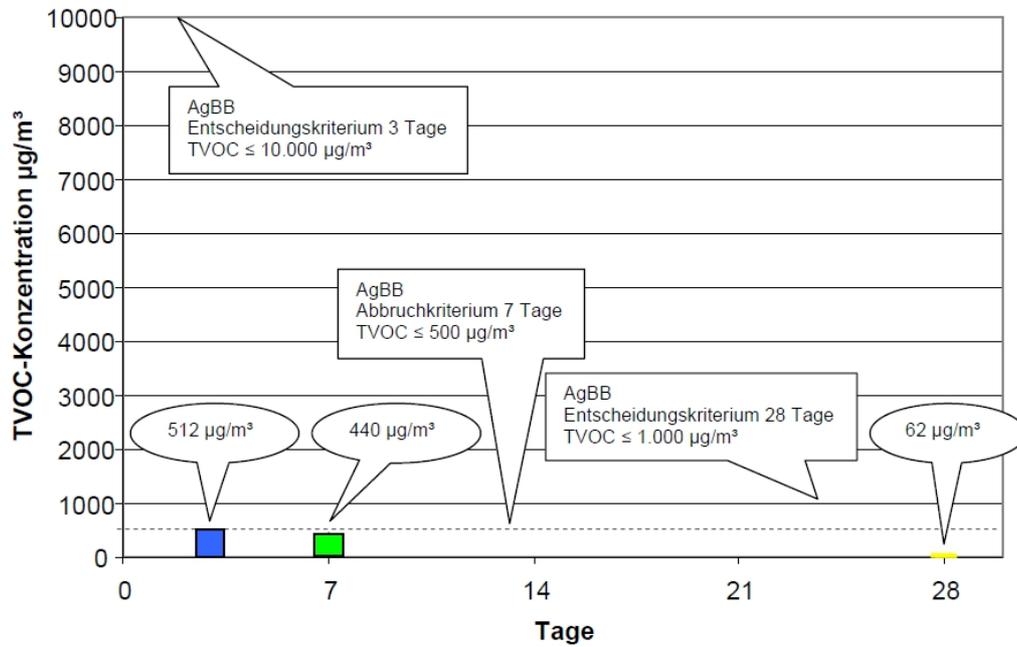


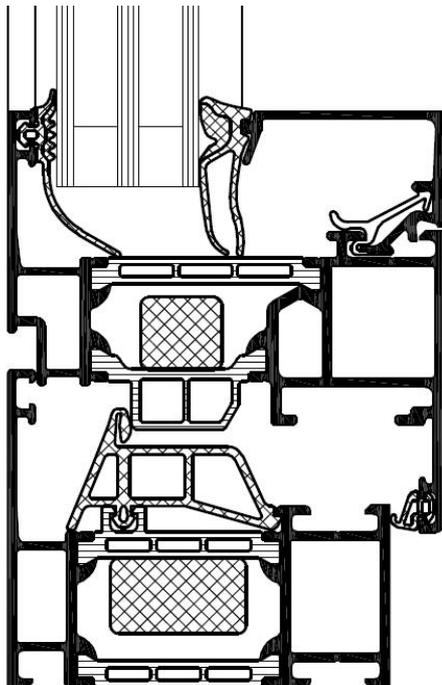
Abbildung 53 Entwicklung TVOC-Konzentration Holzfenster

### 6.3.3 Metallfenster

Für die Untersuchungen wurde ein Metallfenster mit Konstruktionsdetails nach derzeitigem Stand der Technik ausgewählt. Details zum ausgewählten Probekörper sind in Tabelle 49 zusammengefasst, der Querschnitt ist in Abbildung 54 dargestellt.

**Tabelle 49** Informationen zum untersuchten Metallfenster

<b>Probenbezeichnung</b>	Metallfenster
<b>Untersuchungsberichts-Nr. (WKI)</b>	MAIC-2010-1798
<b>Materialgruppe/ Probenbeschreibung</b>	1-flügliges Dreh-Kipp Fenster aus Aluminiumprofilen 80 mm; Pulverbeschichtung; 3-fach MIG; thermische Trennung; Anschlag- und Verglasungsdichtungen (EPDM); 1,23 m x 1,48 m (Blendrahmenaußenmaß)
<b>Beladung Referenzraum</b>	0,067 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> (entspricht 2 m <sup>2</sup> Fenster im 30 m <sup>3</sup> Referenzraum)
<b>Beladung bei Kammermessung</b>	0,061 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> (Angleichung erfolgte durch Anpassung der Luftwechselrate)



**Abbildung 54** Querschnitt Metallfenster



Die Ergebnisse der AgBB-Auswertung sind in Tabelle 50 zusammengefasst. Die detaillierten Messwerte sind im Anhang 4, in Tabelle 168 zu finden.

**Tabelle 50** AgBB-Auswertung zum untersuchten Metallfenster

Parameter	3 Tage		7 Tage	
	Ergebnis in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anforde- rung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ergebnis in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Abbruch- kriterium in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>TVOC</b> ( $C_6 - C_{16}$ )	11	$\leq 10.000$	12	$\leq 500$
<b><math>\Sigma</math> SVOC</b> ( $C_{16} - C_{22}$ )	13	–	15	$\leq 50$
<b><math>\Sigma R_i</math></b> (dimensions- los)	0,006	–	0,006	$\leq 0,5$
<b>Summe</b> <b>VOC<sub>o. NIK</sub></b>	0	–	0	$\leq 50$
<b>Summe</b> <b>Cancerogene</b>	0	$\leq 10$	0	$\leq 1$

Wegen deutlicher Unterschreitung der Abbruchkriterien wurde die Messung nach sieben Tagen abgebrochen. Die Entscheidungskriterien des AgBB-Schemas wurden vom untersuchten Metallfenster erfüllt.

In Abbildung 55 ist die Entwicklung der TVOC-Konzentration über den Prüfzeitraum abgebildet.

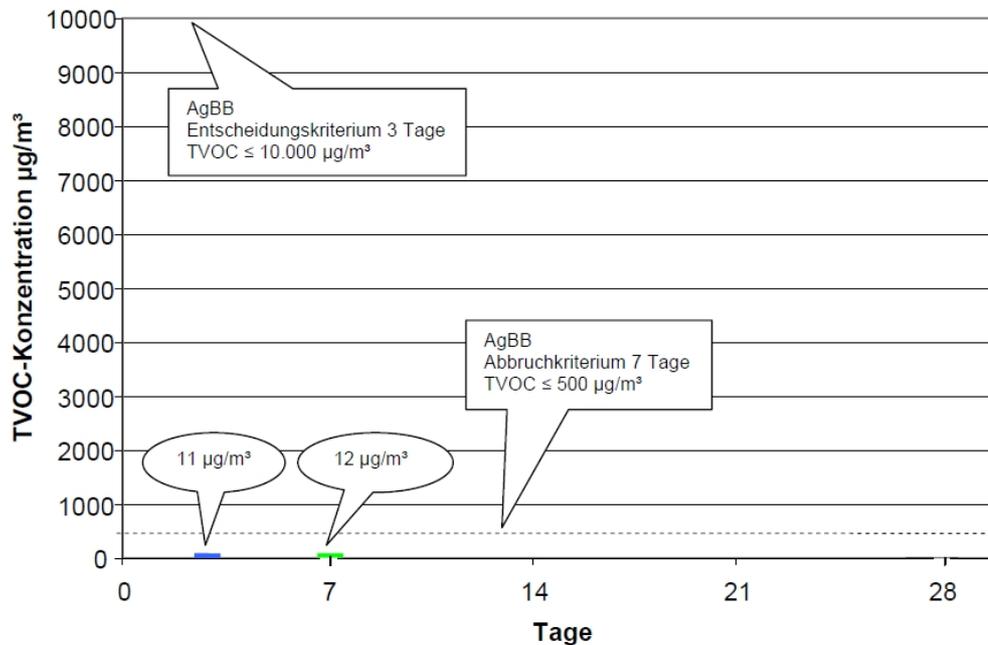


Abbildung 55 Entwicklung TVOC-Konzentration Metallfenster

#### 6.4 Recherche Vergleichsmessungen Fenster

Während der Bearbeitungszeit wurden außerhalb der Projektarbeit in einem eigenständigen Vorhaben des Fraunhofer Instituts für Holzforschung WKI in Braunschweig weitere Untersuchungen an Fensterelementen durchgeführt [13]. Da die Prüfparameter (Beladung, Abdeckung Fensteraußenseite, Kammergröße etc.) identisch mit den innerhalb des Forschungsvorhabens angewendeten Parametern waren, können die Ergebnisse als Vergleich herangezogen werden.

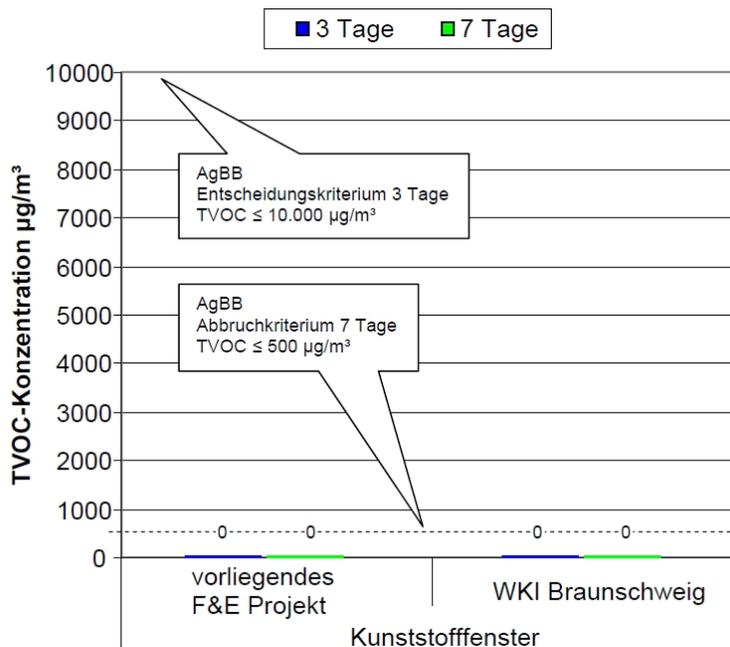
Am WKI wurde eine vergleichbare Kunststofffensterkonstruktion aus PVC untersucht. Die Ergebnisse der AgBB-Auswertung bzgl. TVOC-Konzentration der Kunststoffenster sind in Tabelle 51 vergleichend dargestellt und in Abbildung 56 grafisch.

Alle untersuchten Kunststoffenster erfüllen die Entscheidungskriterien des AgBB-Schemas.



**Tabelle 51** AgBB-Auswertung bzw. TVOC-Konzentration der Kunststofffenster

TVOC (C <sub>6</sub> – C <sub>16</sub> )	3 Tage		7 Tage	
	Ergebnis in µg/m <sup>3</sup>	Anforderung in µg/m <sup>3</sup>	Ergebnis in µg/m <sup>3</sup>	Abbruchkriterium in µg/m <sup>3</sup>
Kunststofffenster F&E-Projekt	0	≤ 10.000	0	≤ 500
Kunststofffenster WKI	0		0	



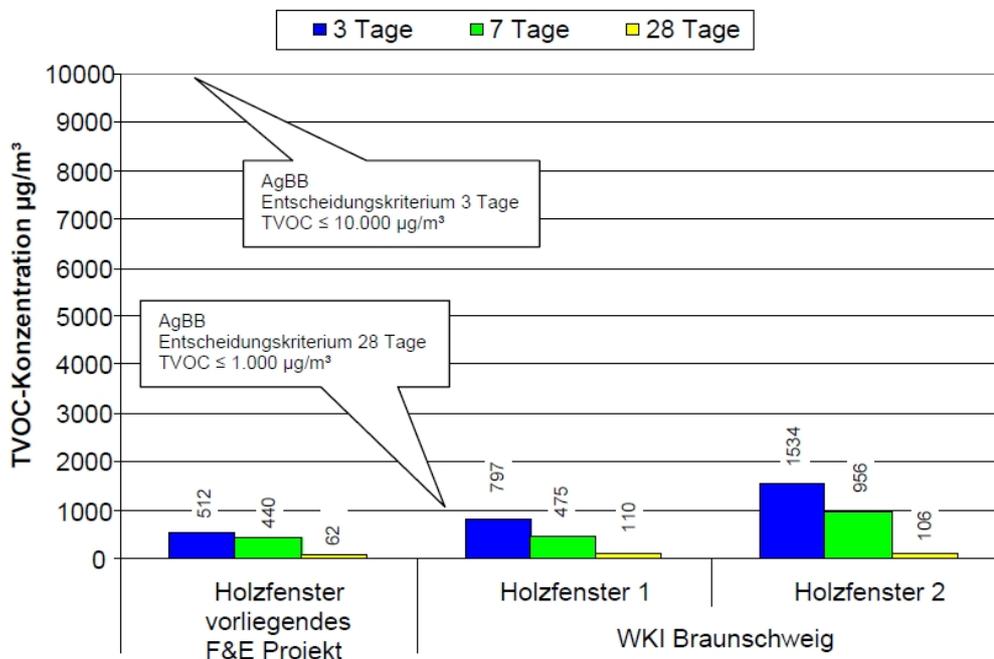
**Abbildung 56** Vergleich Entwicklung TVOC-Konzentration Kunststofffenster

Die beiden im WKI untersuchten Holzfenster bestanden aus Kiefer (Holzfenster 1) bzw. aus Meranti (Holzfenster 2) und waren, wie das Holzfenster aus diesem Projekt mit einer industriellen, wasserbasierenden Oberflächenbeschichtung versehen. Im Vergleich zum Fenster aus dem Forschungsvorhaben wurde jedoch statt einer Trockenverglasung eine Verglasung mit Silikondichtstoff ausgeführt. Die Ergebnisse der AgBB-Auswertung bzgl. TVOC-Konzentration der Holzfenster sind vergleichend in Tabelle 52 und in Abbildung 57 dargestellt.

Alle untersuchten Holzfenster erfüllen die Entscheidungskriterien des AgBB-Schemas. Die Streuung der Werte ist möglicherweise in der Wechselwirkung aus Holzart und der verwendeten Oberflächenbeschichtung oder den unterschiedlichen Glasabdichtungen begründet.

**Tabelle 52** AgBB-Auswertung bzw. TVOC-Konzentration der Holzfenster

TVOC (C <sub>6</sub> – C <sub>16</sub> )	3 Tage		7 Tage		28 Tage	
	Ergebnis in µg/m <sup>3</sup>	Anforderung in µg/m <sup>3</sup>	Ergebnis in µg/m <sup>3</sup>	Abbruchkriterium in µg/m <sup>3</sup>	Ergebnis in µg/m <sup>3</sup>	Anforderung in µg/m <sup>3</sup>
Holzfenster F&E-Projekt	512	≤ 10.000	440	≤ 500	62	≤ 1.000
Holzfenster 1 WKI	797		475		110	
Holzfenster 2 WKI	1534		956		106	



**Abbildung 57** Vergleich Entwicklung TVOC-Konzentration Holzfenster

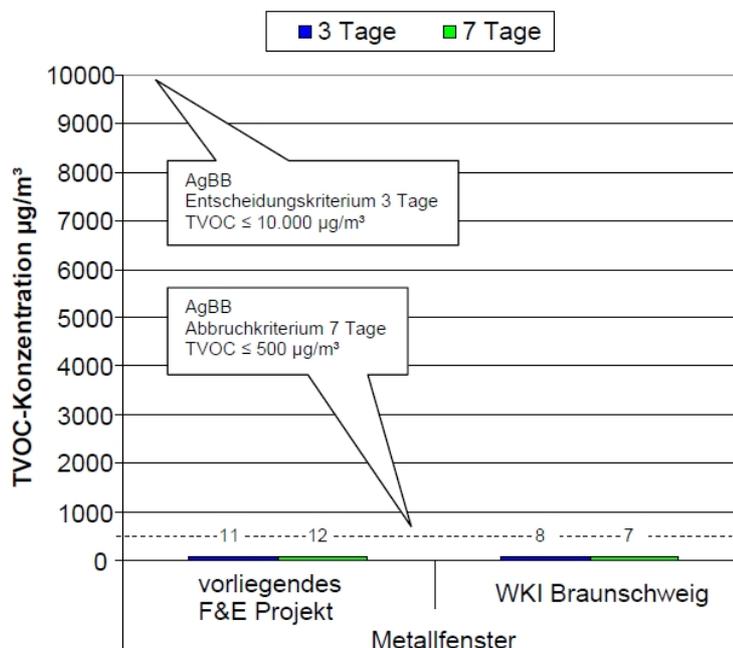


Am WKI wurde eine vergleichbare Metallfensterkonstruktion aus Aluminium wie in diesem F&E Projekt untersucht. Die Ergebnisse der AgBB-Auswertung bzgl. der TVOC-Konzentration der Metallfenster sind vergleichend in Tabelle 53 und in Abbildung 58 dargestellt.

Alle untersuchten Metallfenster erfüllen die Entscheidungskriterien des AgBB-Schemas.

**Tabelle 53** AgBB-Auswertung bzw. TVOC-Konzentration der Metallfenster

TVOC (C <sub>6</sub> – C <sub>16</sub> )	3 Tage		7 Tage	
	Ergebnis in µg/m <sup>3</sup>	Anforderung in µg/m <sup>3</sup>	Ergebnis in µg/m <sup>3</sup>	Abbruchkriterium in µg/m <sup>3</sup>
Metallfenster F&E-Projekt	11	≤ 10.000	12	≤ 500
Metallfenster WKI	8		7	



**Abbildung 58** Vergleich Entwicklung TVOC-Konzentration Metallfenster



## 7 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.

Zunächst wurden zahlreiche Produkte von in der Fensterherstellung verwendeten Materialgruppen durch Screening-Messungen hinsichtlich ihrer Emissionen charakterisiert. Oberflächenbeschichtungssysteme für Holz wurden zudem mit einem innerhalb der Projektarbeit entwickelten Schnelltest („Holz-Screening“) auf potenzielle Emissionen flüchtiger Bestandteile genauer untersucht. Anhand dieser Screeningreihen wurden in Absprache mit der Projektgruppe Materialien für die Untersuchungen in der Emissionsprüfkammer ausgewählt.

Sowohl sämtliche darin untersuchten Elemente als auch 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 zwar etwas höhere VOC-Emissionen, doch auch hier werden die AgBB-Entscheidungskriterien deutlich erfüllt.

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 die Probenahme nachvollziehbar sein. Wichtig dabei sind Kenntnisse darüber, aus welcher Phase des Produktlebenszyklus die einzelnen Komponenten stammen und wie der Fertigungsablauf stattgefunden hat. Eine Untersuchung der VOC-Emissionen an kompletten Elementen ist ausschließlich in einer Großkammer möglich. Dabei sollten die speziellen Bedingungen 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 Bestandteile 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.



## 8 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



## 9 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 Rauchdichtheit  
Berlin, Beuth Verlag GmbH
- [3] O. Ilvonen, D. Kirchner  
Europäische Harmonisierung der Prüfnormen für die Freisetzung gefährlicher Stoffe aus Bauprodukten – auf dem Weg zu einer CE-Kennzeichnung mit Emissionsklassen  
DIBt Mitteilung 04/2010, S. 151 – 158
- [4] CEN/TC 351/WG2  
“Construction products – Assessment of release of dangerous substances”  
Document N 129; 2010-02-12
- [5] Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung – ChemVerbotsV)  
Ausfertigungsdatum: 14.10.1993  
<http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/chemverbotsv/gesamt.pdf>
- [6] Ulrich Sieberath, Christian Niemöller  
Kommentar zur DIN EN 14351-1 Fenster und Türen; Produktnorm, Leistungseigenschaften  
ift Rosenheim GmbH und Fraunhofer IRB Verlag, Dezember 2008
- [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] CEN/TC 351  
1st Committee draft CEN/TR 00351003 "Evaluation of a horizontal approach to assess the possible release of dangerous substances from construction products in support of requirements from the Construction Products Directive"  
Document N0184; 2008-11-06
- [9] EN ISO 16000-11:2006-06  
Innenraumluftverunreinigungen – 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



Hochschule Rosenheim  
University of Applied Sciences



- [10] 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)
- [11] EN ISO 16000-9  
Innenraumluftverunreinigungen – Teil 9: Bestimmung der Emission von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen – Emissionsprüfkammer-Verfahren  
Berlin, Beuth Verlag GmbH
- [12] ISO 16000-6  
Innenraumluftverunreinigungen – 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
- [13] Ralf Wagner, Eric Uhde, Michael Wensing, Rainer Marutzky  
VOC-Messungen an Fenstern – Erste Ergebnisse einer Bauteilprüfung  
Fraunhofer Institut für Holzforschung WKI Braunschweig  
Gefördert mit Mitteln des internationalen Vereins  
für technische Holzfragen iVTH  
(Persönliche Mitteilung, zur Publikation vorgesehen)



## Glossar

Im Folgenden sind die im Bericht häufig verwendeten Begrifflichkeiten zur Thematik erklärt.

**Komponente/Fensterkomponente** bezeichnet die innerhalb eines Fensters verbauten Teilprodukte, bei denen es sich zumeist um Zulieferprodukte handelt (z. B. Dichtprofile, Mehrscheibenisolierglas, Produkte zur Oberflächenbeschichtung).

**Fenster/Fensterelement** bezeichnet das eigentliche Bauprodukt im Rahmen der Produktnorm, bestehend aus den jeweiligen Fensterkomponenten.

**Beladungsfaktor** bezeichnet das Verhältnis von emittierenden Flächen zum entsprechenden Raumvolumen in  $\text{m}^2/\text{m}^3$ . Die Beladungsfaktoren beziehen sich zumeist auf den Referenzraum.

**Referenzraum** bezeichnet einen Musterraum mit festgelegter Raumgröße, in dem unterschiedliche Bauprodukte mit entsprechenden Flächenanteilen enthalten sind. Auf Basis des Referenzraums werden die jeweiligen Beladungsfaktoren abgeleitet.

**Screening** bezeichnet unterschiedliche Verfahren zur Kurzzeitprüfung, mit denen innerhalb der jeweiligen Komponenten eine große Anzahl von Proben verglichen werden können. Auf Basis der Screening-Ergebnisse erfolgt die Auswahl von Varianten für die Emissionskammerprüfung.

**Emissionsprüfkammer (Emissionskammer, Prüfkammer)** bezeichnet eine Prüfvorrichtung (Behältnis) mit geregelten Betriebsparametern zur Bestimmung von aus Bauprodukten abgegebenen Emissionen.

**AgBB** steht für den „Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten“. Der Ausschuss hat ein Bewertungsschema für VOC-Emissionen aus innenraumrelevanten Bauprodukten entwickelt (AgBB-Schema). Darin werden Mindestanforderungen definiert, die von Bauprodukten eingehalten werden müssen, um für eine Verwendung im Innenraum geeignet zu sein.



**Emission** bezeichnet das Ausströmen luftverunreinigender Stoffe in die Umwelt (z. B. bewohnter Innenraum).

**VOC** steht für volatile organic compound bzw. „flüchtige organische Verbindungen“. Darunter fallen leicht verdampfende kohlenstoffhaltige Stoffe, die schon bei niedrigen Temperaturen (z. B. in Innenräumen) als Gas vorliegen.



## **Anhang 1**

### **Messergebnisse der Headspace-GC/MS-Screening**

Dieser Anhang enthält die Zusammenstellung der Ergebnisse der statischen Headspace-GC/MS-Untersuchungen („Screening-Untersuchungen“). Die einzelnen Stoffe wurden durch ihre Retentionszeit (RT) und massenspektrometrisch identifiziert; die „Emissionen“ der einzelnen Substanzen werden als Toluoläquivalente TÄ bezogen auf die Einwaage in  $\mu\text{g/g}$  angegeben.

Substanzbezeichnungen oder Molekülfragmente, die mit einem Fragezeichen („?“) gekennzeichnet sind, konnten nicht sicher identifiziert werden. Teilweise werden im Massenspektrum gefundene Fragmente und deren mögliche Zuordnung aufgeführt. Substanzen, die nicht bestimmt werden konnten, sind mit „k. A.“ („keine Angabe“) gekennzeichnet.

Der „Labor-Code“ bezeichnet die entsprechende Laborjournal-Nummer. Die „Probenmenge“ bezeichnet die Einwaage der untersuchten Materialien. Bei den untersuchten Lacken wurde die „Probenmenge“ durch Differenzbildung ermittelt. Hierfür wurde von der Masse des lackierten, abgelüfteten Glasträgers die Masse des noch unlackierten Glasträgers subtrahiert.

## PVC-Profile

Tabelle 54

Materialgruppe:	PVC-Profil			
Laborcode:	03/09-01			
Messdatum:	15.07.2009			
Probenbeschreibung:	Flügelprofil weiß			
Probenmenge / g:	0,390			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	3,88	233129	Toluol	0,01
2	4,15	2808298	2,4-Pentandion	0,14
3	6,82	3225054	k. A.	0,16
4	8,82	2326204	? 2,2-Dimethylpropylbenzol	0,11
5	14,61	2404434	Benzophenon	0,12
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,54

Tabelle 55

Materialgruppe:	PVC-Profil			
Laborcode:	03/09-02			
Messdatum:	15.07.2009			
Probenbeschreibung:	Rahmenprofil weiß			
Probenmenge / g:	0,245			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,17	106911	Aceton	0,01
2	2,40	181075	aromatischer Kohlenwasserstoff	0,01
3	6,67	768811	k. A.	0,06
4	8,68	221107	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,02
5	8,82	146551	2,2,4,4-Tetramethylpentan	0,01
6	14,57	159266	k. A.	0,01
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,12



Tabelle 56

Materialgruppe:	PVC-Profil			
Laborcode:	03/09-03			
Messdatum:	15.07.2009			
Probenbeschreibung:	Kämpferprofil weiß			
Probenmenge / g:	0,351			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,51	141210	Ethanol	0,01
2	4,19	941891	m- und p-Xylol	0,05
3	4,84	395361	o-Xylol	0,02
4	6,79	2465561	k. A.	0,13
5	8,82	469001	2,2,4,4-Tetramethylpentan	0,03
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,24

Tabelle 57

Materialgruppe:	PVC-Profil			
Laborcode:	03/09-04g			
Messdatum:	15.07.2009			
Probenbeschreibung:	Rahmenprofil grau			
Probenmenge / g:	0,230			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,51	246103	Ethanol	0,02
2	3,88	70519	Toluol	0,01
3	4,29	161430	m- und p-Xylol	0,01
4	4,84	223783	Hexamethylcyclotrisiloxan	0,02
5	8,63	126100	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,01
6	8,82	406013	2,2-Dimethylpropylbenzol	0,03
7	11,52	254220	k. A.	0,02
8	13,30	184901	aromatischer Kohlenwasserstoff	0,02
9	14,57	155074	Siloxan	0,01
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,15



Tabelle 58

Materialgruppe:	PVC-Profil			
Laborcode:	03/09-04w			
Messdatum:	15.07.2009			
Probenbeschreibung:	Rahmenprofil weiß			
Probenmenge / g:	0,276			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,51	143283	Ethanol	0,01
2	2,38	889361	k. A.	0,06
3	3,88	313579	Toluol	0,02
4	4,18	1593951	m- und p-Xylol	0,11
5	4,84	297451	o-Xylol	0,02
6	8,82	1257878	2,2-Dimethylpropylbenzol	0,09
7	11,52	302368	k. A.	0,02
8	13,30	218244	aromatischer Kohlenwasserstoff	0,02
9	14,57	155834	Siloxan	0,01
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,36

Tabelle 59

Materialgruppe:	PVC-Profil			
Laborcode:	04/09-01			
Messdatum:	15.07.2009			
Probenbeschreibung:	Flügelprofil weiß			
Probenmenge / g:	0,369			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,16	98031	Aceton	0,01
2	1,51	188910	Ethanol	0,01
3	2,39	428430	2-Methyl-3-butanol	0,02
4	3,87	130846	Toluol	0,01
5	4,84	196154	Hexamethylcyclotrisiloxan	0,01
6	8,64	176304	k. A.	0,01
7	11,53	234484	Trimethylsilylderivat	0,01
8	13,30	187143	aromatischer Kohlenwasserstoff	0,01
9	14,57	148522	Siloxan	0,01
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,10



Tabelle 60

Materialgruppe:		PVC-Profil		
Laborcode:		04/09-02		
Messdatum:		15.07.2009		
Probenbeschreibung:		Flügelprofil weiß		
Probenmenge / g:		0,306		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,17	89745	Aceton	0,01
2	1,51	219741	Ethanol	0,01
3	2,37	737453	2-Methyl-3-butanol	0,05
4	2,86	205744	Methacrylsäuremethylester	0,01
5	3,88	349261	Toluol	0,02
6	4,84	260166	Hexamethylcyclotrisiloxan	0,02
7	8,63	112558	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,01
8	8,82	111539	Siloxan	0,01
9	11,04	82945	k. A.	0,01
10	11,53	238326	k. A.	0,01
11	13,31	147059	aromatischer Kohlenwasserstoff	0,01
12	14,57	153811	Siloxan	0,01
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,18

Tabelle 61

Materialgruppe:		PVC-Profil		
Laborcode:		04/09-03		
Messdatum:		15.07.2009		
Probenbeschreibung:		Flügelprofil weiß		
Probenmenge / g:		0,315		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,17	111843	Aceton	0,01
2	1,40	76758	Kohlenwasserstoff	0,00
3	1,51	193526	Ethanol	0,01
4	2,37	2928168	? Siloxan	0,18
5	3,87	193614	Toluol	0,01
6	4,20	1262790	2,4-Pentandion	0,08
7	4,84	945374	Hexamethylcyclotrisiloxan	0,06
8	8,63	232371	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,01
9	8,82	764899	Kohlenwasserstoff	0,05
10	11,53	228451	k. A.	0,01
11	13,31	154469	aromatischer Kohlenwasserstoff	0,01
12	14,57	161911	Siloxan	0,01
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,44



Tabelle 62

Materialgruppe:	PVC-Profil			
Laborcode:	04/09-04			
Messdatum:	15.07.2009			
Probenbeschreibung:	Pfofenprofil weiß			
Probenmenge / g:	0,205			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,17	80033	Aceton	0,01
2	1,51	182966	Ethanol	0,02
3	2,41	165281	2-Methyl-3-butanol	0,02
4	2,88	132565	k. A.	0,01
5	3,84	87752	Toluol	0,01
6	4,84	224848	Hexamethylcyclotrisiloxan	0,02
7	8,63	415438	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,04
8	8,82	600863	Kohlenwasserstoff	0,06
9	11,52	216651	k. A.	0,02
10	13,30	173001	aromatischer Kohlenwasserstoff	0,02
11	14,56	120575	Siloxan	0,01
12				
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,24

Tabelle 63

Materialgruppe:	PVC-Profil			
Laborcode:	04/09-05			
Messdatum:	15.07.2009			
Probenbeschreibung:	Flügelprofil Dekorfolie			
Probenmenge / g:	0,377			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,17	93563	Aceton	0,00
2	1,38	79395	k. A.	0,00
3	1,50	124381	Ethanol	0,01
4	3,89	172374	Toluol	0,01
5	4,22	1369287	2,4-Pentandion	0,07
6	4,83	923441	Hexamethylcyclotrisiloxan	0,05
7	6,43	82547	k. A.	0,00
8	8,65	164242	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,01
9	8,82	600286	Kohlenwasserstoff	0,03
10	11,53	205054	k. A.	0,01
11	13,31	144956	aromatischer Kohlenwasserstoff	0,01
12	14,57	146802	Siloxan	0,01
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,21



Tabelle 64

Materialgruppe:		PVC-Profil		
Laborcode:		10/09-04		
Messdatum:		01.12.2009		
Probenbeschreibung:		Flügelprofil weiß		
Probenmenge / g:		0,337		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,35	374263	Siloxan	0,04
2	3,88	170651	? 1,3,5-Cycloheptatrien	0,02
3	4,14	2000633	2,4-Pentandion	0,23
4	4,84	148113	Hexamethylcyclotrisiloxan	0,02
5	4,97	152390	k. A.	0,02
6	8,81	751373	MS 57; ? Kohlenwasserstoff	0,09
7	13,94	752533	2,4-Toluoldiisocyanat	0,09
8	15,53	122115	Diethylphthalat	0,01
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,52

Tabelle 65

Materialgruppe:		PVC-Profil		
Laborcode:		10/09-05		
Messdatum:		01.12.2009		
Probenbeschreibung:		Flügelprofil braun		
Probenmenge / g:		0,308		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,35	536354	Siloxan	0,07
2	3,87	177873	Toluol	0,02
3	4,14	723803	2,4-Pentandion	0,09
4	8,81	2403178	MS 57; ? Kohlenwasserstoff	0,30
5	9,62	271560	? 2-Ethyl-1-hexanol	0,03
6	9,77	165388	MS 57; ? Kohlenwasserstoff	0,02
7	14,05	692432	2,4-Toluoldiisocyanat	0,09
8	14,55	416898	2,4,6-Trimethylbenzaldehyd	0,05
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,67

Tabelle 66

Materialgruppe:		PVC-Profil		
Laborcode:		04/10-01		
Messdatum:		04.05.2010		
Probenbeschreibung:		Fensterrahmenprofil		
Probenmenge / g:		0,425		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	7,70	355399	? Trimethylsilylester	0,02
2	9,63	383068	Toluol	0,02
3	9,97	2352515	? 2,4-Pentandion	0,11
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,15

Tabelle 67

Materialgruppe:		PVC-Profil		
Laborcode:		04/10-02		
Messdatum:		04.05.2010		
Probenbeschreibung:		Flügelrahmenprofil		
Probenmenge / g:		0,435		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	7,70	323875	? Trimethylsilylester	0,01
2	9,63	453815	Toluol	0,02
3	9,97	1617846	? 2,4-Pentandion	0,07
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,10



## Metallbeschichtungen

Tabelle 68

Materialgruppe:	Metallbeschichtung			
Laborcode:	09/09-01			
Messdatum:	21.10.2009			
Probenbeschreibung:	Einbrenn-Nasslack			
Probenmenge / g:	0,449			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,62	28312	k. A.	0,002
2	3,85	45187	Toluol	0,004
3	6,75	24964	k. A.	0,002
4	11,50	27120	k. A.	0,002
5	13,90	334404	Toluoldiisocyanat	0,028
6	14,38	101367	k. A.	0,009
7	14,54	27010	k. A.	0,002
8	15,52	67001	Diethylphthalat	0,006
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,055

Tabelle 69

Materialgruppe:	Metallbeschichtung			
Laborcode:	09/09-02			
Messdatum:	21.10.2009			
Probenbeschreibung:	2-K-PU-Nasslack			
Probenmenge / g:	0,515			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,38	47465	k. A.	0,004
2	3,85	81155	Toluol	0,006
3	4,88	62510	k. A.	0,005
4	5,92	121082	Ethylbenzol	0,009
5	6,09	126137	k. A.	0,009
6	6,14	471953	Xylol	0,035
7	6,66	226131	Xylol	0,017
8	8,23	91620	Ethyltoluol	0,007
9	8,42	57388	Trimethylbenzol	0,004
10	8,62	57620	k. A.	0,004
11	8,97	183704	Trimethylbenzol	0,014
12	9,56	33752	? Trimethylbenzol	0,003
13	11,50	38573	k. A.	0,003
14	13,27	42163	k. A.	0,003
15	13,90	433293	Toluoldiisocyanat	0,032
16	14,37	127339	k. A.	0,009
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,164



Tabelle 70

Materialgruppe:		Metallbeschichtung		
Laborcode:		09/09-03		
Messdatum:		21.10.2009		
Probenbeschreibung:		Pulverlack, Polyester		
Probenmenge / g:		0,351		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,33	174423	k. A.	0,019
2	3,85	47609	Toluol	0,005
3	13,28	42823	k. A.	0,005
4	13,90	452234	Toluoldiisocyanat	0,049
5	14,37	94685	k. A.	0,010
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,088

Tabelle 71

Materialgruppe:		Metallbeschichtung		
Laborcode:		09/09-04		
Messdatum:		21.10.2009		
Probenbeschreibung:		Pulverlack, Polyester		
Probenmenge / g:		0,334		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,34	63881	k. A.	0,007
2	2,64	29987	k. A.	0,003
3	3,85	51236	Toluol	0,006
4	11,50	37650	k. A.	0,004
5	13,28	34436	k. A.	0,004
6	13,90	430594	Toluoldiisocyanat	0,049
7	14,37	122498	k. A.	0,014
8	14,54	39003	k. A.	0,004
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,091



Tabelle 72

Materialgruppe:		Metallbeschichtung		
Laborcode:		09/09-05		
Messdatum:		21.10.2009		
Probenbeschreibung:		Pulverlack		
Probenmenge / g:		0,405		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,33	180717	k. A.	0,017
2	2,62	26868	k. A.	0,003
3	3,84	55215	Toluol	0,005
4	11,50	34934	k. A.	0,003
5	13,28	38630	k. A.	0,004
6	13,90	543819	Toluoldiisocyanat	0,051
7	14,37	106027	k. A.	0,010
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,093

Tabelle 73

Materialgruppe:		Metallbeschichtung		
Laborcode:		09/09-06		
Messdatum:		21.10.2009		
Probenbeschreibung:		Pulverlack, Polyester		
Probenmenge / g:		0,538		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,33	99962	k. A.	0,007
2	2,63	26566	k. A.	0,002
3	3,85	44892	Toluol	0,003
4	11,51	29289	k. A.	0,002
5	13,28	45025	k. A.	0,003
6	13,90	391088	Toluoldiisocyanat	0,028
7	14,37	97144	k. A.	0,007
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,052



Tabelle 74

Materialgruppe:		Metallbeschichtung		
Laborcode:		09/09-07		
Messdatum:		21.10.2009		
Probenbeschreibung:		Pulverbeschichtung		
Probenmenge / g:		0,503		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,33	131085	k. A.	0,010
2	3,85	38945	Toluol	0,003
3	11,51	24008	k. A.	0,002
4	13,91	357148	Toluoldiisocyanat	0,027
5	14,38	72105	k. A.	0,005
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,047

Tabelle 75

Materialgruppe:		Metallbeschichtung		
Laborcode:		09/09-08		
Messdatum:		21.10.2009		
Probenbeschreibung:		Pulverlack		
Probenmenge / g:		0,471		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,33	101199	Butanol	0,008
2	3,85	42208	Toluol	0,003
3	11,51	25777	k. A.	0,002
4	13,90	457601	Toluoldiisocyanat	0,037
5	14,38	89186	k. A.	0,007
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,057



Tabelle 76

Materialgruppe:		Metallbeschichtung		
Laborcode:		09/09-09		
Messdatum:		21.10.2009		
Probenbeschreibung:		Pulverlack		
Probenmenge / g:		0,501		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	3,86	43467	Toluol	0,003
2	11,50	35147	k. A.	0,003
3	13,29	42220	k. A.	0,003
4	13,90	424889	Toluoldiisocyanat	0,032
5	14,37	109661	k. A.	0,008
6	14,54	29244	k. A.	0,002
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,051

Tabelle 77

Materialgruppe:		Metallbeschichtung		
Laborcode:		09/09-10		
Messdatum:		21.10.2009		
Probenbeschreibung:		Eloxierung		
Probenmenge / g:		0,546		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,33	62454	Butanol	0,004
2	2,62	32057	k. A.	0,002
3	3,84	42667	Toluol	0,003
4	11,50	27271	k. A.	0,002
5	13,28	26150	k. A.	0,002
6	13,89	408722	Toluoldiisocyanat	0,029
7	14,37	94441	k. A.	0,007
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,049



Tabelle 78

Materialgruppe:		Metallbeschichtung		
Laborcode:		09/09-11		
Messdatum:		21.10.2009		
Probenbeschreibung:		Eloxierung		
Probenmenge / g:		0,656		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,34	151004	k. A.	0,009
2	3,85	43408	Toluol	0,003
3	11,52	25079	k. A.	0,001
4	13,28	28693	k. A.	0,002
5	13,90	452793	Toluoldiisocyanat	0,026
6	14,38	94119	k. A.	0,005
7	14,54	31038	k. A.	0,002
8	15,52	91620	Diethylphthalat	0,005
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,053

Tabelle 79

Materialgruppe:		Metallbeschichtung		
Laborcode:		09/09-12		
Messdatum:		21.10.2009		
Probenbeschreibung:		Eloxierung		
Probenmenge / g:		0,634		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,34	217397	k. A.	0,013
2	2,62	27594	k. A.	0,002
3	3,85	49618	Toluol	0,003
4	6,17	35319	Xylol	0,002
5	13,28	28767	k. A.	0,002
6	13,91	404188	Toluoldiisocyanat	0,024
7	14,38	103186	k. A.	0,006
8	14,55	26475	k. A.	0,002
9	15,52	50430	Diethylphthalat	0,003
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,057



## Lacke zur Beschichtung von Holz

Tabelle 80

Materialgruppe:	Lacke zur Beschichtung von Holz			
Laborcode:	08/09-05			
Messdatum:	31.07.2009			
Probenbeschreibung:	Decklack weiß, Acrylat-Dispersion			
Probenmenge / g:	0,223			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,59	2567569	Siloxan	0,2
2	4,83	2719863	Hexamethyltrisiloxan	0,2
3	6,15	6700417	Octamethyltrisiloxan	0,6
4	8,63	44974808	Octamethylcyclotetrasiloxan	3,9
5	9,26	19118002	? Tetraethylenglycoldiethylether	1,6
6	9,35	30473582	k. A.	2,6
7	10,11	6470746	Decamethyltetrasiloxan	0,6
8	11,07	6060101	? Kohlenwasserstoff	0,5
9	11,50	12175899	Siloxan	1,0
10	12,39	5378876	? Kohlenwasserstoff	0,5
11	13,87	23995226	k. A.	2,1
12	14,05	32438016	k. A.	2,8
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				16,6

Tabelle 81

Materialgruppe:	Lacke zur Beschichtung von Holz			
Laborcode:	08/09-06			
Messdatum:	31.07.2009			
Probenbeschreibung:	Lasur, Acrylat-Dispersion			
Probenmenge / g:	0,219			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,59	1201828	Siloxan	0,1
2	4,30	1246050	k. A.	0,1
3	4,82	1323983	Hexamethylcyclotrisiloxan	0,1
4	6,14	4918281	Octamethyltrisiloxan	0,4
5	8,62	41396244	Octamethylcyclotetrasiloxan	3,6
6	9,11	28844916	Siloxan	2,5
7	9,21	27549468	k. A.	2,4
8	9,48	64331908	k. A.	5,6
9	9,57	28265862	k. A.	2,5
10	9,75	3492911	Siloxan	0,3
11	10,10	1252352	Decamethyltetrasiloxan	0,1
12	11,49	10512103	Siloxan	0,9
13	11,75	1861036	Kohlenwasserstoff	0,2
14	13,28	1777476	MS 73; ? Ester	0,2
15	13,83	11117605	Kohlenwasserstoff	1,0
16	14,01	15170287	? hochmolekularer Ester	1,3
17				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				21,3



Tabelle 82

Materialgruppe:	Lacke zur Beschichtung von Holz			
Laborcode:	01/10-01			
Messdatum:	16.12.2009			
Probenbeschreibung:	Decklack weiß, Acrylat-Dispersion			
Probenmenge / g:	0,097			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	3,64	4314268	? 1-(1-Methylethoxy)-2-propanol	1,7
2	6,14	4186847	Octamethyltrisiloxan	1,7
3	6,82	8749021	? Kohlenwasserstoff	3,4
4	7,57	12817211	MS 71; k. A.	5,1
5	7,70	4540767	Kohlenwasserstoff	1,8
6	8,20	8805796	Kohlenwasserstoff	3,5
7	8,28	5617678	Kohlenwasserstoff	2,2
8	8,62	23182686	Octamethylcyclotetrasiloxan	9,1
9	8,74	8763180	? Cyclohexylmethyl-methyl-cyclohexan	3,5
10	9,09	30133674	? Kohlenwasserstoff	11,9
11	9,54	68020632	k. A.	26,8
12	9,62	34100792	k. A.	13,4
13	10,12	8905051	Decamethyltetrasiloxan	3,5
14	11,07	13671579	? Kohlenwasserstoff	5,4
15	11,50	10594051	k. A.	4,2
16	13,86	6686587	k. A.	2,6
17	14,04	10481200	k. A.	4,1
Summe VOC als TÄ / µg/g:				103,9

Tabelle 83

Materialgruppe:	Lacke zur Beschichtung von Holz			
Laborcode:	01/10-02			
Messdatum:	16.12.2009			
Probenbeschreibung:	Lasur, Acrylat-/PU-Harz-Dispersion			
Probenmenge / g:	0,093			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	6,87	42511932	MS 57; ? Kohlenwasserstoff	17,5
2	7,57	30129646	k. A.	12,4
3	7,62	28512868	k. A.	11,7
4	8,64	21821496	Octamethylcyclotetrasiloxan	9,0
5	8,78	27720794	? Cyclohexylmethyl-methyl-cyclohexan	11,4
6	9,13	64336432	Kohlenwasserstoff	26,5
7	9,51	23845462	k. A.	9,8
8	9,58	27609516	k. A.	11,4
9	11,09	31918294	? 2-Hexyl-1-decanol	13,1
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				122,8



Tabelle 84

Materialgruppe:		Lacke zur Beschichtung von Holz		
Laborcode:		01/10-05		
Messdatum:		16.12.2009		
Probenbeschreibung:		Decklack weiß, Acrylat-Dispersion		
Probenmenge / g:		0,126		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	3,73	8736660	Siloxan	2,7
2	3,80	3284447	k. A.	1,0
3	3,84	2563684	k. A.	0,8
4	4,83	680332	Hexamethylcyclotrisiloxan	0,2
5	8,62	18155868	Octamethylcyclotetrasiloxan	5,5
6	9,16	1103007	2-(2-Ethoxyethoxy)-ethanol	0,3
7	11,49	3862173	k. A.	1,2
8	11,75	727689	k. A.	0,2
9	12,33	15500000	MS 163; k. A.	4,7
10	14,17	620246	? Kohlenwasserstoff	0,2
11	14,87	671559	? Kohlenwasserstoff	0,2
12				
13				
14				
15				
16				
17				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				17,0

Tabelle 85

Materialgruppe:		Lacke zur Beschichtung von Holz		
Laborcode:		01/10-08		
Messdatum:		16.12.2009		
Probenbeschreibung:		Lasur, Acrylat-Dispersion		
Probenmenge / g:		0,107		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	4,83	850472	Hexamethylcyclotrisiloxan	0,3
2	5,26	715357	2-Methoxy-1-butanal	0,3
3	8,61	21606102	Octamethylcyclotetrasiloxan	7,7
4	9,72	765609	MS 57; ? Kohlenwasserstoff	0,3
5	11,49	5130878	k. A.	1,8
6	11,74	893300	k. A.	0,3
7	12,33	18776516	k. A.	6,7
8	12,80	742633	k. A.	0,3
9	12,85	1080902	k. A.	0,4
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				18,1



Tabelle 86

Materialgruppe:		Lacke zur Beschichtung von Holz		
Laborcode:		01/10-09		
Messdatum:		16.12.2009		
Probenbeschreibung:		Farbton Basis, Acrylat-Dispersion		
Probenmenge / g:		0,087		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	4,38	1752085	k. A.	0,8
2	5,46	23831144	k. A.	10,5
3	5,64	44455072	k. A.	19,5
4	5,82	92718328	k. A.	40,7
5	6,45	5446732	k. A.	2,4
6	7,07	969873	Butylpropionat	0,4
7	7,830	3701712	? Hexylsiloxan	1,6
8	8,05	506393	? Fettsäureester	0,2
9	8,61	9052631	Octamethylcyclotetrasiloxan	4,0
10	11,49	3040611	k. A.	1,3
11	14,16	1403470	? Kohlenwasserstoff	0,6
12				
13				
14				
15				
16				
17				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				82,0

Tabelle 87

Materialgruppe:		Lacke zur Beschichtung von Holz		
Laborcode:		01/10-10		
Messdatum:		16.12.2009		
Probenbeschreibung:		Lasur, Acrylat-Dispersion		
Probenmenge / g:		0,100		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,84	1151127	Methacrylsäuremethylester	0,4
2	4,38	1294328	k. A.	0,5
3	4,89	730498	Essigsäurebutylester	0,3
4	5,83	157963932	MS 105; Benzolderivat	60,4
5	6,46	5125246	k. A.	2,0
6	7,08	1096989	Propionsäurebutylester	0,4
7	8,61	7789612	Octamethylcyclotetrasiloxan	3,0
8	8,65	1169134	2-Propionsäure-2-methyl-butylester	0,4
9	9,00	376534	? Butansäure-butylester	0,1
10	11,49	2591432	? 2,5-Bis(trimethylsilyl)oxy]-benzaldehyd	1,0
11	13,27	395375	k. A.	0,2
12	14,17	535029	? Kohlenwasserstoff	0,2
13	14,86	398013	? Kohlenwasserstoff	0,2
14				
15				
16				
17				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				69,1



Tabelle 88

Materialgruppe:		Lacke zur Beschichtung von Holz		
Laborcode:		01/10-13		
Messdatum:		12.01.2010		
Probenbeschreibung:		Decklack weiß, Acrylatbasis		
Probenmenge / g:		0,148		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	4,91	506289	Hexamethylcyclotrisiloxan	0,1
2	5,34	698287	Siloxan	0,2
3	6,15	1511568	Octamethyltrisiloxan	0,4
4	6,42	2467266	? Butylether	0,6
5	6,93-7,15	32719734	Gemisch, mit 2-Butoxyethanol	8,5
6	8,61	7175067	Octamethylcyclotetrasiloxan	1,9
7	9,05	3139275	MS 73; ? i-Alkanol	0,8
8	9,16	4090187	Glykolether	1,1
9	9,39	2427018	Glykolether	0,6
10	9,71	3328011	Decamethyltetrasiloxan	0,9
11	11,05	5148079	? Kohlenwasserstoff	1,3
12	11,48	3426992	MS 267; k. A.	0,9
13	12,34	21337442	k. A.	5,5
14	12,38	4971807	k. A.	1,3
15	13,85	1866867	k. A.	0,5
16	14,02	4205057	k. A.	1,1
17				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				25,7

Tabelle 89

Materialgruppe:		Lacke zur Beschichtung von Holz		
Laborcode:		01/10-14		
Messdatum:		12.01.2010		
Probenbeschreibung:		Lasur, Acrylatbasis		
Probenmenge / g:		0,121		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	3,83	2858090	k. A.	0,9
2	6,16	1475445	1,3-Dimethylbenzol	0,5
3	6,43	1962103	Butylether	0,6
4	6,94-7,30	77611406	Gemisch, mit 2-Butoxyethanol	24,5
5	8,61	1404438	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,4
6	8,64	1753637	Methacrylsäurebutylester	0,6
7	9,05	1661391	2,4-Dimethyl-3-pentanol	0,5
8	9,15	1798034	Siloxan	0,6
9	11,05	3277587	? Alkanol	1,0
10	11,48	1110550	k. A.	0,4
11	12,38	1791004	? Kohlenwasserstoff	0,6
12				
13				
14				
15				
16				
17				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				30,6



Tabelle 90

Materialgruppe:		Lacke zur Beschichtung von Holz		
Laborcode:		01/10-17		
Messdatum:		12.01.2010		
Probenbeschreibung:		Lasur, Acrylat-/PU-Dickschichtlasur		
Probenmenge / g:		0,196		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	6,42	1048671	Butylether	0,2
2	6,9-7,16	36046520	Gemisch, mit 2-(2-Butoxyethoxy)ethanol	7,0
3	8,62	33766316	Octamethylcyclotetrasiloxan	6,6
4	9,13	47147660	MS 73; k. A.	9,2
5	9,47	21685640	MS 135; k. A.	4,2
6	11,15	141323808	Kohlenwasserstoff	27,6
7	11,49	8375642	k. A.	1,6
8	12,42	72222664	? Alkanol	14,1
9	13,37	23084318	? Alkanol	4,5
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				75,0

Tabelle 91

Materialgruppe:		Lacke zur Beschichtung von Holz		
Laborcode:		01/10-18		
Messdatum:		12.01.2010		
Probenbeschreibung:		Decklack weiß, Acrylatbasis		
Probenmenge / g:		0,144		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,52	7658646	? Triethylamin	2,0
2	4,86	2311277	Hexamethylcyclotrisiloxan	0,6
3	6,42	1548060	Butylether	0,4
4	6,9-7,21	44242528	Gemisch, mit 2-Butoxyethanol	11,7
5	8,63	31349384	Octamethylcyclotetrasiloxan	8,3
6	9,31	40600261	k. A.	10,8
7	9,54	14030832	k. A.	3,7
8	11,06	6346233	? Alkanol	1,7
9	11,49	6027377	k. A.	1,6
10	12,38	6270672	? Alkanol	1,7
11	13,36	2567674	? Kohlenwasserstoff	0,7
12	14,04	9868718	k. A.	2,6
13				
14				
15				
16				
17				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				45,8



Tabelle 92

Materialgruppe:		Lacke zur Beschichtung von Holz		
Laborcode:		01/10-21		
Messdatum:		12.01.2010		
Probenbeschreibung:		Lasur, Acrylat-/PU-Dispersion		
Probenmenge / g:		0,119		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,90	693116	Methacrylsäuremethylester	0,2
2	6,43	4795086	Butylether	1,5
3	6,9-7,34	103510408	Gemisch, mit 2-Butoxyethanol	33,3
4	8,62	23647566	Octamethylcyclotetrasiloxan	7,6
5	9,06	824782	? Kohlenwasserstoff	0,3
6	9,30	9683253	MS 135; k. A.	3,1
7	9,44	2127654	k. A.	0,7
8	11,05	1264840	MS 57; ? Alkanol	0,4
9	11,49	8037421	? 2,5-Bis(trimethylsilyl)oxy]-benzaldehyd	2,6
10	13,35	1735752	Siloxan	0,6
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				50,3

Tabelle 93

Materialgruppe:		Lacke zur Beschichtung von Holz		
Laborcode:		01/10-22		
Messdatum:		12.01.2010		
Probenbeschreibung:		Decklack weiß, Acrylat-Dispersion		
Probenmenge / g:		0,233		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	4,13	1284888	? Isopropanol	0,2
2	4,86	482691	Hexamethylcyclotrisiloxan	0,1
3	4,92	1542573	Essigsäurebutylester	0,3
4	6,43	2849864	Butylether	0,5
5	6,9-7,46	197001760	Gemisch, mit 2-Butoxyethanol	32,3
6	8,63	24268992	Octamethylcyclotetrasiloxan	4,0
7	9,06	531199	MS 57; k. A.	0,1
8	9,32	9691946	k. A.	1,6
9	9,72	4744727	Decamethyltetrasiloxan	0,8
10	11,05	877674	MS 41, 57; Alkanol	0,1
11	11,49	6378803	? 2,5-Bis(trimethylsilyl)oxy]-benzaldehyd	1,0
12				
13				
14				
15				
16				
17				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				41,0

Tabelle 94

Materialgruppe:		Lacke zur Beschichtung von Holz		
Laborcode:		07/10-01		
Messdatum:		27.07.2010		
Probenbeschreibung:		Acrylat-Dispersion, weiß pigmentiert		
Probenmenge / g:		0,138		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	11,78	69283480	k. A.	9,2
2	13,68	1743651	n-Butylether	0,2
3	15,00	3725765	1-Butoxy-2-propanol	0,5
4	15,99	4546474	Dipropylenglykolmonomethylether	0,6
5	16,04	4621464	Dipropylenglykolmonomethylether	0,6
6	16,11	1663077	k. A.	0,2
7	16,21	7929402	Dipropylenglykolmonomethylether	1,1
8	18,92	2376549	k. A.	0,3
9	18,95	2874172	k. A.	0,4
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				13,1



## Dichtprofile

Tabelle 95

Materialgruppe:	Dichtprofile			
Laborcode:	09/09-13			
Messdatum:	28.09.2009			
Probenbeschreibung:	TPEV, EPDM			
Probenmenge / g:	0,303			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,29	566993	k. A.	0,07
2	2,26	3474736	? Kohlenwasserstoff	0,44
3	2,40	981780	k. A.	0,12
4	4,93	304096	k. A.	0,04
5	5,16	731807	k. A.	0,09
6	5,75	300057	k. A.	0,04
7	6,32	269797	k. A.	0,03
8	6,47	96743	k. A.	0,01
9	8,47	1501954	? Kohlenwasserstoff	0,19
10	9,83	119648	k. A.	0,02
11	13,44	423487	k. A.	0,05
12	15,50	349322	k. A.	0,04
13	15,61	758225	k. A.	0,10
14	15,78	584712	k. A.	0,07
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				1,31

Tabelle 96

Materialgruppe:	Dichtprofile			
Laborcode:	09/09-14			
Messdatum:	28.09.2009			
Probenbeschreibung:	TPE-V, EPDM			
Probenmenge / g:	0,241			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,31	459354	? Aceton	0,07
2	1,47	105805	k. A.	0,02
3	1,75	94169	k. A.	0,01
4	1,89	84958	k. A.	0,01
5	1,95	86576	k. A.	0,01
6	2,07	349400	Siloxan	0,06
7	2,27	170919	k. A.	0,03
8	2,43	142603	? Kohlenwasserstoff	0,02
9	2,64	77343	k. A.	0,01
10	3,02	75644	k. A.	0,01
11	3,76	124411	k. A.	0,02
12	5,16	355843	k. A.	0,06
13	5,75	124692	k. A.	0,02
14	8,24	114525	k. A.	0,02
15	8,46	1385955	? Kohlenwasserstoff	0,22
16	9,82	99277	k. A.	0,02
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,61



Tabelle 97

Materialgruppe:		Dichtprofile		
Laborcode:		09/09-15		
Messdatum:		28.09.2009		
Probenbeschreibung:		TPE-S (SEBS)		
Probenmenge / g:		0,357		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,28	5472343	k. A.	0,59
2	2,04	884198	k. A.	0,09
3	2,44	996473	k. A.	0,11
4	2,58	943782	k. A.	0,10
5	4,92	499960	k. A.	0,05
6	8,23	280028	k. A.	0,03
7	8,46	1876287	? Kohlenwasserstoff	0,20
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				1,17

Tabelle 98

Materialgruppe:		Dichtprofile		
Laborcode:		09/09-16		
Messdatum:		28.09.2009		
Probenbeschreibung:		TPE-S (SEBS)		
Probenmenge / g:		0,295		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,90	248126	k. A.	0,03
2	2,06	438214	k. A.	0,06
3	2,44	309346	k. A.	0,04
4	2,58	2753439	? Methyl-isobutylketon	0,36
5	2,64	1906464	k. A.	0,25
6	3,94	316598	k. A.	0,04
7	4,74	85109	k. A.	0,01
8	4,92	212149	k. A.	0,03
9	8,46	2007122	? Kohlenwasserstoff	0,26
10	9,82	139722	k. A.	0,02
11	10,46	190023	k. A.	0,02
12	12,45	216600	k. A.	0,03
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				1,15



Tabelle 99

Materialgruppe:		Dichtprofile		
Laborcode:		09/09-17		
Messdatum:		28.09.2009		
Probenbeschreibung:		TPE-S (SEBS)		
Probenmenge / g:		0,189		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,45	555217	k. A.	0,11
2	1,90	278252	k. A.	0,06
3	2,06	520173	k. A.	0,11
4	2,26	332758	k. A.	0,07
5	2,43	2851521	? Cyclohexanderivat	0,58
6	3,94	234795	k. A.	0,05
7	4,30	236793	k. A.	0,05
8	4,93	613882	k. A.	0,12
9	5,16	470365	k. A.	0,10
10	5,75	251409	k. A.	0,05
11	8,46	2308260	? Kohlenwasserstoff	0,47
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				1,77

Tabelle 100

Materialgruppe:		Dichtprofile		
Laborcode:		09/09-18		
Messdatum:		28.09.2009		
Probenbeschreibung:		TPE-S (SEBS)		
Probenmenge / g:		0,309		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,90	293166	k. A.	0,04
2	2,05	704025	k. A.	0,09
3	2,13	273255	k. A.	0,03
4	2,44	948139	k. A.	0,12
5	2,59	1681065	MS 85, 101; ? Methylisobutylketon	0,21
6	2,62	1423837	k. A.	0,18
7	3,21	184091	k. A.	0,02
8	3,94	171965	k. A.	0,02
9	4,31	150558	k. A.	0,02
10	4,92	135003	k. A.	0,02
11	8,46	1453441	? Kohlenwasserstoff	0,18
12	9,82	131424	k. A.	0,02
13	10,46	125721	k. A.	0,02
14	12,45	228525	k. A.	0,03
15	14,92	74793	k. A.	0,01
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,99

Tabelle 101

Materialgruppe:		Dichtprofile		
Laborcode:		09/09-19		
Messdatum:		28.09.2009		
Probenbeschreibung:		Türdichtung		
Probenmenge / g:		0,369		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,31	410341	k. A.	0,04
2	1,88	181616	k. A.	0,02
3	2,05	271448	k. A.	0,03
4	3,01	130514	k. A.	0,01
5	8,46	4716751	k. A.	0,49
6	9,79	315240	k. A.	0,03
7	9,82	338999	MS 94, 57; ? Phenol-Derivat	0,04
8	12,34	307873	k. A.	0,03
9	14,63	157123	k. A.	0,02
10	15,36	520486	k. A.	0,05
11	15,66	663266	k. A.	0,07
12	16,71	983712	MS 281; k. A.	0,10
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,93

Tabelle 102

Materialgruppe:		Dichtprofile		
Laborcode:		09/09-20		
Messdatum:		28.09.2009		
Probenbeschreibung:		TPE-V		
Probenmenge / g:		0,300		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,36	5107502	k. A.	0,65
2	1,56	2568234	k. A.	0,33
3	1,69	1899826	k. A.	0,24
4	1,89	1766469	k. A.	0,23
5	2,26	2058753	? Kohlenwasserstoff	0,26
6	2,40	677545	k. A.	0,09
7	2,63	660459	k. A.	0,08
8	2,70	588011	k. A.	0,08
9	2,88	1319024	k. A.	0,17
10	4,17	477730	k. A.	0,06
11	4,37	992702	k. A.	0,13
12	5,22	2154653	k. A.	0,27
13	5,78	467881	k. A.	0,06
14	8,46	2989103	MS 57, 94; ? tert.-Butyl-phenylcarbonat	0,38
15	9,78	2018785	k. A.	0,26
16	10,16	1792665	k. A.	0,23
Summe VOC als TÄ / µg/g:				3,52



Tabelle 103

Materialgruppe:		Dichtprofile		
Laborcode:		09/09-21		
Messdatum:		28.09.2009		
Probenbeschreibung:		TPE-V		
Probenmenge / g:		0,345		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,44	5614239	Siloxan	0,62
2	1,55	528255	k. A.	0,06
3	1,65	704676	k. A.	0,08
4	1,74	4358586	k. A.	0,48
5	1,90	1410821	k. A.	0,16
6	2,06	688675	k. A.	0,08
7	2,13	575254	k. A.	0,06
8	3,26	1261407	k. A.	0,14
9	3,34	737174	k. A.	0,08
10	3,51	509567	k. A.	0,06
11	3,74	2911884	k. A.	0,32
12	4,21	7919066	Siloxan	0,88
13	4,95	550027	k. A.	0,06
14	5,15	2284331	MS 91; ? Alkylaromat	0,25
15	5,74	521094	k. A.	0,06
16	7,98	635349	k. A.	0,07
Summe VOC als TÄ / µg/g:				3,46

Tabelle 104

Materialgruppe:		Dichtprofile		
Laborcode:		09/09-22		
Messdatum:		28.09.2009		
Probenbeschreibung:		TPE-V		
Probenmenge / g:		0,265		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,32	4632417	k. A.	0,67
2	1,46	2745691	k. A.	0,40
3	1,50	5001514	Dimethylhexan	0,72
4	1,56	5337835	MS 85, 41; ? Dimethylhexan	0,77
5	1,70	3899641	k. A.	0,56
6	1,75	1030571	k. A.	0,15
7	1,90	2133492	k. A.	0,31
8	2,27	7633163	MS 58, 99; Pentanon-Derivat	1,10
9	2,64	674639	k. A.	0,10
10	2,70	662873	k. A.	0,10
11	2,90	447675	k. A.	0,06
12	4,38	1035686	k. A.	0,15
13	6,34	361916	k. A.	0,05
14	6,85	690808	k. A.	0,10
15	8,46	1395175	? Kohlenwasserstoff	0,20
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				5,44



Tabelle 105

Materialgruppe:	Dichtprofile			
Laborcode:	09/09-23			
Messdatum:	28.09.2009			
Probenbeschreibung:	TPE-V			
Probenmenge / g:	0,354			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,05	227608	k. A.	0,02
2	3,74	673309	k. A.	0,07
3	6,84	435555	k. A.	0,05
4	8,22	141608	k. A.	0,02
5	8,45	7238370	? tert.-Butylphenylcarbonat	0,78
6	9,10	152624	k. A.	0,02
7	9,81	168936	k. A.	0,02
8	10,24	106241	k. A.	0,01
9	12,32	167148	k. A.	0,02
10	14,92	117379	k. A.	0,01
11	14,98	144209	k. A.	0,02
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				1,04

Tabelle 106

Materialgruppe:	Dichtprofile			
Laborcode:	09/09-24			
Messdatum:	28.09.2009			
Probenbeschreibung:	TPE-V			
Probenmenge / g:	0,313			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,46	498729	k. A.	0,06
2	1,90	517942	k. A.	0,06
3	2,06	946821	k. A.	0,12
4	2,44	11211718	? Cyclohexanderivat	1,37
5	2,71	836891	k. A.	0,10
6	2,81	1784815	k. A.	0,22
7	3,17	1333452	k. A.	0,16
8	3,21	746693	k. A.	0,09
9	3,52	879190	k. A.	0,11
10	3,94	770491	k. A.	0,09
11	8,46	2130048	Kohlenwasserstoff	0,26
12	8,74	711348	k. A.	0,09
13	9,60	472100	k. A.	0,06
14	11,73	511762	k. A.	0,06
15	12,44	946854	k. A.	0,12
16	14,92	512414	k. A.	0,06
Summe VOC als TÄ / µg/g:				3,03



Tabelle 107

Materialgruppe:		Dichtprofile		
Laborcode:		03/10-10		
Messdatum:		04.05.2010		
Probenbeschreibung:		Flügelfalzdichtung		
Probenmenge / g:		0,435		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	9,36	912644	k. A.	0,04
2	9,55	1233902	k. A.	0,05
3	10,48	958344	C8 i-Alkane	0,04
4	13,96	259554	k. A.	0,01
5	15,63	1200575	k. A.	0,05
6	16,24	2104937	n-Decan	0,09
7	16,48	294911	k. A.	0,01
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,29

Tabelle 108

Materialgruppe:		Dichtprofile		
Laborcode:		03/10-11		
Messdatum:		04.05.2010		
Probenbeschreibung:		Verglasungsdichtung innen		
Probenmenge / g:		0,411		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	8,70	895630	i-Alkan	0,04
2	9,36	5510449	k. A.	0,26
3	9,55	8810821	C7 i-Alkan	0,41
4	9,67	1890814	Toluol	0,09
5	10,48	5746284	C8 i-Alkan	0,27
6	11,63	1529827	k. A.	0,07
7	13,85	3821482	Kohlenwasserstoff	0,18
8	16,23	1892421	n-Decan	0,09
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				1,41

Tabelle 109

Materialgruppe:		Dichtprofile		
Laborcode:		03/10-12		
Messdatum:		04.05.2010		
Probenbeschreibung:		Überschlagdichtung		
Probenmenge / g:		0,430		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	7,61	261198	?Trimethylsilylester	0,01
2	9,64	142326	Toluol	0,01
3	13,34	924184	Kohlenwasserstoff	0,04
4	15,15	683744	k. A.	0,03
5	16,24	2446551	n-Decan	0,11
6	16,48	370533	k. A.	0,02
7	16,70	1085585	k. A.	0,05
8	16,84	4272926	k. A.	0,19
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,46

Tabelle 110

Materialgruppe:		Dichtprofile		
Laborcode:		03/10-13		
Messdatum:		04.05.2010		
Probenbeschreibung:		Verglasungsdichtung		
Probenmenge / g:		0,430		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	9,35	847540	k. A.	0,04
2	9,55	356872	k. A.	0,02
3	10,48	261791	k. A.	0,01
4	15,62	5282784	β-Pinen	0,24
5	16,23	3553350	n-Decan	0,16
6	18,69	2006108	k. A.	0,09
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,56



Tabelle 111

Materialgruppe:		Dichtprofile		
Laborcode:		04/10-11		
Messdatum:		04.05.2010		
Probenbeschreibung:		k. A.		
Probenmenge / g:		0,415		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	4,55	632452	k. A.	0,03
2	8,46	2040334	Toluol	0,09
3	9,11	394968	k. A.	0,02
4	12,29	714168	k. A.	0,03
5	12,98	673082	Ethylbenzol	0,03
6	14,72	511110	i-Propylbenzol	0,02
7	16,23	2775885	n-Decan	0,13
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,35



## Dichtstoffe

Tabelle 112

Materialgruppe:	Dichtstoffe			
Laborcode:	08/09-07			
Messdatum:	31.07.2009			
Probenbeschreibung:	1-K-Silikondichtstoff, neutral vernetzend, transparent			
Probenmenge / g:	0,400			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,31	16938010	? Trimethylsilanol	0,81
2	1,74	978339	2-Butanon	0,05
3	4,67	101839803	Butanonoxim	4,89
4	6,37	4198234	Siloxan	0,20
5	8,61	11024713	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,53
6	11,49	7148787	Siloxan	0,34
7	11,87	18672122	Siloxan	0,90
8	13,28	3878665	Siloxan	0,19
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				7,91

Tabelle 113

Materialgruppe:	Dichtstoffe			
Laborcode:	08/09-08			
Messdatum:	31.07.2009			
Probenbeschreibung:	1-K-Silikondichtstoff, neutral vernetzend, weiß			
Probenmenge / g:	0,405			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,31	22268164	? Trimethylsilanol	1,06
2	4,45	13688910	Butanonoxim	0,65
3	4,83	789040	Hexamethylcyclotrisiloxan	0,04
4	6,36	888285	Siloxan	0,04
5	8,62	8691627	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,41
6	11,50	10373113	Siloxan	0,49
7	11,88	34501544	Siloxan	1,63
8	13,28	3925055	Siloxan	0,19
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				4,51

## Emissionen aus Bauelementen

### Anhang 1



**Tabelle 114**

Materialgruppe:		Dichtstoffe		
Laborcode:		08/09-09		
Messdatum:		31.07.2009		
Probenbeschreibung:		1-K-Silikondichtstoff, neutral vernetzend		
Probenmenge / g:		0,393		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,32	14816607	? Trimethylsilanol	0,72
2	4,83	837423	Hexamethylcyclotrisiloxan	0,04
3	8,61	10364572	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,51
4	11,50	6058187	Siloxan	0,30
5	13,29	3090200	Siloxan	0,15
6	14,55	2234664	Dodecamethylpentasiloxan	0,11
7	15,58	305227	Siloxan	0,01
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				1,84

**Tabelle 115**

Materialgruppe:		Dichtstoffe		
Laborcode:		08/09-10		
Messdatum:		31.07.2009		
Probenbeschreibung:		1-K-Silikondichtstoff, neutral vernetzend, Butanonoximsystem		
Probenmenge / g:		0,450		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,32	2210494	? Trimethylsilanol	0,09
2	1,74	717654	2-Butanon	0,03
3	3,34	1070120	Methyl-isobutylketon	0,05
4	4,69	87592916	Butanonoxim	3,74
5	8,21	1020608976	? Oxim	43,53
6	8,62	7797840	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,33
7	11,49	3868291	Siloxan	0,16
8	13,29	1163080	Siloxan	0,05
9	14,55	698001	Dodecamethylpentasiloxan	0,03
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				48,01

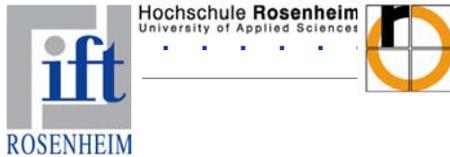


Tabelle 116

Materialgruppe:	Dichtstoffe			
Laborcode:	08/09-11			
Messdatum:	31.07.2009			
Probenbeschreibung:	1-K-Silikondichtstoff, neutral vernetzend			
Probenmenge / g:	0,503			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,32	37006088	? Trimethylsilanol	1,41
2	3,70	739588	Diethoxydimethylsilan	0,03
3	4,84	4958742	Hexamethylcyclotrisiloxan	0,19
4	5,32	1303598	? Triethoxysilan	0,05
5	6,73	8649893	Diethoxydimethoxysilan	0,33
6	7,65	3297354	Triethoxymethoxysilan	0,13
7	8,63	46905176	Octamethylcyclotetrasiloxan	1,79
8	11,20	3380963	Siloxan	0,13
9	11,40	3799972	Siloxan	0,14
10	11,50	1065872	Siloxan	0,04
11	11,70	3376234	Siloxan	0,13
12	11,89	13288411	Siloxan	0,51
13	13,30	3650788	Siloxan	0,14
14	14,55	3177235	Dodecamethylpentasiloxan	0,12
15	14,86	2393188	Siloxan	0,09
16	15,02	4531400	Siloxan	0,17
Summe VOC als TÄ / µg/g:				5,40

Tabelle 117

Materialgruppe:	Dichtstoffe			
Laborcode:	08/09-12			
Messdatum:	31.07.2009			
Probenbeschreibung:	1-K-Silikondichtstoff, neutral vernetzend			
Probenmenge / g:	0,472			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,31	29376312	? Trimethylsilanol	1,19
2	5,23	1100998	? Triethoxysilan	0,04
3	6,15	1539088	Octamethyltrisiloxan	0,06
4	6,37	4523367	? Triethoxymethylsilan	0,18
5	7,64	3895132	Triethoxymethoxysilan	0,16
6	8,63	32909564	Octamethylcyclotetrasiloxan	1,34
7	10,11	7504932	Decamethyltetrasiloxan	0,31
8	11,40	1939478	Siloxan	0,08
9	11,50	12694697	Siloxan	0,52
10	11,66	4105421	Siloxan	0,17
11	11,88	3262450	Siloxan	0,13
12	12,50	2860122	Trisiloxan	0,12
13	12,55	5925473	Trisiloxan	0,24
14	12,81	4562314	Trisiloxan	0,19
15	13,29	5936154	Siloxan	0,24
16	14,54	4077600	Dodecamethylpentasiloxan	0,17
17	14,85	4316850	Siloxan	0,18
18	15,02	3295202	Siloxan	0,13
Summe VOC als TÄ / µg/g:				5,45



Tabelle 118

Materialgruppe:	Dichtstoffe			
Laborcode:	10/09-01			
Messdatum:	01.12.2009			
Probenbeschreibung:	1-K-Silikondichtstoff, neutral vernetzend			
Probenmenge / g:	0,400			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,31	3255571	k. A.	0,31
2	4,72	22018988	2-Butanonoxim	2,10
3	4,85	9206343	? 2-Butanonoxim	0,88
4	6,37	2212105	k. A.	0,21
5	6,81	17657544	4-Methyl-2-pentanoxim	1,69
6	6,96	9770065	? 4-Methyl-2-pentanoxim	0,93
7	7,69	764987	k. A.	0,07
8	7,82	2806995	k. A.	0,27
9	8,61	10242046	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,98
10	11,49	4579418	k. A.	0,44
11	11,87	2621008	k. A.	0,25
12	13,28	931096	k. A.	0,09
13	14,54	606658	k. A.	0,06
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				8,28

Tabelle 119

Materialgruppe:	Dichtstoffe			
Laborcode:	10/09-02			
Messdatum:	01.12.2009			
Probenbeschreibung:	1-K-Silikondichtstoff, neutral vernetzend			
Probenmenge / g:	0,328			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	4,85	33573412	k. A.	3,91
2	4,88	813776	k. A.	0,09
3	4,96	9818451	k. A.	1,14
4	8,16	3984888	k. A.	0,46
5	8,24	10196227	k. A.	1,19
6	8,62	9187721	Octamethylcyclotetrasiloxan	1,07
7	11,06	2524133	MS 57; ? Kohlenwasserstoff	0,29
8	11,49	5140703	k. A.	0,60
9	11,84	1005938	MS 57; ? Kohlenwasserstoff	0,12
10	11,88	1091004	k. A.	0,13
11	11,95	1014368	MS 57; ? Kohlenwasserstoff	0,12
12	12,03	1368310	MS 57; ? Kohlenwasserstoff	0,16
13	12,38	2649109	MS 57; ? Kohlenwasserstoff	0,31
14	12,43	1203497	k. A.	0,14
15	12,52	727108	MS 57; ? Kohlenwasserstoff	0,08
16	13,27	718558	k. A.	0,08
Summe VOC als TÄ / µg/g:				9,89

Tabelle 120

Materialgruppe:	Dichtstoffe			
Laborcode:	10/09-03			
Messdatum:	01.12.2009			
Probenbeschreibung:	1-K-Silikondichtstoff, neutral vernetzend			
Probenmenge / g:	0,368			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	1,31	7110365	? Siloxan	0,74
2	3,70	1193798	Siloxan	0,12
3	4,33	1294252	k. A.	0,13
4	6,37	3854451	Siloxan	0,40
5	7,73	3018097	? 4-Methyl-2-pentanoxim	0,31
6	8,61	2417455	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,25
7	11,62	1113520	MS 73, 267; Siloxan	0,12
8	12,00	2976277	k. A.	0,31
9	13,97	778216	2,4-Toluoldiisocyanat	0,08
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				2,46



## Isolierglas-Dichtstoffe

Tabelle 121

Materialgruppe:	Isolierglas-Dichtstoffe			
Laborcode:	05/10-01			
Messdatum:	26.05.2010			
Probenbeschreibung:	Polyisobutylendichtstoff			
Probenmenge / g:	0,734			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,40	352498	k. A.	0,01
2	4,52	269873	k. A.	0,01
3	4,78	301655	k. A.	0,01
4	7,28	248911	k. A.	0,01
5	10,36	509616	k. A.	0,01
6	16,12	1741275	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,04
7	18,15	815066	k. A.	0,02
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,11

Tabelle 122

Materialgruppe:	Isolierglas-Dichtstoffe			
Laborcode:	05/10-02			
Messdatum:	26.05.2010			
Probenbeschreibung:	Polysulfidichtstoff			
Probenmenge / g:	0,745			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	3,82	401704	k. A.	0,01
2	16,13	630953	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,02
3	17,32	2326128	Trimethylsilylester	0,06
4	20,05	1241420	k. A.	0,03
5	20,51	1034746	k. A.	0,03
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,15

Tabelle 123

Materialgruppe:	Isolierglas-Dichtstoffe			
Laborcode:	05/10-03			
Messdatum:	26.05.2010			
Probenbeschreibung:	Polyurethandichtstoff			
Probenmenge / g:	0,652			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,41	442360	k. A.	0,01
2	7,29	205035	k. A.	0,01
3	9,62	324408	Toluol	0,01
4	11,76	186334	k. A.	0,01
5	12,14	411017	k. A.	0,01
6	16,13	762280	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,02
7	17,84	1500622	? Triethylphosphat	0,04
8	18,14	861544	Siloxan	0,02
9	20,51	6029516	k. A.	0,17
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,30

Tabelle 124

Materialgruppe:	Isolierglas-Dichtstoffe			
Laborcode:	05/10-04			
Messdatum:	26.05.2010			
Probenbeschreibung:	Silikondichtstoff			
Probenmenge / g:	0,460			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,41	290125	k. A.	0,01
2	4,31	41673264	n-Propanol	1,66
3	11,59	685345	k. A.	0,03
4	16,12	6870211	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,27
5	16,60	378645	k. A.	0,02
6	18,10	5800504	k. A.	0,23
7	18,14	7387953	k. A.	0,29
8	18,59	607880	k. A.	0,02
9	19,15	6068184	k. A.	0,24
10	19,26	1601483	k. A.	0,06
11	19,70	2027351	k. A.	0,08
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				2,91



Tabelle 125

Materialgruppe:		Isolierglas-Dichtstoffe		
Laborcode:		05/10-05		
Messdatum:		26.05.2010		
Probenbeschreibung:		Polysulfiddichtstoff		
Probenmenge / g:		0,649		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,40	245827	k. A.	0,01
2	4,01	236804	k. A.	0,01
3	13,23	389606	m-, p-Xylol	0,01
4	13,92	194459	o-Xylol	0,01
5	14,24	235760	k. A.	0,01
6	16,13	860427	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,02
7	17,33	799359	k. A.	0,02
8	18,15	487937	Trimethylsilylester	0,01
9	19,15	440768	k. A.	0,01
10	20,05	1769565	k. A.	0,05
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,16

Tabelle 126

Materialgruppe:		Isolierglas-Dichtstoffe		
Laborcode:		05/10-06		
Messdatum:		26.05.2010		
Probenbeschreibung:		Silikondichtstoff		
Probenmenge / g:		0,434		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	3,13	14652744	k. A.	0,62
2	11,75	1853944	k. A.	0,08
3	15,76	847733	Siloxan	0,04
4	16,12	1517306	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,06
5	18,00	2734063	k. A.	0,12
6	18,15	927550	k. A.	0,04
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,96



Tabelle 127

Materialgruppe:	Isolierglas-Dichtstoffe			
Laborcode:	05/10-07			
Messdatum:	26.05.2010			
Probenbeschreibung:	Polyurethandichtstoff			
Probenmenge / g:	0,640			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,40	5096922	k. A.	0,15
2	4,53	1016157	k. A.	0,03
3	12,14	660011	k. A.	0,02
4	20,51	4327843	k. A.	0,12
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,32

Tabelle 128

Materialgruppe:	Isolierglas-Dichtstoffe			
Laborcode:	05/10-08			
Messdatum:	26.05.2010			
Probenbeschreibung:	Polyisobutylendichtstoff			
Probenmenge / g:	0,638			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	2,40	189375	k. A.	0,01
2	4,52	956386	k. A.	0,03
3	4,78	1337522	k. A.	0,04
4	5,10	676366	k. A.	0,02
5	8,06	247839	k. A.	0,01
6	16,13	602894	Octamethylcyclotetrasiloxan	0,02
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,13



Tabelle 129

Materialgruppe:	Isolierglas-Dichtstoffe			
Laborcode:	07/10-02			
Messdatum:	27.07.2010			
Probenbeschreibung:	Polyisobutylen			
Probenmenge / g:	0,371			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1			minimale Emissionen, k. A.	0,00
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,00

Tabelle 130

Materialgruppe:	Isolierglas-Dichtstoff			
Laborcode:	07/10-03			
Messdatum:	27.07.2010			
Probenbeschreibung:	2-K-Polysulfidichtstoff			
Probenmenge / g:	0,684			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1			minimale Emissionen, k. A.	0,00
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,00

## Thermische Trennung von Metallfensterprofilen

Tabelle 131

Materialgruppe:	Thermische Trennung von Metallfenstern			
Laborcode:	02/10-05a			
Messdatum:	04.05.2010			
Probenbeschreibung:	Kunststoffsteg, bildet zusammen mit 02/10-05b die thermische Trennung			
Probenmenge / g:	0,432			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	9,64	555291	Toluol	0,02
2	18,17	206633	Kohlenwasserstoff	0,01
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				0,03

Tabelle 132

Materialgruppe:	Thermische Trennung von Metallfenstern			
Laborcode:	02/10-05b			
Messdatum:	04.05.2010			
Probenbeschreibung:	Schaumstoff, bildet zusammen mit 02/10-05a die thermische Trennung			
Probenmenge / g:	0,053			
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	7,57	296336	Trimethylsilylester	0,11
2	9,64	443289	Toluol	0,16
3	13,85	481638	k. A.	0,17
4	15,71	692885	k. A.	0,25
5	16,13	4106314	Octamethylcyclotetrasiloxan	1,49
6	16,39	53730672	? Dimethylcyclohexylamin	19,51
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				21,69



Tabelle 133

Materialgruppe:		Thermische Trennung von Metallfenstern		
Laborcode:		02/10-07a		
Messdatum:		04.05.2010		
Probenbeschreibung:		Kunststoffsteg, bildet zusammen mit 02/10-07b die thermische Trennung		
Probenmenge / g:		0,406		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	3,64	997277	? 1,2-Butadien	0,05
2	7,48	205240	Siloxan	0,01
3	8,69	269462	Methylisobutylketon	0,01
4	9,64	1447674	Toluol	0,07
5	12,16	2042769	n-Butylacetat	0,10
6	12,97	677619	Ethylbenzol	0,03
7	13,79	10126384	Styrol	0,48
8	14,70	1917149	i-Propylbenzol	0,09
9	15,80	7140822	α-Methylstyrol	0,34
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				1,18

Tabelle 134

Materialgruppe:		Thermische Trennung von Metallfenstern		
Laborcode:		02/10-07b		
Messdatum:		04.05.2010		
Probenbeschreibung:		Schaumstoff, bildet zusammen mit 02/10-07a die thermische Trennung		
Probenmenge / g:		0,036		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/g
1	7,56	153628	? Trimethylsilylester	0,08
2	9,63	353410	Toluol	0,19
3	13,80	817057	Styrol	0,44
4	15,82	672721	α-Methylstyrol	0,36
5	16,23	3251003	C10 i-Alkane	1,75
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Summe VOC als TÄ / µg/g:				2,82



## Anhang 2

### Messergebnisse Holz-Screening

Dieser Anhang enthält die Ergebnisse der Holzscreening-Untersuchungen. Die einzelnen Stoffe wurden durch ihre Retentionszeit (RT) und massenspektrometrisch identifiziert, die Emissionen der einzelnen Substanzen werden als Toluoläquivalente (TÄ), bezogen auf die frei emittierende Oberfläche, in  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  angegeben und beziehen sich auf eine zweiminütige Probenahme. Die Eintragung „Fläche“ bezeichnet die Fläche unter dem Signal der Substanz im Gaschromatogramm.

Substanzbezeichnungen oder Molekülfragmente, die mit einem Fragezeichen („?“) gekennzeichnet sind, konnten nicht sicher identifiziert werden. Substanzen, die nicht bestimmt werden konnten, sind mit „k. A.“ („keine Angabe“) gekennzeichnet.

**Tabelle 135** Chemisch-analytische Messwerte für Probe Fi

Probenname:		Fi		
Messdatum:		22.06.2010		
Probenbeschreibung:		Fichtenholz, nicht lackiert		
Oberfläche / m <sup>2</sup> :		0,01		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / $\mu\text{g}/\text{m}^2$
1	2,39	395510	k. A.	0,7
2	9,57	1028200	Toluol	1,9
3	15,11	543266	$\alpha$ -Pinen	1,0
4	15,92	211651	$\beta$ -Pinen	0,4
5	16,04	396042	k. A.	0,7
6	16,20	346373	k. A.	0,6
7	16,54	1619911	? Kohlenwasserstoff	3,0
8	18,40	301660	k. A.	0,6
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / $\mu\text{g}/\text{m}^2$ :				8,9

**Tabelle 136** Chemisch-analytische Messwerte für Probe Ki

Probenname:		Ki		
Messdatum:		22.06.2010		
Probenbeschreibung:		Kiefernholz, nicht lackiert		
Oberfläche / m <sup>2</sup> :		0,01		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/m <sup>2</sup>
1	2,39	412471	k. A.	0,8
2	9,57	696039	Toluol	1,3
3	15,11	8587011	α-Pinen	15,7
4	15,91	4152062	β-Pinen	7,6
5	16,44	4482324	3-Caren	8,2
6	16,54	1374583	? Kohlenwasserstoff	2,5
7	16,68	1444692	Limonen	2,6
8	18,59	557527	k. A.	1,0
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/m <sup>2</sup> :				39,7

**Tabelle 137** Chemisch-analytische Messwerte für Probe M

Probenname:		M		
Messdatum:		22.06.2010		
Probenbeschreibung:		Meranti, nicht lackiert		
Oberfläche / m <sup>2</sup> :		0,01		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/m <sup>2</sup>
1	2,39	225311	k. A.	0,4
2	9,57	957378	Toluol	1,8
3	16,20	667136	n-Decan	1,2
4	16,54	2113210	? Kohlenwasserstoff	3,9
5	18,40	217827	k. A.	0,4
6	18,59	582742	k. A.	1,1
7	19,74	530462	k. A.	1,0
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/m <sup>2</sup> :				9,8

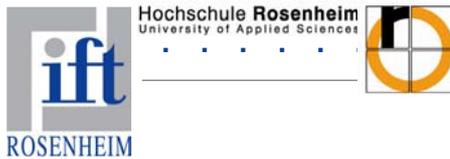


Tabelle 138 Chemisch-analytische Messwerte für Probe 1-G

Probenname:		1-G		
Messdatum:		29.06.2010		
Probenbeschreibung:		Lack 1 auf Glas (nur Decklack)		
Oberfläche / m <sup>2</sup> :		0,01		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/m <sup>2</sup>
1	2,40	288199	k. A.	0,5
2	9,57	192901	Toluol	0,4
3	11,66	7532121	Siloxan	13,8
4	14,99	129999	? 1,4-Butandiol	0,2
5	16,00	2785724	Dipropylenglykolmonomethylether	5,1
6	16,05	3217092	Dipropylenglykolmonomethylether	5,9
7	16,23	6403199	Dipropylenglykolmonomethylether	11,7
8	18,91	1907721	k. A.	3,5
9	18,94	1819165	k. A.	3,3
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/m <sup>2</sup> :				44,4

Tabelle 139 Chemisch-analytische Messwerte für Probe 1-Fi

Probenname:		1-Fi		
Messdatum:		22.06.2010		
Probenbeschreibung:		Lack 1 auf Fichte (kompletter Lackaufbau)		
Oberfläche / m <sup>2</sup> :		0,01		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/m <sup>2</sup>
1	2,39	339524	k. A.	0,6
2	9,57	1012452	Toluol	1,9
3	11,71	7532783	Siloxan	13,8
4	14,99	458099	? 1,4-Butandiol	0,8
5	16,01	2387384	Dipropylenglykolmonomethylether	4,4
6	16,06	2479089	Dipropylenglykolmonomethylether	4,5
7	16,24	5099040	Dipropylenglykolmonomethylether	9,3
8	16,53	1096276	? Kohlenwasserstoff	2,0
9	18,92	2173688	k. A.	4,0
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/m <sup>2</sup> :				41,3

**Tabelle 140** Chemisch-analytische Messwerte für Probe 1-Ki

Probenname:		1-Ki		
Messdatum:		22.06.2010		
Probenbeschreibung:		Lack 1 auf Kiefer (kompletter Lackaufbau)		
Oberfläche / m <sup>2</sup> :		0,01		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/m <sup>2</sup>
1	2,39	454136	k. A.	0,8
2	3,79	340449	k. A.	0,6
3	9,57	719332	Toluol	1,3
4	11,71	6786054	Siloxan	12,4
5	15,00	608550	? 1,4-Butandiol	1,1
6	15,11	1052554	α-Pinen	1,9
7	15,91	381628	β-Pinen	0,7
8	16,01	2337891	Dipropylenglykolmonomethylether	4,3
9	16,06	3216321	Dipropylenglykolmonomethylether	5,9
10	16,24	5840360	Dipropylenglykolmonomethylether	10,7
11	16,44	780315	3-Caren	1,4
12	16,53	1111156	? Kohlenwasserstoff	2,0
13	18,91	1516667	k. A.	2,8
14	18,93	1707738	k. A.	3,1
15				
Summe VOC als TÄ / µg/m <sup>2</sup> :				49,0

**Tabelle 141** Chemisch-analytische Messwerte für Probe 1-M

Probenname:		1-M		
Messdatum:		22.06.2010		
Probenbeschreibung:		Lack 1 auf Meranti (kompletter Lackaufbau)		
Oberfläche / m <sup>2</sup> :		0,01		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/m <sup>2</sup>
1	2,38	328453	k. A.	0,6
2	3,79	101984	k. A.	0,2
3	9,57	862354	Toluol	1,6
4	11,71	3648681	Siloxan	6,7
5	14,99	281942	? 1,4-Butandiol	0,5
6	16,01	1294503	Dipropylenglykolmonomethylether	2,4
7	16,06	2154193	Dipropylenglykolmonomethylether	3,9
8	16,23	3829839	Dipropylenglykolmonomethylether	7,0
9	16,53	887959	? Kohlenwasserstoff	1,6
10	18,91	3187941	k. A.	5,8
11				
12				
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/m <sup>2</sup> :				30,3



Tabelle 142 Chemisch-analytische Messwerte für Probe 2-G

Probenname:		2-G		
Messdatum:		29.06.2010		
Probenbeschreibung:		Lack 2 auf Glas (nur Decklack)		
Oberfläche / m <sup>2</sup> :		0,01		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/m <sup>2</sup>
1	2,40	204851	k. A.	0,4
2	9,57	145171	Toluol	0,3
3	11,68	1199148	Methoxyalkohol	2,2
4	16,01	254068	Alkylaromat	0,5
5	16,06	439662	k. A.	0,8
6	16,11	281312	k. A.	0,5
7	16,23	1242280	Dipropylenglykolmonomethylether	2,3
8	16,54	512715	k. A.	0,9
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/m <sup>2</sup> :				7,9

Tabelle 143 Chemisch-analytische Messwerte für Probe 2-Fi

Probenname:		2-Fi		
Messdatum:		22.06.2010		
Probenbeschreibung:		Lack 2 auf Fichte (kompletter Lackaufbau)		
Oberfläche / m <sup>2</sup> :		0,01		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/m <sup>2</sup>
1	2,40	242371	k. A.	0,4
2	9,57	854356	Toluol	1,6
3	11,71	1535906	Methoxyalkohol	2,8
4	16,05	1414787	Alkylaromat	2,6
5	16,24	1129713	Dipropylenglykolmonomethylether	2,1
6	16,53	511526	k. A.	0,9
7	18,92	683315	k. A.	1,3
8	18,94	548181	k. A.	1,0
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/m <sup>2</sup> :				12,7

**Tabelle 144** Chemisch-analytische Messwerte für Probe 2-Ki

Probenname:		2-Ki		
Messdatum:		23.06.2010		
Probenbeschreibung:		Lack 2 auf Kiefer (kompletter Lackaufbau)		
Oberfläche / m <sup>2</sup> :		0,01		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/m <sup>2</sup>
1	2,38	349296	k. A.	0,6
2	3,79	205240	k. A.	0,4
3	9,56	1192120	Toluol	2,2
4	11,69	1476264	Methoxyalkohol	2,7
5	15,09	3196343	α-Pinen	5,9
6	15,89	1269214	β-Pinen	2,3
7	16,02	1144157	Alkylaromat	2,1
8	16,18	263173	k. A.	0,5
9	16,22	574953	Dipropylglykolmonomethylether	1,1
10	16,42	1008429	3-Caren	1,8
11	16,51	741999	k. A.	1,4
12	16,66	296268	Limonen	0,5
13	18,91	523341	k. A.	1,0
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/m <sup>2</sup> :				22,5

**Tabelle 145** Chemisch-analytische Messwerte für Probe 2-M

Probenname:		2-M		
Messdatum:		23.06.2010		
Probenbeschreibung:		Lack 2 auf Meranti (kompletter Lackaufbau)		
Oberfläche / m <sup>2</sup> :		0,01		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/m <sup>2</sup>
1	2,39	375831	k. A.	0,7
2	9,55	1065957	Toluol	2,0
3	11,69	1414218	Methoxyalkohol	2,6
4	15,42	136700	1,3,5-Trimethylbenzol	0,3
5	16,02	1048498	Alkylaromat	1,9
6	16,22	575730	Dipropylglykolmonomethylether	1,1
7	16,42	153447	k. A.	0,3
8	16,51	746721	k. A.	1,4
9	18,91	325332	k. A.	0,6
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/m <sup>2</sup> :				10,9



Tabelle 146 Chemisch-analytische Messwerte für Probe 3-G

Probenname:		3-G		
Messdatum:		29.06.2010		
Probenbeschreibung:		Lack 3 auf Glas (nur Decklack)		
Oberfläche / m <sup>2</sup> :		0,01		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/m <sup>2</sup>
1	2,39	350597	k. A.	0,6
2	9,57	524950	Toluol	1,0
3	11,71	358503	Methoxyalkohol	0,7
4	16,00	1541524	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	2,8
5	16,10	597193	k. A.	1,1
6	16,23	864864	2-Methyl-3-pentanol	1,6
7	16,54	1120017	? Kohlenwasserstoff	2,1
8	17,13	217752	k. A.	0,4
9	18,13	489536	k. A.	0,9
10	18,26	1983246	k. A.	3,6
11	20,04	3190464	k. A.	5,8
12	20,12	2304663	k. A.	4,2
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/m <sup>2</sup> :				24,8

Tabelle 147 Chemisch-analytische Messwerte für Probe 3-Fi

Probenname:		3-Fi		
Messdatum:		29.06.2010		
Probenbeschreibung:		Lack 3 auf Fichte (kompletter Lackaufbau)		
Oberfläche / m <sup>2</sup> :		0,01		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/m <sup>2</sup>
1	2,40	189796	k. A.	0,3
2	9,57	402241	Toluol	0,7
3	10,33	164874	Hexanal	0,3
4	11,70	145975	Methoxyalkohol	0,3
5	14,14	2337958	Butoxyethanol	4,3
6	15,99	7304810	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	13,4
7	16,22	1332922	2-Methyl-3-pentanol	2,4
8	16,54	689475	k. A.	1,3
9	18,13	284212	k. A.	0,5
10	18,92	771258	k. A.	1,4
11	20,04	3622417	k. A.	6,6
12	20,12	2903062	k. A.	5,3
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/m <sup>2</sup> :				36,8

**Tabelle 148** Chemisch-analytische Messwerte für Probe 3-Ki

Probenname:		3-Ki		
Messdatum:		29.06.2010		
Probenbeschreibung:		Lack 3 auf Kiefer (kompletter Lackaufbau)		
Oberfläche / m <sup>2</sup> :		0,01		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/m <sup>2</sup>
1	2,40	191084	k. A.	0,3
2	9,57	465245	Toluol	0,9
3	10,34	137939	Hexanal	0,3
4	11,71	177543	Methoxyalkohol	0,3
5	14,14	1740447	2-Butoxyethanol	3,2
6	15,11	817017	α-Pinen	1,5
7	15,92	656725	β-Pinen	1,2
8	15,99	10869685	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	19,9
9	16,22	870645	2-Methyl-3-pentanol	1,6
10	16,44	656301	3-Caren	1,2
11	16,54	632808	k. A.	1,2
12	18,13	247792	k. A.	0,5
13	18,93	607097	k. A.	1,1
14	20,03	3930944	k. A.	7,2
15	20,12	3568639	k. A.	6,5
Summe VOC als TÄ / µg/m <sup>2</sup> :				46,9

**Tabelle 149** Chemisch-analytische Messwerte für Probe 3-M

Probenname:		3-M		
Messdatum:		29.06.2010		
Probenbeschreibung:		Lack 3 auf Meranti (kompletter Lackaufbau)		
Oberfläche / m <sup>2</sup> :		0,01		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/m <sup>2</sup>
1	2,39	175682	k. A.	0,3
2	9,58	542590	Toluol	1,0
3	10,34	130195	Hexanal	0,2
4	11,70	158184	Methoxyalkohol	0,3
5	14,15	1136088	2-Butoxyethanol	2,1
6	15,71	174717	k. A.	0,3
7	15,99	6875282	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	12,6
8	16,22	800935	2-Methyl-3-pentanol	1,5
9	16,54	479157	k. A.	0,9
10	18,13	220228	k. A.	0,4
11	18,93	378327	k. A.	0,7
12	20,04	3880600	k. A.	7,1
13	20,12	3542523	k. A.	6,5
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/m <sup>2</sup> :				33,9



Tabelle 150 Chemisch-analytische Messwerte für Probe 4-G

Probenname:		4-G		
Messdatum:		29.06.2010		
Probenbeschreibung:		Lack 4 auf Glas (nur Decklack)		
Oberfläche / m <sup>2</sup> :		0,01		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/m <sup>2</sup>
1	2,39	184482	k. A.	0,3
2	7,64	516231	k. A.	0,9
3	9,58	339776	Toluol	0,6
4	11,72	125172	Hexamethylcyclotrisiloxan	0,2
5	16,00	719118	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	1,3
6	16,10	390927	k. A.	0,7
7	16,21	589299	2-Methyl-3-pentanol	1,1
8	16,53	520299	k. A.	1,0
9	18,13	273813	k. A.	0,5
10	18,93	798598	k. A.	1,5
11	20,03	2528742	k. A.	4,6
12	20,12	2013852	k. A.	3,7
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/m <sup>2</sup> :				16,4

Tabelle 151 Chemisch-analytische Messwerte für Probe 4-Fi

Probenname:		4-Fi		
Messdatum:		30.06.2010		
Probenbeschreibung:		Lack 4 auf Fichte (kompletter Lackaufbau)		
Oberfläche / m <sup>2</sup> :		0,01		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/m <sup>2</sup>
1	2,39	336076	k. A.	0,6
2	7,70	204428	k. A.	0,4
3	9,56	507284	Toluol	0,9
4	10,32	254716	Hexanal	0,5
5	11,70	124323	Hexamethylcyclotrisiloxan	0,2
6	14,13	1688941	2-Butoxyethanol	3,1
7	15,98	3662283	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	6,7
8	16,21	875391	2-Methyl-3-pentanol	1,6
9	16,53	644844	Kohlenwasserstoff	1,2
10	18,92	614020	k. A.	1,1
11	20,03	2447133	k. A.	4,5
12	20,12	2130072	k. A.	3,9
13				
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/m <sup>2</sup> :				24,7

**Tabelle 152** Chemisch-analytische Messwerte für Probe 4-Ki

Probenname:		4-Ki		
Messdatum:		30.06.2010		
Probenbeschreibung:		Lack 4 auf Kiefer (kompletter Lackaufbau)		
Oberfläche / m <sup>2</sup> :		0,01		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/m <sup>2</sup>
1	2,39	309785	k. A.	0,6
2	9,57	544318	Toluol	1,0
3	10,32	451025	Hexanal	0,8
4	14,12	2135748	2-Butoxyethanol	3,9
5	15,10	3982032	α-Pinen	7,3
6	15,91	3128772	β-Pinen	5,7
7	15,97	4258891	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	7,8
8	16,20	849213	2-Methyl-3-pentanol	1,6
9	16,44	2393014	3-Caren	4,4
10	16,53	681595	k. A.	1,2
11	16,68	720883	Limonen	1,3
12	18,99	376842	k. A.	0,7
13	20,03	2850981	k. A.	5,2
14	20,11	2340889	k. A.	4,3
15				
Summe VOC als TÄ / µg/m <sup>2</sup> :				45,8

**Tabelle 153** Chemisch-analytische Messwerte für Probe 4-M

Probenname:		4-M		
Messdatum:		30.06.2010		
Probenbeschreibung:		Lack 4 auf Kiefer (kompletter Lackaufbau)		
Oberfläche / m <sup>2</sup> :		0,01		
Nr.	RT / min	Fläche	Substanz	Emission als TÄ / µg/m <sup>2</sup>
1	2,39	347199	k. A.	0,6
2	7,63	198392	k. A.	0,4
3	9,56	444131	Toluol	0,8
4	10,32	107005	Hexanal	0,2
5	10,70	69699	Hexamethylcyclotrisiloxan	0,1
6	14,12	1006502	2-Butoxyethanol	1,8
7	15,97	3171036	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	5,8
8	16,20	662809	2-Methyl-3-pentanol	1,2
9	16,52	481519	k. A.	0,9
10	18,12	246704	k. A.	0,5
11	18,60	169088	2-(2-Butoxyethoxy)ethanol	0,3
12	20,02	3166271	k. A.	5,8
13	20,11	2518659	k. A.	4,6
14				
15				
Summe VOC als TÄ / µg/m <sup>2</sup> :				23,0



### Anhang 3

## Messergebnisse der Kammermessungen an Komponenten

Dieser Anhang enthält die Ergebnisse der Prüfkammermessungen an Komponenten. In den Tabellen, in denen die chemisch-analytischen Messwerte aufgeführt werden, sind auch die NIKen, Stand 2010, aufgeführt, soweit diese für den jeweiligen Stoff oder die Stoffgruppe erstellt wurden.

Zur eindeutigen Identifizierung der einzelnen Stoffe enthalten die Tabellen auch die Chemical Abstracts Service Registry-Nummern (CAS-Nr.) soweit diese vorliegen. Wenn nichts anderes vermerkt, wurden die Stoffe mittels Referenzsubstanzen quantifiziert.

Substanzbezeichnungen oder Molekülfragmente, die mit einem Fragezeichen („?“) gekennzeichnet sind, konnten nicht sicher identifiziert werden. Die Kennzeichnung „< BG“ besagt, dass bei der betreffenden Messung die Substanz nicht nachgewiesen werden konnte, weil die Konzentration unter der Nachweisgrenze ( $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) lag.

Eine Tabelle der chemisch analytischen Messwerte für Material PK 1 (PVC-Profil) entfällt, da bei der Kammerprüfung des Materials keine Substanzen gefunden wurden.

**Tabelle 154** Chemisch-analytische Messwerte für PK 2 (Beschichtung Alu)

Substanz	CAS-Nr.	Stoffkonzentration in Prüfkammerluft / $\mu\text{g}/\text{m}^3$		NIK / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		3 d	7 d	
<b>VVOC</b>				
Ethanol <sup>1)</sup>	64-17-5	6	< BG	-
<b>VOC</b>				
1-Butanol	71-36-3	2	< BG	3100
unbekannte Substanz (m/z 229) <sup>1)</sup>	-	3	< BG	-

<sup>1)</sup> Identifizierung mittels GC/MS über Spektrenbibliothek, Quantifizierung als Toluoläquivalent

**Tabelle 155** Chemisch-analytische Messwerte für PK 3 (lackierte Holzoberfläche 1)

Substanz	CAS-Nr.	Stoffkonzentration in Prüfkammerluft / $\mu\text{g}/\text{m}^3$			NIK / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		3 d	7 d	28 d	
<b>VOC</b>					
1-Methoxy-2-propanol	107-98-2	6	5	3	3700
1,2-Propandiol	57-55-6	3	5	4	2500
Hexanal	66-25-1	4	3	1	890
? 3-Methoxy-1-butanol <sup>1)</sup>	2517-43-3	63	41	13	-
2-Butoxyethanol	111-76-2	2	1	< BG	980
$\alpha$ -Pinen	80-56-8	1	1	1	1500
1-Butoxy-2-propanol <sup>1)</sup>	5131-66-8	9	5	2	-
? Dipropylenglykolmonomethylether <sup>1)</sup>	20324-32-7	22	14	5	-
? Dipropylenglykolmonomethylether <sup>1)</sup>	20324-32-7	24	16	5	-
? 1-(2-Methoxypropoxy)-2-propanol <sup>1)</sup>	13429-07-7	76	49	17	-
? 2-(2-Methoxypropoxy)-1-propanol <sup>1)</sup>	13588-28-8	1	1	< BG	-
? 2-(2-Methoxypropoxy)-1-propanol <sup>1)</sup>	13588-28-8	2	1	< BG	-
2-Phenoxyethanol	122-99-6	1	2	< BG	1100
? Dipropylenglykol <sup>1)</sup>	106-62-7	1	< BG	< BG	-
Isoalken <sup>1)</sup>	-	1	< BG	< BG	-
Isoalkan (C 16?) <sup>2)</sup>	-	< BG	1	< BG	6000
Ester <sup>1)</sup>	-	1	1	< BG	-
Glykol <sup>1)</sup>	-	9	8	5	-
<b>SVOC</b>					
unbekannte Verbindung (m/z 303) <sup>1)</sup>	-	1	2	3	-

<sup>1)</sup> Identifizierung mittels GC/MS über Spektrenbibliothek, Quantifizierung als Toluoläquivalent<sup>2)</sup> Identifizierung mittels GC/MS über Spektrenbibliothek, substanzähnliche Quantifizierung**Tabelle 156** Chemisch-analytische Messwerte für PK 4 (lackierte Holzoberfläche 2)

Substanz	CAS-Nr.	Stoffkonzentration in Prüfkammerluft / $\mu\text{g}/\text{m}^3$			NIK / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		3 d	7 d	28 d	
<b>VOC</b>					
m-Xylol	108-38-3	< BG	< BG	1	2200
Trimethylbenzol <sup>1)</sup>	-	< BG	< BG	1	1000
<b>SVOC</b>					
Siloxan <sup>2)</sup>	-	< BG	1	< BG	-
unbekannte Verbindung (m/z 327, 405) <sup>2)</sup>	-	< BG	1	< BG	-
Diisobutylphthalat <sup>2)</sup>	84-69-5	< BG	1	< BG	-

<sup>1)</sup> Identifizierung mittels GC/MS über Spektrenbibliothek, Quantifizierung über 1,2,3-Trimethylbenzol<sup>2)</sup> Identifizierung mittels GC/MS über Spektrenbibliothek, Quantifizierung als Toluoläquivalent



Tabelle 157 Chemisch-analytische Messwerte für PK 5 (Lack auf Glas 1)

Substanz	CAS-Nr.	Stoffkonzentration in Prüfkammerluft / $\mu\text{g}/\text{m}^3$			NIK / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		3 d	7 d	28 d	
<b>VOC</b>					
2-(2-Ethoxyethoxy)-ethanol	111-90-0	3	< BG	< BG	350
unbekannte Substanz (m/z 73, 267) <sup>1)</sup>	-	1	1	< BG	-
2,2,4-Trimethyl-1,4-pentandiol <sup>1)</sup>	144-19-4	4	< BG	< BG	-
unbekannte Substanz (m/z 97) <sup>1)</sup>	-	2	1	< BG	-
? Dimethylcyclohexanol <sup>1)</sup>	-	1	< BG	< BG	-
Dodecamethylcyclhexasiloxan <sup>1)</sup>	540-97-6	2	2	< BG	1200
Ester <sup>1)</sup>	-	203	93	4	-
Ester <sup>1)</sup>	-	316	154	7	-
unbekannte Substanz (m/z 109, 151) <sup>1)</sup>	-	10	11	3	-
? Cyclododecan <sup>1)</sup>	294-62-2	3	< BG	< BG	-
2,2,4-Trimethyl-1,3-pentandioldiisobutyrat	6846-50-0	8	6	< BG	450

<sup>1)</sup> Identifizierung mittels GC/MS über Spektrenbibliothek, Quantifizierung als Toluoläquivalent

Tabelle 158 Chemisch-analytische Messwerte für PK 6 (Lack auf Glas 2)

Substanz	CAS-Nr.	Stoffkonzentration in Prüfkammerluft / $\mu\text{g}/\text{m}^3$			NIK / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		3 d	7 d	28 d	
<b>VOC</b>					
n-Heptan	142-82-5	< BG	< BG	1	21000
Toluol	108-88-3	< BG	1	< BG	1900
m-/p-Xylol	108-38-3 106-42-3	< BG	1	< BG	2200
1,3,5-Trimethylbenzol (oder Isomer)	108-67-8	< BG	1	< BG	1000
Nonanal	124-19-6	< BG	3	3	1300
Decanal	112-31-2	1	6	5	1400

**Tabelle 159** Chemisch-analytische Messwerte für PK 7 (Dichtprofil 1)

Substanz	CAS-Nr.	Stoffkonzentration in Prüfkammerluft / $\mu\text{g}/\text{m}^3$		NIK / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		3 d	28 d	
<b>VOC</b>				
Alkylbenzol (? Hexylbenzol) <sup>1)</sup>	1077-16-3	1	< BG	1000
2,4-Di-tert-butylphenol (oder Iso- mer) <sup>2)</sup>	96-76-4	19	4	-
<b>SVOC</b>				
unbekannte Substanz (m/z 149, 220) <sup>2)</sup>	-	1	< BG	-
? 4-Nonylphenol, verzweigt <sup>2)</sup>	104-40-5	1	1	-
? 4-(1,1,3,3-Tetramethylbutyl)- phenol <sup>2)</sup>	140-66-9	1	< BG	-

<sup>1)</sup> Identifizierung mittels GC/MS über Spektrenbibliothek, substanzähnliche Quantifizierung

<sup>2)</sup> Identifizierung mittels GC/MS über Spektrenbibliothek, Quantifizierung als Toluoläquivalent

**Tabelle 160** Chemisch-analytische Messwerte für PK 8 (Dichtprofil 2)

Substanz	CAS-Nr.	Stoffkonzentration in Prüfkammerluft / $\mu\text{g}/\text{m}^3$		NIK / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		3 d	7 d	
<b>VOC</b>				
? Trimethylsilyl-2-[(trimethylsilyl)- oxy]benzoat <sup>1)</sup>	3789-85-3	2	3	-
Cyclohexylisothiocyanat <sup>1)</sup>	1122-82-3	1	1	-
Siloxan <sup>1)</sup>	-	5	6	-
Siloxan <sup>1)</sup>	-	4	4	-

<sup>1)</sup> Identifizierung mittels GC/MS über Spektrenbibliothek, Quantifizierung als Toluoläquivalent



Tabelle 161 Chemisch-analytische Messwerte für PK 9 (Dichtstoff 1)

Substanz	CAS-Nr.	Stoffkonzentration in Prüfkammerluft / $\mu\text{g}/\text{m}^3$			NIK / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		3 d	7 d	28 d	
<b>VVOC</b>					
Ethanol <sup>1)</sup>	64-17-5	32	6	< BG	-
<b>VOC</b>					
2-Butanon	78-93-3	105	32	3	6000
Toluol	108-88-3	1	< BG	< BG	1900
2-Butanonoxim	96-29-7	7472	337	10	20
Hexamethylcyclotrisiloxan <sup>1)</sup>	541-05-9	ÜL <sup>2)</sup>	ÜL <sup>2)</sup>	4	-
Furfural	98-01-1	9	1	< BG	20
? 3-Butenonoxim <sup>1)</sup>	-	1	< BG	< BG	-
? Triethoxymethylsilan <sup>1)</sup>	2031-67-6	51	1	< BG	-
? Ethylacetamid <sup>1)</sup>	625-50-3	5	1	< BG	-
Styrol	100-42-5	4	1	< BG	860
unbekannte Substanz (m/z 43, 72, 84) <sup>1)</sup>	-	1	2	3	-
? Triethoxyvinylsilan <sup>1)</sup>	78-08-0	3	< BG	< BG	-
Octamethylcyclotetrasiloxan	556-67-2	128	65	< BG	1200
Benzaldehyd	100-52-7	6	2	< BG	90
Phenol	108-95-2	3	< BG	< BG	10
Octanal	124-13-0	4	3	8	1100
unbekannte Substanz (m/z 193, 237) <sup>1)</sup>	-	4	< BG	< BG	-
C11- Isoalkan <sup>3)</sup>	-	2	< BG	< BG	6000
Isoalkan <sup>3)</sup>	-	1	< BG	< BG	6000
? trans-Decahydronaphthalin <sup>1)</sup>	493-02-7	4	< BG	< BG	-
Terpen (? p-Menthen) <sup>3)</sup>	-	3	< BG	< BG	1500
Acetophenon	98-86-2	7	1	< BG	490
unbekannte Substanz (m/z 137, 152) <sup>1)</sup>	-	3	1	< BG	-
Cycloalkan <sup>1)</sup>	-	5	1	< BG	-
n-Undecan	1120-21-4	8	1	< BG	6000
nicht auftrennbares Gemisch aus mindestens 70 Substanzen (u. a. Siloxane, aliphatische Kohlenwasserstoffe) <sup>1)</sup>	-	2117	941	42	-
Nonanal	124-19-6	ÜL <sup>2)</sup>	ÜL <sup>2)</sup>	20	1300
? Siloxan <sup>1)</sup>	-	ÜL <sup>2)</sup>	ÜL <sup>2)</sup>	4	-
Decanal	112-31-2	ÜL <sup>2)</sup>	ÜL <sup>2)</sup>	28	1400
Dodecamethylcyclohexasiloxan <sup>1)</sup>	540-97-6	ÜL <sup>2)</sup>	ÜL <sup>2)</sup>	15	1200
Tridecan	629-59-4	ÜL <sup>2)</sup>	ÜL <sup>2)</sup>	9	6000
? Siloxan <sup>1)</sup>	-	19	26	3	-
<b>SVOC</b>					
? 4-Phenyl-4-cyclopenten-1,3-dion <sup>1)</sup>	51306-96-8	1	1	< BG	-
Palmitinsäure <sup>1)</sup>	57-10-3	15	12	< BG	-
? Terphenylol <sup>1)</sup>	2432-11-3	5	2	< BG	-
? Octahydro-binaphthalin <sup>1)</sup>	-	190	67	< BG	-

<sup>1)</sup> Identifizierung mittels GC/MS über Spektrenbibliothek, Quantifizierung als Toluoläquivalent

<sup>2)</sup> keine Quantifizierung möglich, Überlagerung mit anderer Substanz / anderen Substanzen

<sup>3)</sup> Identifizierung mittels GC/MS über Spektrenbibliothek, substanzähnliche Quantifizierung

**Tabelle 162** Chemisch-analytische Messwerte für PK 10 (Dichtstoff 2)

Substanz	CAS-Nr.	Stoffkonzentration in Prüfkammerluft / $\mu\text{g}/\text{m}^3$			NIK / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		3 d	7 d	28 d	
<b>VOC</b>					
2-Butanon	78-93-3	61	10	< BG	6000
unbekannte Substanz (m/z 43, 68) <sup>1)</sup>	-	2	< BG	< BG	-
Methylisobutylketon	108-10-1	44	9	1	830
2-Butanonoxim	96-29-7	2766	266	2	20
? n-Ethylacetamid <sup>1)</sup>	625-50-3	1	1	< BG	-
? Methylisobutylketonoxim <sup>1)</sup>	105-44-2	2070	591	4	-
? 6-Methyl-5-hepten-2-on <sup>1)</sup>	110-93-0	2	< BG	< BG	-
unbekannte Substanz (m/z 43, 72, 115) <sup>1)</sup>	-	5	3	< BG	-
Siloxan (m/z 73, 267) <sup>1)</sup>	-	62	33	< BG	-
n-Dodecan	112-40-3	2	< BG	< BG	6000
unbekannte Substanz (m/z 42, 70, 142) <sup>1)</sup>	-	4	2	< BG	-
unbekannte Substanz (m/z 42, 70, 142) <sup>1)</sup>	-	4	2	< BG	-
Dodecamethylcyclhexasiloxan <sup>2)</sup>	540-97-6	34	25	11	1200
Siloxan (m/z 73, 281, 415) <sup>1)</sup>	-	21	18	13	-
<b>SVOC</b>					
Siloxan (m/z 73, 147, 355) <sup>1)</sup>	-	4	4	6	-
Dibutylphthalat <sup>1)</sup>	84-74-2	< BG	1	6	-

<sup>1)</sup> Identifizierung mittels GC/MS über Spektrenbibliothek, Quantifizierung als Toluoläquivalent

<sup>2)</sup> Identifizierung mittels GC/MS über Spektrenbibliothek, substanzähnliche Quantifizierung

**Tabelle 163** Chemisch-analytische Messwerte für PK 11 (Beschlag)

Substanz	CAS-Nr.	Stoffkonzentration in Prüfkammerluft / $\mu\text{g}/\text{m}^3$		NIK / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		3 d	7 d	
<b>VOC</b>				
2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7	1	1	1100
Dodecamethylcyclhexasiloxan <sup>1)</sup>	540-97-6	1	< BG	1200
<b>SVOC</b>				
4-(1,1,3,3-Tetramethylbutyl)-phenol <sup>1)</sup>	140-66-9	1	1	-
? 2-Hexyl-1-decanol <sup>1)</sup>	2425-77-6	4	4	-

<sup>1)</sup> Identifizierung mittels GC/MS über Spektrenbibliothek, Quantifizierung als Toluoläquivalent

**Tabelle 164** Chemisch-analytische Messwerte für PK 12 (Glas-/Randverbund)

Substanz	CAS-Nr.	Stoffkonzentration in Prüfkammerluft / $\mu\text{g}/\text{m}^3$		NIK / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		3 d	7 d	
<b>VOC</b>				
4-Vinyl-1-cyclohexen <sup>1)</sup>	100-40-3	1	1	–
gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe ab C <sub>9</sub> <sup>2)</sup>	–	3	2	6000
<b>SVOC</b>				
unbekannte Verbindung (m/z 247) <sup>1)</sup>	–	1	1	–
Diisobutylphthalat <sup>1)</sup>	84-69-5	1	< BG	–

<sup>1)</sup> Identifizierung mittels GC/MS über Spektrenbibliothek, Quantifizierung als Toluoläquivalent

<sup>2)</sup> Identifizierung mittels GC/MS über Spektrenbibliothek, substanzähnliche Quantifizierung

**Tabelle 165** Chemisch-analytische Messwerte für PK 13 (thermische Trennung)

Substanz	CAS-Nr.	Stoffkonzentration in Prüfkammerluft / $\mu\text{g}/\text{m}^3$		NIK / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		3 d	7 d	
<b>VOC</b>				
$\epsilon$ -Caprolactam	105-60-2	20	22	240
Isoalken <sup>1)</sup>	–	2	2	–
Isoalken <sup>1)</sup>	–	1	1	–
n-Tetradecan	629-59-4	< BG	1	6000
? 2,6-Di-tert-butylphenol (oder Isomer) <sup>1)</sup>	128-39-2	< BG	1	–
<b>SVOC</b>				
unbekannte Substanz (m/z 247) <sup>1)</sup>	–	5	6	–
unbekannte Substanz (m/z 303) <sup>1)</sup>	–	2	3	–

<sup>1)</sup> Identifizierung mittels GC/MS über Spektrenbibliothek, Quantifizierung als Toluoläquivalent



## Anhang 4 Messergebnisse der Kammermessungen an kompletten Fenstern

Dieser Anhang enthält die Ergebnisse der Prüfkammermessungen an kompletten Fenstern. In den Tabellen, in denen die chemisch-analytischen Messwerte aufgeführt werden, sind auch die NIKen, Stand 2010, aufgeführt, soweit diese für den jeweiligen Stoff oder die Stoffgruppe erstellt wurden.

Zur eindeutigen Identifizierung der einzelnen Stoffe enthalten die Tabellen auch die Chemical Abstracts Service Registry-Nummern (CAS-Nr.), soweit diese vorliegen.

**Tabelle 166** Chemisch-analytische Messwerte für untersuchtes Kunststofffenster

Substanz	CAS-Nr.	Stoffkonzentration in Prüfkammerluft / $\mu\text{g}/\text{m}^3$			NIK / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		3 d	7 d	28 d	
<b>VOC</b>					
2,2,4,5,5-Pentamethylheptan	013475-82-6	2	1	-	-
<b>Summe aller gemessenen Verbindungen:</b>		2	1	-	
<b>Summe VVOC:</b>		<1	<1	-	
<b>Summe VOC:</b>		2	1	-	
<b>Summe SVOC:</b>		<1	<1	-	

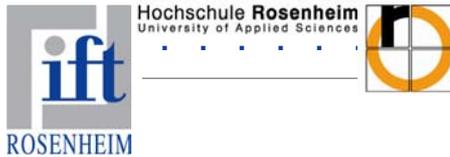


Tabelle 167 Chemisch-analytische Messwerte für untersuchtes Holzfenster

Substanz	CAS-Nr.	Stoffkonzentration in Prüfkammerluft / $\mu\text{g}/\text{m}^3$			NIK / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		3 d	7 d	28 d	
<b>VOC</b>					
2-Butanon (MEK)	000078-93-3	5	<1	<1	6000
gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe bis C <sub>8</sub> (Toluol)	000591-76-4	2	<1	<1	6000
Gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe bis C <sub>8</sub> (Toluol)	000589-34-4	3	<1	<1	6000
C <sub>7</sub> (Heptan) <sub>(C<sub>6</sub>(Hexan))</sub>	000412-82-5	3	<1	<1	-
Toluol	000108-88-3	6	7	9	1900
3-Methoxy-1-butanol <sub>(Toluol)</sub>	002517-43-3	154	122	10	-
Butylglykol	000111-76-2	3	<1	<1	980
1-Butoxy-2-propanol <sub>(Toluol)</sub>	005131-66-8	18	14	<1	-
DPGMME Isomerengemisch	034590-94-8	225	184	24	3100
2-Phenoxyethanol	000122-99-6	3	2	<1	1100
Dipropylenglykolbutylether (Isomerengemisch)	029911-28-2	104	113	19	810
2,2,4-Trimethylpentan-1,3-diol-monoisobutyrat (Texanol)	025265-77-4	4	4	<1	600
<b>Summe aller gemessenen Verbindungen:</b>		530	446	62	
<b>Summe VVOC:</b>		<1	<1	<1	
<b>Summe aller gemessenen Komponenten als TVOC<sub>Originalresponse</sub> Wert:</b>		530	446	62	
<b>Summe aller gemessenen Komponenten als TVOC<sub>Toluol</sub> Wert:</b>		480	408	54	
<b>Summe SVOC:</b>		<1	<1	<1	

Tabelle 168 Chemisch-analytische Messwerte für untersuchtes Metallfenster

Substanz	CAS-Nr.	Stoffkonzentration in Prüfkammerluft / $\mu\text{g}/\text{m}^3$			NIK / $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		3 d	7 d	28 d	
<b>SVOC</b>					
2,6-Di-tert.-butyl-4-sec.-butylphenol <sub>(Toluol)</sub>	017540-75-9	13	15	-	-
<b>VOC</b>					
Toluol	000108-88-3	11	12	-	1900
n-Decanal	000112-31-2	2	2	-	1400
2,6-Di-tert.butyl-4-methylphenol (BHT)	000128-37-0	2	<1	-	100
<b>Summe aller gemessenen Verbindungen:</b>		28	29	-	
<b>Summe VVOC:</b>		<1	<1	-	
<b>Summe aller gemessenen Komponenten als TVOC<sub>Originalresponse</sub> Wert:</b>		15	14	-	
<b>Summe aller gemessenen Komponenten als TVOC<sub>Toluol</sub> Wert:</b>		26	25	-	
<b>Summe SVOC:</b>		13	15	-	



**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>