

Kurzbericht

Untersuchung der Auswaschungen von Bauelementen aus Holz, Kunststoff, Metall und Glas zur Bewertung der Auswirkungen auf Boden und Grundwasser

der Forschungsstellen



ift gemeinnützige Forschungs- und
Entwicklungsgesellschaft mbH



Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP,
Standort Holzkirchen

Das Forschungsvorhaben wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau
des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt, und Raumforschung gefördert.
(Aktenzeichen: II 3-F-20-12-1-040/SWD-10.08.18.7-13.10)
Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt bei den Autoren.

Kurzbericht

Thema	Untersuchung der Auswaschungen von Bauelementen aus Holz, Kunststoff, Metall und Glas zur Bewertung der Auswirkungen auf Boden und Grundwasser
Kurztitel	Auswaschungen von Bauelementen
Gefördert durch	Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Aktenzeichen: II 3-F-20-12-1-040/SWD-10.08.18.7-13.10)
Forschungsstellen	
	Forschungsstelle: ift gemeinnützige Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH Theodor-Gietl-Str. 7-9 83026 Rosenheim Projektleitung: Benno Bliemetsrieder, MBA, Dipl.-Ing. (FH) Projektbearbeitung: Benno Bliemetsrieder, MBA, Dipl.-Ing. (FH) Miriam Kaube, B. Eng. Institutsleitung: Prof. Ulrich Sieberath
	Forschungsstelle: Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP Standort Holzkirchen Fraunhoferstr. 10 83626 Valley Projektleitung: Dr.-Ing. Christian Scherer Projektbearbeitung: Dr.-Ing. Christian Scherer Dr.-Ing. Regina Schwerd Christoph Schwitalla, Dipl.-Ing. (FH) Friederike Externbrink

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Problemstellung und Zielsetzung 1
2	Durchführung.....3
3	Erkenntnisse im Hinblick auf die Untersuchungsmethodik.....7
4	Erkenntnisse im Hinblick auf die Bewertung der untersuchten Proben9
5	Danksagung 10
6	Literaturverzeichnis 12

1 Problemstellung und Zielsetzung

Wie bereits die europäische Bauproduktenrichtlinie (89/106/EWG) [1], so adressiert auch die seit dem 01.07.2013 vollumfänglich rechtsgültige europäische Bauproduktenverordnung (EU Nr. 305/2011) [2] die Punkte Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz als Grundanforderung an Bauwerke Nr. 3 (BWR 3).

Neben Anforderungen an Bauprodukte hinsichtlich radioaktiver Strahlung und Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) in die Innenraumluft werden auch mögliche Auswaschungen gefährlicher Substanzen in Boden und Grundwasser thematisiert. Ziel ist es, Gefahren für die natürlichen Lebensgrundlagen durch bauliche Anlagen abzuwehren und die hohen Schutzgüter Grundwasser und Boden vor verschlechternden Einflüssen zu bewahren. Für Bauelemente in der Gebäudehülle bzw. im Gebäudeumfeld, die der Witterung ausgesetzt sind, stehen dabei vor allem mögliche Einträge gefährlicher Stoffe aus diesen Bauelementen in Boden, Grund- und Oberflächenwasser im Fokus.

Auf die Bauelemente in der Gebäudehülle wirken die verschiedensten Einflussfaktoren (siehe Abbildung 1). Auswirkungen auf die Auswaschungen in Boden und Grundwasser sind dabei von Einflussfaktoren wie der Ausrichtung der jeweiligen Gebäude zu regional unterschiedlichen Richtungen der Hauptbewitterung (Windrichtung, Niederschlag) sowie klimatischen Einflüssen wie Temperaturwechsel und UV-Strahlung zu erwarten.

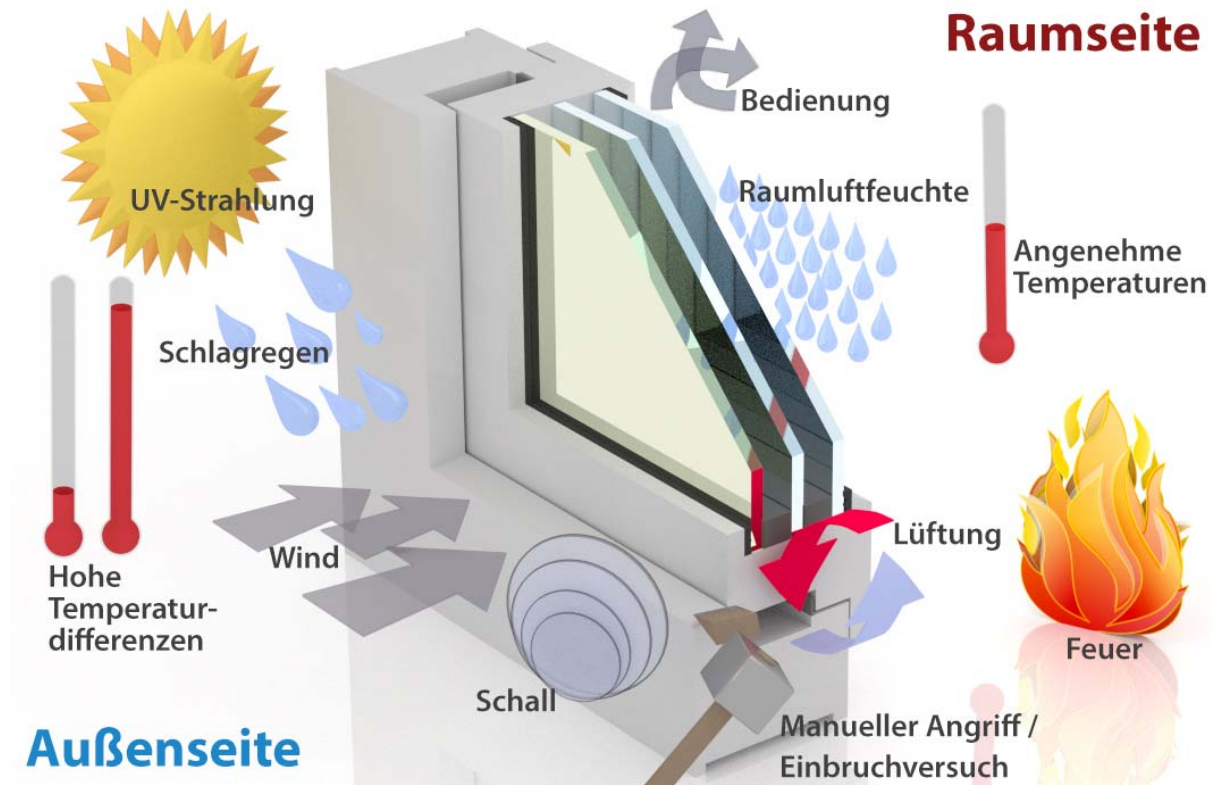


Abbildung 1 Vielfältige Einflussfaktoren auf Bauelemente in der Gebäudehülle

Übergeordnetes Ziel des Forschungsvorhabens war die detaillierte Erforschung der Auswirkungen von Bauelementen der Gebäudehülle aus Holz, Kunststoff, Metall und Glas. Auf diese Weise sollte eine umfangreiche Datenbasis geschaffen werden, die zukünftig zur Entwicklung einer Methode zur Abschätzung der Auswirkungen der genannten Produktgruppen auf Boden und Grundwasser herangezogen werden kann.

2 Durchführung

Für die Untersuchungen unter natürlicher Freibewitterung wurde eine repräsentative Auswahl von Fensterelementen getroffen. An zwei unterschiedlichen Standorten wurden komplette Fensterelemente aus Holz, Kunststoff und Aluminium bewittert (siehe Abbildung 2 und Abbildung 3) und das ablaufende Regenwasser hinsichtlich verschiedener chemischer Prüfparameter, wie z.B. pH-Werten, Schwermetallen und Spurenelementen sowie bioziden Wirkstoffen, analysiert.



Abbildung 2 Halteschalen mit montierten Fenstern und Prallwand



Abbildung 3 Detail in Halteschale montiertes Fenster und Sammelrinne

Neben der Freibewitterung von Probekörpern unter Realbedingungen stand ein Vergleich zweier unterschiedlicher Laborauslauguntersuchungen im Mittelpunkt [3][4]. Hierzu wurden Einzelkomponenten der ausgewählten Fensterelemente aus Holz, Kunststoff, Metall und Glas (siehe Abbildung 4) herangezogen. Das Untersuchungsprogramm wurde zusätzlich durch weitere, den Markt repräsentativ abbildende Einzelkomponenten ergänzt.

2 – Durchführung

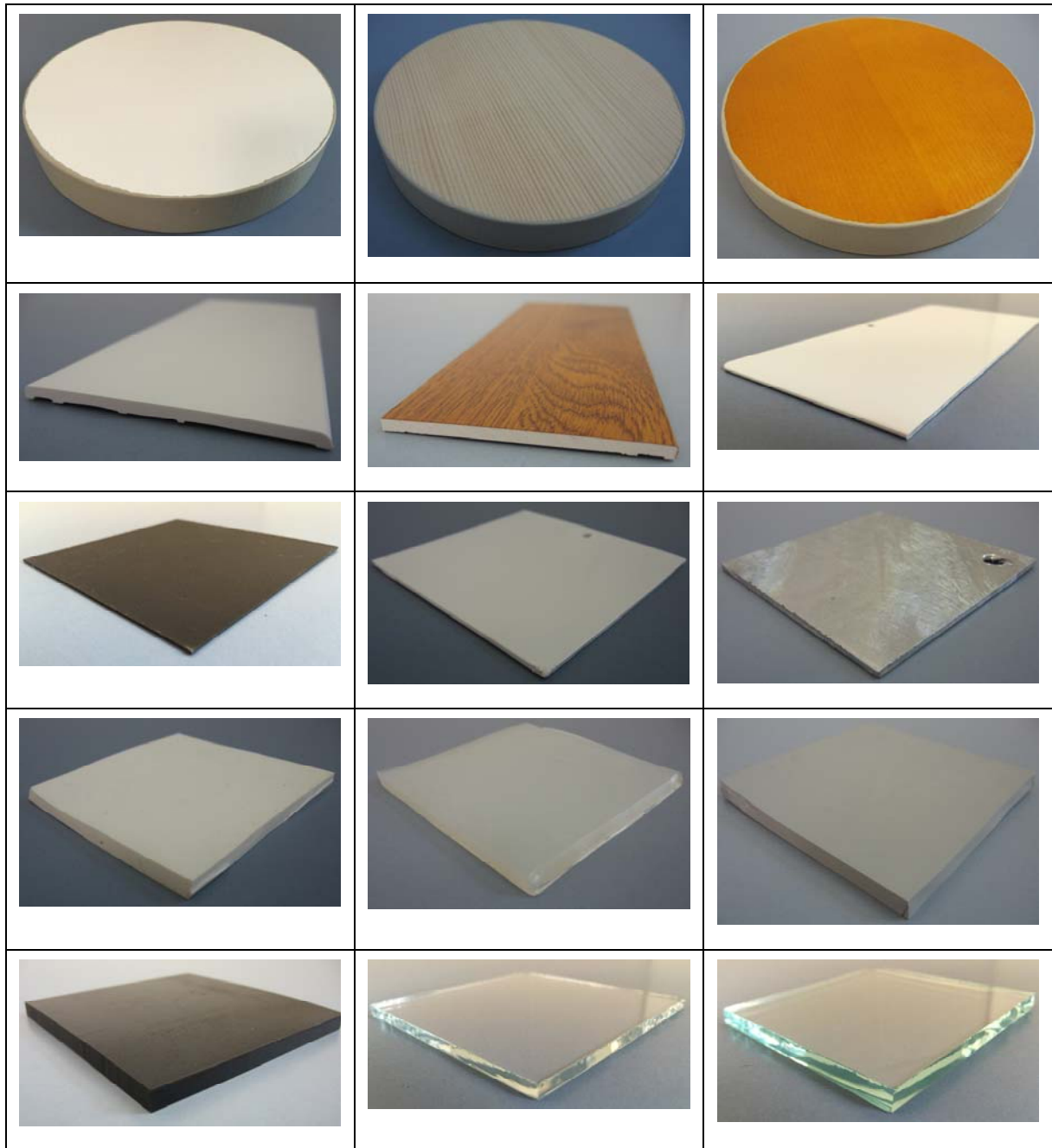


Abbildung 4 Einzelkomponenten für Laborauslauguntersuchungen

Alle Einzelkomponenten wurden zwei unterschiedlichen Laborauslauguntersuchungen (siehe Tabelle 1) unterzogen und die auf diese Weise gewonnenen Eluate analysiert. Unabhängig von ihrer jeweiligen Einbausituation in der Realität mit charakteristischen Mengen- und Flächenanteilen an kompletten Fenstern wurden alle Einzelkomponenten dabei identischen Versuchsbedingungen ausgesetzt.

2 – Durchführung

Tabelle 1 Ablauf der Laborauslauguntersuchungen

DIN EN 16105	DIN CEN/TS 16637-2
<p><u>Details:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Konditionierung 23 °C, 50 % r. F. – Verhältnis Probenoberfläche zu Wasservolumen: 25 L/m² – immer Doppelbestimmung + Blindwert – Trocknungsphasen innerhalb sowie zwischen den neun Immersionszyklen – Eluate eines Immersionstages werden vereinigt 	<p><u>Details:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Konditionierung 23 °C, 50 % r. F. – Verhältnis Probenoberfläche zu Wasservolumen: 25 L/m² – immer Doppelbestimmung + Blindwert – Probe in permanenten Wasserkontakt (keine Trocknungsphasen) – Acht Eluatwechsel, Gesamtdauer des Versuchs: 64 Tage
<p style="text-align: center;">Gesamtdauer: mind. 16 Tage+6h (realistisch 18 Tage)</p>	<p style="text-align: center;">Gesamtdauer: 64 Tage</p>

2 – Durchführung

Die gewonnenen Erkenntnisse sollten Informationen über

- die Art der bei den unterschiedlichen Methoden der Eluatgewinnung freigesetzten Substanzen,
 - deren Menge und
 - die Zusammensetzung der jeweiligen Stoffkollektive
- beinhalten.

3 Erkenntnisse im Hinblick auf die Untersuchungsmethodik

Komplette Bauelemente wie z. B. Fenster und Fassaden sind vor allem aufgrund ihrer Komplexität und Größe ungeeignet für die Laborverfahren nach DIN EN 16105 [3] und DIN CEN/TS 16637-2 [4].

Beide angewendeten Laborverfahren (DIN EN 16105, DIN CEN/TS 16637-2) [3][4] lassen sich grundsätzlich auf Einzelkomponenten von Fenstern und Fassaden aus Holz, Kunststoff, Metall und Glas anwenden. Die Verfahren können bei identischen Einzelkomponenten parameterabhängig zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Ursachen hierfür sind unter anderem durch die nur bei DIN EN 16105 beinhalteten Rücktrocknungsphasen sowie die generell unterschiedlichen Zeitpunkte der Erneuerung des Eluenten zu finden.

Bei produktionsfrischen feuerverzinkten Stahlproben führt das Verfahren nach DIN CEN/TS 16637-2 [4] zu starker Weißrostbildung. Diese erhebliche Veränderung der Probenbeschaffenheit bestätigt, dass das Verfahren nach DIN CEN/TS 16637-2 für feuerverzinkte Stahlproben ungeeignet ist und diese daher zu Recht vom Anwendungsbereich der DIN CEN/TS 16637-2 ausgenommen sind. Für andere Probenvarianten aus dem Metallbereich erscheint das Verfahren nach DIN CEN/TS 16637-2 durchaus als geeignet.

Aufgrund des näher an der Realität liegenden Untersuchungsablaufs aus Wasserkontakt und Trocknungsphasen, erscheint das Verfahren nach DIN EN 16105 [3] als besser geeignet für Untersuchungen des Auswaschungsverhaltens an Einzelkomponenten von Bauelementen aus Holz, Kunststoff, Metall und Glas wie z. B. Fenster und Fassaden.

In der Freibewitterung lassen sich auch komplette Bauelemente wie Fenster und Fassaden bzgl. der Auswaschungen untersuchen. Die im Forschungsvorhaben gewählte, exponierte Einbausituation im Versuchsaufbau stellt einen Worst-Case verglichen mit dem Einbau von Fensterelementen in einer flächigen Fassade dar. Aus folgenden Gründen ist die Freibewitterung in diesem Produktbereich jedoch nicht als Routineuntersuchung geeignet:

- Die Standortbedingungen haben einen bestimmenden Einfluss auf die Messergebnisse.
- Die klimatischen Verhältnisse sind nicht reproduzierbar.
- Der Aufwand derartiger Untersuchungen in der Freibewitterung ist sehr hoch.

Direkte Vergleiche bzw. Korrelationen zwischen Freibewitterung und den beiden Laborverfahren sind aus folgenden Gründen nicht möglich:

3 – Erkenntnisse im Hinblick auf die Untersuchungsmethodik

- Im Freiland bestehen die Probekörper aus kompletten Fensterelementen, bei denen bauartbedingt mehrere Komponenten in unterschiedlichen Massen- und Flächenanteilen miteinander kombiniert sind.
- Die Laborauslauguntersuchungen werden an Einzelkomponenten durchgeführt. Das Volumen/Oberflächenverhältnis ist für alle Materialien identisch.
- Die Abläufe beider Laborprüfverfahren unterscheiden sich im generellen Ablauf sowie allen Randbedingungen erheblich von den Verhältnissen in der Freibewitterung.

Die Freibewitterung gibt die unter Realbedingungen auftretende Größenordnung einer Stofffreisetzung von komplexen Bauelementen wie z. B. Fenster und Fassade am jeweiligen Bewitterungsstandort wieder. Laborversuche mit Einzelkomponenten geben Aufschluss zu möglichen Quellen ausgewaschener Stoffe.

Einzelkomponenten aus Holz, Kunststoff, Metall und Glas kommen an kompletten Bauelementen wie z. B. Fenstern und Fassaden in sehr unterschiedlichen Massen- und Oberflächenanteilen vor. Das jeweilige Verhältnis sollte im Falle einer potenziellen Bewertung grundsätzlich im Rahmen von Laboruntersuchungen Berücksichtigung finden. Dies könnte durch ein produktspezifisch festgelegtes Verhältnis von Produktoberfläche zu Eluatvolumen oder rechnerisch nach Durchführung des Experiments im Vorfeld der Bewertung erfolgen.

4 Erkenntnisse im Hinblick auf die Bewertung der untersuchten Proben

Bei den im Projekt betrachteten Bauelementen bzw. den darin verbauten Einzelkomponenten konnten – in Abhängigkeit vom jeweils betrachteten Produkt – sowohl in der Freibewitterung als auch bei beiden Laborverfahren messbare Auswaschungen festgestellt werden. Mit Ausnahme des Biozids Propiconazol und dem Phenolindex bewegten sich die ermittelten Eluatkonzentrationen überwiegend im Bereich der Hintergrundwerte oder lagen unterhalb der Bestimmungsgrenzen der analytischen Messverfahren. Eine Bewertung der ausgewaschenen Substanzen hinsichtlich eines möglichen Gefährdungspotenzials ist aufgrund derzeit (noch) nicht definierter Bewertungsmodelle nicht möglich.

Die untersuchten Dichtstoffe und Beschichtungssysteme für Holzoberflächen können eine Quelle für Auswaschungen von Bioziden (z. B. Propiconazol) sein. Bei entsprechender Holz Auswahl und/oder optimiertem konstruktiven Holzschutz kann auf den Einsatz von Bioziden in Beschichtungssystemen für Holzoberflächen verzichtet werden. Die Wirkung der den untersuchten Dichtstoffen zugesetzten Biozide zielt vor allem auf Pilzbefall durch Tauwasserbildung im Innenraum ab. In entsprechenden Rezepturen für den Außenbereich könnte daher ebenfalls auf Biozide verzichtet werden.

Eine Bewertung der Auswaschungen von Bauelementen mit Hilfe von Laboruntersuchungen erfordert ein mathematisches Modell, das einen Zusammenhang zwischen den Messwerten am Ort der Entstehung (Laborauslauguntersuchungen) und vorhandenen Bewertungskriterien (z. B. Geringfügigkeitsschwellenwerten) im Bereich von Boden und Grundwasser herstellt. Ein derartiges Modell existiert für die betrachtete Produktgruppe derzeit nicht. Eine Empfehlung für eine Produktprüfung und -überwachung hinsichtlich der Auswaschungen von Bauelementen wie Fenster und Fassaden aus Holz, Kunststoff, Metall und Glas lässt sich nicht ableiten.

Im Rahmen des durchgeführten Forschungsvorhabens wurde erstmalig eine umfassende Datenbasis zur Stofffreisetzung aus Bauelementen aus Holz, Kunststoff, Metall und Glas erarbeitet. Ein Vergleich der Ergebnisse mit bereits vorhandenen Daten für andere Produktgruppen ist jedoch aufgrund abweichender Untersuchungsschwerpunkte und Rahmenbedingungen im jeweiligen Einzelfall nicht möglich.

5 Danksagung

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt, und Raumforschung gefördert (Aktenzeichen: II 3-F-20-12-1-040/SWD-10.08.18.7-13.10). 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:

Frau Johanna Bartling	Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) Umweltschutz
Frau Outi Ilvonen, Frau Dr. Johanna Wurbs	Umweltbundesamt Fachgebiet III 1.4 Stoffbezogene Produktfragen
Herr Dr. Holger Nebel	Lehrstuhl für Baustoffkunde am Institut für Bauforschung (i-bac) der RWTH Aachen University

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

<p>Bundesverband Flachglas</p>	Bundesverband Flachglas e.V. Mülheimer Str. 1 53840 Troisdorf
<p>DOW CORNING</p>	Dow Corning GmbH Rheingastrasse 34 65201 Wiesbaden
<p>remmers schützt Werte am Bau</p>	Remmers Baustofftechnik GmbH Bernhard-Remmers-Str. 13 49624 Lönigen

5 – Danksagung

	<p>Schüco International KG Karolinenstr. 1-15 33609 Bielefeld</p>
	<p>Semperit Gummiwerk Deggendorf GmbH Land-Au 30 94469 Deggendorf</p>
	<p>Verband der deutschen Lack- und Druckfarbenindustrie e.V. (VdL) Mainzer Landstraße 55 60329 Frankfurt am Main</p>
 <p>Verband Fenster + Fassade</p>	<p>Verband Fenster + Fassade Walter-Kolb-Str. 1-7 60594 Frankfurt am Main</p>

6 Literaturverzeichnis

- [1] Bauprodukten-Richtlinie
Richtlinie des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Bauprodukte.(89/106/EWG) CEN, Brüssel, 1988.
- [2] EU Nr. 305/2011
VERORDNUNG (EU) Nr. 305/2011 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates; Amtsblatt der Europäischen Union, L88/5 – 43 vom 4. April 2011.
- [3] DIN EN 16105
Beschichtungsstoffe – Laborverfahren zur Bestimmung der Freisetzung von Substanzen aus Beschichtungen in intermittierendem Kontakt mit Wasser; Deutsche Fassung EN 16105:2011 Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2011.
- [4] DIN CEN/TS 16637-2
Bauprodukte – Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen - Teil 2: Horizontale dynamische Oberflächenauslaugprüfung; Deutsche Fassung CEN/TS 16637-2-; 2014 Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2014.