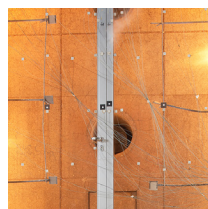
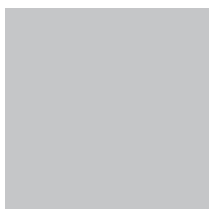
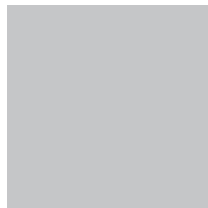


## Vergleichende Untersuchungen zur Rauchdichtheit und zum Feuerwiderstand von Feuerschutzabschlüssen in der Außenanwendung mit simulierter klimatischer Belastung





## Kurzbericht

<b>Thema</b>	<b>Vergleichende Untersuchungen zur Rauchdichtheit und zum Feuerwiderstand von Feuerschutzabschlüssen in der Außenanwendung mit simulierter klimatischer Belastung</b>
<b>Kurztitel</b>	FSA in der Außenanwendung
<b>Gefördert durch</b>	Deutsches Institut für Bautechnik (Aktenzeichen: P 52-5-4.202-2029/18, P 52-5-4.202.1-2047/19)
<b>Forschungsstelle</b>	ift gemeinnützige Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH Theodor-Gietl-Straße 7–9  83026 Rosenheim
<b>Bearbeiter</b>	Anyke Aguirre Cano Norbert Sack Dr. phil. Gerhard Wackerbauer
<b>Projektleiter</b>	Norbert Sack
<b>Institutsleitung</b>	Prof. Jörn Peter Lass

Rosenheim, März 2023





## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Begründung und Ziel des Forschungsvorhabens</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Vorgehensweise</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Danksagung</b>	<b>11</b>





## 1 Begründung und Ziel des Forschungsvorhabens

Seit November 2016 ist es in Europa möglich, Feuer- und Rauchschutzabschlüsse (FSA) für die Außenanwendung mit einem CE-Kennzeichen unter Deklaration der geforderten Klassen zu vertreiben und zu verwenden. Die relevanten Produktnormen sind die EN 16034 in Verbindung mit der EN 14351-1.

Bei der Festlegung der Mindestanforderungen ist der Gesetzgeber an die mandatierten Eigenschaften, die entsprechend der relevanten Produktnormen nachgewiesen und erklärt werden, gebunden. Dabei stellt sich die Schwierigkeit, dass vor allem die nach EN 16034 erklärten Leistungen, also Feuerwiderstand, Rauchdichtheit und Dauerhaftigkeit der Selbstschließung gemäß der Produktnorm lediglich isoliert betrachtet werden. Das bedeutet, dass Wechselwirkungen verschiedener Prüfscenarien nicht berücksichtigt werden. Als Beispiel sei hier genannt der - meist negative – Einfluss der Umgebungsbedingungen, die eine Verformung induzieren können, die erhebliche Rauchundichtheiten nach sich ziehen kann. Für diese Art Probleme werden derzeit geeignete Anforderungen an die nach EN 14351-1 klassifizierbaren Eigenschaften erarbeitet. Die nach EN 16034 klassifizierbaren Eigenschaften beruhen aktuell jedoch ausschließlich auf Nachweisen an neuen Türen.

Für die Beurteilung des Feuerwiderstandes und Rauchdichtigkeit von Elementen in der Außenanwendung, insbesondere die Dauerhaftigkeit der selbigen, ist eine Lösung derzeit nicht möglich, da hierfür keine Nachweise oder Prüfvorschriften vorhanden sind. Die Dauerhaftigkeit nach EN 16034 wird lediglich als eine mechanische Dauerhaftigkeit der Selbstschließung unter Berücksichtigung der Korrosionswiderstand der Beschläge definiert. Ein Nachweis fehlt, dass sich eine mögliche klimatische Belastung nicht negativ über den Lebenszyklus der Produkte bzgl. der Rauchdichtheit und des Feuerwiderstandes auswirkt.

EN 14351-1 definiert ebenfalls keine direkten Verfahren, die für die Beurteilung des Einflusses einer klimatischen Belastung auf die Dauerhaftigkeit eines FSA in der Außenanwendung herangezogen werden könnten. Die in EN 14351-1 genannte Herstellerverantwortung für die Dauerhaftigkeit der Eigenschaften im Lebenszyklus durch Ausarbeitung einer Wartungsanleitung ist nicht ausreichend, insbesondere unter Berücksichtigung der höheren Sicherheitserwartungen bei Produkten im AVCP-System 1.

Um einen bestimmten Feuerwiderstand und/oder eine Rauchdichtheit zu erreichen, könnten prinzipiell Materialien/Konstruktionen eingesetzt werden, die nicht ohne weiteres Temperaturschwankungen, Schwankungen der Feuchtigkeit (Tauwasseranfall, direkte Regen- oder Schlagregenbelastung, Ausgleichsfeuchte im Material usw.) standhalten. Materialien könnten auffrieren, Schimmel bilden, ihre Bindung verlieren oder durch Lösung von Klebeverbindung ihre Lage ändern.

Um den Einfluss von Bewitterung und klimatischen Änderungen auf die Rauchdichtheit und Feuerwiderstandsdauer zu ermitteln, sollten Türen nach definierten Klimabelastungen in vergleichenden Prüfungen zur Rauchdichtheit und Feuerwiderstand untersucht werden.

Dabei wurden als Vergleichsmuster identische unbelastete Türen mit solchen, die definierten Klimabelastungen ausgesetzt waren, verglichen. Hierbei sollten vor allem Belastungen aus Temperaturschwankungen (Außen-/Innenklima, Sonnenstrahlung) und Feuchtebelastungen berücksichtigt werden.

Im ersten Schritt wurde ein Vergleich von insgesamt sechs Türen (3 unterschiedliche Konstruktionen) durchgeführt. Dabei wurden je drei Türen im Neuzustand als Referenz hinsichtlich Rauchdichtheit und Feuerwiderstand geprüft und mit drei weiteren jeweils gleichen Türen, die einem Belastungsszenario, wie vorgeschlagen, unterzogen wurden, verglichen.

Ziel des Vorhabens war es, aus den durchgeführten vergleichenden Untersuchungen Erfahrungen zu gewinnen, inwieweit die Rauchdichtheit sowie der Feuerwiderstand durch die aufgeprägten äußeren Belastungen (Temperatur, Strahlung, Feuchte) beeinflusst werden können. Die durchgeführten Untersuchungen konnten aufgrund der Vielfalt der unterschiedlichen Türkonstruktionen sowie Einsatzszenarien nur als Tastversuche angesehen werden.





## 2 Vorgehensweise

### 2.1 Arbeitsplan

Mit dem Forschungsvorschlag wurde ein Arbeitsplan übermittelt, der nachfolgend wiedergegeben ist. Aufgrund der Abstimmung mit dem DIBt sowie den Erkenntnissen aus der Analyse und den Untersuchungen wurden weitere Details der Arbeiten gemeinsam mit dem DIBt festgelegt.

#### *AP 1 Festlegung der zur untersuchenden Aufbauten sowie Festlegung der klimatischen Belastungen*

Die drei zu untersuchenden Türaufbauten werden in Abstimmung mit dem DIBt festgelegt. Die Türen haben eine gültige allgemeine bauaufsichtliche Zulassung als Brand- und Rauchschutztür. Weiterhin erfolgen die Analyse möglicher Belastungsszenarien sowie die Erarbeitung eines Vorschlags zur Belastung. Der Vorschlag wird final mit dem DIBt abgestimmt.

#### *AP 2 Beschaffung der Probekörper*

Für die in AP1 festgelgeten Türaufbauten werden entsprechende Probekörper beschafft. Es werden je Türtyp 2 identische Probekörper benötigt. D.h. insgesamt 6 Probekörper.

#### *AP 3 Durchführung der klimatischen Belastung*

Die zu untersuchenden Türen werden mit den in AP1 festgelegten klimatischen Belastungen beaufschlagt.

#### *AP 4 Durchführung der Prüfungen zur Rauchdichtheit und zum Feuerwiderstand*

Zur Ermittlung der Rauchdichtheit werden Prüfungen gemäß bzw. in Anlehnung EN 1634-3 durchgeführt. Die Prüfungen des Feuerwiderstandes erfolgen auf Grundlage der EN 1634-1. Neben den klimabelasteten Türen entsprechend AP3 werden die Türen auch im "Neuzustand" den Prüfungen unterzogen.

#### *AP 5 Auswertung und Dokumentation*

Über das durchgeführte Vorhaben wird eine ausführliche Dokumentation erstellt

#### **2.1.1 Belastungen und Untersuchungen zur Rauchdichtheit**

Ziel der Untersuchungen war es den Einfluss von Differenzklimata und der damit verbundenen Verformung der Tür bzw. des Türblattes auf die Rauchdichtheit der drei FSA zu untersuchen. Da für den Fall heißer Rauch (200°C) eine Verformung der Tür bzw. des Türblattes im Wesentlichen durch den Heißrauch bestimmt wird und die Verformungen des

Türblatts durch Differenzklima und/oder Sonneneinstrahlung als nicht signifikant (im Vergleich zur Temperaturbelastung unter Heißrauch) eingestuft werden, wurden die Untersuchungen nur für den Fall Umgebungstemperatur bzw. kalten Rauchs (20°C) durchgeführt. Die Rauchquelle wird hierbei sowohl auf der Außen- als auch auf der Innenseite angenommen. Der FSA öffnet nach außen zum Außenklima.

#### Untersuchungsablauf sowie Belastung

1. Ermittlung der Verformung der drei FSA bei Einwirkung von Klima d bzw. Klima e entsprechend EN 1121 auf der Außenseite des FSA
2. Bestimmung der Leckage/Luftdurchlässigkeit des FSA bei 10 Pa sowie 25 Pa Über- als auch Unterdruck. Die Leckage/Luftdurchlässigkeit wird sowohl bei keiner Verformung als auch bei den entsprechend 1. gemessenen Verformungen ermittelt. Hierbei wird entsprechend EN 1121 Anhang B die schlossseitige Türblattkante mit Hilfe eines pneumatischen oder hydraulischen Zylinders mechanisch verformt, bis die in der Klimaprüfung ermittelte Durchbiegung erreicht ist.

#### Ergebnisse:

1. Leckage/Luftvolumenstrom bei 10 Pa sowie 25 Pa des FSA im nicht verformten Zustand
2. Leckage/Luftvolumenstrom bei 10 Pa sowie 25 Pa des FSA bei Prüfklima d (Winterfall)
3. Leckage/Luftvolumenstrom bei 10 Pa sowie 25 Pa des FSA bei Prüfklima e (Sommerfall)

#### Hinweis:

Bei der Ermittlung des Luftvolumenstroms wurde der untere Spalt zwischen Türblatt und Schwelle entsprechend der Festlegung in EN 1634-3 Abschnitt 6.4 bzw. EN 13501-2 Abschnitt 7.5.6.3.1 abgedichtet.

### 2.1.2 Untersuchungen zum Feuerwiderstand

Ziel der Untersuchungen war es, den Einfluss von klimatischen Belastungen durch Temperatur und Feuchtigkeit auf den Feuerwiderstand des FAS zu untersuchen. Die Brandlast wird hierbei entsprechend auf der Innenseite des FSA angenommen; der FSA öffnet nach außen.

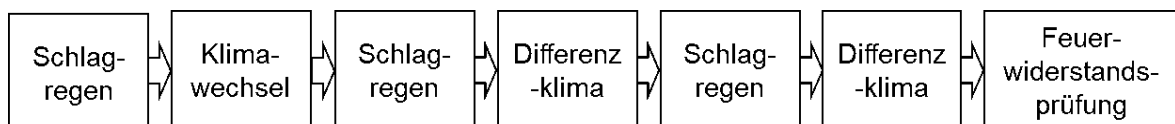
#### Untersuchungsablauf sowie Belastung

1. Klimabelastung des FSA entsprechend nachfolgendem Vorschlag
  1. Schlagregenbelastung in Anlehnung an EN 1027



- 2 malige Beregnung des FSA von der Außenseite mit einer Sprühmenge von 2 l/(m<sup>2</sup> min) bis zu einem maximalen Prüfdruck von 250 Pa. Die Gesamtberegnungszeit beträgt 80 Minuten
2. Klimawechselbelastung in Anlehnung an EN 1279-2  
Einwöchige Klimawechselbelastung besteht aus 14 je 12-stündigen Temperaturzyklen zwischen –18 °C und +53 °C mit Änderungen von 14 °C/h.
  3. Schlagregenbelastung in Anlehnung an EN 1027  
2 malige Beregnung des FSA von der Außenseite mit einer Sprühmenge von 2 l/(m<sup>2</sup> min) bis zu einem maximalen Prüfdruck von 250 Pa. Die Gesamtberegnungszeit beträgt 80 Minuten
  4. Differenzklima  
2 Zyklen Temperaturwechselbelastung in Anlehnung an ift Richtlinie M0-02/1
  5. Schlagregenbelastung in Anlehnung an EN 1027  
2 malige Beregnung des FSA von der Außenseite mit einer Sprühmenge von 2 l/(m<sup>2</sup> min) bis zu einem maximalen Prüfdruck von 250 Pa. Die Gesamtberegnungszeit beträgt 80 Minuten
  6. Differenzklima  
2 Zyklen Temperaturwechselbelastung in Anlehnung an ift Richtlinie M0-02/1
2. Einbau des nicht belasteten als auch des klimabelasteten FSAs in eine Porenbetonwand
  3. Prüfung der FSA entsprechend EN 1634-1  
Für die Stahlblechtür wird hierbei eine Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten, für die Rohrrahmentür sowie die Holzrahmentür von 30 Minuten angestrebt.

Der schematische Ablauf der klimatischen Belastung ist in Abbildung 1 dargestellt.



**Abbildung 1 Schematischer Ablauf der Klimabelastung vor der Feuerwiderstandsprüfung**

Ergebnisse:

1. Feuerwiderstand der unbelasteten Holztür
2. Feuerwiderstand der klimatisch belasteten Holztür
3. Feuerwiderstand der unbelasteten Stahlblechtür
4. Feuerwiderstand der klimatisch belasteten Stahlblechtür
5. Feuerwiderstand der unbelasteten Rohrrahmentür
6. Feuerwiderstand der klimatisch belasteten Rohrrahmentür





### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Untersuchungen zur Rauchdichtheit

Für die Untersuchungen zur Rauchdichtheit wurden die FSA mit dem Prüfklima d als auch dem Prüfklima e entsprechend EN 1121 belastet und die Verformungen gemessen. Mit der hierbei ermittelten Verformung wurde anschließend die Leckage für Kaltrauch ermittelt; ebenso wurde die Leckage für Kaltrauch bei nicht verformten Zustand ermittelt. Mit den gemessenen Verformungen aller drei Türvarianten konnten die entsprechend MVV-TB Ausgabe 2020/1 geforderten Mindestklassen 2 (d) und 2(e) erfüllt werden.

Tabelle 1 zeigt beispielhaft die ermittelten Verformungen an der Holztür mit Glasfüllung.

**Tabelle 1** Probekörper Holztür mit Glasfüllung; Verformung in Folge Prüfklima d

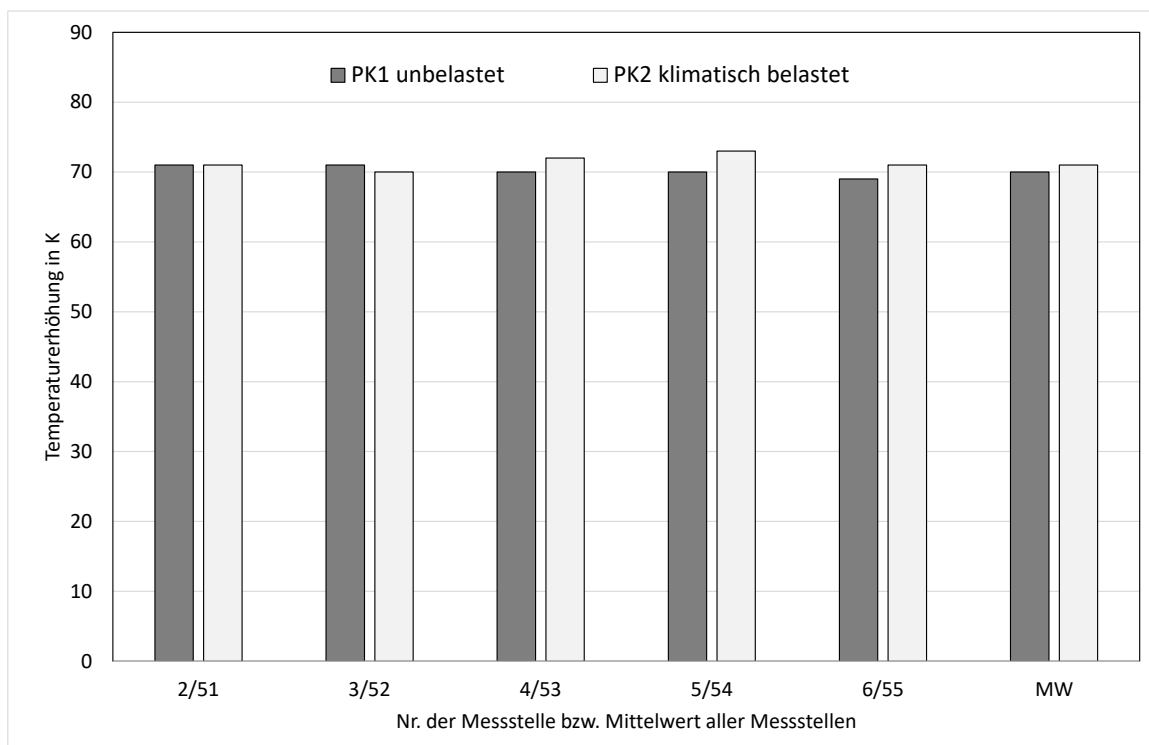
Zeitpunkt	Verformung in mm			
	Längskrümmung		Querkrümmung	
	Schloss- seite	Band- seite	oben	unten
vor Prüfklima (Flügel offen)	0,2	0,4	0,3	0,4
Vor Prüfklima (Flügel geschlossen)	0,2	0,2	0,3	0,4
Nach Prüfklima (Flügel geschlossen)	-0,2	0,1	0,1	0,2
Nach Prüfklima (Flügel offen)	-0,3	0,1	0,1	0,2
Differenz (Absolut)	0,5	0,3	0,2	0,2
Endgültige Verformung (Absolut)	0,3	0,1	0,1	0,2

Bei der Holztür mit Verglasung sowie bei der Stahlblechtür zeigten sich keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Leckage im nichtverformten Zustand sowie den durch Einwirkung der Prüfklimata d und e verformten Türen. Die gemessenen Leckagen lagen sowohl für Über- als auch Unterdruck unter dem entsprechend geforderten längenbezogenen Volumenstrom von  $3 \text{ m}^3/(\text{h m})$  für die  $S_a$  Klassifizierung. Für die gemessenen Leckagen der Rohrrahmentür mit Verglasung unter Verformung infolge Prüfklima e sind sowohl für Überdruck als auch für Unterdruck keine signifikanten Änderungen der Leckage gegenüber dem nicht verformten Zustand ermittelt worden. Die an der Rohrrahmentür gemessenen Leckagen unter Verformung infolge Prüfklima d sind jedoch sowohl für Überdruck als auch für Unterdruck deutlich gegenüber dem nicht verformten Zustand erhöht. Der längenbezogenen Volumenstrom liegt für Verformung in Folge Prüfklima d leicht über der Anforderung für die  $S_a$  Klassifizierung von  $3 \text{ m}^3/(\text{h m})$ .

### 3.2 Vergleichende Untersuchungen zum Feuerwiderstand

Für die vergleichenden Untersuchungen zum Feuerwiderstand wurde je eine der drei unterschiedlichen Feuerschutzabschlüsse unterschiedlichen klimatischen Belastungen ausgesetzt. Hierbei wurde eine Belastung mit Schlagregen, eine Belastung mit Differenzklima sowie eine Belastung mit Wechselklima berücksichtigt. Die Gesamtdauer der klimatischen Belastung betrug ca. 12 Tage. Anschließend wurden die belasteten FSA mit den unbelasteten FSA einer vergleichenden Feuerwiderstandsprüfung unterzogen. Für die Holztür mit Verglasung sowie die Rohrrahmentür mit Verglasung betrug die Feuerwiderstandsdauer 30 Minuten; für die Stahlblechtür 90 Minuten.

Abbildung 2 zeigt exemplarisch die während der Feuerwiderstandsprüfung ermittelten maximalen Temperaturerhöhungen am Prüfende in der 39. Minute sowohl für die unbelastete als auch klimatisch belastete Holztür mit Verglasung.



**Abbildung 2** Vergleich der maximalen Temperaturerhöhungen am Prüfende in der 39. Minute Verglasungsmitte

Die vorangegangene Auswertung der durchgeführten Feuerwiderstandsprüfungen nach EN 1634-1 an allen drei Konstruktionstypen von Feuerschutzabschlüssen in der Außenanwendung, Holztür mit Glasausschnitt, Stahlblechtür und Rohrrahmentür mit Glasfüllung, hat gezeigt, dass die Ergebnisse an Probekörpern mit klimatischer Vorbehandlung und an Probekörpern ohne Vorbehandlung keinen signifikanten Unterschied bringen. Bei keinem der Probekörper konnte eine negative Auswirkung auf dessen Feuerwiderstandsfähigkeit nach-



gewiesen werden. Die nachgewiesene Feuerwiderstandsfähigkeit von 30 Minuten bei Holztür mit Glasausschnitt und Rohrrahmentür mit Glasfüllung sowie 90 Minuten bei der Stahlblechtür wurden jeweils in einer vergleichenden Prüfung bestätigt. Somit kann eine Verschlechterung durch die durchgeführten klimatischen Vorbelastungen ausgeschlossen werden.

Die für die Untersuchungen angewandten klimatischen Belastungen vor der Prüfung des Feuerwiderstandes beruhen auf keinen normativ festgelegten Belastungen und könnten daher als willkürlich bezeichnet werden. Daher könnte prinzipiell angezweifelt werden, ob die durchgeführten klimatische Laborbelastungen die Realität abbilden. Es wird daher in Ergänzung zu dem aktuellen Vorhaben vorgeschlagen, einen oder mehrere Brandschutzabschlüsse zu untersuchen, die eine definierte Zeit (nach Möglichkeit mehrere Jahre) in der Gebäudehülle eingebaut waren. Durch eine solche Untersuchung an real belasteten FSA könnten die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bestätigt werden.







## 4 Danksagung

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Deutschen Instituts für Bautechnik gefördert (Aktenzeichen: P 52-5-4.202-2029/18).

Besonderer Dank gebührt auch den Industriepartnern, die das Projekt durch kostenlose Lieferung der untersuchten Feuerschutzabschlüsse unterstützt haben.



ift Rosenheim  
Theodor-Gietl-Straße 7-9  
83026 Rosenheim

Tel.: +49 (0) 80 31 / 261-0  
Fax: +49 (0) 80 31 / 261-290  
E-Mail: [info@ift-rosenheim.de](mailto:info@ift-rosenheim.de)  
[www.ift-rosenheim.de](http://www.ift-rosenheim.de)

© ift Rosenheim 2023