

Nachweis von unterschiedlichen brennbaren Fußbodenbelägen, angeordnet unter Feuerschutzabschlüssen

Abschlussbericht

Forschungsvorhaben	P 52-5-4.217-2094.23
Thema	Nachweis von unterschiedlichen brennbaren Fußbodenbelägen, angeordnet unter Feuerschutzabschlüssen
Auftraggeber	Deutsches Institut für Bautechnik Kolonnenstraße 30 B 10829 Berlin
Forschungsstelle	Materialprüfanstalt für das Bauwesen Braunschweig Fachbereich Brandschutz Beethovenstraße 52 38106 Braunschweig Herr Dr.-Ing. Gary Blume Frau Dipl.-Ing (FH) Nina Kornmayer Herr Markus Korth M. Eng. Frau Dipl.-Ing. Mandy Weingarten
Beratende Sachverständige	Frau Dipl.-Ing. Stefanie Steinmeier (TÜV Nord Systems GmbH & Co. KG) Herr Dr. rer. nat. Stefan Wies (Materialprüfungsanstalt Stuttgart)
Forschungszeitraum	01. Februar 2023 bis 27. Februar 2026

Danksagung

Wir danken unserem Auftraggeber, dem Deutschen Institut für Bautechnik, für das entgegengebrachte Vertrauen und die Unterstützung während des gesamten Forschungszeitraumes.

Die Umsetzung dieses Forschungsvorhabens wäre zudem ohne die engagierte Unterstützung zahlreicher Personen nicht möglich gewesen. Unser besonderer Dank gilt Frau Sylvia Panneck und Frau Angela Molitor, die durch ihren Einsatz und ihr Vertrauen maßgeblich dazu beigetragen haben, dass dieses Projekt überhaupt realisiert werden konnte. Des Weiteren danken wir den Herstellern der Bodenbeläge und Feuerschutzabschlüsse, für die zur Verfügung gestellten Produkte.

Ebenso möchten wir Frau Stefanie Steinmeier und Herrn Dr. rer. nat. Stefan Wies unseren ausdrücklichen Dank aussprechen, die als beratende Sachverständige während des komplexen langwierigen Forschungsprozesses mit ihrer fortwährenden Begleitung entscheidend dazu beigetragen haben, das Forschungsvorhaben erfolgreich abzuschließen.

Allen Beteiligten, die auf unterschiedliche Weise einen Beitrag zu dem Projekt erbracht haben, danken wir herzlich für ihre Zeit, ihr Engagement und ihre Impulse.

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Tabellen	I
Verzeichnis der Abbildungen	I
1. Einleitung	1
1.1 Hintergrund	1
1.2 Zielsetzung	2
2. Bauordnungsrechtliche und bauaufsichtliche Einordnung	5
2.1 Bodenbeläge	5
2.2 Feuerschutzabschlüsse	8
3. Verwendete Produkte	12
3.1 Bodenbeläge	12
3.1.1 Bodenbelagstypen	12
3.1.2 Verifizierung der Leistungseigenschaften	14
3.1.3 Vorbereitung der Bodenbeläge für die Versuchsreihen V 1 bis V 3	15
3.2 Feuerschutzabschlüsse	16
3.2.1 Stahlblechtüren (Versuchsreihe V 1)	16
3.2.2 Rohrrahmentüren (Versuchsreihe V 2)	18
3.2.3 Holzwerkstofftüren (Versuchsreihe V 3)	20
4. Untersuchungen zur Feuerwiderstandsdauer	22
4.1 Versuchseinrichtung	22
4.1.1 Messeinrichtung der Brandkammer	23
4.1.2 Messeinrichtung an den Prüfelementen	23
4.1.3 Messeinrichtung an den Bodenbelägen	24
4.2 Versuchsdurchführung	25
4.2.1 Versuchsreihe V 1 - Stahlblechtüren	27
4.2.2 Versuchsreihe V 2 - Aluminium-Rohrrahmentüren	38
4.2.3 Versuchsreihe V 3 - Holzwerkstofftüren	50
4.3 Zusammenfassung der Versuchsergebnisse	62
5. Schlussfolgerungen	64
6. Ausblick	67
Verzeichnis der Anlagen	69

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Übersicht der wesentlichen Kenndaten der verwendeten Bodenbeläge.....	15
Tabelle 2:	Übersicht der Versuchsreihen und Anordnungsprinzip	26
Tabelle 3:	V 1 - Gegenüberstellung der Prüfergebnisse nach DIN EN 1634-1 ¹	36
Tabelle 4:	V 2 - Gegenüberstellung der Prüfergebnisse nach DIN EN 1634-1 ¹	47
Tabelle 5:	V 3 - Gegenüberstellung der Prüfergebnisse nach DIN EN 1634-1 ¹	59
Tabelle 6:	Gegenüberstellung der erreichten Feuerwiderstandsdauer V 1 – V 3.....	62

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Normbeziehungen [DIN EN 16034] ¹¹	9
Abbildung 2:	Bauaufsichtliche Anforderungen und Zuordnung Klassen [MVV TB] ⁸	10
Abbildung 3:	Bauaufsichtliche Anforderungen und Leistungen [MVV TB] ⁸	11
Abbildung 4:	Verwendete Bodenbeläge (Linoleum, Teppich, Parkett)	13
Abbildung 5:	Bodenbelagsproben nach Radiant Panel Floor Test	14
Abbildung 6:	V 1 - Einbausituation der Prüfelemente.....	17
Abbildung 7:	V 1 - Einbausituation der Bodenbeläge (exemplarisch am Bsp. Linoleum)...	18
Abbildung 8:	V 2 - Einbausituation der Prüfelemente.....	19
Abbildung 9:	V 2 - Einbausituation der Bodenbeläge (exemplarisch am Bsp. Linoleum)...	19
Abbildung 10:	V 3 - Einbausituation der Prüfelemente.....	20
Abbildung 11:	V 3 - Einbausituation der Bodenbeläge (exemplarisch am Bsp. Linoleum)...	21
Abbildung 12:	Exemplarische Darstellung der Kantenschutzmaßnahmen im Brandraum .	26
Abbildung 13:	V 1 - Anordnung der Messstellen (unbeflammte Seite)	27
Abbildung 14:	V 1 - Temperaturerhöhungen auf den Bodenbelägen (informell).....	28
Abbildung 15:	V 1.1 - Temperaturverlauf auf dem Teppich	29
Abbildung 16:	V 1.2 - Temperaturverlauf auf dem Parkett.....	29
Abbildung 17:	V 1.3 - Temperaturverlauf auf dem Linoleum.....	30
Abbildung 18:	V 1 - Temperaturerhöhungen I ₂ und I ₁ (informell) gemäß EN 1634-1 ¹	31
Abbildung 19:	V 1.1 - Temperaturverlauf I ₂ auf dem Türflügel (Teppich)	32
Abbildung 20:	V 1.2 - Temperaturverlauf I ₂ auf dem Türflügel (Parkett).....	32
Abbildung 21:	V 1.3 - Temperaturverlauf I ₂ auf dem Türflügel (Linoleum)	33
Abbildung 22:	V 1.1 - Temperaturverlauf I ₁ auf dem Türflügel (Teppich).....	34
Abbildung 23:	V 1.2 - Temperaturverlauf I ₁ auf dem Türflügel (Parkett).....	34
Abbildung 24:	V 1.3 - Temperaturverlauf I ₁ auf dem Türflügel (Linoleum)	35
Abbildung 25:	V 1 - Prüfelemente nach dem Brandversuch (unbeflammte Seite).....	37

Abbildung 26:	V 1 - Prüfelemente nach dem Brandversuch (beflammte Seite).....	37
Abbildung 27:	V 1 - Bodenbeläge zum Ende des Brandversuchs (unbeflammte Seite).....	37
Abbildung 28:	V 2 - Anordnung der Messstellen (unbeflammte Seite)	38
Abbildung 29:	V 2 - Temperaturerhöhungen auf den Bodenbelägen (informell).....	39
Abbildung 30:	V 2.1 - Temperaturverlauf auf dem Linoleum.....	40
Abbildung 31:	V 2.2 - Temperaturverlauf auf dem Teppich	40
Abbildung 32:	V 2.3 - Temperaturverlauf auf dem Parkett.....	41
Abbildung 33:	V 2 - Temperaturerhöhungen I ₂ und I ₁ gemäß EN 1634-1 ¹	42
Abbildung 34:	V 2.1 - Temperaturverlauf I ₂ auf dem Türflügel (Linoleum).....	43
Abbildung 35:	V 2.2 - Temperaturverlauf I ₂ auf dem Türflügel (Teppich).....	43
Abbildung 36:	V 2.3 - Temperaturverlauf I ₂ auf dem Türflügel (Parkett)	44
Abbildung 37:	V 2 - Temperaturverlauf I ₁ auf dem Türflügel (Linoleum).....	45
Abbildung 38:	V 2 - Temperaturverlauf I ₁ auf dem Türflügel (Teppich).....	45
Abbildung 39:	V 2 - Temperaturverlauf I ₁ auf dem Türflügel (Parkett)	46
Abbildung 40:	V 2 - Schwellenbereich nach dem Brandversuch (beflammte Seite).....	48
Abbildung 41:	V 2 - Bodenbeläge nach dem Brandversuch (unbeflammte Seite)	48
Abbildung 42:	V 2 - Prüfelemente nach dem Brandversuch (unbeflammte Seite).....	49
Abbildung 43:	V 3 – Anordnung der Messstellen (unbeflammte Seite).....	50
Abbildung 44:	V 3 - Temperaturerhöhungen auf den Bodenbelägen (informell).....	51
Abbildung 45:	V 3.1 - Temperaturverlauf auf dem Parkett.....	52
Abbildung 46:	V 3.2 - Temperaturverlauf auf dem Linoleum.....	53
Abbildung 47:	V 3.3 - Temperaturverlauf auf dem Teppich	53
Abbildung 48:	V 2 - Temperaturerhöhungen I ₂ und I ₁ gemäß EN 1634-1 ¹	54
Abbildung 49:	V 3.1 - Temperaturverlauf I ₂ auf dem Türflügel (Parkett)	55
Abbildung 50:	V 3.2 - Temperaturverlauf I ₂ auf dem Türflügel (Linoleum).....	56
Abbildung 51:	V 3.3 - Temperaturverlauf I ₂ auf dem Türflügel (Teppich).....	56
Abbildung 52:	V 3.1 - Temperaturverlauf I ₁ auf dem Türflügel (Parkett)	57
Abbildung 53:	V 3.2 - Temperaturverlauf I ₁ auf dem Türflügel (Linoleum).....	58
Abbildung 54:	V 3.3 - Temperaturverlauf I ₁ auf dem Türflügel (Teppich).....	58
Abbildung 55:	V 3 - Prüfelemente beflammte Seite nach Ende der Beflammung.....	60
Abbildung 56:	V 3 - Prüfelemente nach dem Brandversuch (unbeflammte Seite).....	61
Abbildung 57:	V 3 - Bodenbeläge nach dem Brandversuch (unbeflammte Seite)	61

1. Einleitung

1.1 Hintergrund

Feuerschutzabschlüsse (Innentüren) sind wesentliche Bestandteile des vorbeugenden baulichen Brandschutzes. Sie dienen der Begrenzung der Brandausbreitung, dem Schutz von Flucht- und Rettungswegen sowie dem Erhalt des Raumabschlusses im Brandfall.

In der Praxis werden Feuerschutzabschlüsse auch in Verbindung mit unterschiedlichen Bodenbelägen verwendet. Die architektonischen Anforderungen erfordern zunehmend die fugenlose Verlegung von vielfältigen Bodenbelägen, auch unter Feuerschutzabschlüssen hindurch. Bodenbeläge sind daher zentrale Bestandteile in Bauwerken, an die abhängig vom Einsatzbereich und der Gebäudenutzung, Anforderungen an deren Brennbarkeit bestehen. Ob die Verlegung unterhalb von Feuerschutzabschlüssen einen negativen Einfluss auf deren Feuerwiderstandsdauer hat, ist nicht erforscht.

Es kommen immer häufiger neben elastischen Belägen textile Beläge, aber auch Beläge aus Holz und Holzwerkstoffen zum Einsatz. Die Materialien können hierbei unterschiedliche Leistungseigenschaften hinsichtlich des Brandverhaltens aufweisen. Insbesondere unterhalb des Feuerabschlusses könnte ein Bodenbelag Einfluss auf Dichtwirkung, Temperaturentwicklung sowie den Durchtritt von Flammen und Rauch ausüben.

Das Prüfverfahren nach DIN EN 1634-1¹ konzentriert sich vorwiegend auf den Feuerschutzabschluss selbst, wobei der Einfluss eines angrenzenden Bodenbelags im Schwellenbereich bisher nicht planmäßig berücksichtigt wurde. Die Verwendbarkeitsnachweise fordern bisher für die bauliche Ausführung von Böden daher nichtbrennbare Eigenschaften. Daher kommt dem Einfluss von Bodenbelägen unter Feuerschutzabschlüssen eine besondere Bedeutung zu.

¹ DIN EN 1634-1 : 2018-04 | Feuerwiderstandsprüfungen und Rauchschutzprüfungen für Türen, Tore, Abschlüsse, Fenster und Baubeschläge – Teil 1: Feuerwiderstandsprüfungen für Türen, Tore, Abschlüsse und Fenster; Deutsche Fassung EN 1634-1:2014+A1:2018

1.2 Zielsetzung

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, Erkenntnisse zum Einfluss unterschiedlicher Bodenbeläge unter Feuerschutzabschlüssen im Übergangsbereich (Schwellenbereich) zu erhalten. Dabei soll untersucht werden, inwieweit die Bodenbeläge die Funktion des Feuerschutzabschlusses, insbesondere hinsichtlich der Brandweiterleitung, Rauchdichtheit und der Feuerwiderstandsfähigkeit beeinflussen.

Für die Auswahl der Bodenbeläge wurden im Vorfeld normalentflammbare Bodenbeläge als „kritisches Szenario“ abgestimmt.

Die Beschaffung der Produkte erfolgte auf der Grundlage am Markt verfügbarer, handelsüblicher Produkte. Es wurden unterschiedliche Hersteller kontaktiert und Produktspezifikationen sowie Verfügbarkeiten angefragt.

Da Bodenbeläge, die als normalentflammbar gekennzeichnet sind, am Markt kaum verfügbar sind und sich deren Verwendung im Zusammenhang mit dem Einbau unterhalb von Feuerschutzabschlüssen während der Vorbereitungsphase des Forschungsvorhabens letztlich als nicht praxisrelevant zeigte, hat sich die Forschungsstelle (nachfolgend MPA Braunschweig genannt) zusammen mit den Sachverständigen auf die Verwendung von möglichst schwerentflammbaren Bodenbelägen verständigt.

Die Produkte wurden durch die Hersteller für das Forschungsvorhaben zu Verfügung gestellt. Die Abbildung marktüblicher, praxisrelevanter Bodenbeläge soll eine mögliche Übertragbarkeit der Forschungsergebnisse auf baupraktische Anwendungen gewährleisten, die zu diesem Zeitpunkt grundsätzlich denkbar erschien.

Es wurden ein textiler Bodenbelag, ein elastischer Bodenbelag und ein Parkettboden ausgewählt und jeweils unter einer Stahlblechtür, einer Aluminium-Rohrrahmentür und einer Holzwerkstofftür untersucht.

Die Feuerschutzabschlüsse sollten gleiche Abmessungen mit jeweils einfachem Standard, d.h. einflügelige Ausführung mit einfachem Türflügel, minimalistische Ausstattung mit Beschlägen, etc., aufweisen. Für die Ausführung des Bodenspalts werden in den allgemeinen

Bauartgenehmigungen Grenzwerte genannt, die nicht überschritten werden dürfen. Entgegen der baupraktischen Ausführung wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit eine einheitliche Ausführung jeweils mit einem 15 mm hohen Bodenspalt und ohne absenkbare Bodendichtung festgelegt.

Alle Feuerschutzabschlüsse wurden durch Fachkräfte der Hersteller unter Berücksichtigung der jeweiligen allgemeinen Bauartgenehmigung in der Materialprüfanstalt Braunschweig errichtet.

Es wurden forschungsbegleitend Untersuchungen zum Brandverhalten der verwendeten Bodenbeläge durch die MPA Braunschweig durchgeführt, um deren Brandverhalten mit Blick auf die Zielsetzung, schwerentflammbare Bodenbeläge zu untersuchen, abzugleichen.

Die experimentellen Untersuchungen an den o.g. drei Bauarten von Feuerschutzabschlüssen jeweils in Verbindung mit den o.g. drei Arten Bodenbelägen wurden nach dem harmonisierten Prüfverfahren gemäß DIN EN 1634-1¹ durchgeführt.

Aufgrund des begrenzten Kosten- und Zeitrahmens wurden diese experimentellen Untersuchungen auf drei Versuchsreihen V 1 bis V 3 beschränkt. Jede Versuchsreihe bestand aus drei Prüfelementen (Feuerschutzabschlüssen), die in einem Prüfrahmen mit drei gleich großen, separaten Mauerwerksöffnungen eingebaut wurden. Die drei Versuchsreihen waren so konzipiert, dass innerhalb einer Versuchsreihe stets jeder Bodenbelag jeweils nur mit einem Türsystem experimentell untersucht wurde. Die erste Versuchsreihe V 1 wurde an Stahlblechtüren die zweite Versuchsreihe V 2 an Aluminium-Rohrrahmentüren und die dritte Versuchsreihe V 3 an Türen aus Holzwerkstofftüren, jeweils in Verbindung mit den drei unterschiedlichen Bodenbelagsarten, durchgeführt.

Die Brandversuche zur Ermittlung der Feuerwiderstandsfähigkeit der Feuerschutzabschlüsse, unter potentieller Einflussnahme der jeweiligen Bodenbelagstypen, sollten gemäß den Abstimmungen mit den Sachverständigen und dem Deutschen Institut für Bautechnik über eine festgelegte Versuchsdauer von mindestens 36 Minuten bei Brandbeanspruchung der Öffnungsseite (Bandseite) durchgeführt werden.

Ziel des Forschungsvorhabens war es zunächst, die im Rahmen der experimentellen Untersuchungen gewonnenen Erkenntnisse zusammenzutragen und auszuwerten, um eine geeignete Konfiguration für eine potentielle Stellvertreterprüfung für das nationale Zulassungsverfahren für Feuerschutzabschlüsse hervorzubringen. Die Stellvertreterprüfung sollte den Schwellenbereich in Verbindung mit einem Bodenbelag abbilden, der bei einer fugenlosen Verlegung unterhalb eines Feuerschutzabschlusses den bauaufsichtlichen Anforderungen genügt.

2. Bauordnungsrechtliche und bauaufsichtliche Einordnung

Bodenbeläge können unter Feuerschutzabschlüssen im Brandfall in unmittelbarer funktionaler Wechselwirkung stehen. Diese Schnittstelle bildet die Grundlage für den im Rahmen dieses Forschungsvorhabens untersuchten möglichen Einfluss unterschiedlicher Bodenbeläge auf die Feuer- und Rauchschutzeigenschaften im Schwellenbereich.

2.1 Bodenbeläge

Die Regulierung des Bauprodukts „Bodenbelag“ erfolgt in der Europäischen Union durch die Bauproduktenverordnung² (Construction Products Regulation, CPR), die die zentrale Rechtsgrundlage für das Inverkehrbringen von Bauprodukten in der europäischen Union bildet. Sie legt harmonisierte Bedingungen für die CE-Kennzeichnung und die Leistungserklärung (Declaration of Performance, DoP) fest. Die Bauproduktenverordnung definiert grundlegende Anforderungen an Bauwerke (Basic Works Requirements, BWR), darunter Anforderungen an den Brandschutz. Das europäische Produktrecht regelt dementsprechend den Marktzugang und die Anwendung von Bauprodukten, während das nationale Bauordnungsrecht die Verwendung im Bauwerk definiert.

Die novellierte Bauproduktenverordnung (EU 2024/3110)² trat am 7. Januar 2025 in Kraft. Solange jedoch keine technischen Spezifikationen auf Basis der aktuellen Bauproduktenverordnung² harmonisiert sind, gibt die vorherige Fassung der Bauproduktenverordnung (EU 305/2011)³ den Rahmen der anzuwendenden harmonisierten technischen Spezifikationen vor.

Um die Anforderungen an die Produkteigenschaften von Bodenbelägen nachzuweisen, verweist die Europäische Bauproduktenverordnung (EU Nr. 305/2011)² anhand der Liste der harmonisierten technischen Spezifikationen für die Konformitätsbescheinigung auf die DIN EN

² Verordnung (EU) Nr. 2024/3110 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten vom 18. Dezember 2024; Europäisches Parlaments und Europäischer Rat

³ Verordnung (EU) Nr. 305/2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten vom 09. März 2011; Europäisches Parlaments und Europäischer Rat

14041⁴ (für textile und elastische Bodenbeläge) sowie auf die DIN EN 14342⁵ (für Holzfußböden und Parkett).

Die brandschutztechnische Klassifizierung von Bodenbelägen erfolgt gemäß DIN EN 13501-1⁶, die Bodenbeläge explizit als eigenständige Produktgruppe („floorings“) von sonstigen Bauprodukten unterscheidet. Für Bodenbeläge werden spezifische europäische Klassifizierungen wie beispielsweise B_{fl}-s1 oder C_{fl}-s1 definiert, die das Brandverhalten einschließlich Rauchentwicklung beschreiben. Daraus folgt normativ, dass Bodenbeläge als eigenständige Baustoffgruppe mit spezifischer Brandverhaltensklassifizierung zu behandeln sind. Die Verwendung von Bodenbelägen ist, wie bereits erläutert, durch das europäische Recht vorgegeben und wird ggf. durch nationales Recht erweitert.

National werden in der Musterbauordnung (MBO⁷) in § 26 und § 33 die grundlegenden Anforderungen an Baustoffe und Bauteile sowie an deren Brandverhalten geregelt. Dabei differenziert die MBO⁷ zwischen (tragenden und) raumabschließenden Bauteilen mit Anforderungen an den Feuerwiderstand einerseits sowie (nichttragenden) Innenbekleidungen mit Anforderungen an das Brandverhalten andererseits.

Die bauaufsichtliche Konkretisierung der Anforderungen – wie diese Produkte zu verwenden sind - erfolgt in der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB⁸) bzw. den entsprechenden Verwaltungsvorschriften der Länder. Auch dort werden Bodenbeläge nicht als eigenständige Bauteilkategorie mit Feuerwiderstandsanforderungen definiert, sondern im Zusammenhang als Bestandteil von Fußbodenaufbauten verstanden.

Demnach muss für schwerentflammbare Produkte für die Verwendung in baulichen Anlagen gemäß MVV TB⁸, Abschnitt A 2.1.2.3 bei Einwirkung eines Entstehungsbrandes oder eines sich

⁴ DIN EN 14041 : 2018-05 | Elastische, textile, Laminat- und modulare mehrschichtige Bodenbeläge – Wesentliche Merkmale; Deutsche Fassung EN 14041:2018

⁵ DIN EN 14342 : 2013-09 | Holzfußböden und Parkett –Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung; Deutsche Fassung EN 14342:2013

⁶ DIN EN 13501-1 : 2019-05 | Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnisse aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten; Deutsche Fassung EN 13501-1 : 2018

⁷ Musterbauordnung - MBO; Fassung November 2002, geändert September 2024

⁸ Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen 2025/1

entwickelnden Brandes gewährleistet sein, dass die Teile baulicher Anlagen nur einen begrenzten Beitrag zum Brand leisten und dass nur eine begrenzte Brandausbreitung während und bei Wegfall der Brandeinwirkung vorliegt. Bei der Anordnung von Bodenbelägen im Zuge von Feuerschutzabschlüssen ist von einer Brandeinwirkung auszugehen, wenn bei einer Brandsituation Flammen aus der Türöffnung oder unterhalb es Feuerschutzabschlusses zu einem benachbarten Raum schlagen und eine horizontale Flammenausbreitung und eine Rauchentwicklung festzustellen ist.

Nach aktuellen Ver- und Anwendbarkeitsnachweisen (abZ⁹/aBg¹⁰) von Feuerschutzabschlüssen müssen Böden im Bereich des geschlossenen Feuerschutzabschlusses nichtbrennbar sein. Hinsichtlich der baupraktischen Ausführung von Böden und Bodenbelägen in Bauwerken besteht seitens der Hersteller von Feuerschutzabschlüssen vermehrt der Wunsch, zulassungsgemäß nicht ausschließlich nichtbrennbare Bodenbeläge durchlaufend unter Feuerschutzabschlüssen anordnen zu können, sondern entsprechend der Marktnachfrage auch brennbare Bodenbeläge.

Der Schwellenbereich unterhalb von Feuerschutzabschlüssen erhält daher eine bauaufsichtliche Bedeutung, da er z. B. Teil einer Brandabschnittsgrenze sein kann und die bauliche Ausführung von Böden insbesondere im Schwellenbereich die Integrität des Feuerschutzabschlusses beeinflussen und eine Brandweiterleitung begünstigen kann.

⁹ Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin)

¹⁰ Allgemeine Bauartgenehmigung (Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin)

2.2 Feuerschutzabschlüsse

Für die Anwendung von Feuerschutzabschlüssen (Innentüren) nach der EU-Bauproduktenverordnung² sind die technischen Spezifikationen in der übergeordneten Norm DIN EN 16034¹¹ zusammengefasst.

DIN EN 16034¹¹ formuliert allgemeine Anforderungen u.a. an die Fähigkeit zur Freigabe und der Selbstschließung von Türen, Toren und Fenstern. DIN EN 16034¹¹ stellt eine übergeordnete ergänzende Norm dar, die in Verbindung mit der Produktnorm prEN 14351-2¹² maßgebende Produkteigenschaften für die Anwendung von Innentüren (Feuerschutzabschlüssen) regelt.

Die produktspezifischen Eigenschaften für Innentüren werden zukünftig (aktuell im Entwurf) in der Liste der harmonisierten Normen in der prEN 14351-2¹² definiert, die bei der europäischen Kommission mandatiert, jedoch aktuell nicht harmonisiert ist. Eine Ver- und Anwendung von Feuerschutzabschlüssen (Innentüren) in Deutschland auf Basis der prEN 14351-2¹² ist daher (noch) nicht möglich.

Eine Übersicht der normativen Zusammenhänge ist in Abbildung 1 dargestellt.

Gemäß MVV TB dürfen Feuerschutzabschlüsse den Raumabschluss und die Dichtigkeit bei Brandeinwirkung nicht verlieren und müssen mindestens feuerhemmend sein. Diese Anforderungen können maßgebend durch einen unter Feuerschutzabschlüssen angeordneten Bodenbelag beeinflusst werden.

Aktuell werden entsprechend den Vorgaben der MVV TB⁸ die maßgebenden nationalen Anforderungen an die Ver- und Anwendbarkeit von Feuerschutzabschlüssen (Innentüren) durch einen Kombibescheid abZ⁹/aBg¹⁰ des DIBt oder durch eine ETA (z. B durch das DIBt) nachgewiesen.

¹¹ DIN EN 16034 : 2014-12 | Türen, Tore und Fenster – Produktnorm, Leistungseigenschaften – Feuer- und/oder Rauchschutzeigenschaften; Deutsche Fassung EN 16034:2014

¹² prEN 14351-2 : 2018-11 | Fenster und Türen –Produktnorm, Leistungseigenschaften –Teil 2: Innentüren

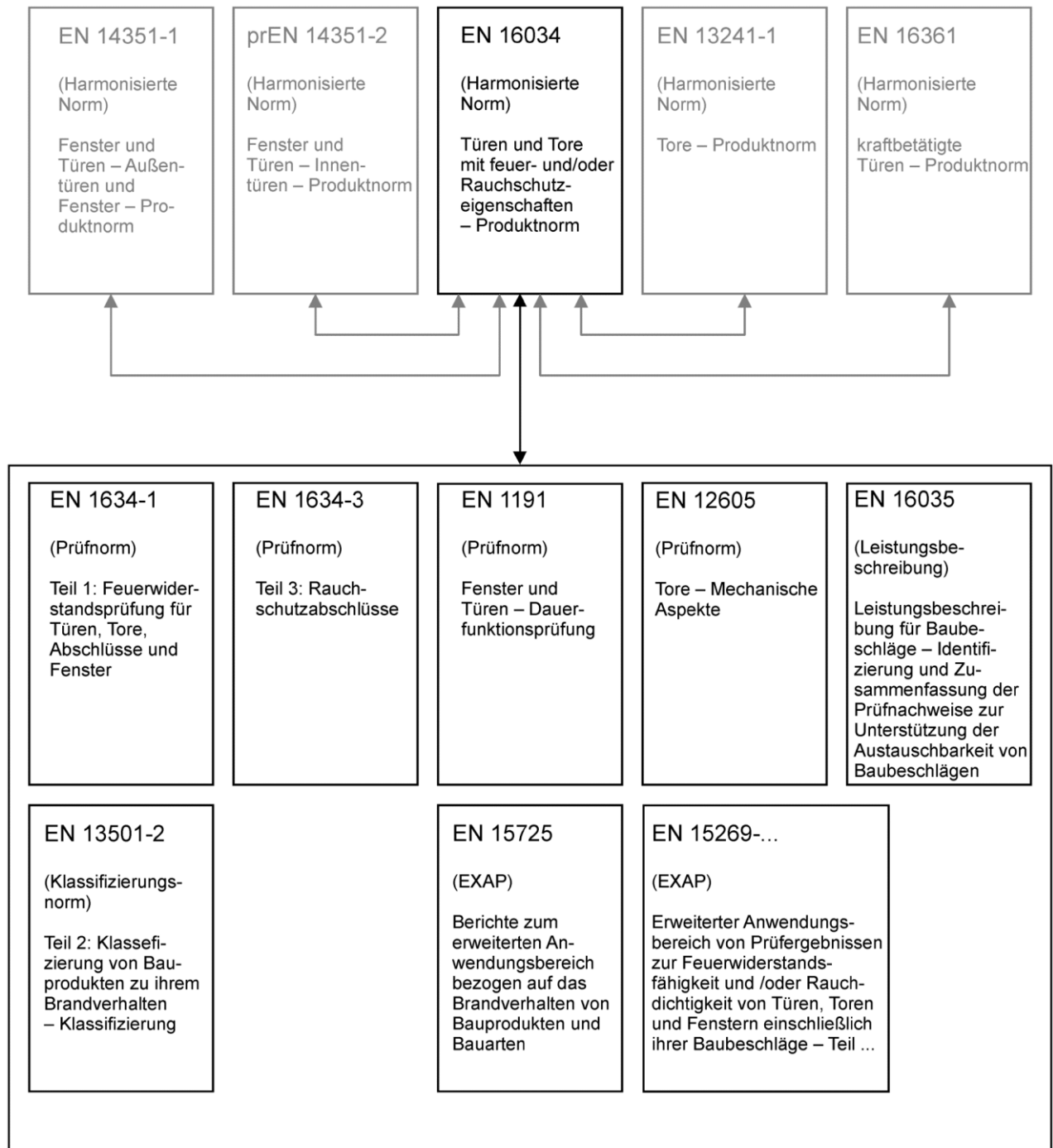


Abbildung 1: Normbeziehungen [DIN EN 16034]¹¹

Zur Erfüllung dieser nationalen Anforderungen an Bauwerke bei Ver- und Anwendung von Feuer- und Rauchabschlüssen nach Ver- bzw. Anwendbarkeitsnachweisen gemäß § 17 bzw. § 16a Musterbauordnung⁷ (MBO) sind die mindestens erforderlichen Klassen gemäß Abbildung 2 (MVV TB⁸, Abschn. 5.1.1) nachzuweisen.

	Bauaufsichtliche Anforderungen	Mindestens erforderliche Klasse gemäß Verwendbarkeitsnachweis
	1	2
1	feuerhemmend und selbstschließend dichtschießend	T 30
2	feuerhemmend und selbstschließend rauchdicht	T 30-RS
3	hochfeuerhemmend und selbstschließend dichtschießend	T 60
4	hochfeuerhemmend und selbstschließend rauchdicht	T 60-RS
5	feuerbeständig und selbstschließend dichtschießend	T 90
6	feuerbeständig und selbstschließend rauchdicht	T 90-RS
7	Feuerwiderstandsfähigkeit 120 Minuten und selbstschließend dichtschießend	T 120
8	Feuerwiderstandsfähigkeit 120 Minuten und selbstschließend rauchdicht	T 120-RS
9	rauchdicht und selbstschließend	RS

 Abbildung 2: Bauaufsichtliche Anforderungen und Zuordnung Klassen [MVV TB]⁸

Die sich daraus ergebenden bauaufsichtlichen Anforderungen und zu erbringenden Leistungen und europäischen Klassifizierungen sind Abbildung 3 zu entnehmen.

	Bauaufsichtliche Anforderung	Mindestens erforderliche Leistungen	Weitere Merkmale
		Feuerwiderstandsfähigkeit und Rauchdichtigkeit für Bauprodukte als Abschlüsse ^{1,2}	Brandverhalten
	1	2	3
1	feuerhemmend, dichtschließend selbstschließend	El ₂ 30 S _a C Dauerfunktionsprüfung ²	E – d2
2	hochfeuerhemmend, dichtschließend selbstschließend	El ₂ 60 S _a C Dauerfunktionsprüfung ²	
3	feuerbeständig, dichtschließend selbstschließend	El ₂ 90 S _a C Dauerfunktionsprüfung ²	
4	feuerhemmend, rauchdicht selbstschließend	El ₂ 30 S ₂₀₀ C Dauerfunktionsprüfung ²	
5	hochfeuerhemmend, rauchdicht selbstschließend	El ₂ 60 S ₂₀₀ C Dauerfunktionsprüfung ²	
6	feuerbeständig, rauchdicht selbstschließend	El ₂ 90 S ₂₀₀ C Dauerfunktionsprüfung ²	
7	rauchdicht und selbstschließend	S ₂₀₀ C Dauerfunktionsprüfung ²	
	1 Die mindestens erforderlichen Leistungen müssen für beide Seiten des Abschlusses geprüft sein. 2 Dauerfunktionsprüfung: - Klasse 5 für Feuerschutz-/Rauchschutztüren (Drehflügelabschlüsse), Schlupftüren in Toren sowie Bauprodukte nach EN 13241:2003 + A2:2016, die gemäß Abschnitt A 2.1.6 als Türen gelten - mind. Klasse 2 für sonstige Feuerschutz-/Rauchschutzabschlüsse (z. B. Klappen, Tore)		

 Abbildung 3: Bauaufsichtliche Anforderungen und Leistungen [MWV TB]⁸

3. Verwendete Produkte

Dieser Abschnitt beschreibt die im Rahmen des Forschungsvorhabens untersuchten Produkte hinsichtlich ihres Aufbaus bzw. der stofflichen Zusammensetzung und der durchgeführten Prüfungen. Daneben werden die vorhabensspezifischen Randbedingungen zur Auswahl der Produkte erläutert.

3.1 Bodenbeläge

Die überwiegende Zahl der am Markt verfügbaren und für die Einsatzzwecke geeigneten textilen und elastischen Bodenbeläge weist ein schwerentflammbares Brandverhalten auf. Bodenbeläge aus Holz bzw. Holzwerkstoffen können auch normalentflammbare Produkte sein.

Gemeinsam mit den Sachverständigen wurde daher eine begrenzte Auswahl zu betrachtender Bodenbelagstypen festgelegt, die der Zielsetzung des Forschungsvorhabens Rechnung tragen und gleichzeitig eine erste Indikation innerhalb der ungleich größeren Vielfalt an verfügbaren Produkten abbilden. Dabei lag der Fokus auf den aktuell am häufigsten in Gebäuden vorkommenden, im Rahmen der Zulassungsverfahren angefragten und entsprechend aus planerischen Gründen verwendeten Bodenbelägen.

3.1.1 Bodenbelagstypen

Die Produkte wurden bei verschiedenen Herstellern angefragt und vom jeweiligen Hersteller an die MPA Braunschweig geliefert.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurden folgende Bodenbeläge betrachtet:

- **2-Schicht-Parkett** nach DIN EN 14342⁵, bestehend aus einer 6 mm mit versiegelten Trägerschicht aus Fichte/Kiefer und einer 4 mm Nutzschicht aus Eichen-Echtholz (Schichten kreuzweise verleimt),
- **Linoleum** nach DIN EN 14041⁴, bestehend aus einer 1 mm Trägerschicht (einschließlich Jute- Gewebe) und einer 2 mm Nutzschicht,
- **Teppich** nach DIN EN 14041, bestehend aus einer oberen 5 mm Polschicht aus Polyamid (PA 6.6), eingetuftet in ein Trägermaterial aus Polyamid (PES) mit einer textilbasierten 2 mm dicken Rückenlage aus Vlies

Um die angelieferten Bodenbeläge zu verifizieren und die Untersuchungsergebnisse abschließend bewerten zu können, wurden die für das Forschungsvorhaben maßgebenden Materialkenndaten und erwarteten Leistungseigenschaften der Bodenbeläge überprüft. Maßgebend war die Überprüfung des Brandverhaltens der angelieferten Proben. Es wurden ausschließlich Bodenbeläge jeweils einer Produktionscharge verwendet.

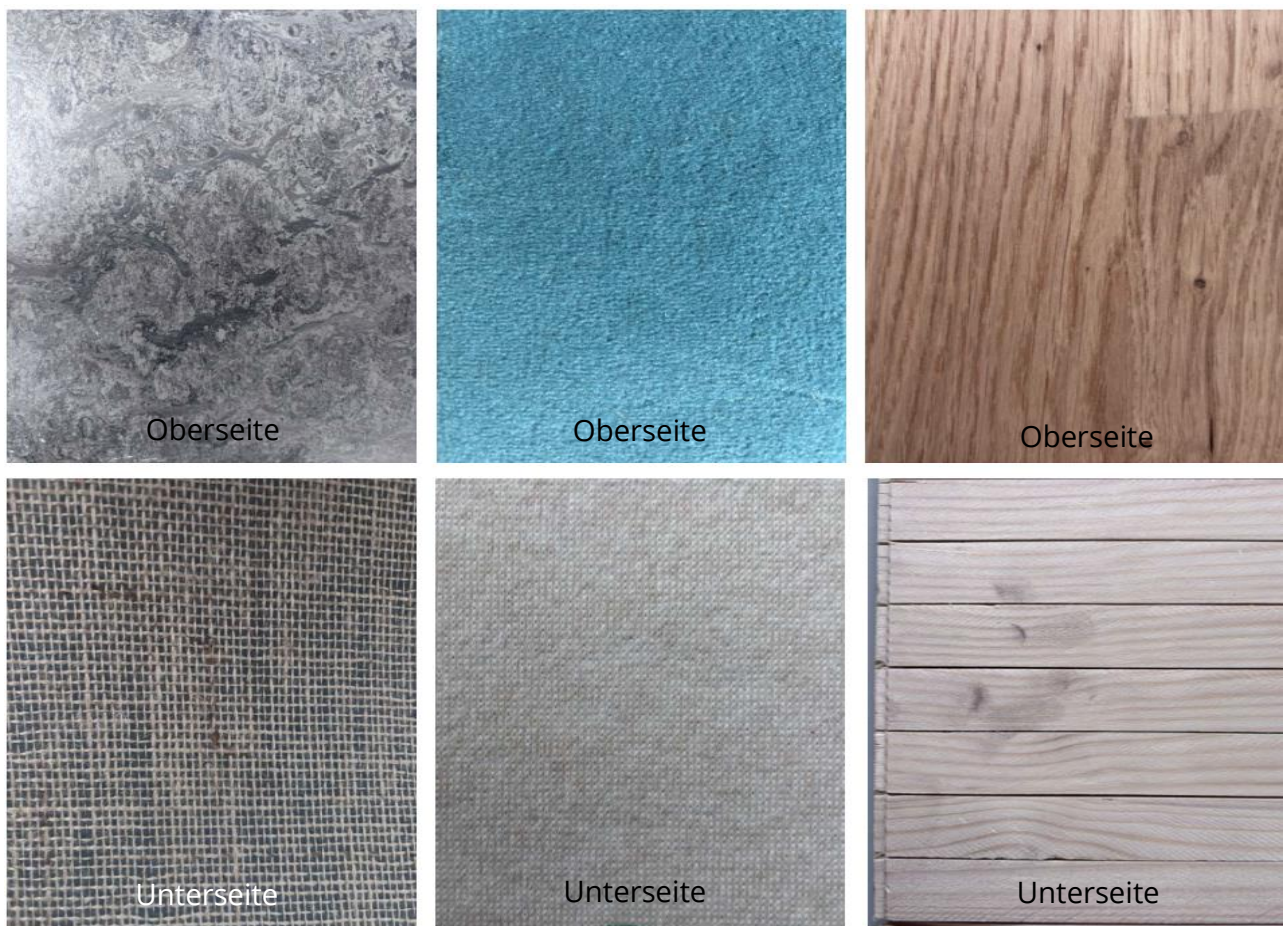


Abbildung 4: Verwendete Bodenbeläge (Linoleum, Teppich, Parkett)

Das 2-Schicht-Parkett wurde mit einem lösemittelfreien Einkomponenten-Klebstoff aus silan-terminierten Polymeren und einer Auftragsmenge des Klebstoffes von 1100 g/m^2 verarbeitet. Sowohl der Teppich- als auch der Linoleumboden wurden mit einem copolymeren Dispersionsklebstoff auf Acrylsäureester-Acrylnitril- und Acrylsäureester-Acrylnitril-Styrol-Basis und einer Auftragsmenge des Klebstoffes von 500 g/m^2 verlegt.

3.1.2 Verifizierung der Leistungseigenschaften

Für eine Überprüfung des Brandverhaltens wurden die Bodenbelagsproben gemäß DIN EN 11925-2¹³, Abschnitt 7.3.3.1 (Flächenbeflammung) und Abschnitt 7.3.3.2 (Kantenbeflammung) sowie DIN EN 9239-1¹⁴ geprüft. Die Bodenbeläge wurden gemäß DIN EN 13238¹⁵, Abschnitt 4.1 und Abschnitt 4.2 (bis zur Massekonstanz) konditioniert und anschließend gemäß den Vorgaben von DIN EN 14041⁴, Abschnitt 4.1.3 bzw. DIN EN 14342⁵ nach DIN EN 13501-1⁶ klassifiziert.

Die Prüfelemente wurden nach DIN EN ISO 11925-2¹³ (Einzelflammentest) und EN ISO 9239-1¹⁴ (Radiant Floor Panel Test) längs und quer zur Herstellrichtung, geprüft. Während der Beflammung konnte bei allen Bodenbelagsproben ein Entzünden nach der 2. Minute dokumentiert werden.

Die Beflammung der Parkettproben sowie der Linoleumproben wiesen eine geringfügige Rauchentwicklung auf. Die Bodenbeläge glimmten nicht und brannten nicht nach. Bei den Teppichproben wurde eine starke Rauchentwicklung festgestellt. Abbildung 5 zeigt die Bodenbelagsproben nach dem Radiant Panel Floor Test.



Abbildung 5: Bodenbelagsproben nach Radiant Panel Floor Test

¹³ DIN EN ISO 11925-2 : 2020-07 | Prüfungen zum Brandverhalten –Entzündbarkeit von Produkten bei direkter Flammeneinwirkung –Teil 2: Einzelflammentest (ISO 11925-2:2020); Deutsche Fassung EN ISO 11925-2:2020

¹⁴ DIN EN 9239-1 : 2010-11 | Prüfungen zum Brandverhalten von Bodenbelägen –Teil 1: Bestimmung des Brandverhaltens bei Beanspruchung mit einem Wärmestrahler (ISO 9239-1:2010); Deutsche Fassung EN ISO 9239-1: 2010

¹⁵ DIN EN 13238 : 2010-06 | Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten – Konditionierungsverfahren und allgemeine Regeln für die Auswahl von Trägerplatten; Deutsche und Englische Fassung prEN 13238:2025

Eine detaillierte Zusammenstellung der Prüfergebnisse nach EN ISO 11925-2¹³ und DIN EN ISO 9239-1¹⁴ ist Anlage A.0 - 1.1 zu entnehmen.

Die wesentlichen Kenndaten der verwendeten Bodenbeläge und Klebstoffe sind der folgenden Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Übersicht der wesentlichen Kenndaten der verwendeten Bodenbeläge

∅ Dicke [mm]	Flächengewicht [kg/m ²]	Ermittelte Baustoff- klasse nach DIN EN 13501-1 ⁶	Bauaufsichtliche Benennung
2-Schicht Parkett nach Abschnitt 3.1.1			
10,1	5,7	D _{fl} -s1	normalentflammbar
Teppich nach Abschnitt 3.1.1			
7,6	1,5	B _{fl} -s1	schwerentflammbar
Linoleum nach Abschnitt 3.1.1			
3,2	4,1	C _{fl} -s1	schwerentflammbar

3.1.3 Vorbereitung der Bodenbeläge für die Versuchsreihen V 1 bis V 3

Die gemäß DIN EN 13238¹⁵ vorklimatisierten Bodenbeläge wurden jeweils unter Einhaltung der durch die Hersteller angegebenen Abbindezeiten der Klebstoffe gemäß Tabelle 1 auf eine Trägerplatte aus Calciumsilikat, Abmessungen jeweils (B x T) 1000 mm x 500 mm, aufgebracht und bis zum Einbau unter den Prüfelementen gemäß DIN EN 13238¹⁵ gelagert.

Die Bodenbeläge wurden während der Lagerungszeit bis zum Zeitpunkt des Einbaus durch Anpressen mit Gewichten beschwert.

3.2 Feuerschutzabschlüsse

Die im Folgenden betrachteten Feuerschutzabschlüsse der Versuchsreihen V 1 bis V 3 wurden von den Herstellern jeweils aus einzelnen Elementen wie Zarge, Türflügel und Beschlagteilen in der Materialprüfanstalt Braunschweig errichtet und in eine 175 mm dicke Tragkonstruktion mit geringer Rohdichte aus Porenbetonsteinen nach DIN EN 771-4¹⁶ und einem Stahlbetonsturz (C20/25) eingebaut. Zum Mauern wurde ein Dünnbettmörtel mit der Druckfestigkeitsklasse M3 nach DIN EN 998-2¹⁷ verwendet.

Die lichte Öffnung des Brandraumes betrug jeweils (B x H) 5500 mm x 5250 mm. Das Maueröffnungsmaß für die Prüfelemente der Versuchsreihe V 1 betrug je (B x H) 1010 mm x 2220 mm, für die Prüfelemente der Versuchsreihe V 2 je (B x H) 1020 mm x 2185 mm und für die Prüfelemente der Versuchsreihe V 3 je (B x H) = 1020 mm x 2130 mm.

Die Tragkonstruktionen wurden vor dem Einbau der Prüfelemente entsprechend den Vorgaben von DIN EN 1634-1¹ konditioniert.

3.2.1 Stahlblechtüren (Versuchsreihe V 1)

Im Wesentlichen bestand das Türensysteem aus einer Eckzarge, einem Kasten- und Deckelblech sowie einer Füllung aus Mineralwolle, die mit den Blechen verklebt war. Die Türsysteme wurden jeweils mit zwei Türbändern, einem Einsteckschloss, zwei Sicherungsbolzen und einem Obentürschließer ausgestattet. Des Weiteren wurden aufschäumende Baustoffe sowie eine Zargendichtung verwendet. Der lichte Durchgang betrug B x H°= 918 mm x 2083 mm. Das Türflügelgewicht betrug ca. 77 kg.

Die Konfiguration dieser Versuchsreihe zeigt die folgende Abbildung 6.

¹⁶ DIN EN 771-4 : 2015-11 | Festlegungen für Mauersteine – Teil 4: Porenbetonsteine; Deutsche Fassung EN 771-4:2011+A1:2015

¹⁷ DIN EN 998-2 : 2017-02 | Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau – Teil 2: Mauermörtel; Deutsche Fassung EN 998-2:2016



Abbildung 6: V 1 - Einbausituation der Prüfelemente

Der Einbau und die Befestigung der Türensyste in den Maueröffnungen erfolgte mit entsprechend für die Art der Befestigung ausreichend dimensionierten und geeigneten Befestigungsmitteln. Die technische Ansichtszeichnung ist Anlage V.1 – 1.1 zu entnehmen.

Vor dem Brandversuch wurde die Schließkraft informativ ermittelt (i. M. ca. 30 N) und die Spaltmaße überprüft. Ein detailliertes Aufmaß der Spaltmaße ist in Anlage V.1 - 4.1 zusammengestellt.

Die Bodenbeläge wurden nach vorheriger Herstellung und Konditionierung auf einer Trägerplatte, aus Calciumsilikat, unterhalb der Prüfelemente unter Berücksichtigung eines verbleibenden Bodenspalts von $h = 15 \text{ mm}$ eingebaut.

Bei dieser Versuchsreihe wurden alle Bodenbeläge unterhalb der Zargenstäbe angeordnet. Brandraumseitig wurde der Mörtel zum Schutz der Kanten bis an die Zarge und die Kanten herangeführt, um den Niveauunterschied auszugleichen.

Die folgende Abbildung 7 zeigt die Einbausituation exemplarisch am Beispiel des Linoleumbodenbelags.



Abbildung 7: V 1 - Einbausituation der Bodenbeläge (exemplarisch am Bsp. Linoleum)

3.2.2 Rohrrahmentüren (Versuchsreihe V 2)

Die Aluminium-Rohrrahmentüren setzten sich im Wesentlichen aus umlaufenden, in den oberen Ecken auf Gehrung geschnittenen, Rahmenprofilen und einer Füllung aus Brandschutzglas zusammen. Die Türsysteme wurden jeweils mit zwei Türbändern, einem Rohrrahmenschluss, einer Rahmensicherung und einem Obentürschließer ausgestattet. Des Weiteren wurden aufschäumende Baustoffe sowie eine Zargendichtung verwendet. Der lichte Durchgang betrug $B \times H = 852 \text{ mm} \times 2051 \text{ mm}$. Das Türflügelgewicht betrug 135 kg.

Die Konfiguration dieser Versuchsreihe ist auf der nächsten Seite in Abbildung 8 dargestellt.

Der Einbau und die Befestigung der Türe Systeme in den Maueröffnungen erfolgte mit entsprechend für die Art der Befestigung ausreichend dimensionierten und geeigneten Befestigungsmitteln. Die technische Ansichtszeichnung ist Anlage V.2 - 1.1 zu entnehmen

Vor dem Brandversuch wurden die Schließkraft informativ ermittelt (i. M. ca. 52 N) und die Spaltmaße überprüft. Ein detailliertes Aufmaß der Spaltmaße ist in Anlage V.2 - 4.1 zusammengestellt.

Die Bodenbeläge wurden nach vorheriger Herstellung und Konditionierung auf einer Trägerplatte, aus Calciumsilikat, unterhalb der Prüfelemente unter Berücksichtigung eines verbleibenden Bodenspalts von $h = 15 \text{ mm}$ eingebaut.



Abbildung 8: V 2 - Einbausituation der Prüfelemente

Bei dieser Versuchsreihe wurden alle Bodenbeläge im Bereich der Zargen ausgeklinkt. Brandraumseitig wurde der Mörtel zum Schutz der Kanten bis an die Zarge und die Kanten herangeführt, um den Niveauunterschied auszugleichen.

Abbildung 9 zeigt die Einbausituation exemplarisch am Beispiel des Linoleumbodenbelags von der unbeflammten Seite.

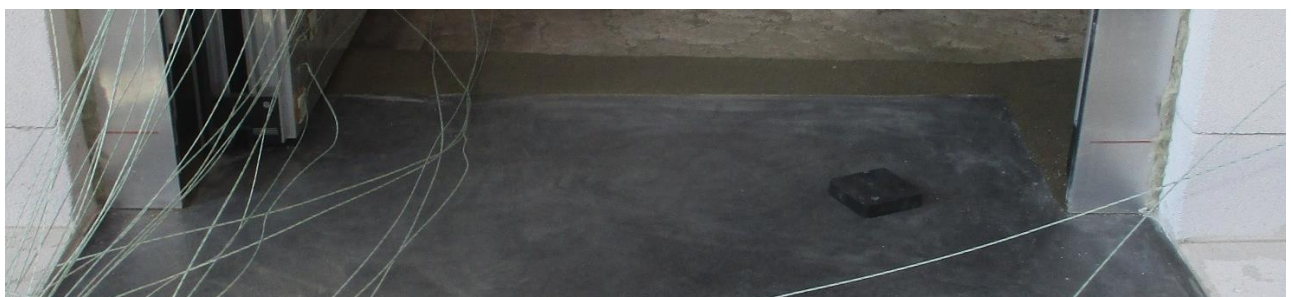


Abbildung 9: V 2 - Einbausituation der Bodenbeläge (exemplarisch am Bsp. Linoleum)

3.2.3 Holzwerkstofftüren (Versuchsreihe V 3)

Die Holzwerkstofftüren setzten sich im Wesentlichen aus einer einlagigen Mittellage, einem umlaufenden Rahmen, einem umlaufenden Einleimer, einer beidseitigen Decklage sowie einem dreiseitig zwischen Rahmen und Einleimer eingebrachten aufschäumenden Baustoff zusammen. Die Prüfelemente wurden jeweils mit zwei Türbändern, einem Einsteckschloss und einem Obentürschließer ausgestattet. In den Zargenfalz wurde in eine entsprechende Nut eine Dichtung eingezogen. Der lichte Durchgang betrug $B \times H = 936 \text{ mm} \times 2093 \text{ mm}$. Das Türflügelgewicht betrug 66 kg.

Die Konfiguration dieser Versuchsreihe zeigt die folgende Abbildung 10.

Die Umfassungszarge wurde in der Maueröffnung mit entsprechend für die Art der Befestigung ausreichend dimensionierten und geeigneten Befestigungsmitteln befestigt. Die technische Ansichtszeichnung ist Anlage V.3 - 1.1 zu entnehmen

Vor dem Brandversuch wurden die Schließkraft ermittelt (i. M. ca. 46 N) und die Spaltmaße überprüft. Ein detailliertes Aufmaß der Spaltmaße ist ins Anlage V.3 - 4.1 zusammengestellt.



Abbildung 10: V 3 - Einbausituation der Prüfelemente

Die Bodenbeläge wurden nach vorheriger Herstellung und Konditionierung auf einer Trägerplatte, aus Calciumsilikat, unterhalb der Prüfelemente unter Berücksichtigung eines verbleibenden Bodenspalts von $h = 15 \text{ mm}$ eingebaut.

Bei dieser Versuchsreihe wurden alle Bodenbeläge im Bereich der Zargen ausgeklinkt. Brandraumseitig wurde der Mörtel - zum Schutz der Kanten - bis an die Zarge herangeführt und der Niveauunterschied ausgeglichen. Abbildung 11 zeigt die Einbausituation exemplarisch am Beispiel des Linoleumbodenbelags.



Abbildung 11: V 3 - Einbausituation der Bodenbeläge (exemplarisch am Bsp. Linoleum)

4. Untersuchungen zur Feuerwiderstandsdauer

Ziel der Untersuchungen war die systematische Analyse des Einflusses verschiedener Bodenbelagstypen unterhalb von Feuerschutzabschlüssen. Hierbei sollten Erkenntnisse gesammelt werden, inwieweit unterschiedliche Bodenbelagstypen das Temperaturfeld im unteren Türenbereich beeinflussen. Hierzu wurden zusätzlich zu den Messstellen auf dem Türensystem orientierend die Temperaturen auf den Bodenbelägen erfasst.

Es wurden drei Türentypen (Stahlblechtür, Aluminium-Rohrrahmentür, Holzwerkstofftür) in Kombination mit den in Abschnitt 3.1 genannten Bodenbelagstypen (Parkett, Linoleum, Teppich) untersucht.

Die aus Kosten- und Zeitgründen zusammen mit den beratenden Sachverständigen festgelegte Kombination der Produkte umfasst insgesamt drei Versuchsreihen.

Eine Versuchsreihe umfasste drei Prüfelemente, bestehend aus baugleichen Türensystemen gemäß Abschnitt 2.2, die mit den drei Bodenbelagstypen gemäß Abschnitt 2.1 kombiniert wurden. Das Türensystem sowie die Einbaurandbedingungen wurden konstant gehalten, so dass der Bodenbelag innerhalb einer Versuchsreihe als alleinige variable Prüfgröße betrachtet werden konnte.

Die Prüfelemente sind gemäß vorheriger Festlegung ohne absenkbare Bodendichtung hergestellt und eingebaut worden.

Die Prüfelemente wurden gemäß den Anforderungen der DIN EN 1634-1¹ beflammt. Innerhalb der Versuchsreihe wurde der Einfluss auf das Temperaturverhalten, das Versagenszenario sowie die Versagenszeit untersucht. Zusätzlich wurden die vg. Messgrößen zwischen den drei Bodenbelagskonfigurationen analysiert, um eine potentielle Sensibilität des Türensystems gegenüber unterschiedlichen Bodenbelägen zu bewerten.

4.1 Versuchseinrichtung

Die Untersuchungen an der MPA Braunschweig wurden in einer vertikalen Brandkammer mit lichten Abmessungen von $B \times H = 5500 \text{ mm} \times 5250 \text{ mm}$ durchgeführt.

Die während der Versuchsreihen kontinuierlich aufgezeichneten Messdaten zur Messung der Temperaturen im Brandraum, des Differenzdrucks im Brandraum, die Breite der vor der Brandprüfung gemessenen Spalte der Funktionsfugen sowie die Messung der horizontalen Durchbiegung der Prüfelemente ist den Anlagen zu entnehmen. Siehe Verzeichnis der Anlagen.

4.1.1 Messeinrichtung der Brandkammer

Vor den Brandversuchen wurden die Prüfelemente gemäß DIN EN 1363-1¹⁸ konditioniert. Die auf Trägerplatten mit produktspezifischen Klebstoffen aufgetragenen Bodenbeläge wurden auf einem Porenbetonsockel mittels handelsüblichem Dünnbettmörtel aufgeklebt. Fachkräfte der Türenhersteller bauten die Prüfelemente in die vorbereiteten Maueröffnungen ein. Die Brandbeanspruchung aller Prüfelemente erfolgte von der Öffnungsseite (Bandseite).

Die Brandkammer wurde nach der Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK) gemäß DIN EN 1363-1¹⁸ beflammt. Bei der Brandprüfung wurde der Ofendruck entsprechend DIN EN 1363-1¹⁸, Abschnitt 5.2, eingestellt. Der Druck im Brandraum wurde in einer Höhe von 0,5 m und 2,5 m über dem Ofenboden messtechnisch erfasst. Die Oberkante der Bodenbeläge befand sich auf einer Höhe von 0,2 m über dem Ofenboden.

4.1.2 Messeinrichtung an den Prüfelementen

Die Messungen der Temperaturen auf der unbeflammten Seite der Prüfelemente erfolgten gemäß DIN EN 1363-1¹⁸ in Verbindung mit DIN EN 1634-1¹.

Gemäß DIN EN 13501-2¹⁹, Abschnitt 5.2.2.4 „Wärmedämmung I₂“ muss die mittlere Temperaturerhöhung auf der unbeflammten Seite des Türflügels auf 140 K über der Ausgangstemperatur (nach EN 1363-1¹⁸) begrenzt sein, die maximale Temperaturerhöhung an jeder Stelle des Türflügels muss auf 180 K über der Ausgangstemperatur (nach EN 1363-1¹⁸) begrenzt sein. Auf dem Türflügel dürfen innerhalb eines 100 mm breiten Randbereichs des sichtbaren Teils des Türflügels keine Temperaturmessungen berücksichtigt werden. Wenn die Türzarge breiter als

¹⁸ DIN EN 1363-1 : 2020-05 | Feuerwiderstandsprüfungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung EN 1363-1:2020

¹⁹ DIN EN 13501-2 : 2023-12 | Klassifizierung von Bauprodukten und Bauteilen zu ihrem Brandverhalten – Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen und/oder Rauchschutzprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen; Deutsche Fassung EN13501-2:2023

100 mm ist, muss die Temperaturerhöhung an allen Stellen der Türzarge, gemessen 100 mm von der sichtbaren Kante des Türflügels (auf der unbeflammten Seite), auf 360 K begrenzt sein; andernfalls muss sie an der Grenzlinie zwischen Türzarge und Tragkonstruktion gemessen werden.

Gemäß DIN EN 13501-2¹⁹, Abschnitt 5.2.2.3 „Wärmedämmung I₁“ muss die mittlere Temperaturerhöhung auf unbeflammten Seite des Türflügels auf 140 K über der Ausgangstemperatur (nach EN 1363-1) begrenzt sein, die maximale Temperaturerhöhung an jeder Stelle des Türflügels muss auf 180 K über der Ausgangstemperatur (nach EN 1363-1) begrenzt sein. Auf dem Türflügel dürfen innerhalb eines 25 mm breiten Randbereichs des sichtbaren Teils des Türflügels keine Temperaturmessungen berücksichtigt werden. Wenn die Türzarge breiter als 100 mm ist, muss die Temperaturerhöhung an allen Stellen der Türzarge, gemessen 100 mm von der sichtbaren Kante des Türflügels (auf der unbeflammten Seite), auf 180 K begrenzt sein; andernfalls muss sie mit der Mitte des Kupferplättchens in einem Abstand von 15 mm zum Übergang zwischen Türzarge und Tragkonstruktion gemessen werden.

Die Klassifizierung zur Wärmedämmung zur Verwendung von Feuerschutzabschlüssen Deutschland muss unter Anwendung des Indizes 2 (I₂) entsprechend der o. a. Definition erfolgen.

Die Verformung der Prüfelemente wurde entsprechend DIN EN 1634-1¹ in mittlerer Höhe der Prüfelemente gemessen.

4.1.3 Messeinrichtung an den Bodenbelägen

Im Bereich der Bodenbeläge wurden zusätzliche informelle Messstellen angeordnet, um den Einfluss der Bodenbeläge erfassen zu können. Für die informelle Bewertung dieser Messstellen wurde das 180 K-Kriterium orientierend angesetzt.

Die Anordnung der Messstellen der jeweiligen Versuchsreihe ist Abbildung 13, Abbildung 28 und Abbildung 43 zu entnehmen.

4.2 Versuchsdurchführung

Vor den Feuerwiderstandsprüfungen an den Prüfelementen wurde jeweils die Funktionsprüfung mit den geforderten 25 Betätigungszyklen nach DIN EN 16034¹¹, Abschnitt 5.1 bzw. Anhang A 2.2, durchgeführt. Das Öffnen des jeweiligen Prüfelementes erfolgte manuell, das Schließen über den jeweiligen Obentürschließer.

Eine Prüfung der mechanischen Konditionierung für die Dämmung, nach DIN EN 16034¹¹, Abschnitt 5.1 bzw. Anhang A 2.3, wurde nicht durchgeführt, da es sich bei den ggf. verwendeten wärmedämmenden bzw. wärmeabsorbierenden Materialien weder um bröckelige noch um lose Materialien handelt.

Entsprechend der Zielsetzung des Forschungsvorhabens wurden unnötige Stoßstellen innerhalb der Bodenbeläge vermieden. Es wurde keine Stoßfuge ausgebildet und keine Bodenschieben verwendet. Da der Parkettboden, ausgehend von der Bauweise, nicht fugenlos ausgeführt werden konnte, wurde es rechtwinklig zur Türöffnung in Laufrichtung unter den Prüfelementen angeordnet.

Die MPA Braunschweig hat zur Minimierung positionsabhängiger Einflussgrößen gemeinsam mit den beratenden Sachverständigen ein rotierendes Anordnungsprinzip für die Bodenbeläge festgelegt. Demnach waren die Prüfelemente innerhalb einer Versuchsreihe unverändert, während die Bodenbeläge als variable Kenngröße über die drei Versuchsreihen hinweg auch in ihrer Position (links, Mitte, rechts) variiert wurden. Die Bodenbeläge wurden zwischen den Versuchsreihen systematisch rotiert, so dass jeder Bodenbelag einmal an jeder der drei Positionen im Brandraum platziert wurde. Das Vorgehen sollte dazu dienen, den Einfluss der räumlichen Position auf das Brandverhalten zu kontrollieren und auszuschließen.

Tabelle 2 gibt eine Übersicht der Versuchsreihen und Prüfelemente und zeigt das rotierende Anordnungsprinzip.

Tabelle 2: Übersicht der Versuchsreihen und Anordnungsprinzip

Lage im Brandraum	links	Mitte	rechts
Türsystem	Rotierendes Anordnungsprinzip der Bodenbeläge		
Stahlblech	V 1.1 (Teppich)	V 1.2 (Parkett)	V 1.3 (Linoleum)
Aluminium Rohrrahmen	V 2.1 (Linoleum)	V 2.2 (Teppich)	V 2.3 (Parkett)
Holzwerkstoff	V 3.1 (Parkett)	V 3.2 (Linoleum)	V 3.3 (Teppich)

Die Kombination der untersuchten Türentypen in Verbindung mit den Bodenbelagstypen jeder Versuchsreihe ist den jeweiligen Abschnitten 4.2.1 bis 4.2.3 zu entnehmen und in Abbildung 6, Abbildung 8, Abbildung 10 dargestellt.

Da sich in der baupraktischen Anwendung keine Kantenbeflammung der Bodenbeläge ergibt, wurden die Kanten der brandraumseitig angeordneten Bodenbeläge während der Feuerwiderstandsprüfungen umlaufend durch einen Niveauausgleich bis zur Oberkante des Bodenbelags mit einem handelsüblichen Mauermörtel geschützt.



Abbildung 12: Exemplarische Darstellung der Kantenschutzmaßnahmen im Brandraum

4.2.1 Versuchsreihe V 1 - Stahlblechtüren

Die Versuchsreihe umfasste drei baugleiche Türensyste aus Stahlblech in Verbindung mit drei Bodenbelagstypen (Teppich, Parkett, Linoleum).

4.2.1.1 Anordnung der Messstellen der Versuchsreihe V 1

Die Prüfelemente waren alle einheitlich fortlaufend auf der unbeflammten Seite instrumentiert. Um die Temperaturentwicklung im Schwellenbereich messtechnisch zu erfassen, wurden die Türflügel-Unterkanten sowie der Bodenbeläge in Abständen von jeweils 2,5 cm und 10,0 cm vom Bodenspalt entfernt mit Messstellen gemäß Abschnitt 4.1 versehen.

In Abbildung 13 ist die Anordnung der Messstellen der drei Prüfelemente dieser Versuchsreihe gemäß DIN EN 1634-1¹, Abschnitt 11.2.4 und Abschnitt 11.2.5 dargestellt.

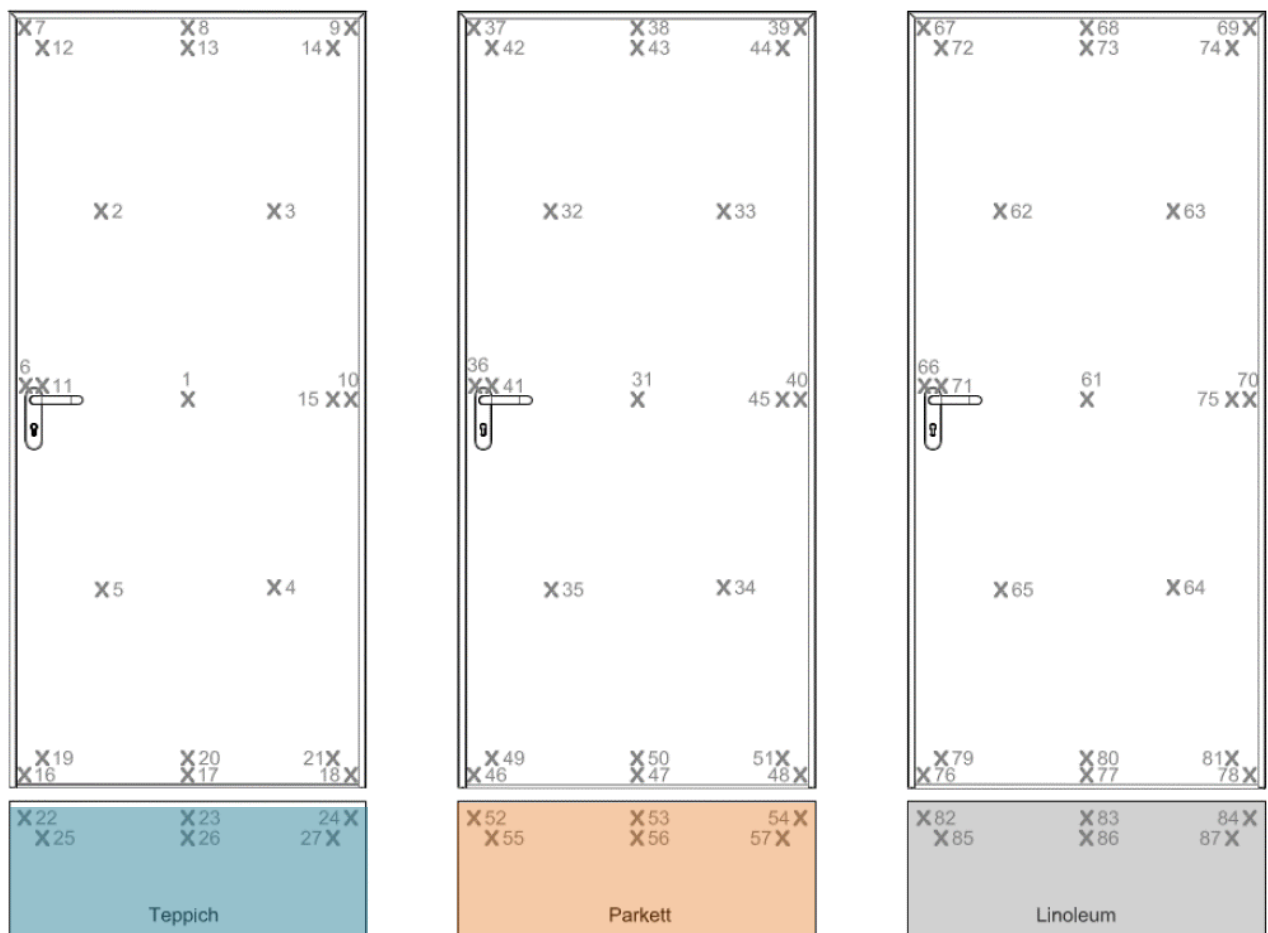


Abbildung 13: V 1 - Anordnung der Messstellen (unbeflammte Seite)

4.2.1.2 Auswertung der Messdaten der Versuchsreihe V 1

Die über die Versuchsdauer aufgezeichneten Messdaten wurden differenziert für die Bodenbeläge sowie für die Fläche der Türflügel ausgewertet.

Die Messstellen nach dem „Ergänzungsverfahren“ zur Klassifizierung I_1 (Abschnitt 4.1.2) sowie die Messstellen auf den Bodenbelägen (Abschnitt 4.1.3) sind für die Beurteilung der Feuerwiderstandsdauer nicht heranzuziehen. Maßgebend für die Beurteilung der Feuerwiderstandsdauer sind die Messstellen zur Klassifizierung I_2 gemäß DIN EN 13501-2¹⁹, auf dem Feuerschutzabschluss.

Abbildung 14 stellt die auf den Bodenbelägen informell angeordneten Messstellen und die gelb markierten Messstellen mit einer Temperaturerhöhung (> 180 K) dar.



Abbildung 14: V 1 - Temperaturerhöhungen auf den Bodenbelägen (informell)

Bei allen Prüfelementen wurde fortwährend infolge von einzelnen kleinen wiederkehrenden Flammen aus dem Bodenspalt der Wattebauschtest zur Überprüfung des Raumabschlusses (E) angewendet. Das früheste Versagen des Raumabschlusses trat in der 38. Minute am Prüfelement V 1.3 infolge Flammen ein. Bei Prüfelement V 1.2 entzündete sich in der 47. Minute ein Wattebausch und bei Prüfelement V 1.1 führten letztlich Flammen > 10 Sekunden in der 50. Minute zum Versagen.

Für die gesamte 1. Versuchsreihe an Stahlblechtüren konnte über die festgelegte Mindestversuchsdauer von 36 Minuten kein Versagen in Bezug auf den Raumabschluss festgestellt werden.

Über die Versuchsdauer konnte nur eine geringfügige und temporäre Rauchentwicklung festgestellt werden. Weitere Aufzeichnungen während des Brandversuchs sind den Beobachtungen Anlage V.2 - 6.1 bis Anlage V.2 - 6.3 zu entnehmen.

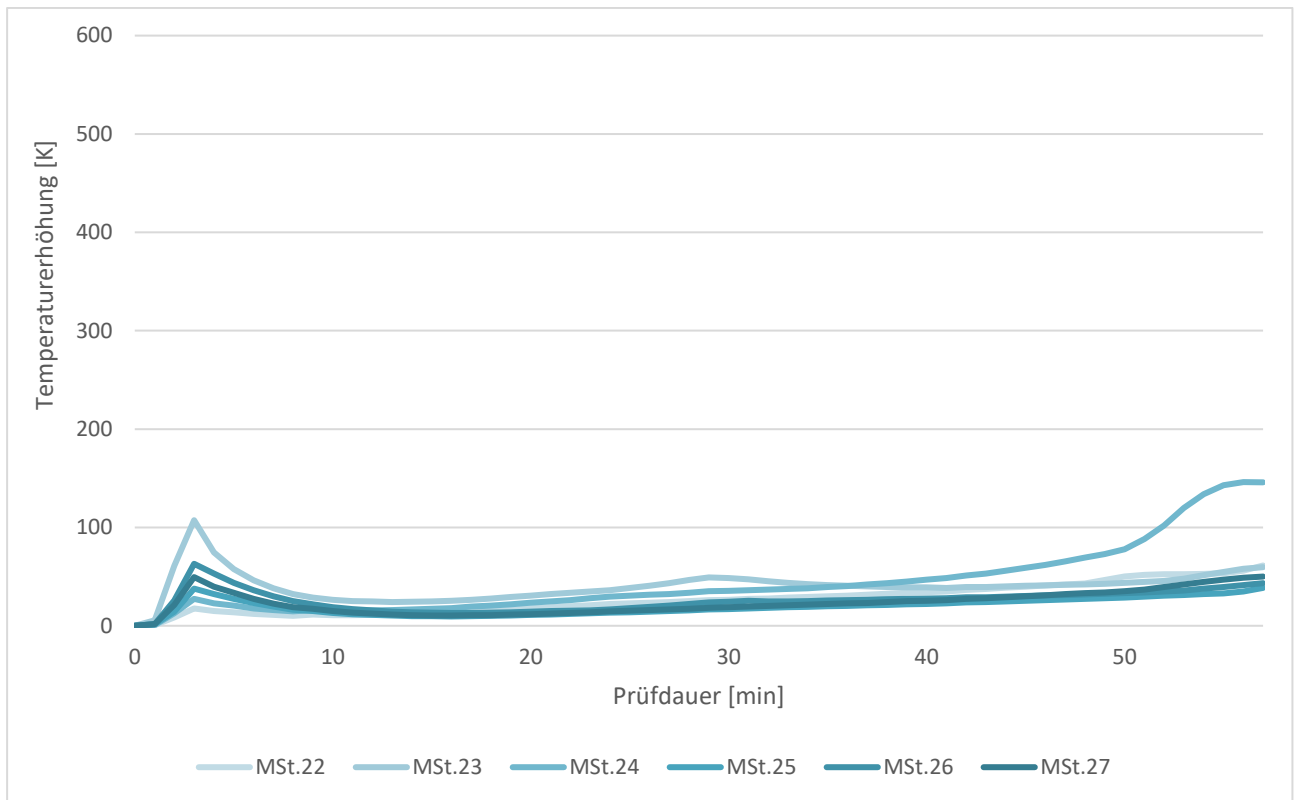


Abbildung 15: V 1.1 - Temperaturverlauf auf dem Teppich

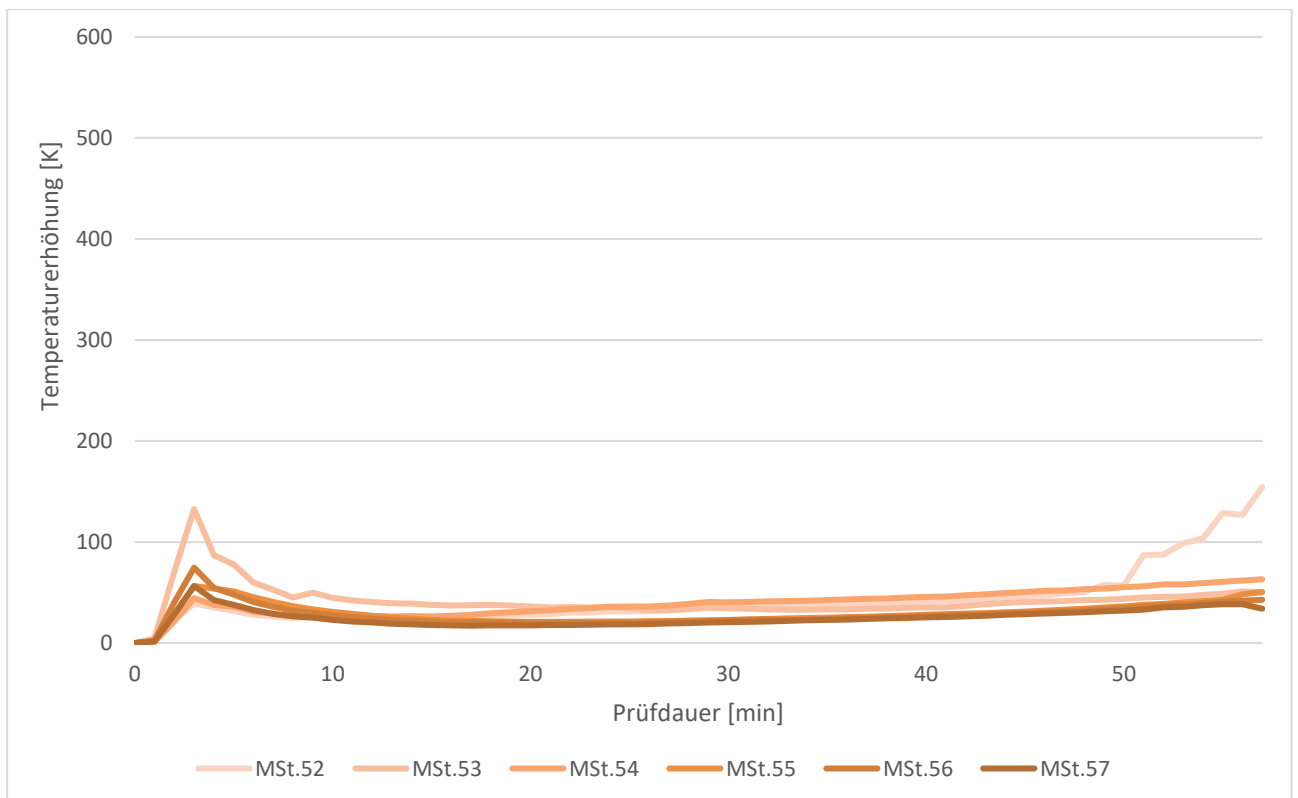


Abbildung 16: V 1.2 - Temperaturverlauf auf dem Parkett

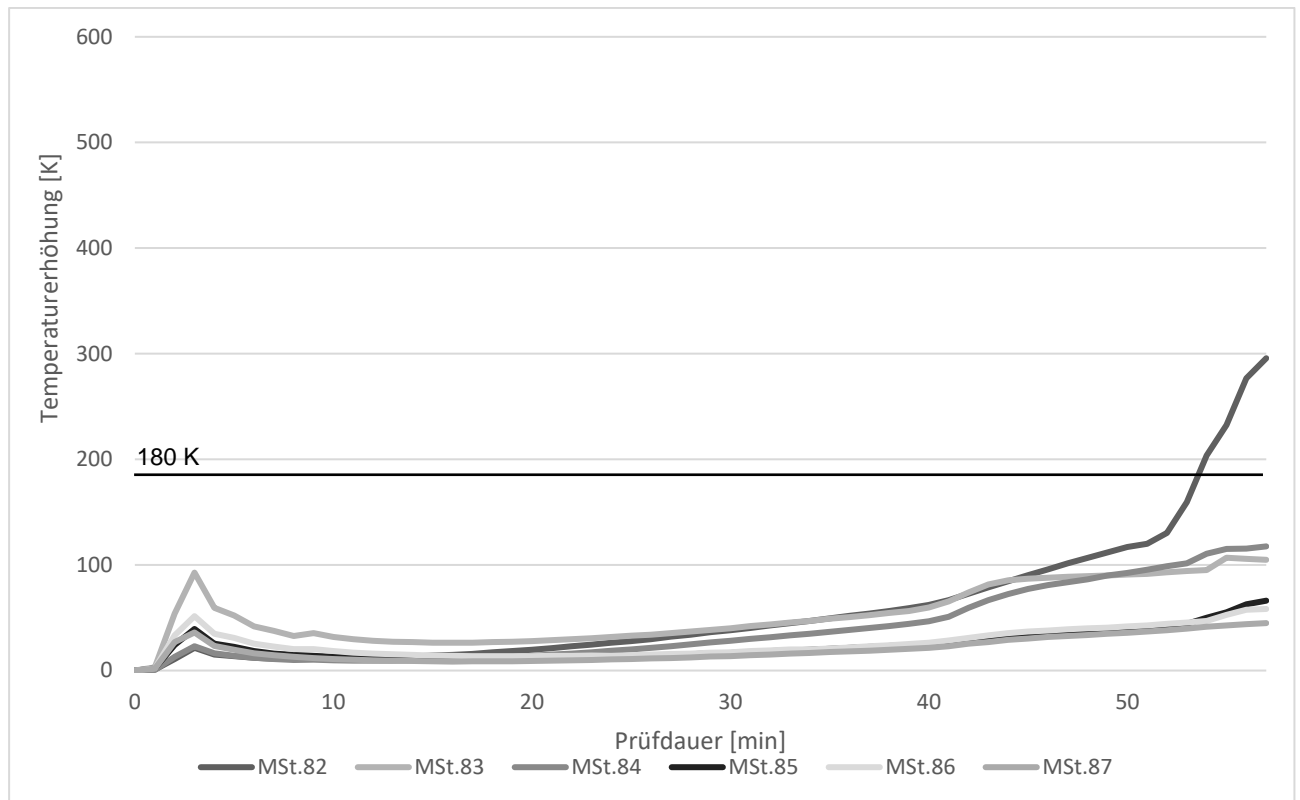


Abbildung 17: V 1.3 - Temperaturverlauf auf dem Linoleum

Die in Abbildung 18 farblich gekennzeichneten Temperaturüberschreitungen entsprechen den Messstellen für die Verfahren zur Klassifizierung I_2 (rot) und I_1 (informell, gelb) nach DIN EN 13501-2^{19,19}, sowie die informell auf den Bodenbelägen angeordneten und überschrittenen Messstellen.

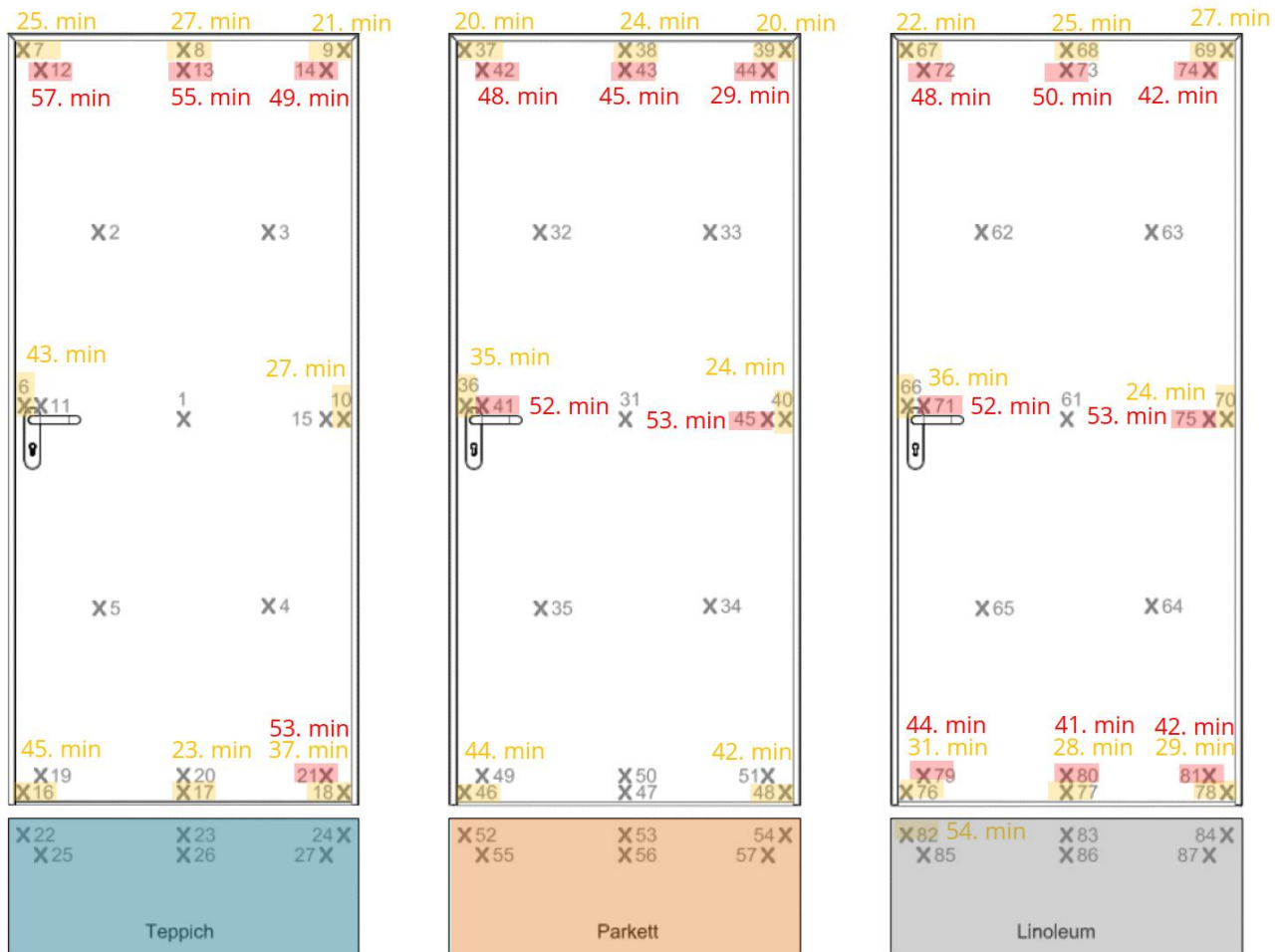


Abbildung 18: V 1 - Temperaturerhöhungen I_2 und I_1 (informell) gemäß EN 1634-1¹

Lediglich am Prüfelement V 1.2 trat in der 29. Minute in der oberen bandseitigen Ecke auf dem Türflügel eine Temperaturüberschreitung (> 180 K) auf. Bei Prüfelement V 1.3 trat in der 41. Minute und bei Prüfelement V 1.1 in der 49. Minute eine erste Temperaturüberschreitung an der Unterkante des Türflügels auf. Bis auf Prüfelement V 1.2 wurde über die festgelegte Versuchsdauer von 36. Minuten das Kriterium I_2 eingehalten.

Abbildung 19 bis Abbildung 21 geben die grafische Auswertung zur Klassifizierung I_2 gemäß DIN EN 13501-2¹⁹ wieder.

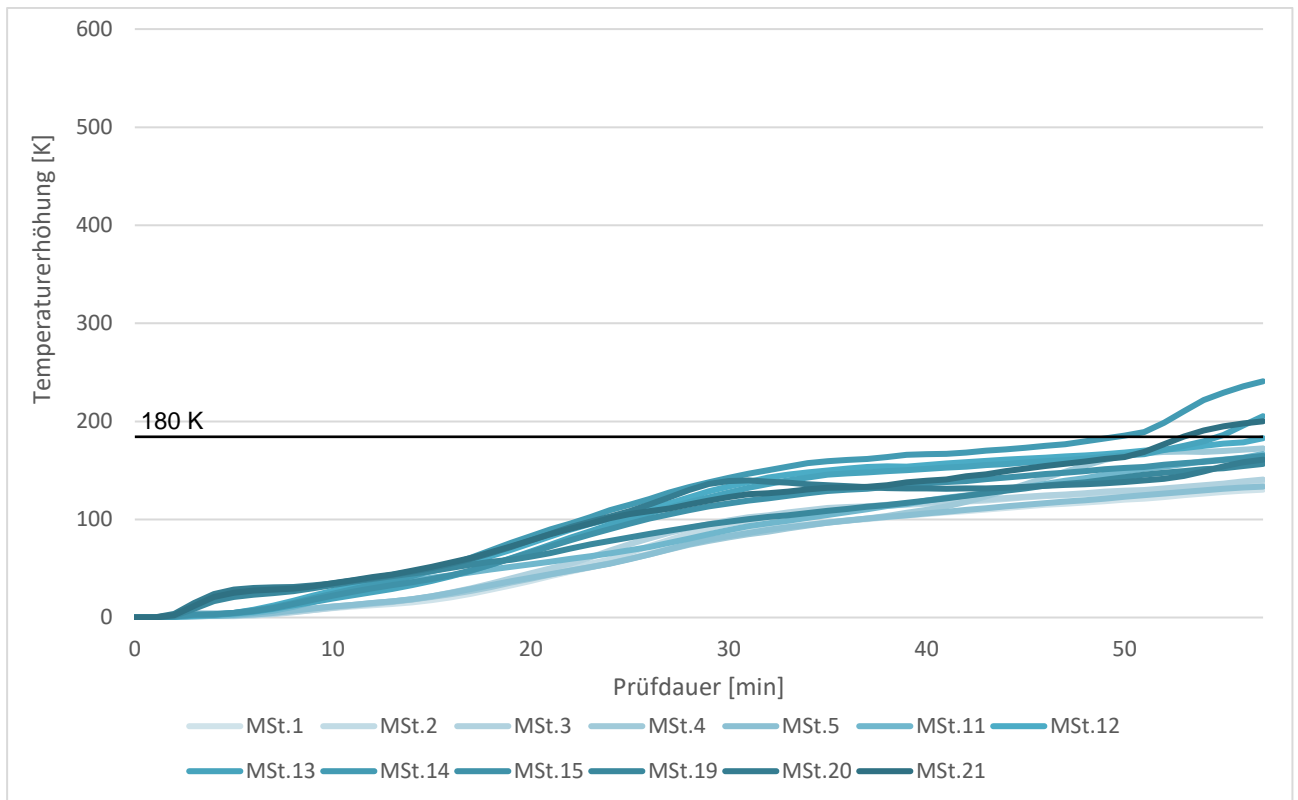


Abbildung 19: V 1.1 - Temperaturverlauf I_2 auf dem Türflügel (Teppich)

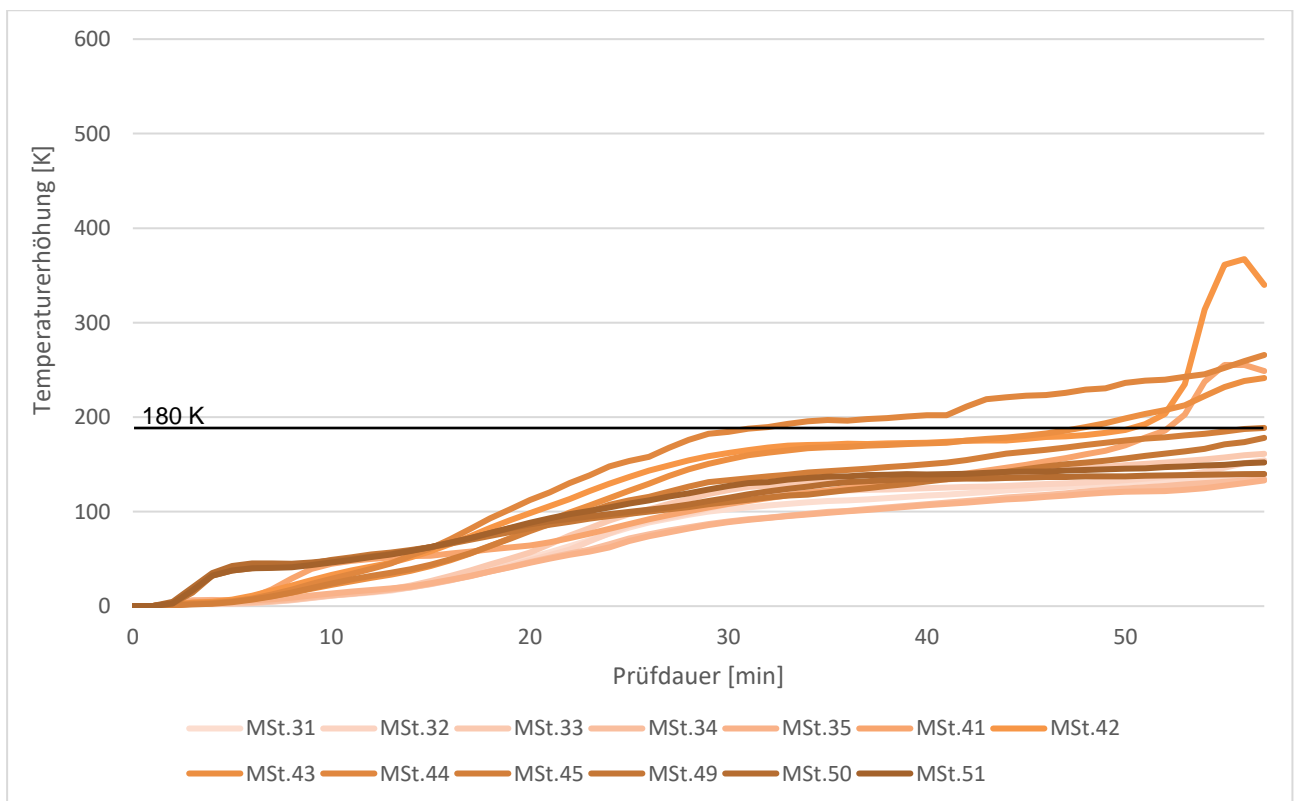


Abbildung 20: V 1.2 - Temperaturverlauf I_2 auf dem Türflügel (Parkett)

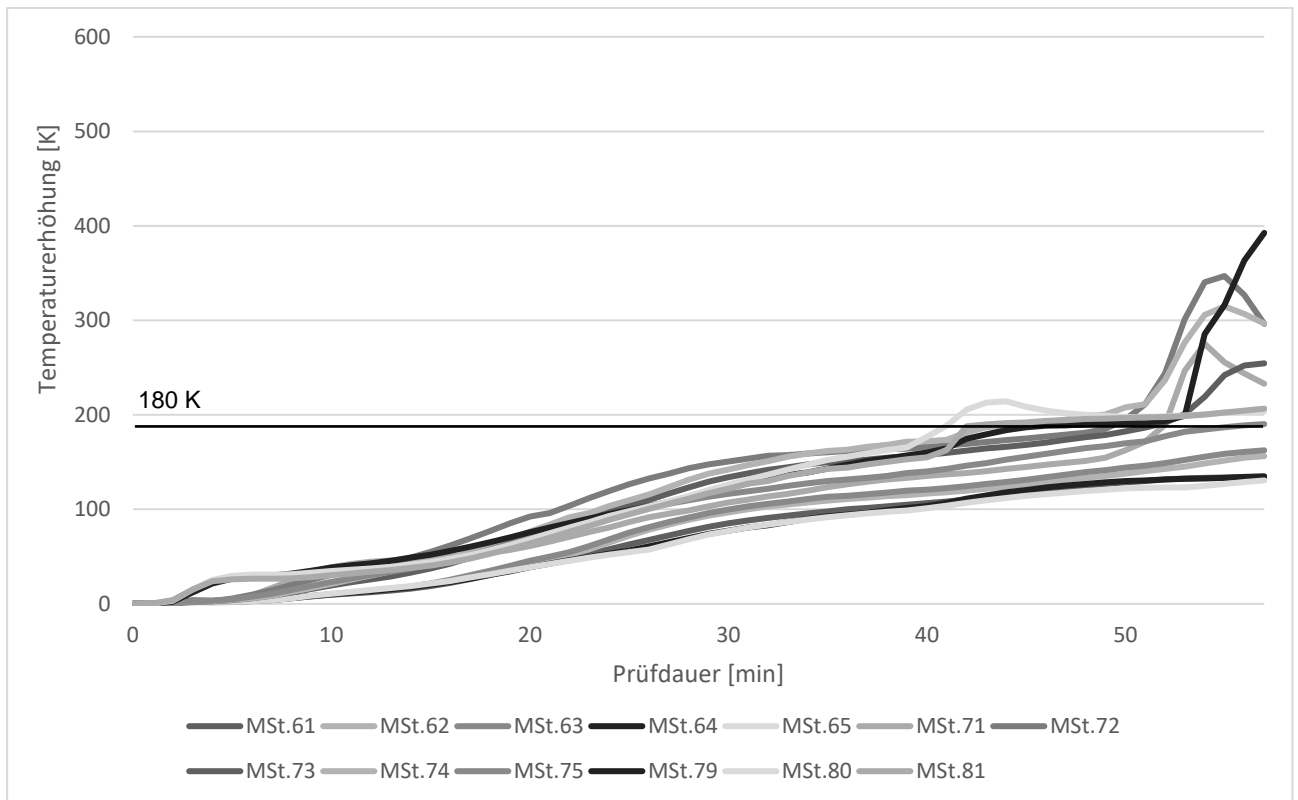


Abbildung 21: V 1.3 - Temperaturverlauf I_2 auf dem Türflügel (Linoleum)

Eine Zusammenfassung der jeweils erreichten Feuerwiderstandsdauer in Abhängigkeit der Leistungskriterien für die Prüfelemente ist Tabelle 3 zu entnehmen.

Die grafische Auswertung des Kriteriums I_1 (informell) ist in den folgenden Abbildungen dargestellt.

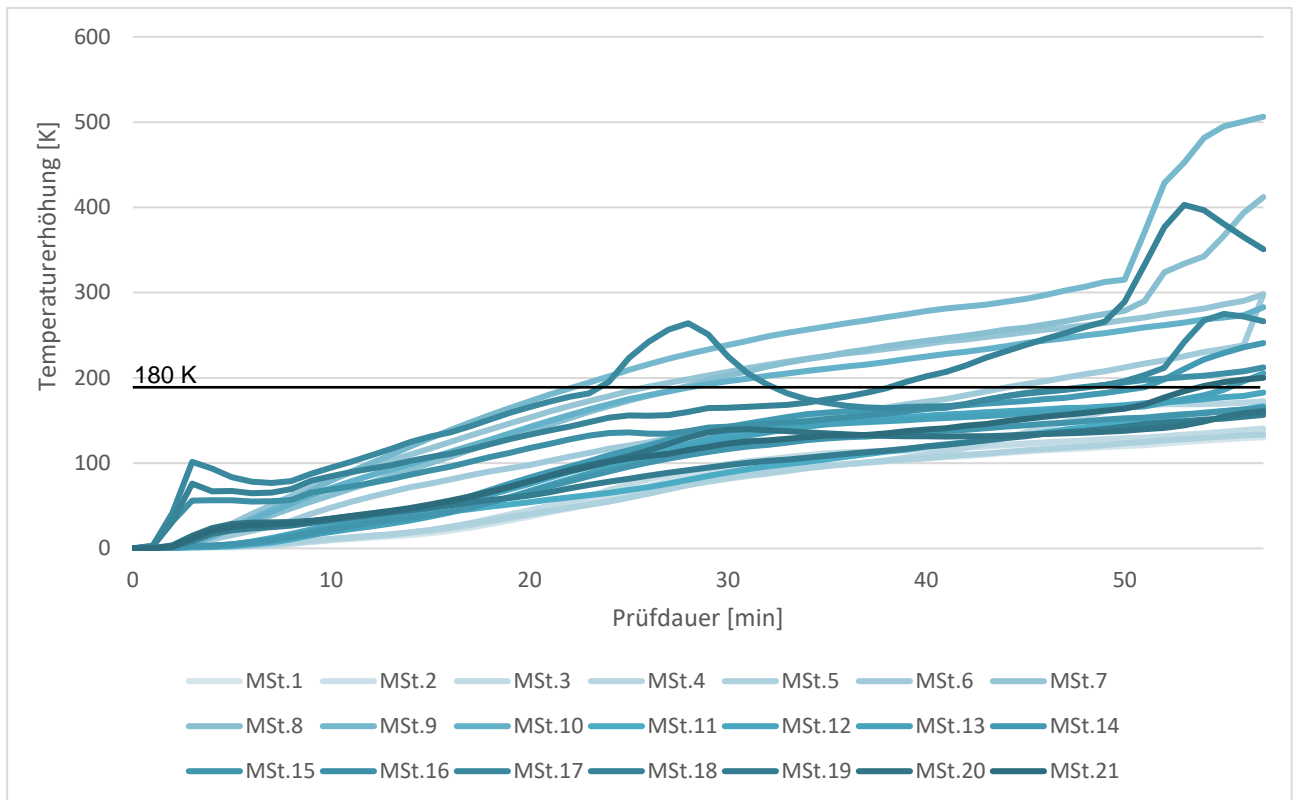


Abbildung 22: V 1.1 - Temperaturverlauf I₁ auf dem Türflügel (Teppich)

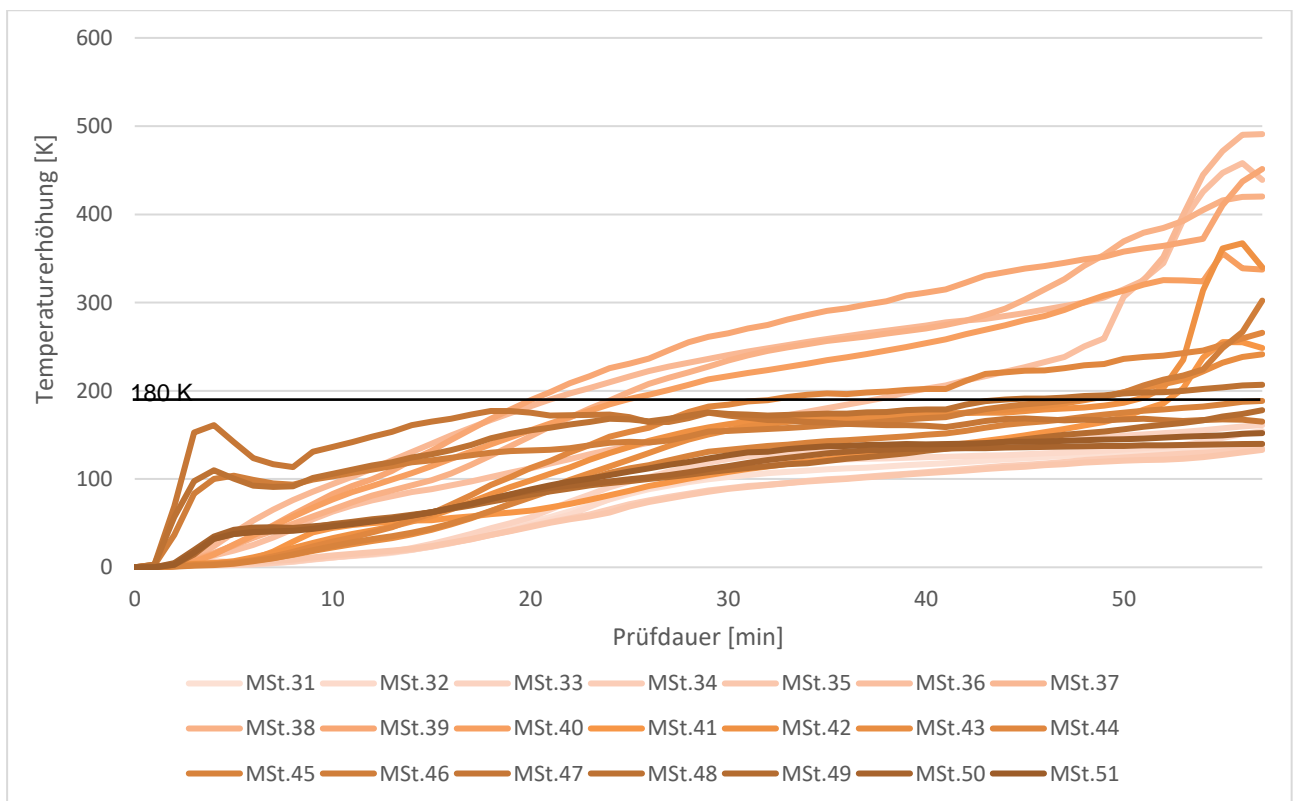


Abbildung 23: V 1.2 - Temperaturverlauf I₁ auf dem Türflügel (Parkett)

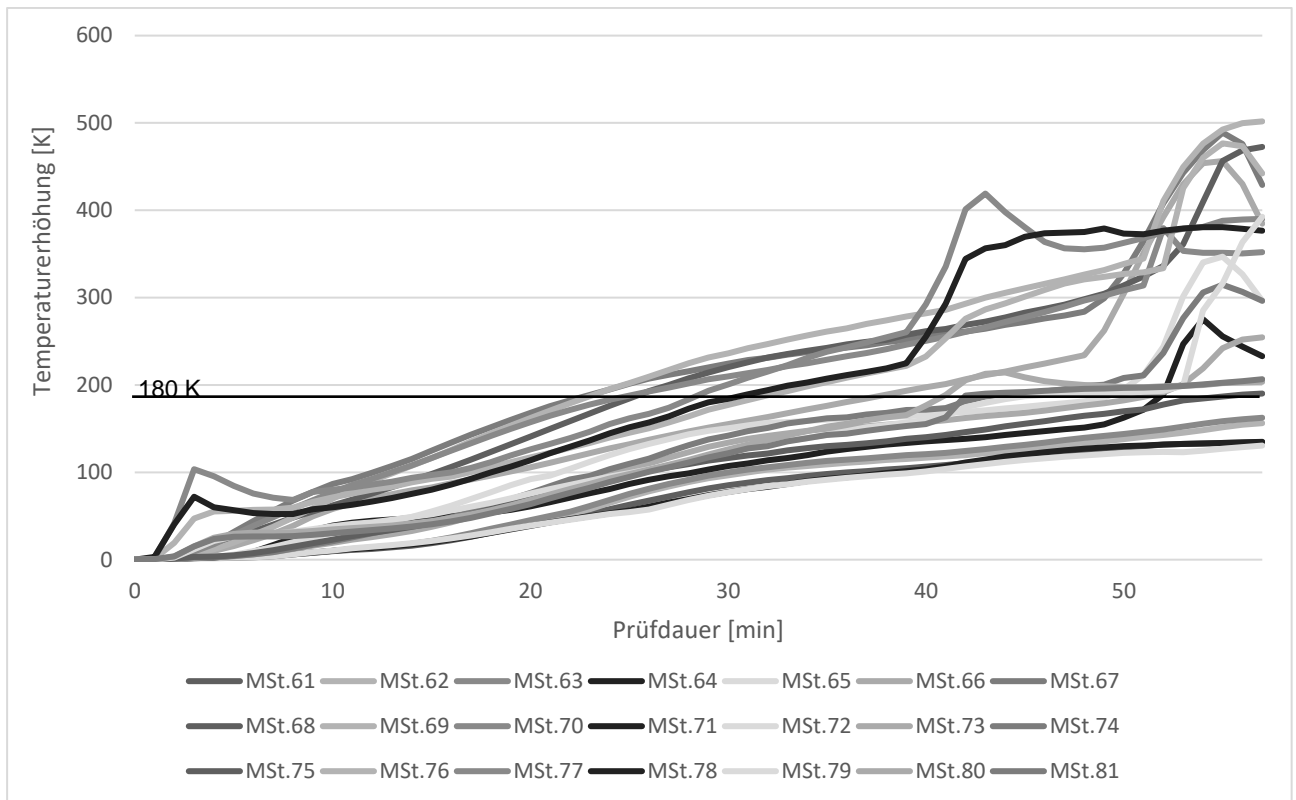


Abbildung 24: V 1.3 - Temperaturverlauf I₁ auf dem Türflügel (Linoleum)

Tabelle 3: V 1 - Gegenüberstellung der Prüfergebnisse nach DIN EN 1634-1¹

Lfd. Nr.	Leistungskriterien nach DIN EN 1634-1 ¹	Erreichte Feuerwiderstandsdauer		
		Prüfelement 1 Links	Prüfelement 2 Mitte	Prüfelement 3 Rechts
		<i>Teppich</i>	<i>Parkett</i>	<i>Linoleum</i>
1	Raumabschluss E gemäß Abschnitt 11.1			
1.1	Flammenbildung > 10 sec.	49 min	50 min	37 min
1.2	Spaltlehre	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾
1.3	Wattebausch	- ³⁾	46 min	- ³⁾
2	Wärmedämmung I gemäß Abschnitt 11.2			
2.1	Mittelwert	54 min		
2.2	Übliches Verfahren I₂	48 min [Mst. 14]	28 min [Mst. 44]	40 min [Mst. 80]
2.3	Ergänzungsverfahren I₁	20 min [Mst. 9]	19 min [Mst. 39]	21 min [Mst. 67]
2.4	Bodenbelag <i>informell</i> , 2,5 cm- / 10,0-Linie	- ²⁾	- ²⁾	53 min [Mst. 82]
3	Selbstschließende Eigenschaft C			
3.1	Durchgeführt	Erfüllt		

1) Kein Anlass zur Prüfung.

2) Es konnte über die gesamte Versuchsdauer von 57 Minuten keine Überschreitung festgestellt werden.

3) Wattebauschtest angewendet. Kein Entzünden, kein Glimmen

Die Untersuchung der Prüfelemente nach dem Brandversuch zeigten, dass die Bodenbeläge auf der beflammt Seite bis auf die Trägerplatte verbrannt waren.

Auf der unbeflammten Seite wiesen die Bodenbeläge keine nennenswerten Veränderungen auf, so dass auch nach dem Brandversuch kein flächiger Durchbrand im Schwellenbereich oder ähnliche Erscheinungen festgestellt wurden. Weitere Informationen sind Anlage V.1 - 6.1 bis Anlage V.1 - 6.3 zu entnehmen.



Abbildung 25: V 1 - Prüfelemente nach dem Brandversuch (unbeflammte Seite)

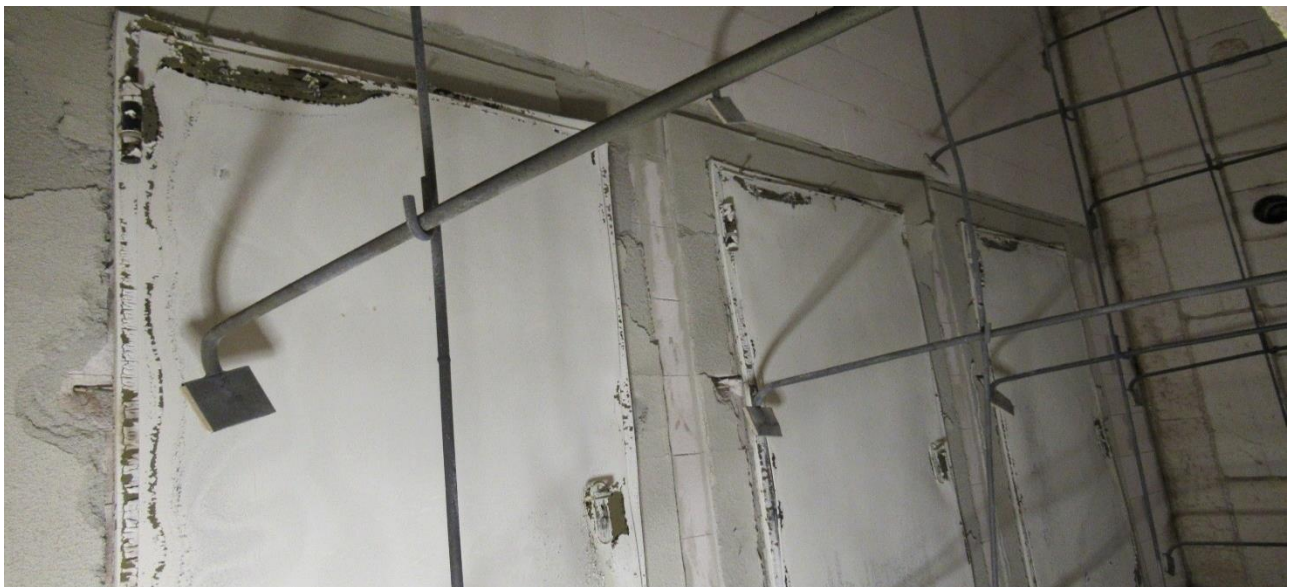


Abbildung 26: V 1 - Prüfelemente nach dem Brandversuch (beflammte Seite)



Abbildung 27: V 1 - Bodenbeläge zum Ende des Brandversuchs (unbeflammte Seite)

4.2.2 Versuchsreihe V 2 – Aluminium-Rohrahmentüren

Die Versuchsreihe umfasste drei baugleiche Türentypen aus Aluminium-Rohrrahmen in Verbindung mit drei Bodenbelagstypen (Linoleum, Teppich, Parkett).

4.2.2.1 Anordnung der Messstellen der Versuchsreihe V 2

Die Prüfelemente waren alle einheitlich fortlaufend auf der unbeflammten Seite instrumentiert. Um die Temperaturentwicklung im Schwellenbereich messtechnisch zu erfassen, wurden die Türflügel-Unterkanten sowie der Bodenbeläge in Abständen von jeweils 2,5 cm und 10,0 cm vom Bodenspalt entfernt mit Messinstrumenten gemäß Abschnitt 4.1 versehen.

In Abbildung 28 ist die Anordnung der Messstellen der drei Prüfelemente dieser Versuchsreihe gemäß DIN EN 1634-1¹, Abschnitt 11.2.4 und Abschnitt 11.2.5 dargestellt.

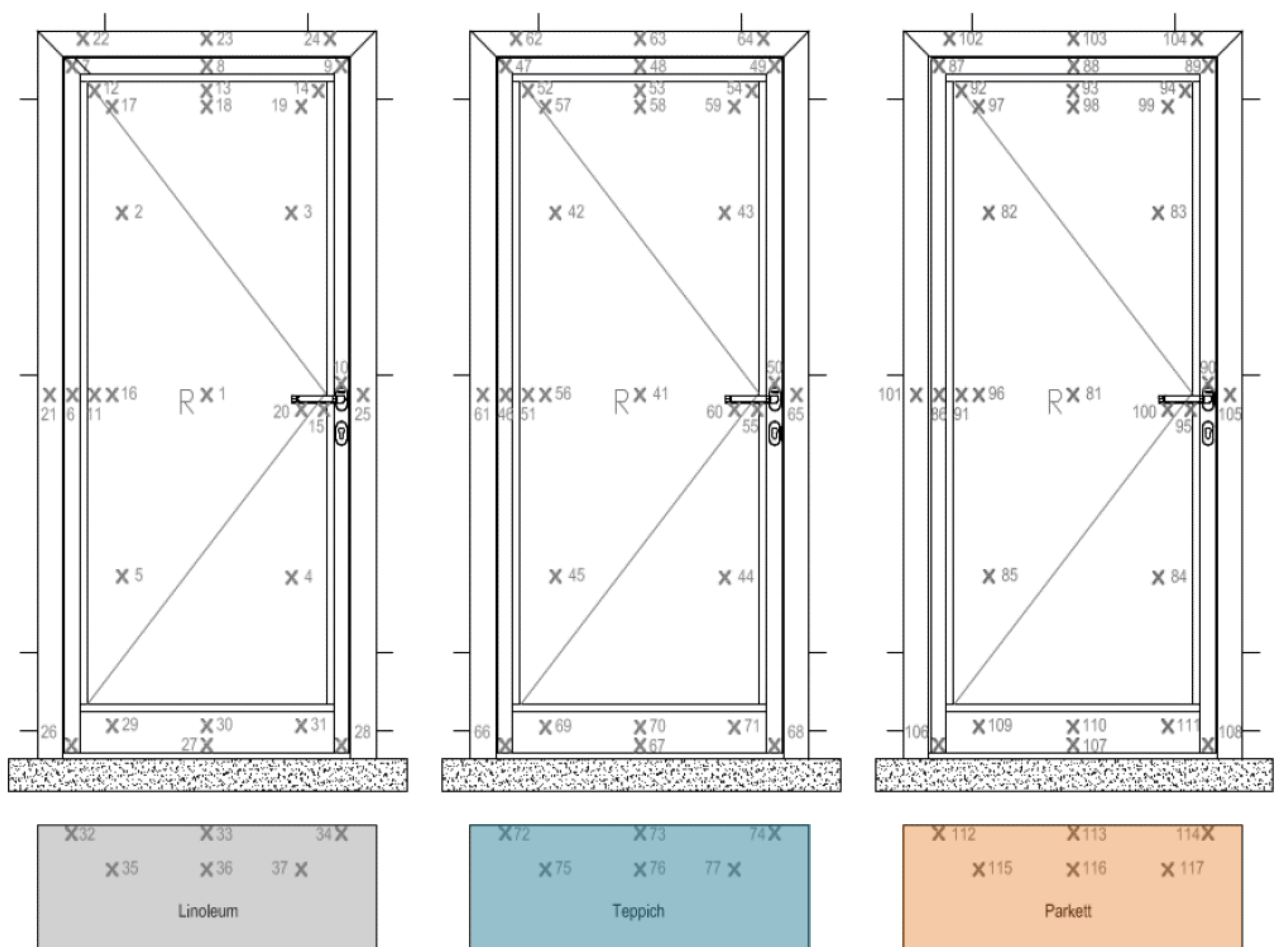


Abbildung 28: V 2 - Anordnung der Messstellen (unbeflammte Seite)

4.2.2.2 Auswertung der Messdaten der Versuchsreihe V 2

Die über die Versuchsdauer aufgezeichneten Messdaten wurden differenziert für die Bodenbeläge sowie für die Fläche der Türflügel ausgewertet.

Die Messeinrichtung nach dem „Ergänzungsverfahren“ zur Klassifizierung I_1 (Abschnitt 4.1.2) sowie die Messstellen auf den Bodenbelägen (Abschnitt 4.1.3) sind für die Beurteilung der Feuerwiderstandsdauer nicht heranzuziehen. Maßgebend für die Beurteilung der Feuerwiderstandsdauer sind die Messstellen zur Klassifizierung I_2 gemäß DIN EN 13501-2¹⁹, auf dem Feuerenschutzabschluss.

Abbildung 29 stellt die auf den Bodenbelägen informell angeordneten Messstellen und die gelb markierten Messstellen mit einer Temperaturerhöhung (> 180 K) dar.

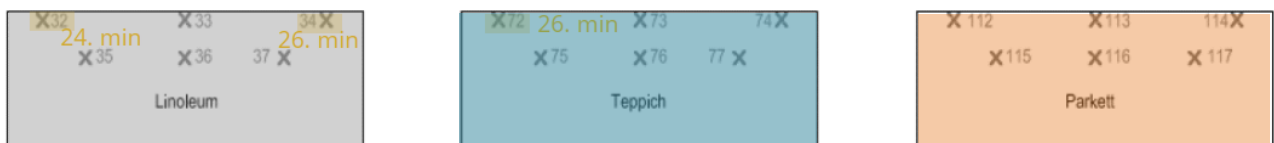


Abbildung 29: V 2 - Temperaturerhöhungen auf den Bodenbelägen (informell)

Bei den Prüfelementen traten ab der 14. Minute kurzweilige einzelne Flammen band- und schlossseitig aus dem Bodenspalt auf. Die Überprüfung des Raumabschlusses in den vg. Bereichen ergab bei Prüfelement V 2.1 in der 14. Minute den Verlust infolge eines entzündeten Wattedbauchs. Bei Prüfelement V 2.2 trat der Verlust des Raumabschlusses in 17. Minute ebenfalls durch einen Wattedbauchtest ein. Prüfelement V 2.3 konnte den Raumabschluss bis zur 17. Minute wahren. In der 18. Minute kam es hier zu einer Flammenbildung > 10 Sekunden.

Für die 2. Versuchsreihe an Aluminium-Rohrrahmentüren konnte der Raumabschluss über die festgelegte Mindestversuchsdauer von 36 Minuten nicht gewahrt werden.

Über die Versuchsdauer konnte nur eine geringfügige Rauchentwicklung festgestellt werden.

Weitere Aufzeichnungen während des Brandversuchs sind den Beobachtungen Anlage V.2 - 6.1 bis Anlage V.2 - 6.3 zu entnehmen.

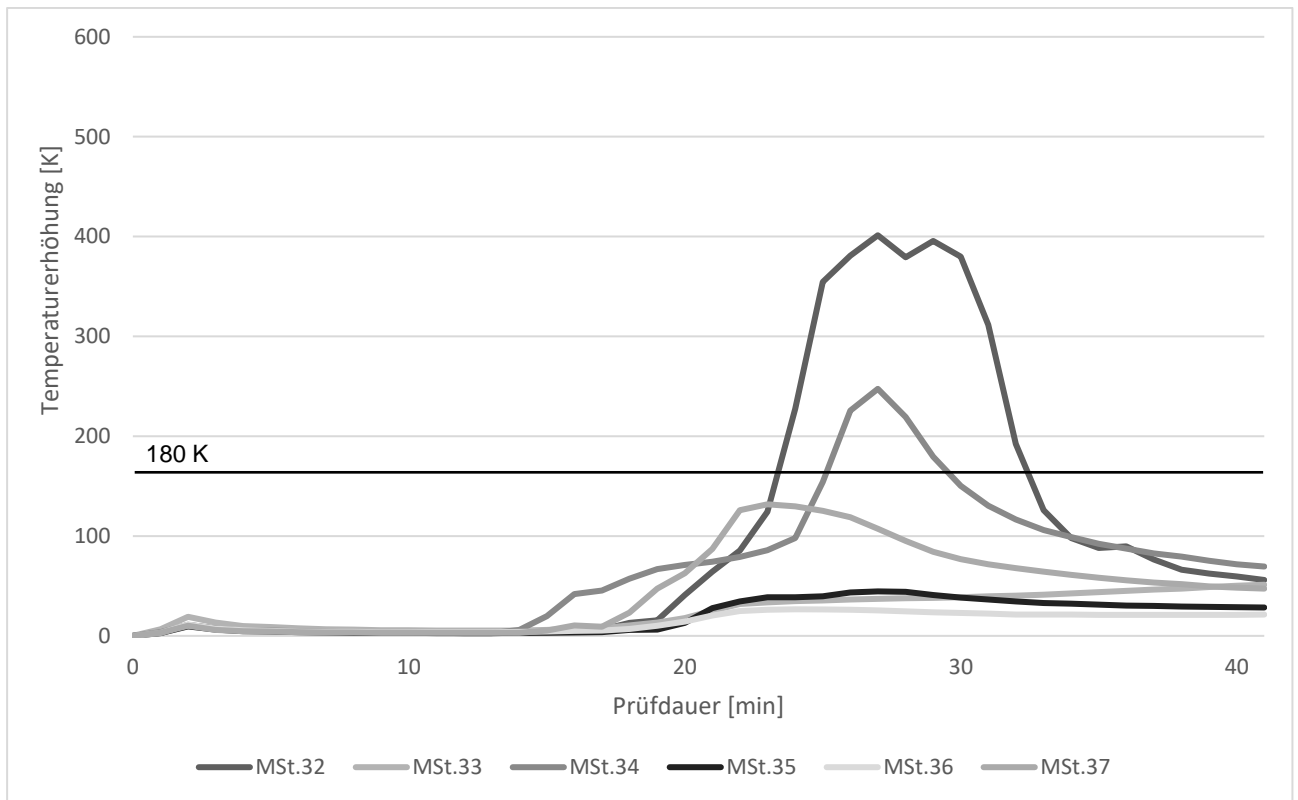


Abbildung 30: V 2.1 - Temperaturverlauf auf dem Linoleum

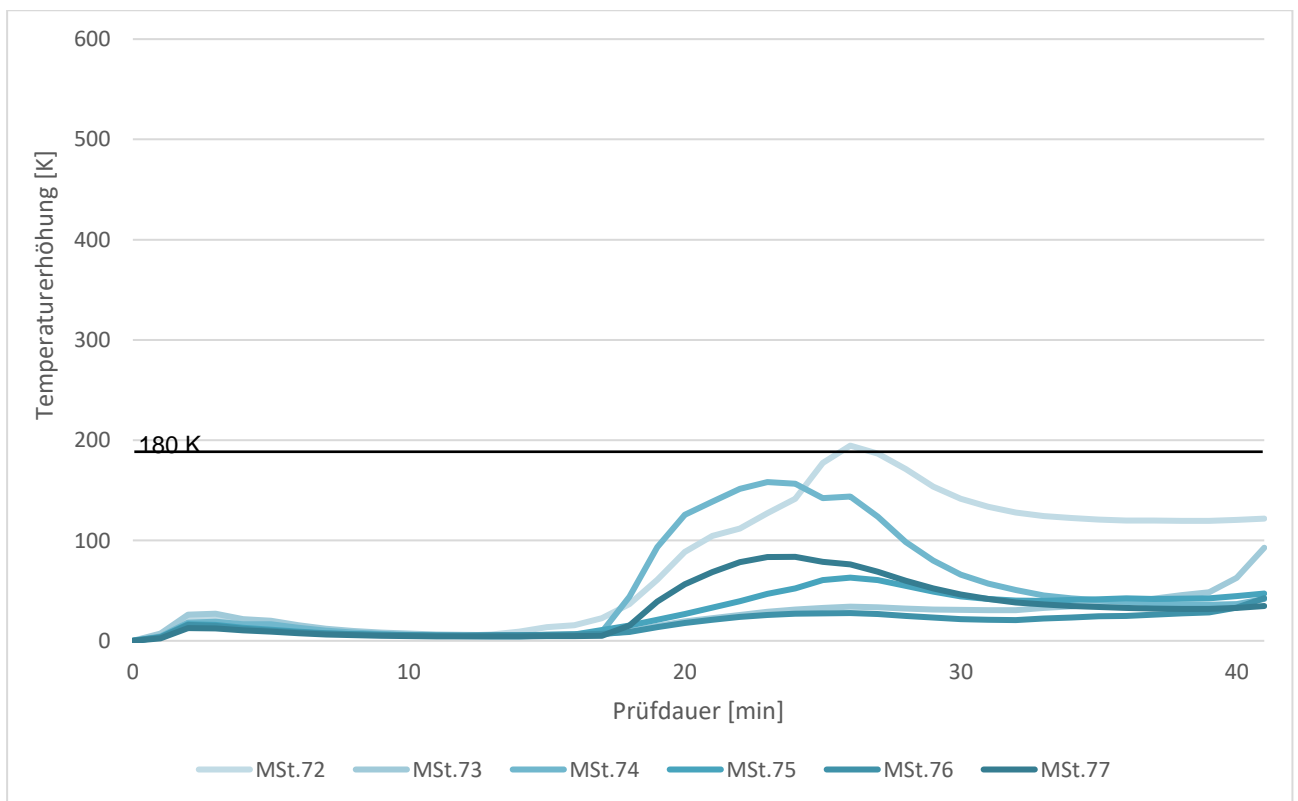


Abbildung 31: V 2.2 - Temperaturverlauf auf dem Teppich

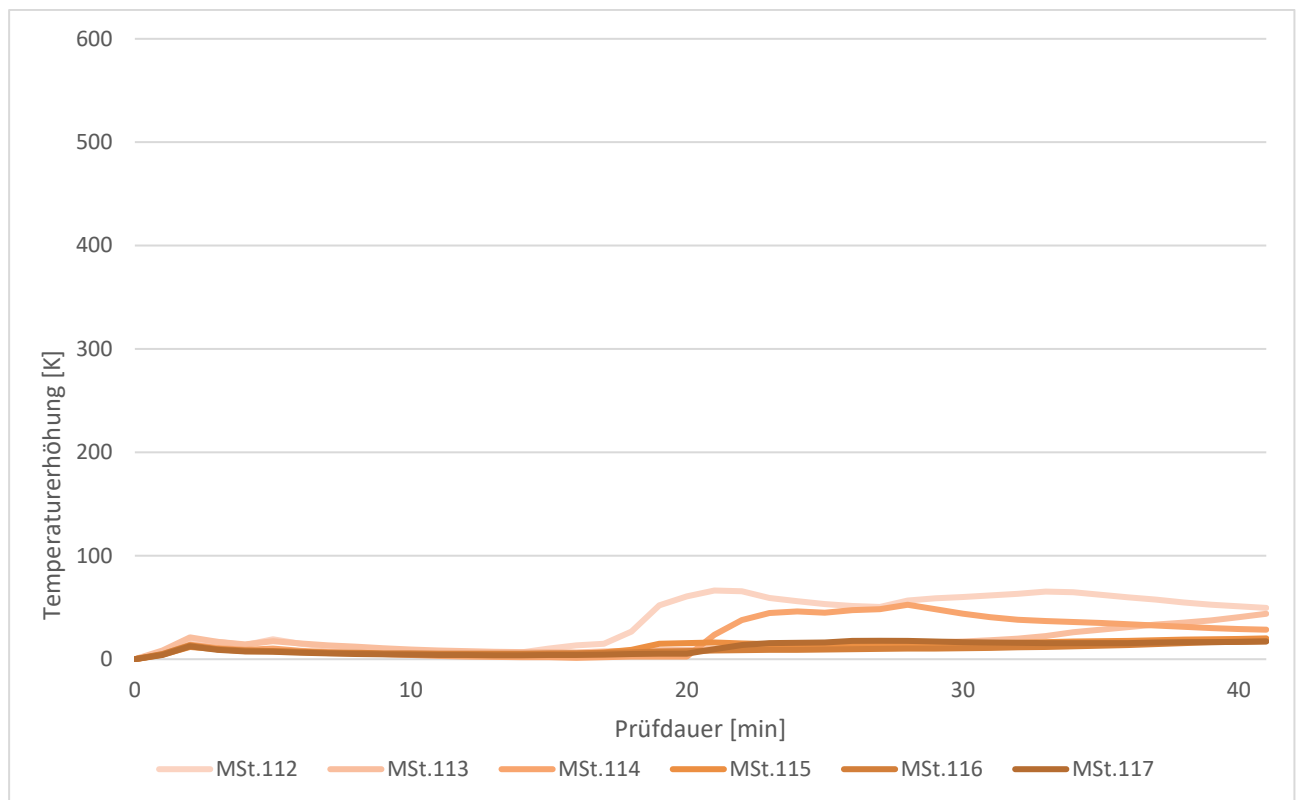


Abbildung 32: V 2.3 - Temperaturverlauf auf dem Parkett

Die in Abbildung 33 farblich gekennzeichneten Temperaturüberschreitungen entsprechen den Messstellen für die Verfahren zur Klassifizierung I_2 (rot) und I_1 (informell, gelb) nach DIN EN 13501-2¹⁹ sowie informell auf den Bodenbelägen angeordnete und überschrittene Messstellen.

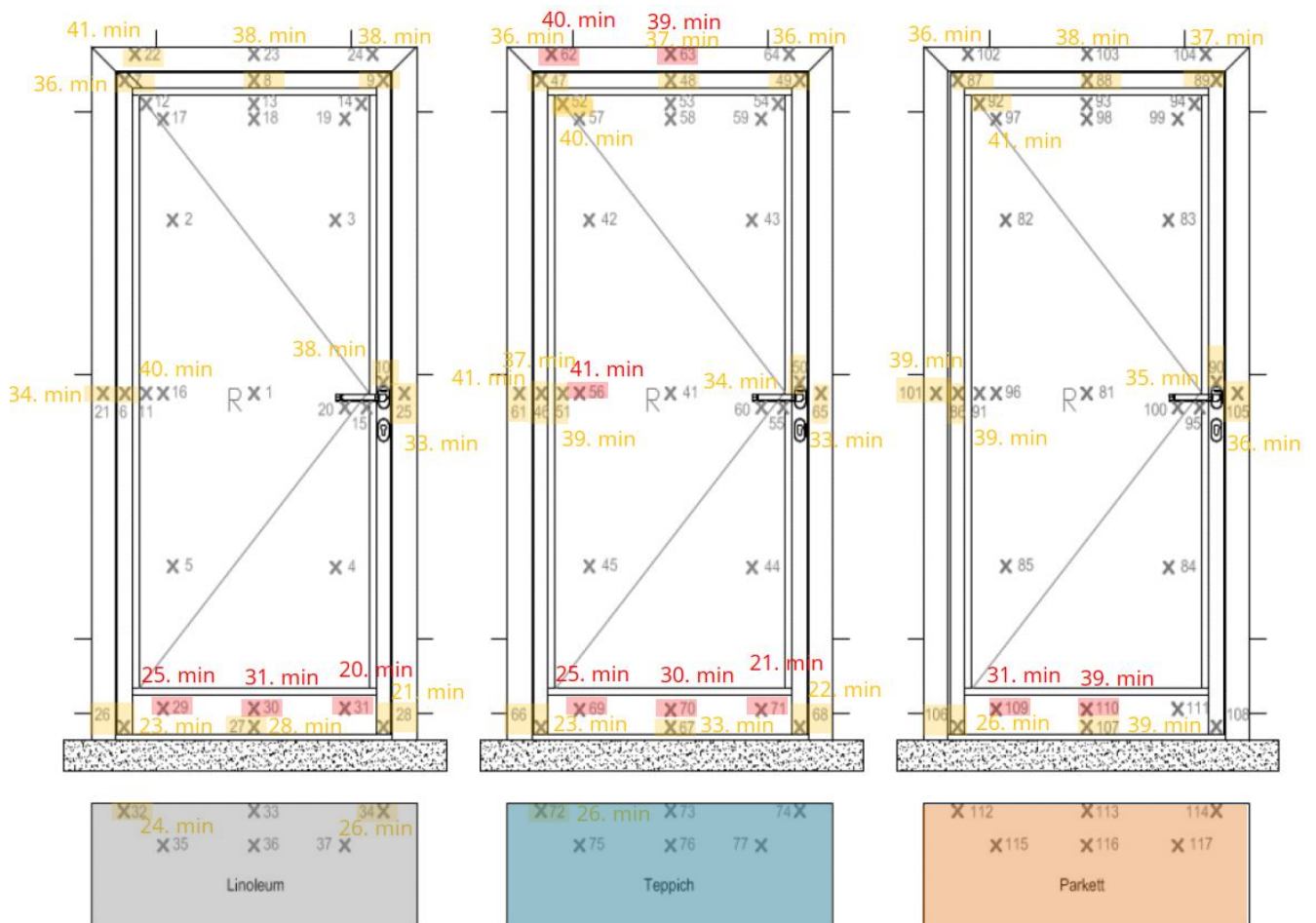


Abbildung 33: V 2 - Temperaturerhöhungen I_2 und I_1 gemäß EN 1634-1¹

Am Prüfelement V 2.1 wurden in der 20. Minute an der Unterkante des Türflügels eine Temperaturüberschreitung festgestellt und bei Prüfelement V 2.2 in der 21. Minute. Prüfelement 3 wies in der 31. Minute erstmalig eine Temperaturüberschreitung auf. Die Bereiche der Temperaturüberschreitung traten bei allen Prüfelementen an der Türflügel-Unterkante auf.

Abbildung 34 bis Abbildung 36 geben die grafische Auswertung zur Klassifizierung I_2 gemäß DIN EN 13501-2¹⁹, wieder.

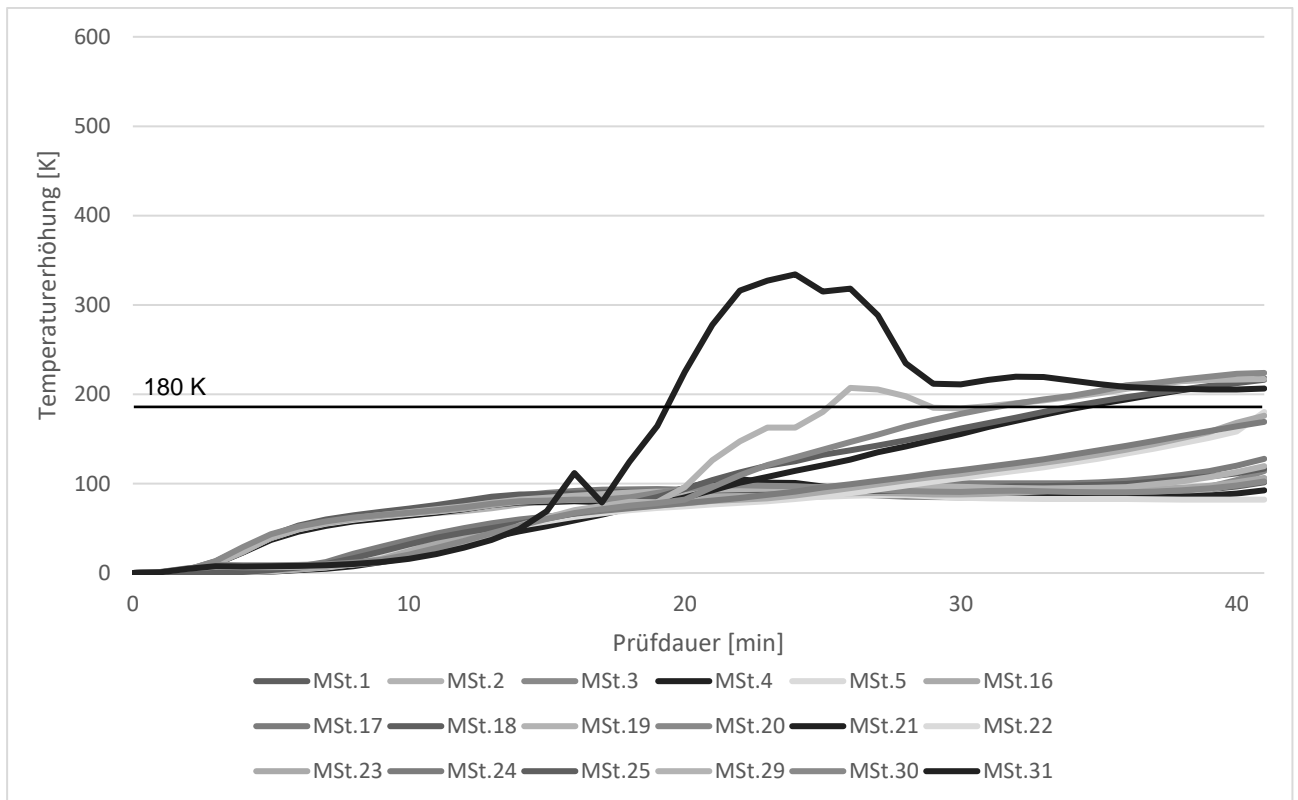


Abbildung 34: V 2.1 - Temperaturverlauf I_2 auf dem Türflügel (Linoleum)

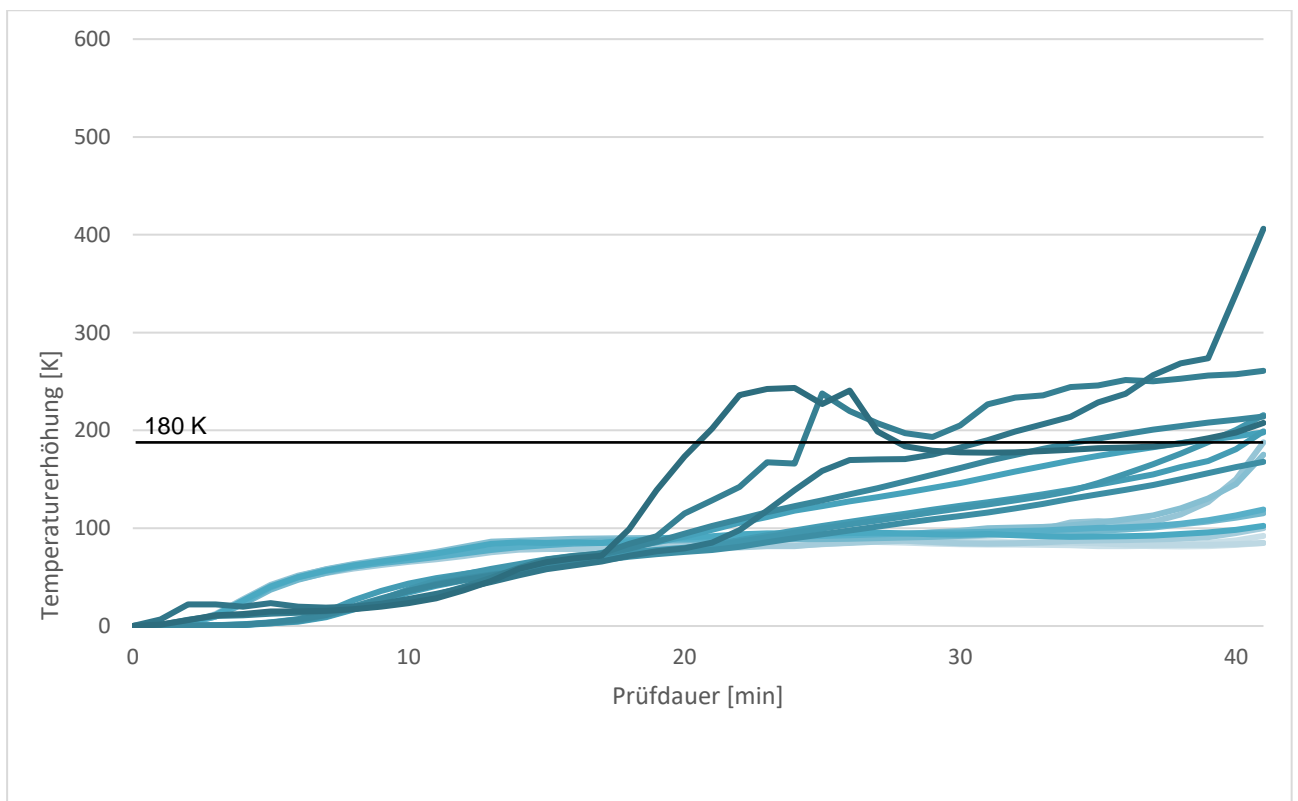


Abbildung 35: V 2.2 - Temperaturverlauf I_2 auf dem Türflügel (Teppich)

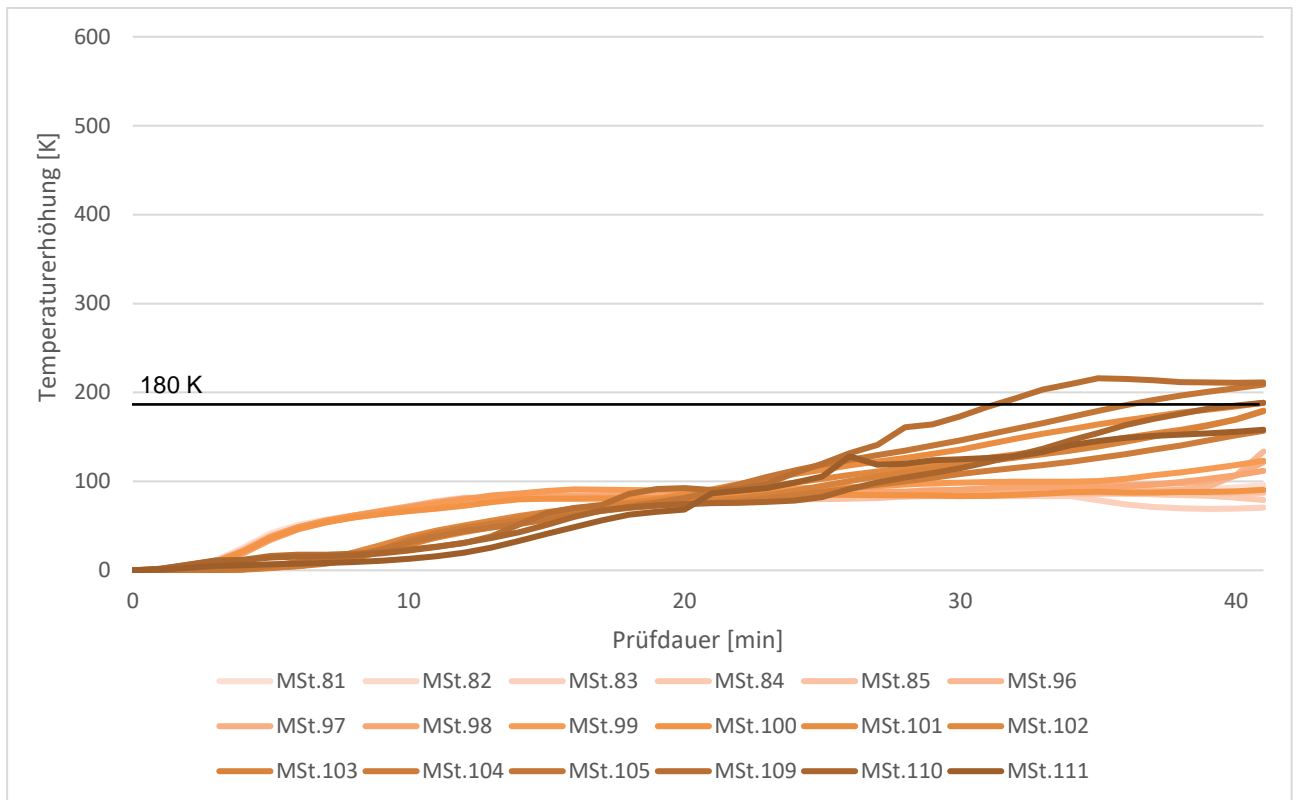


Abbildung 36: V 2.3 - Temperaturverlauf I_2 auf dem Türflügel (Parkett)

Eine Zusammenfassung der jeweils erreichten Feuerwiderstandsdauer in Abhängigkeit der Leistungskriterien für die Prüfelemente ist Tabelle 4 zu entnehmen

Die grafische Auswertung des Kriteriums I_1 (informell) ist in den folgenden Abbildungen dargestellt.

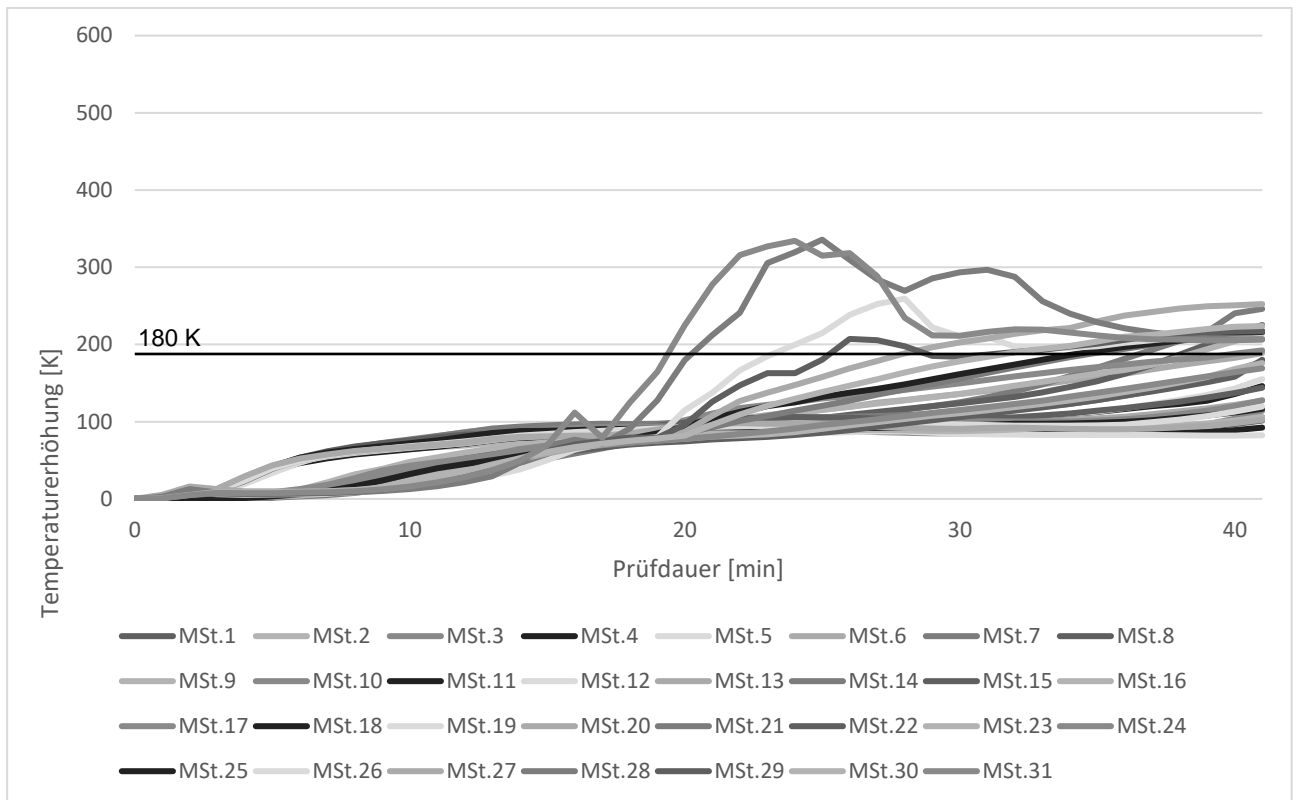


Abbildung 37: V 2 - Temperaturverlauf I₁ auf dem Türflügel (Linoleum)

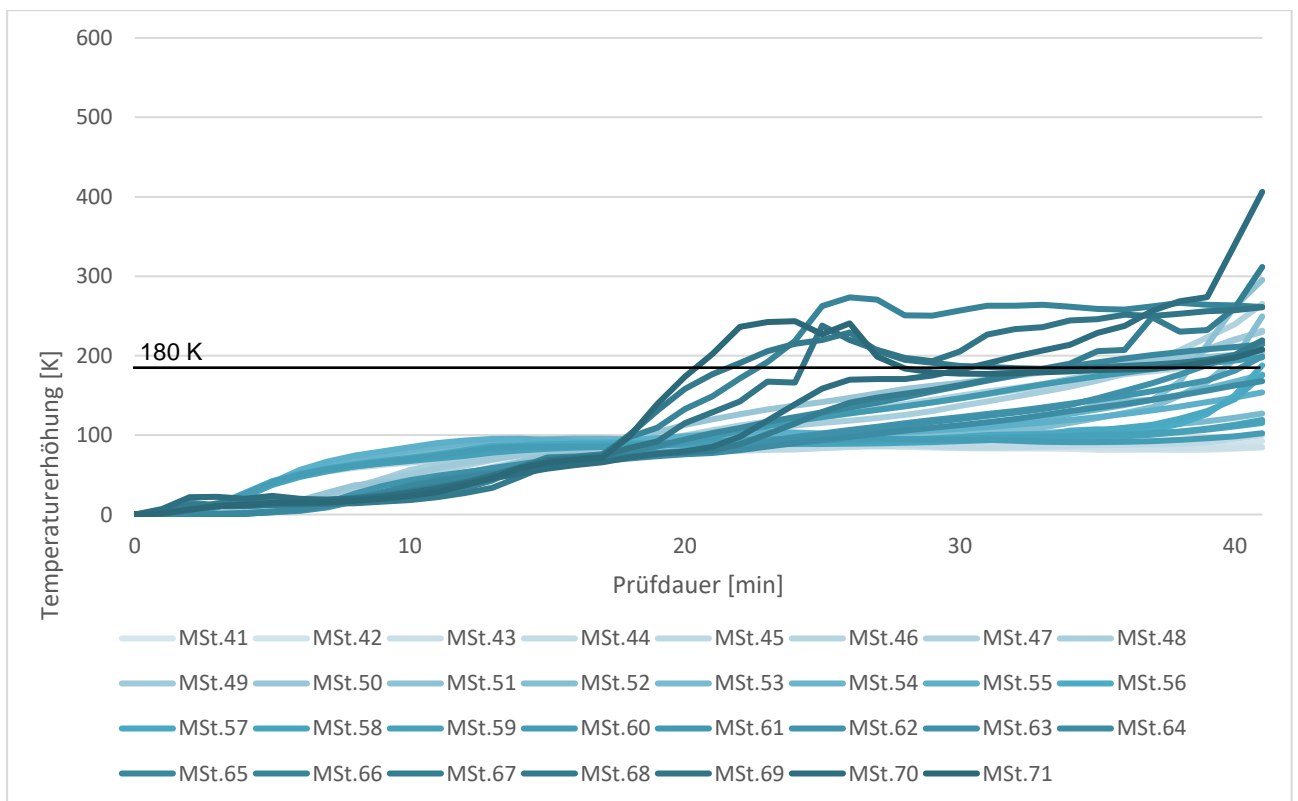


Abbildung 38: V 2 - Temperaturverlauf I₁ auf dem Türflügel (Teppich)

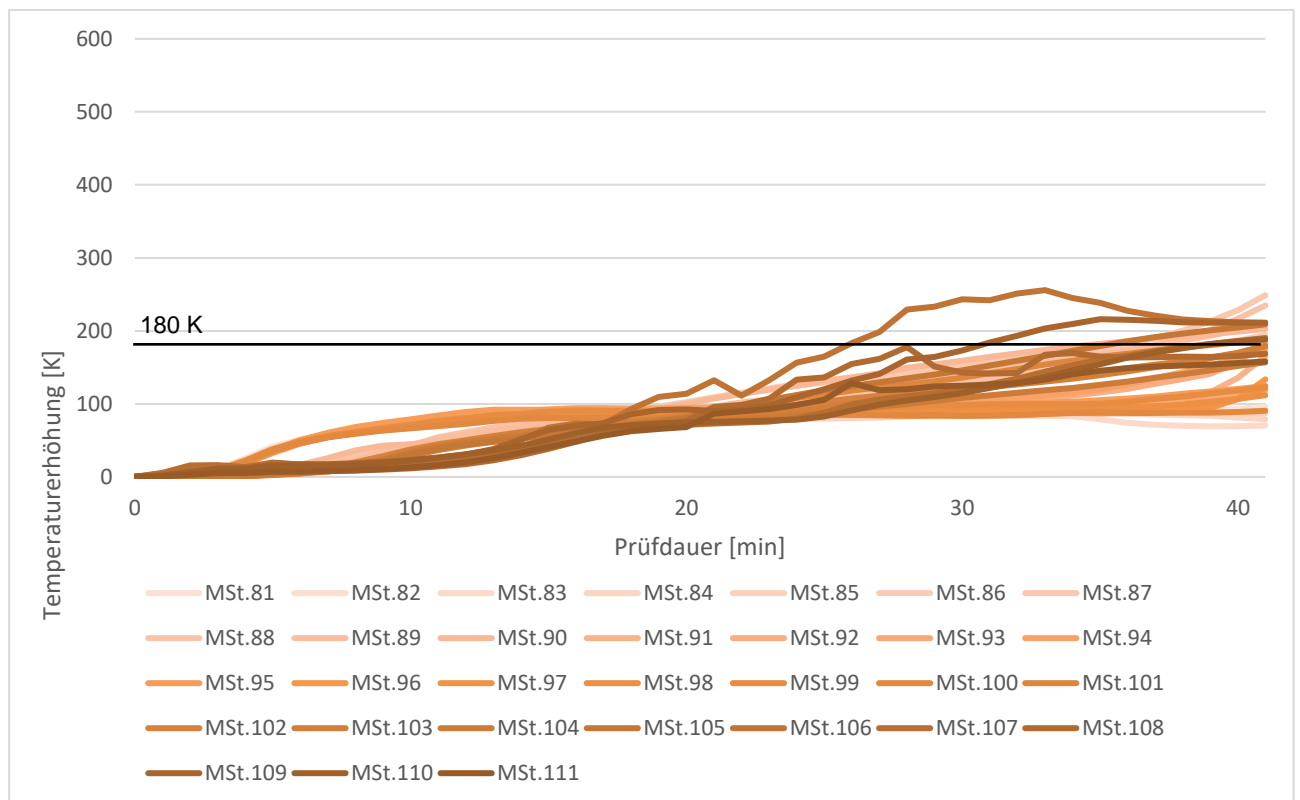


Abbildung 39: V 2 - Temperaturverlauf I_1 auf dem Türflügel (Parkett)

Tabelle 4: V 2 - Gegenüberstellung der Prüfergebnisse nach DIN EN 1634-1¹

Lfd. Nr.	Leistungskriterien nach DIN EN 1634-1 ¹	Erreichte Feuerwiderstandsdauer		
		Prüfelement 1 Links	Prüfelement 2 Mitte	Prüfelement 3 Rechts
		<i>Linoleum</i>	<i>Teppich</i>	<i>Parkett</i>
1	Raumabschluss E gemäß Abschnitt 11.1			
1.1	Flammenbildung > 10 sec.	14 min	17 min	17 min
1.2	Spaltlehre	- ¹⁾	39 min ³⁾	- ¹⁾
1.3	Wattebausch	13 min	16 min	17 min
2	Wärmedämmung I gemäß Abschnitt 11.2			
2.1	Mittelwert	- ²⁾		
2.2	Übliches Verfahren I₂	19 min [Mst.31]	20 min [Mst. 71]	30 min [Mst. 109]
2.3	Ergänzungsverfahren I₁	20 min [Mst.28]	21 min [Mst. 68]	25 min [Mst. 106]
2.4	Bodenbelag <i>informell</i> , 2,5 cm- / 10 cm-Linie	23 min [Mst.32]	25 min [Mst. 72]	- ²⁾
3	Selbstschießende Eigenschaft C			
3.1	Durchgeführt	Erfüllt		

1) Kein Anlass zur Prüfung.

2) Es konnte über die gesamte Versuchsdauer von 41 Minuten keine Überschreitung festgestellt werden.

3) Eine Spaltlehre \varnothing 6 mm konnte in der 40. Minute über eine Länge von 150 mm durch den Spalt hindurchgeführt werden.

Die Beobachtungen der Prüfelemente nach dem Brandversuch zeigten, dass die Bodenbeläge der beflamnten Seite von einer Schmelzschicht aus den herabgefallenen Glasbruchstücken und einer Schicht aus reagiertem Interlayer der Brandschutzscheibe bedeckt waren. Darunter waren die Bodenbeläge aufgrund der vorherrschenden Temperaturen im Brandraum vollständig verbrannt.

Auf der unbeflamnten Seite der Prüfelemente zeigten sich auf den Bodenbelägen in den Eckbereichen in Flucht mit der Zarge bräunliche Verfärbungen in Form von Flecken. Daneben konnten an den Bodenbelägen keine nennenswerten Veränderungen, kein flächiger oder lokaler Durchbrand oder ähnliche Erscheinungen festgestellt werden.



Abbildung 40: V 2 - Schwellenbereich nach dem Brandversuch (beflammte Seite)

Die während des Brandversuchs aufgetretenen Flammen haben an der Oberfläche der Zargen und Türflügel schwarze Verfärbungen bzw. Ruß hinterlassen.



Abbildung 41: V 2 - Bodenbeläge nach dem Brandversuch (unbeflammte Seite)



Abbildung 42: V 2 - Prüfelemente nach dem Brandversuch (unbeflammte Seite)

Weitere Informationen sind den Aufzeichnungen während der Brandversuche, Anlage V.2 - 6.1 bis Anlage V.2 - 6.3, zu entnehmen.

4.2.3 Versuchsreihe V 3 – Holzwerkstofftüren

Die Versuchsreihe umfasste drei baugleiche Türentypen aus Holzwerkstoff in Verbindung mit drei Bodenbelagstypen (Teppich, Parkett, Linoleum).

4.2.3.1 Anordnung der Messstellen der Versuchsreihe V 3

Die Prüfelemente waren alle einheitlich fortlaufend auf der unbeflammten Seite instrumentiert. Um die Temperaturentwicklung im Schwellenbereich messtechnisch zu erfassen, wurden die Türflügel-Unterkanten sowie der Bodenbeläge in Abständen von jeweils 2,5 cm und 10,0 cm vom Bodenspalt entfernt mit Messinstrumenten gemäß Abschnitt 4.1 versehen.

In Abbildung 43 ist die Anordnung der Messstellen der drei Prüfelemente dieser Versuchsreihe gemäß DIN EN 1634-1¹, Abschnitt 11.2.4 und Abschnitt 11.2.5 dargestellt.

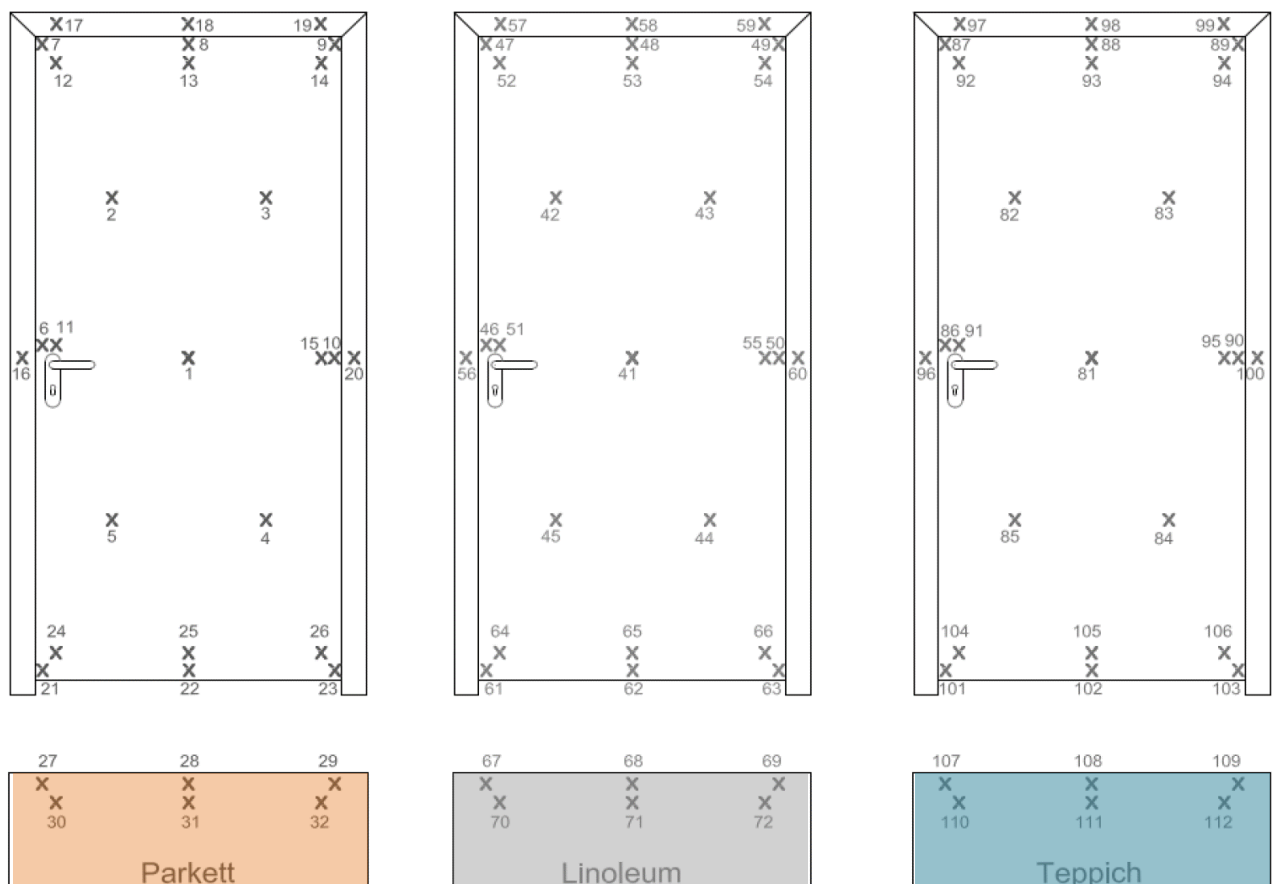


Abbildung 43: V 3 – Anordnung der Messstellen (unbeflammte Seite)

4.2.3.2 Auswertung der Messdaten der Versuchsreihe V 3

Die über die Versuchsdauer aufgezeichneten Messdaten wurden differenziert für die Bodenbeläge sowie für die Fläche der Türflügel ausgewertet.

Die Messeinrichtung nach dem „Ergänzungsverfahren“ zur Klassifizierung I_1 (Abschnitt 4.1.2) sowie die Messstellen auf den Bodenbelägen (Abschnitt 4.1.3) sind für die Beurteilung der Feuerwiderstandsdauer nicht heranzuziehen. Maßgebend für die Beurteilung der Feuerwiderstandsdauer sind die Messstellen zur Klassifizierung I_2 gemäß DIN EN 13501-2¹⁹, auf dem Feuerenschutzabschluss.

Abbildung 44 stellt die auf den Bodenbelägen informell angeordneten Messstellen und die gelb markierten Messstellen mit einer Temperaturerhöhung (> 180 K) dar.

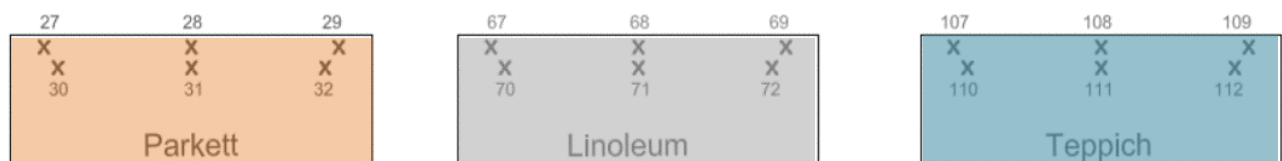


Abbildung 44: V 3 - Temperaturerhöhungen auf den Bodenbelägen (informell)

Bei allen Prüfelementen traten zu Beginn des Brandversuchs (ab der 2. Minute) immer wieder pulsierende Flammen aus dem Bodenspalt auf. Ab der 13. Minute wurde zur Überprüfung des Raumabschlusses bei allen Prüfelementen ein Wattebauschttest am Bodenspalt durchgeführt. Die Überprüfung führte bei den Prüfelementen mit Parkett- und Linoleumboden zum Verlust des Raumabschlusses infolge Entzündens des Wattebauschs. Das pulsierende Ausschlagen von Flammen aus dem Bodenspalt stellte sich ein, nachdem die Bodenbeläge auf der beflamten Seite verbrannt waren.

Für die 3. Versuchsreihe an Holzwerkstofftüren in Kombination mit dem Parkett- und Linoleumboden konnte der Raumabschluss über die festgelegte Mindestversuchsdauer von 36 Minuten nicht gewahrt werden.

Während der gesamten Versuchsdauer konnte nur eine geringfügige Rauchentwicklung festgestellt werden.

Weitere Aufzeichnungen während des Brandversuchs sind den Beobachtungen Anlage V.3 - 6.1 und Anlage V.3 - 6.2 zu entnehmen.

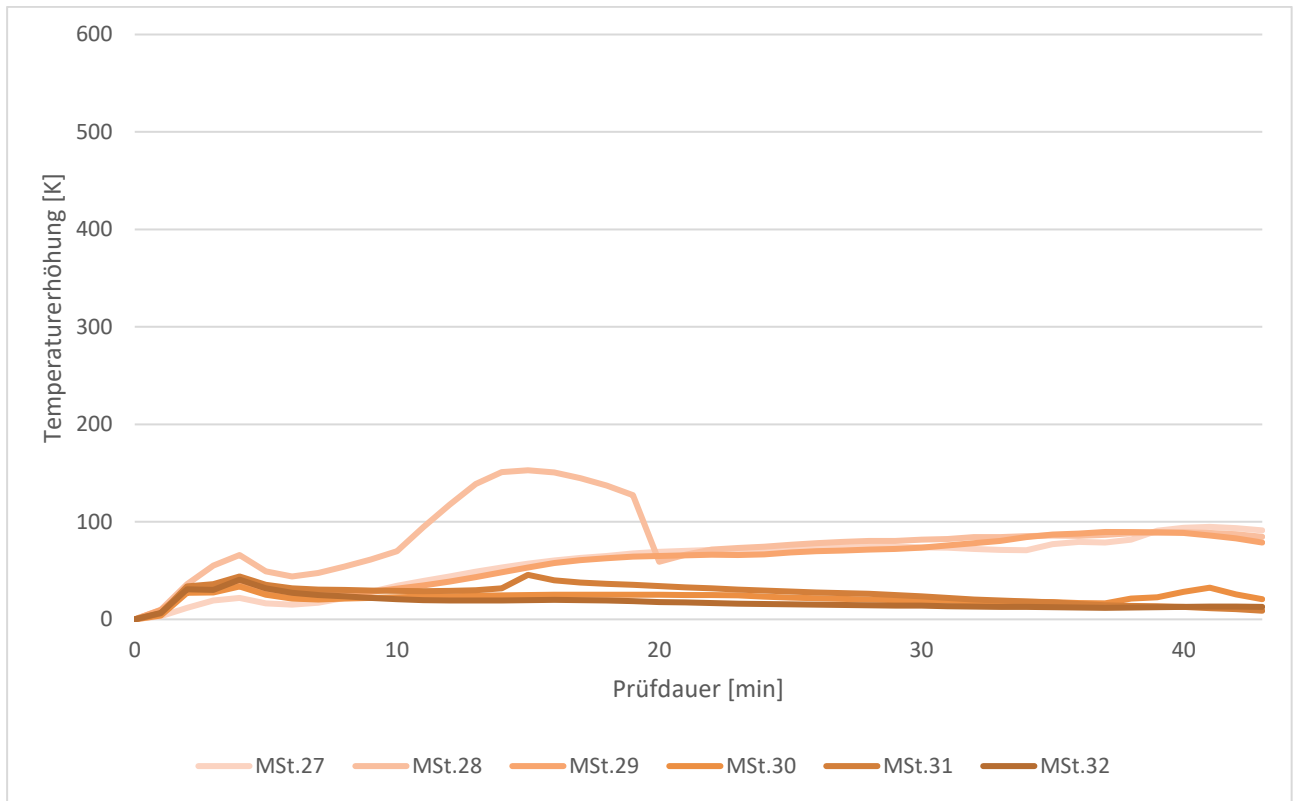


Abbildung 45: V 3.1 - Temperaturverlauf auf dem Parkett

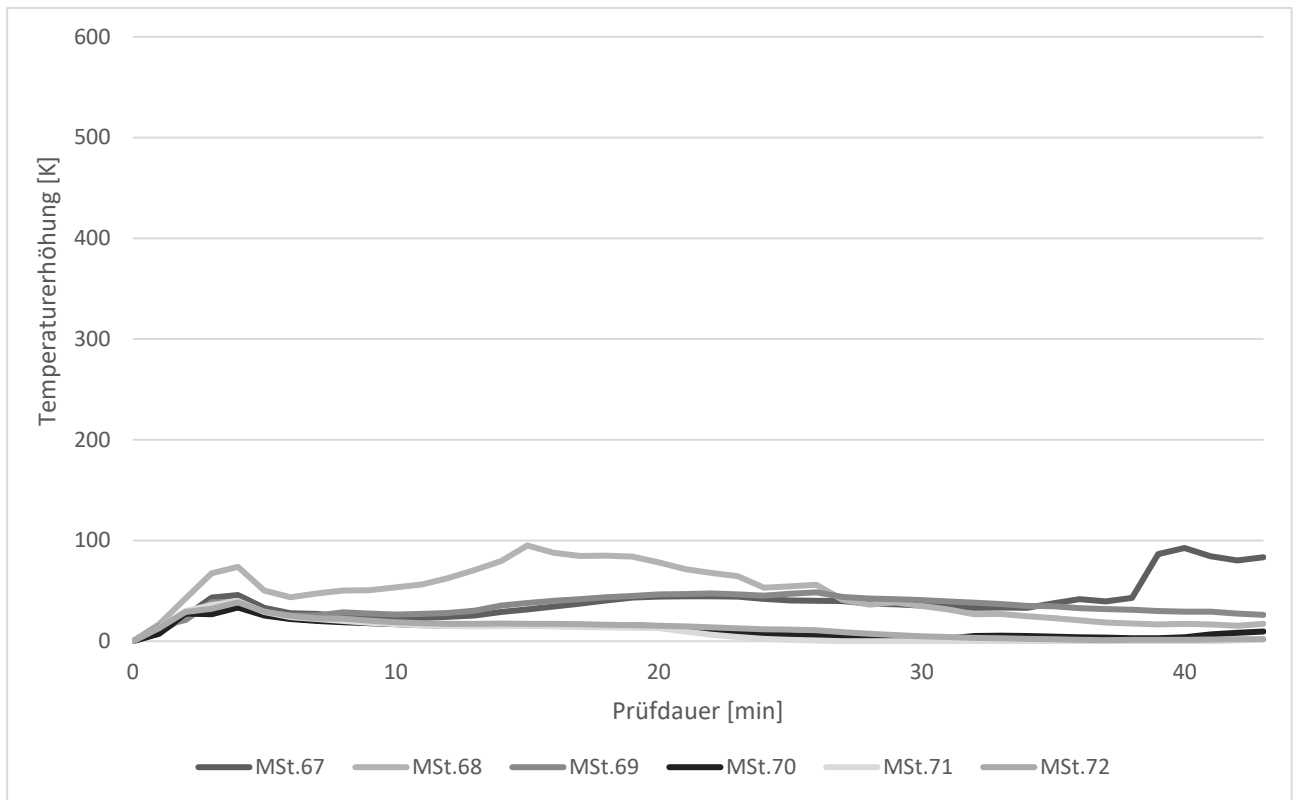


Abbildung 46: V 3.2 - Temperaturverlauf auf dem Linoleum

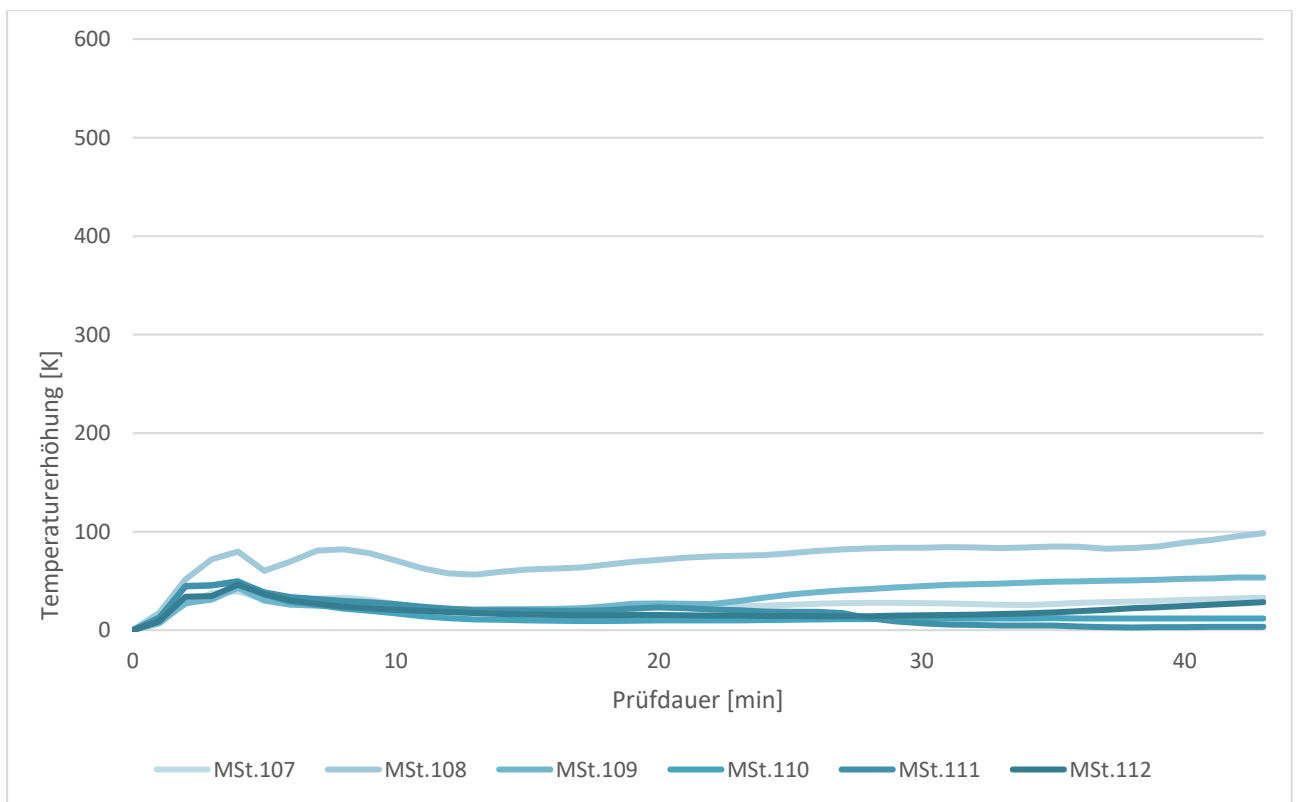


Abbildung 47: V 3.3 - Temperaturverlauf auf dem Teppich

Die in Abbildung 33 farblich gekennzeichneten Temperaturüberschreitungen entsprechen den Messstellen für die Verfahren zur Klassifizierung I_2 (rot) und I_1 (informell, gelb) nach DIN EN 13501-2¹⁹.

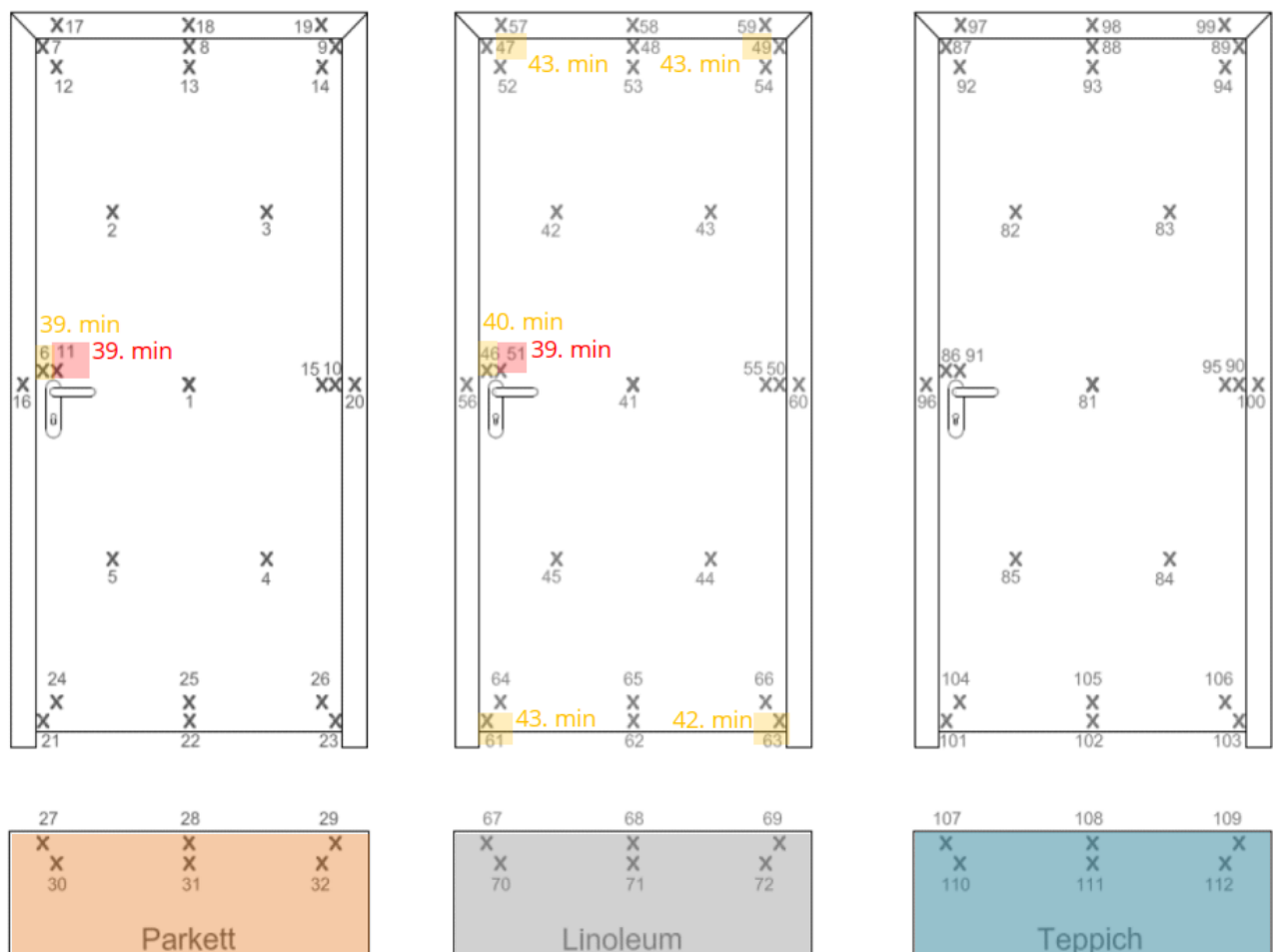


Abbildung 48: V 2 - Temperaturerhöhungen I_2 und I_1 gemäß EN 1634-1¹

An den Prüfelementen in Kombination mit dem Parkett- und Linoleumboden wurden bis zur 38. Minute keine Temperaturüberschreitungen ($I_2 > 180$ K bzw. > 360 K auf der Zarge) festgestellt. Bei den vg. Prüfelementen wurden jeweils in der 38. Minute am Drücker der Verlust der Wärmedämmung festgestellt. Auf Prüfelement V 3.3 in Kombination mit dem Teppichboden konnten über die gesamte Versuchsdauer keine Temperaturüberschreitungen verzeichnet werden. Das Prüfelement V 3.1 in Verbindung mit dem Teppichboden erreichte insgesamt eine Feuerwiderstandsdauer von ≥ 43 Minuten. Über die gesamte Versuchsdauer konnte nur eine geringe Rauchentwicklung festgestellt werden.

Abbildung 49 bis Abbildung 51 geben die grafische Auswertung zur Klassifizierung I_2 gemäß DIN EN 13501-2¹⁹ wieder.

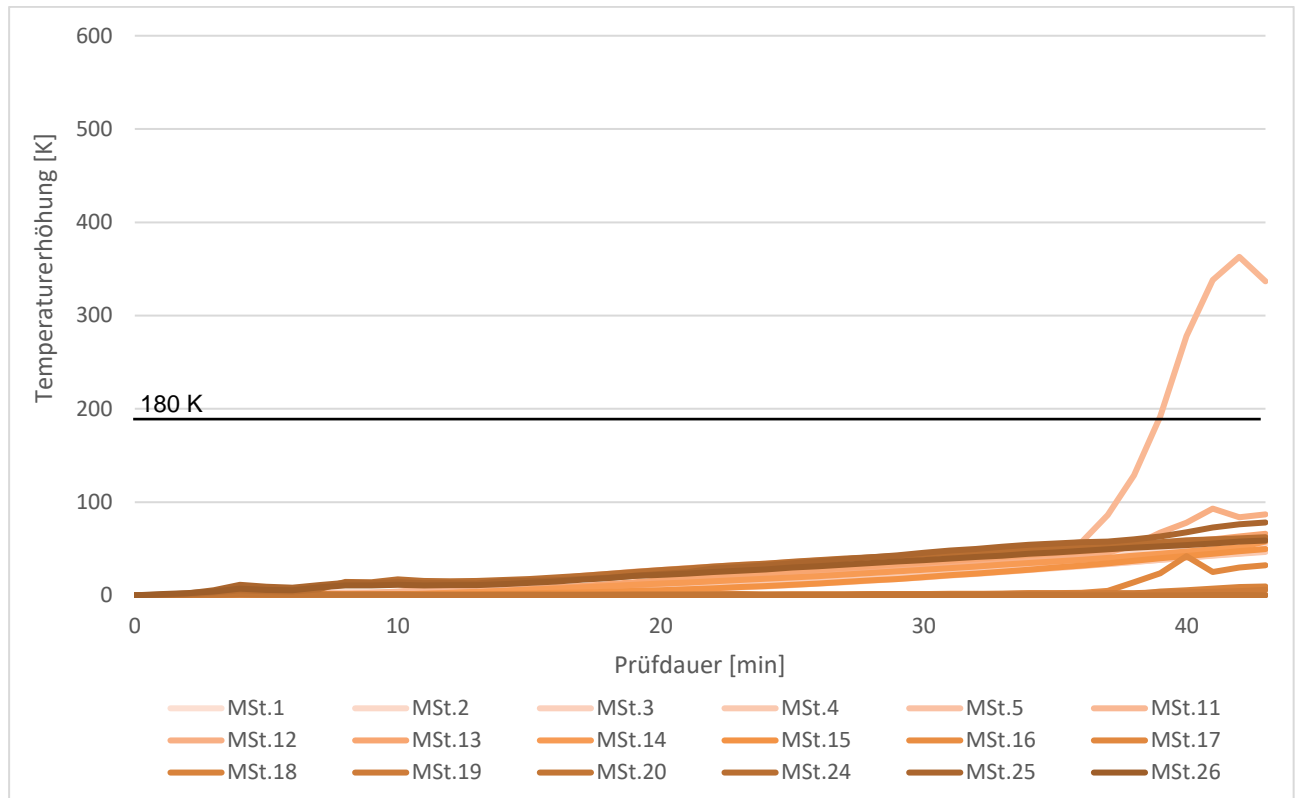


Abbildung 49: V 3.1 - Temperaturverlauf I_2 auf dem Türflügel (Parkett)

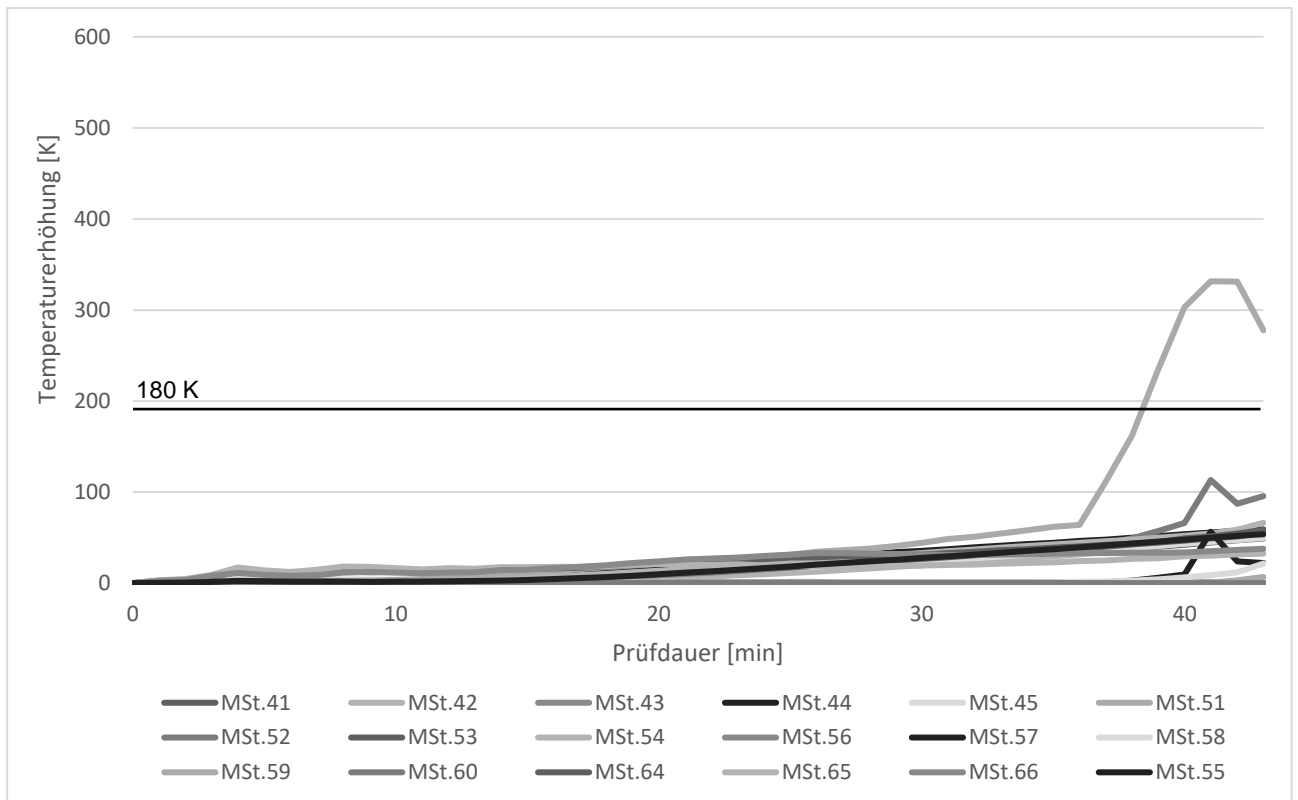


Abbildung 50: V 3.2 - Temperaturverlauf I_2 auf dem Türflügel (Linoleum)

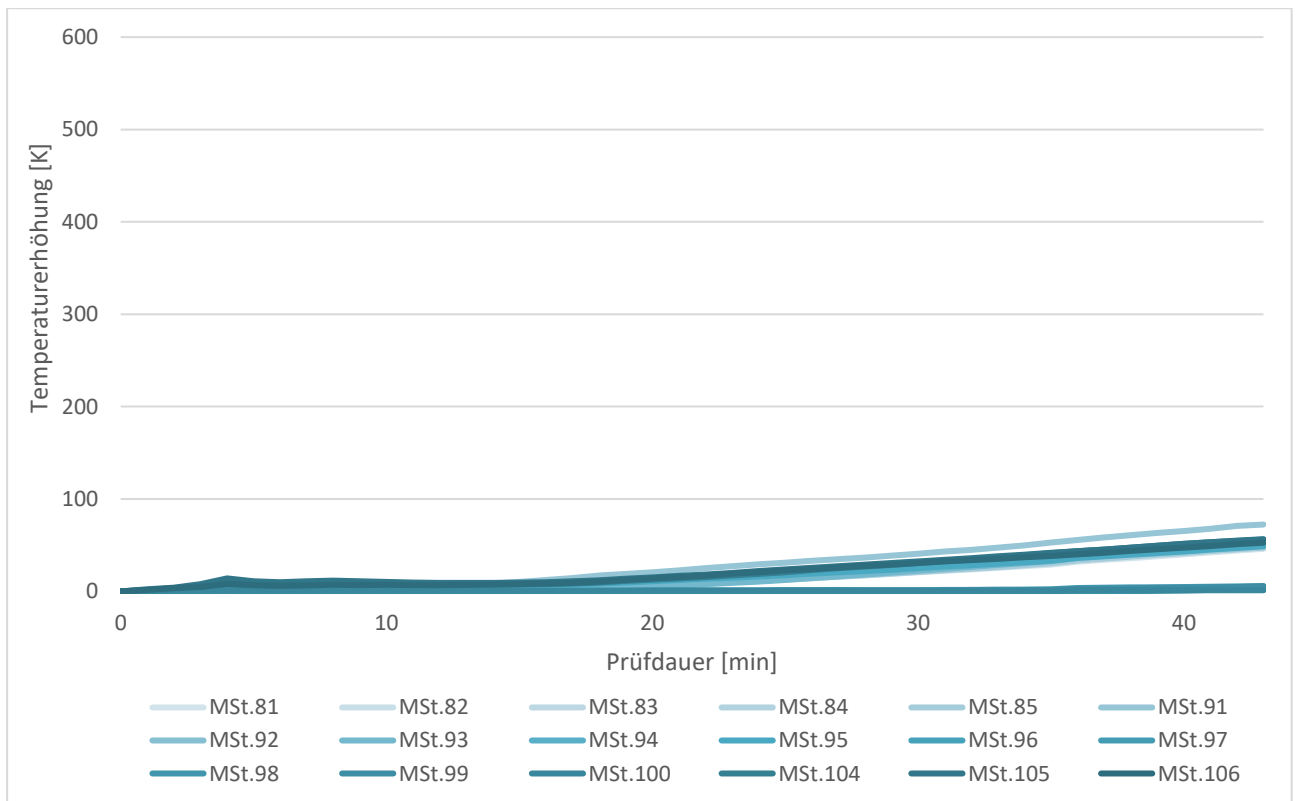


Abbildung 51: V 3.3 - Temperaturverlauf I_2 auf dem Türflügel (Teppich)

Eine Zusammenfassung der jeweils erreichten Feuerwiderstandsdauer in Abhängigkeit der Leistungskriterien für die Prüfelemente ist Tabelle 5 zu entnehmen.

Die grafische Auswertung des Kriteriums I_1 (informell) ist in den folgenden Abbildungen dargestellt.

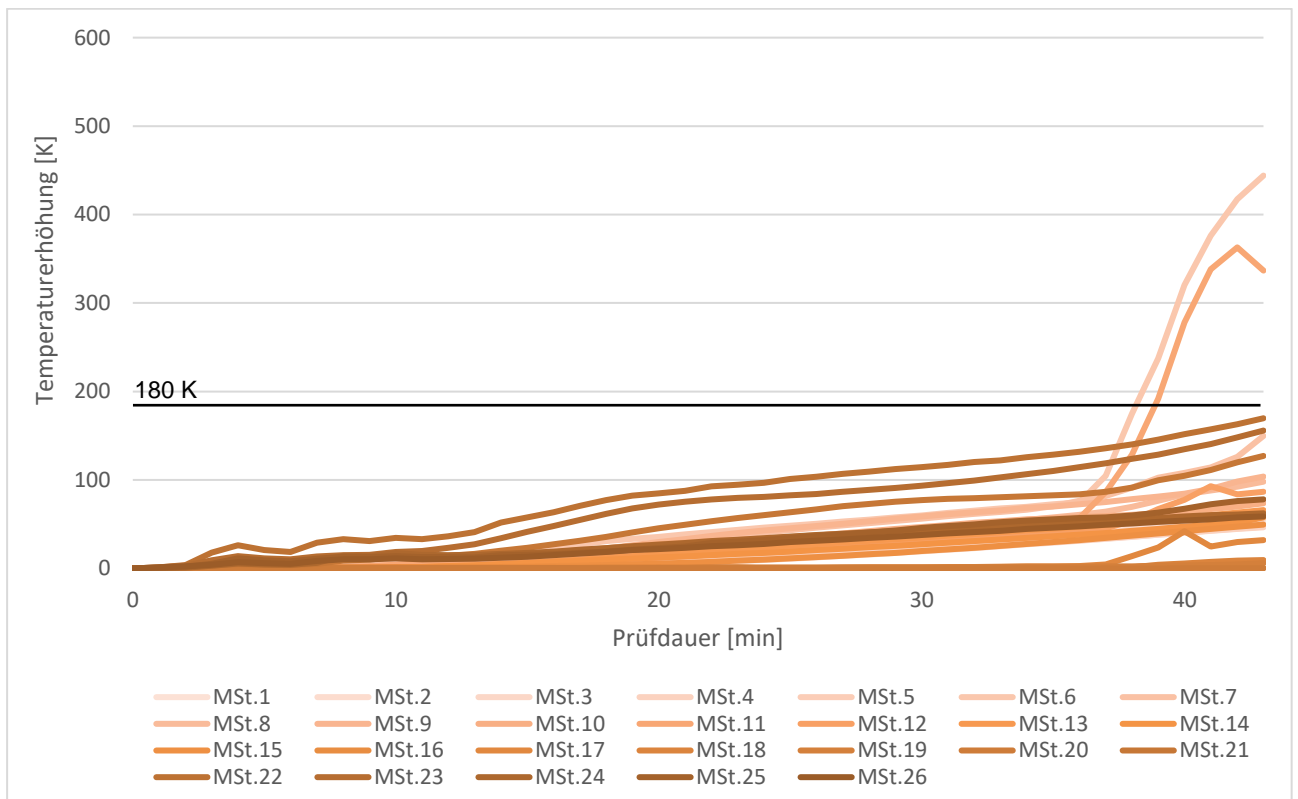


Abbildung 52: V 3.1 - Temperaturverlauf I_1 auf dem Türflügel (Parkett)

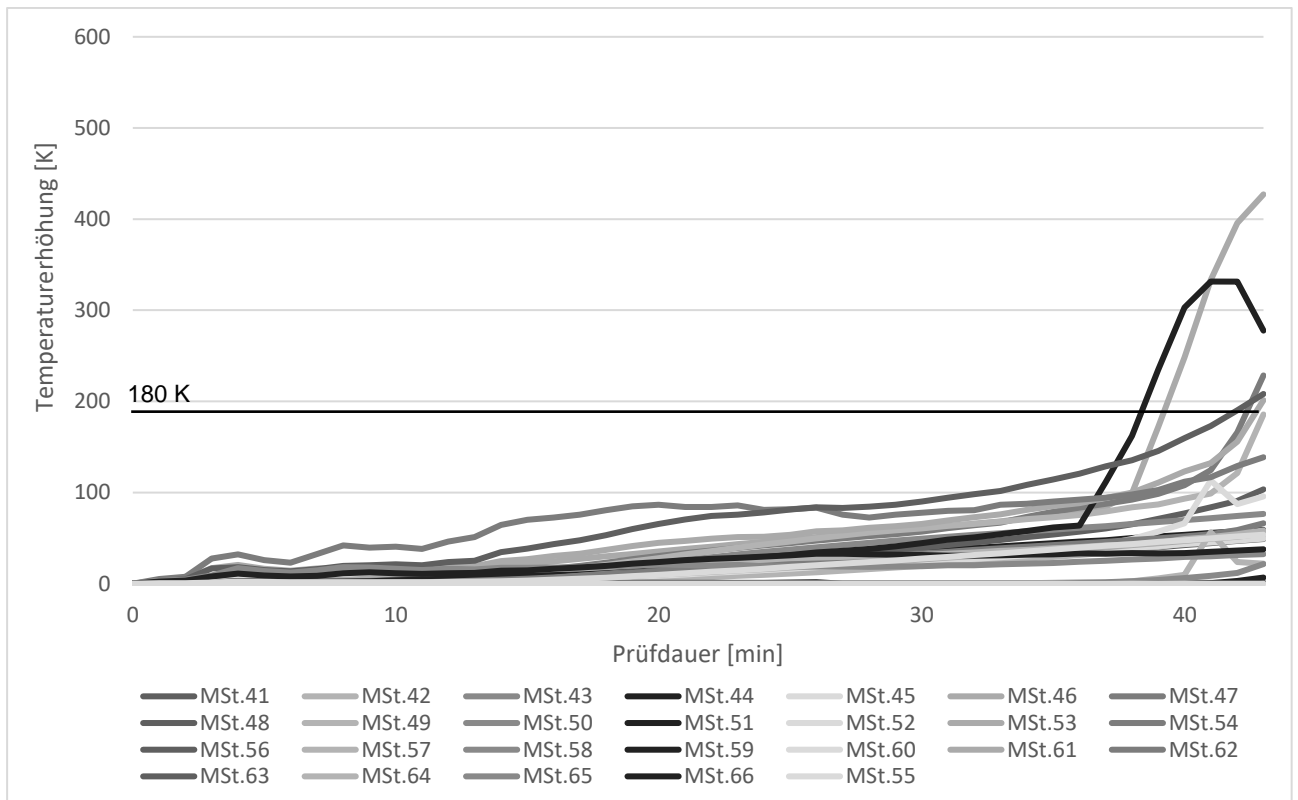


Abbildung 53: V 3.2 - Temperaturverlauf I₁ auf dem Türflügel (Linoleum)

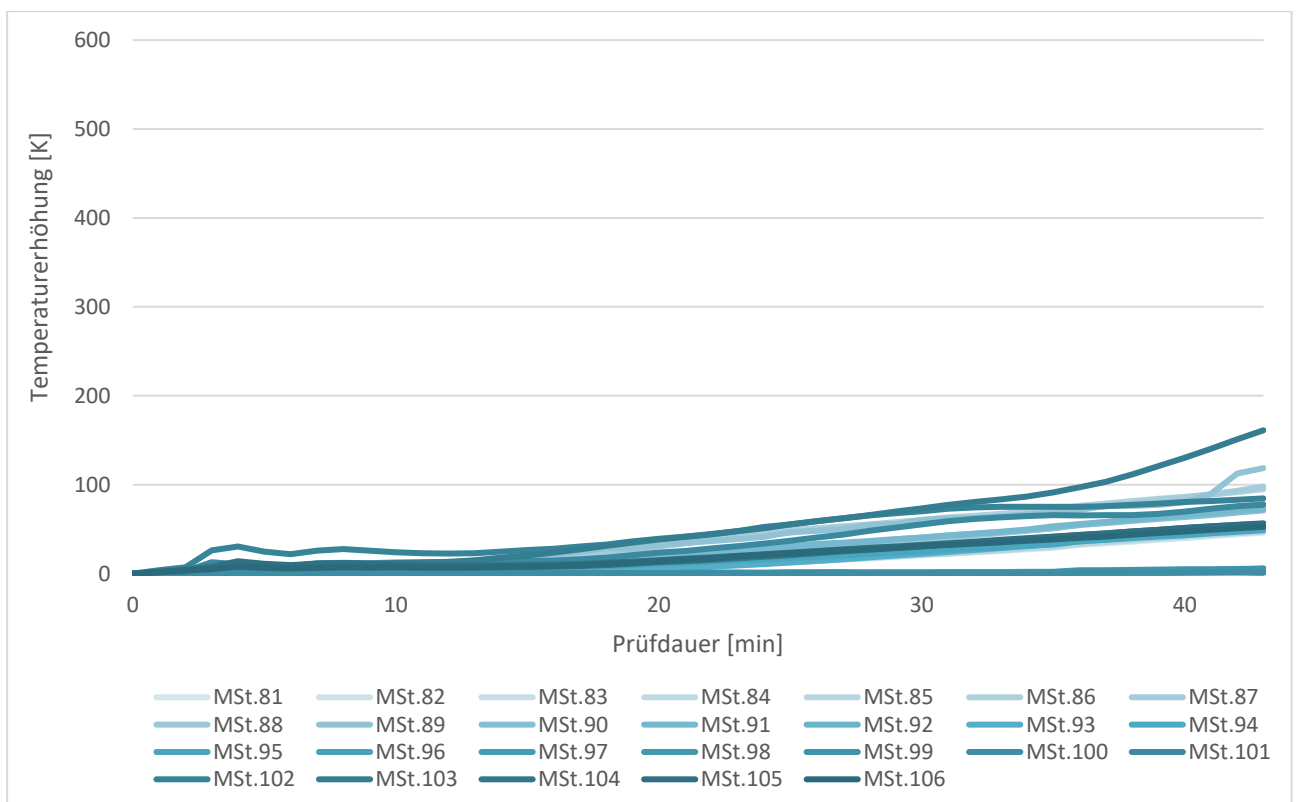


Abbildung 54: V 3.3 - Temperaturverlauf I₁ auf dem Türflügel (Teppich)

Tabelle 5: V 3 - Gegenüberstellung der Prüfergebnisse nach DIN EN 1634-1¹

Lfd. Nr.	Leistungskriterien nach DIN EN 1634-1 ¹	Erreichte Feuerwiderstandsdauer		
		Prüfelement 1 Links	Prüfelement 2 Mitte	Prüfelement 3 Rechts
		<i>Parkett</i>	<i>Linoleum</i>	<i>Teppich</i>
1	Raumabschluss E gemäß Abschnitt 11.1			
1.1	Flammenbildung > 10 sec.	35 min	35 min	- ¹⁾
1.2	Spaltlehre	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾
1.3	Wattebausch	12 min	21 min	- ¹⁾
2	Wärmedämmung I gemäß Abschnitt 11.2			
2.1	Mittelwert	- ²⁾		
2.2	Übliches Verfahren I₂	38 min [Mst. 11]	38 min [Mst. 51]	- ²⁾
2.3	Ergänzungsverfahren I₁	38 min [Mst. 6]	38 min [Mst. 51]	- ²⁾
2.4	Türflügelunterkante, 2,5 cm- / 10 cm-Linie	- ²⁾	- ²⁾	- ²⁾
3	Selbstschließende Eigenschaft C			
3.1	Durchgeführt	Erfüllt		

1) Kein Anlass zur Prüfung.

2) Es konnte über die gesamte Versuchsdauer von 43 Minuten keine Überschreitung festgestellt werden.

Nach Ende des Brandversuchs zeigten die Türflügel auf der beflammt Seite eine typisch verkohlte Oberfläche und anhaltende Flammen. Die Bodenbeläge waren vollständig verbrannt. Abbildung 55 verdeutlicht dies.

Bei den Prüfelementen V 3.1 und V 3.2 kam es auf der unbeflammten Seite in der 37. Minute zu einer geringen Rauchentwicklung aus dem Schloss und anschließend zu Flammen > 10 Sekunden, die zu den in Abbildung 56 erkennbaren schwarzen Verfärbungen auf dem Türflügel und der Zarge geführt haben. Bei Prüfelement V 3.3 kam es dagegen zu keinem Flammenaustritt aus dem Schloss.

Die Bodenbeläge wiesen auch hier kein flächiges Entzünden oder Schwelen auf. Sowohl der Parkett- als auch der Linoleumboden wiesen in den schlosseitigen Ecken schwarze

Verfärbungen auf. Diese sind auf die dort festgestellte Flammenbildung aus dem Bodenspalt zurückzuführen. Das Erscheinungsbild des Linoleumbodens entsprach dem des Teppichs, war jedoch weniger stark ausgeprägt. Im Gegensatz dazu zeigte der Teppichboden eine flächige dunkle Verfärbung über fast die gesamte Türbreite.



Abbildung 55: V 3 - Prüfelemente beflammete Seite nach Ende der Beflammung



Abbildung 56: V 3 - Prüfelemente nach dem Brandversuch (unbeflammte Seite)



Abbildung 57: V 3 - Bodenbeläge nach dem Brandversuch (unbeflammte Seite)

4.3 Zusammenfassung der Versuchsergebnisse

Eine detaillierte Auswertung der Messdaten auf der unbeflammten Seite der Prüfelemente ist Abschnitt 4.2 zu entnehmen. Die folgende Tabelle 6 stellt die erreichten Feuerwiderstandsdauer und Leistungskriterien der Versuchsreihen V 1 bis V 3 gegenüber.

Tabelle 6: Gegenüberstellung der erreichten Feuerwiderstandsdauer V 1 – V 3

	Versuchsreihe V 1 Stahlblechtür		Versuchsreihe V 2 Aluminium- Rohrrahmentür		Versuchsreihe V 3 Holzwerkstofftür	
Leistungskriterien gemäß EN 1634-1 ¹	E	I₂²⁾	E	I₂²⁾	E	I₂²⁾
Teppich	49 min	48 min	16 min	20 min	≥ 43 min ¹⁾	≥ 43 min ¹⁾
Klassifizierung gemäß DIN EN 13501-2 ¹⁹ , Abschnitt 5.2.2.4	EI₂ 30		EI₂ 15		EI₂ 30	
Parkett	46 min	28 min	17 min	30 min	12 min	38 min
Klassifizierung gemäß DIN EN 13501-2 ¹⁹ , Abschnitt 5.2.2.4	EI₂ 20		EI₂ 15		-	
Linoleum	37 min	40 min	13 min	19 min	21 min	38 min
Klassifizierung gemäß DIN EN 13501-2 ¹⁹ , Abschnitt 5.2.2.4	EI₂ 30		-		EI₂ 15	

1) Ende der Beflammung.

2) Gemäß DIN EN 1363-1¹⁸, Abschnitt 11.4.2 muss das Leistungskriterium „Wärmedämmung“ automatisch als nicht erfüllt gelten, wenn das Leistungskriterium „Raumabschluss“ nicht erfüllt wird.

Die **Versuchsreihe V 1** wurde über eine Dauer von 57 Minuten beflammt. Das Prüfelement in Kombination mit dem Parkettboden versagte aufgrund des Verlustes der Wärmedämmung. Bei den Stahlblechtüren haben die Prüfelemente in Kombination mit dem Linoleum- und dem Teppichboden eine Feuerwiderstandsdauer > 30 Minuten erzielt. Auf den Bodenbelägen konnten über eine Dauer von 53 Minuten keine kritischen Temperaturerhöhungen festgestellt werden.

Die **Versuchsreihe V 2** wurde über eine Dauer von 41 Minuten beflammt. Alle Prüfelemente versagten infolge Verlustes des Raumabschlusses zwischen der 14 bis 18. Minute. Der Raumabschluss versagte aufgrund einer anhaltenden Entzündung (> 10 s) im Bereich der Zargenunterkanten. Das Verhalten der Prüfelemente hinsichtlich der Flammenentwicklung war nahezu gleich. Das Kriterium der Wärmedämmung konnte bei den Prüfelementen mit Linoleum- bzw. Teppichboden lediglich für eine Dauer von 19 bzw. 20 Minuten nachgewiesen werden.

Die **Versuchsreihe V 3** wurde über eine Dauer von 43 Minuten beflammt. Bei den Holzwerkstofftüren kam es bei den Prüfelementen in Kombination mit dem Parkett- und Linoleumboden ab der 13. bzw. 22. Minute zur Entzündung des Wattebausches mittig am Bodenspalt und damit zum Verlust des Raumabschlusses vor der festgelegten Mindestversuchsdauer. Die Wärmedämmung dieses Türensysteams war erwartet unauffällig und blieb über die festgelegte Mindestversuchsdauer von 36 Minuten und darüber hinaus erhalten. Das Prüfelement in Kombination mit dem Teppichboden konnte sowohl die Wärmedämmung als auch den Raumabschluss über die gesamte Versdauer aufrechterhalten.

Unter Bezugnahme auf die Prüfergebnisse der Türen – wonach der erste Verlust des Raumabschlusses am Bodenspalt bei den Stahlblechtüren mit Linoleumboden in der 38. Minute, bei den Aluminium-Rohrrahmentüren mit Linoleumboden in der 14. Minute und bei den Holzwerkstofftüren mit Parkettboden in der 13. Minuten erfolgte – kann zusammengefasst werden, dass die Stahlblechtüren unabhängig von den verwendeten Belägen über einen Zeitraum von 36 Minuten kein Versagen des Raumabschlusses aufwiesen. Demgegenüber wurde für zwei der Rohrrahmentüren nur eine Feuerwiderstandsdauer von 16 Minuten erreicht. Mit der Holzwerkstofftüren wurde trotz Erhalt der Wärmedämmung bis zur 38. Minute nur eine Feuerwiderstandsdauer 12 bzw. 21 Minuten durch Verlust des Raumabschlusses erzielt.

5. Schlussfolgerungen

Innerhalb der drei Versuchsreihen V 1 bis V 3 wurde jeweils der Einfluss der drei Bodenbelagskonfigurationen auf das Temperaturverhalten, das Versagenszenario und die Versagenszeit untersucht, mit dem Ziel, eine potentielle „Sensibilität“ einzelner Türensysteme in Verbindung mit einem oder mehreren Bodenbelagsarten zu erkennen.

Zusammenfassend ist hierzu grundsätzlich folgendes festzustellen:

- Keiner der geprüften Bodenbeläge ist unterhalb der Türen hindurchgebrannt.
- Die Position des jeweiligen Bodenbelages im Brandraum (links, Mitte, rechts) hatte keinen Einfluss.
- Die Ergebnisse, die in Verbindung mit den geprüften Stahlblechtüren erzielt wurden, sind im Schwellenbereich als durchweg gut zu bezeichnen.
- Die Ergebnisse, die in Verbindung mit den geprüften Aluminium-Rohrahmen- und Holztüren erzielt wurden, müssen differenzierter betrachtet werden, da die Interaktion mit den geprüften Bodenbelägen vergleichsweise größer erschien.
- Ein maßgebender Einfluss der geprüften Bodenbeläge auf die Wärmedämmung der geprüften Feuerschutzabschlüsse kann ausgeschlossen werden.

Aufgrund der erzielten Ergebnisse (siehe Abschnitt 4.3) scheinen die Interaktionen zwischen den gewählten Bodenbelägen (insbesondere Linoleum und Parkett) und den zur Verfügung gestellten Aluminium-Rohrahmen- und Holzwerkstofftüren komplexer als bei den zur Verfügung gestellten Stahlblechtüren, so dass allgemeingültige Aussagen ausgehend von den im Rahmen dieses Forschungsvorhabens durchgeführten Versuchen über den Einfluss verschiedenster brennbarer Bodenbeläge auf den Feuerwiderstand von Aluminium-Rohrahmen- und Holzwerkstofftüren nicht möglich sind.

Die mit den Stahlblechtüren erzielten Prüfergebnisse (V 1) zeigen, dass keinerlei besondere Auffälligkeiten mess- und beobachtbar waren. Sowohl Raumabschluss- als auch Wärmedämmung (I_2 -Kriterium) blieben im Bodenbereich > 36 Minuten (bis auf V 1.2) erfüllt. Ein Einfluss der geprüften Bodenbeläge auf die Stahlblechtüren war damit nicht nachweisbar.

Bei den geprüften Aluminium-Rohrahmentüren (V 2) waren im Bodenbereich sowohl das Raumabschlusskriterium ab der 14. Minute als auch das I₂-Kriterium ab der 20. Minute verletzt. Das grundsätzliche Verhalten der verglasten Aluminium-Rohrahmentüren, insbesondere der Brandschutzglasscheiben, die infolge der Reaktion(en) der Interlayer unweigerlich Glasbruchstücke am Bodenspalt auf der Feuerseite hinterließen, war allerdings zu keiner Zeit besonders auffällig und zudem bodenbelagsunabhängig. Die im Brandraum aus den Bruchstücken zündelnden kleineren Flammen, können auf die verbrennenden Reste der PVB-Folie zurückgeführt werden. Des Weiteren zeigten die Aufzeichnungen im Brandraum an der vertikalen Fläche der Brandschutzscheibe haftende PVB-Folienreste, die nach und nach verbrannten, und eine bräunliche Flüssigkeit, die an den Scheiben herunterlief. Infolge des durch herabgefallene Glasbruchstücke verschlossenen feuerseitigen Bodenspalts wurde der „Kamineffekt“ behindert. Zudem trat in den Bereichen der Zargenunterkanten eine offensichtlich brennbare Flüssigkeit nach außen. Ein Hindurchbrennen unterhalb der Türen war nicht eindeutig erkennbar. Die Herkunft dieser Flüssigkeit konnte nicht zweifelsfrei geklärt und die Prüfung daher letztlich keinesfalls repräsentativ verwendet werden.

Bei den Holzwerkstofftüren (V 3) wurde im Bodenbereich zwar über die gesamte Versuchsdauer (> 36 Minuten) keinerlei Überschreitung des I₂-Kriteriums gemessen, allerdings war das Raumabschlusskriterium ab der 12. Minute bei zwei der drei Prüfelemente verletzt. Auch das Verhalten der Holzwerkstofftüren war zu keiner Zeit besonders auffällig und zudem bodenbelagsunabhängig. Ein Hindurchbrennen unterhalb der Türen war auch hier nicht erkennbar.

Die Streuung der Ergebnisse des Kriteriums Wärmedämmung innerhalb des gleichen Türsystems war insgesamt gering. Ausgehend von den Aufzeichnungen und Beobachtungen im Schwellenbereich während der Brandversuche und dem Verhalten der Prüfelemente, in Verbindung mit dem im Vergleich zur baupraktischen Anwendung erhöhten Bodenspalt, lassen sich ein Einfluss der geprüften Bodenbeläge auf die Wärmedämmung der geprüften Feuerchutzabschlüsse ausschließen.

Dass die Türen der Versuchsreihen V 2 und V 3 sensibler in gewählten Prüfkfiguration reagierten, kann dem in diesen Fällen baupraktisch unüblich großen Bodenspalt in Verbindung mit einer Ausführung ohne absenkbare Bodendichtung zugeschrieben werden.

Die Versuchsreihen V 1 bis V 3 sind im Bereich des Bodenspalts dadurch nicht 1:1 vergleichbar und ein konkreter Einfluss der Bodenbeläge ist in dem Fall der geprüften, verglasten Aluminium-Rohrrahmentüren nicht klar abgrenzbar. Allgemeingültige Aussagen zum Einfluss bzw. dem Verhalten der geprüften Bodenbelagsarten in Verbindung mit den Türsystemen sind daher nicht ableitbar.

Die Variation der Position der Bodenbeläge in den Versuchsreihen (links, Mitte, rechts) hat keine Erkenntnisse geliefert, wonach die Position im Brandraum einen Einfluss auf das Verhalten der Bodenbeläge hätte. Dies wird auch durch die gemessenen, gleichmäßigen, dicht gestaffelten Verläufe der Brandraumtemperaturen (siehe Anlagen V.1 - 2.1, V.2 - 2.1 und V.3 - 2.1) untermauert.

Die Ergebnisse der Überprüfung der Baustoffklassen der Bodenbeläge nach DIN EN 13501-1 ($D_{fl} - s1$ für das Parkett, $C_{fl} - s1$ für das Linoleum und $B_{fl} - s1$ für den Teppich) entsprachen den für das Forschungsvorhaben abgestimmten Klassen.

Gleichwohl bilden die im Rahmen des Forschungsvorhabens betrachteten Bodenbeläge nur einen kleinen Ausschnitt der baupraktisch möglichen Bodenbeläge ab und stellen per se keine Stellvertreter für das gesamte Spektrum an Bodenbelägen dar. Ähnliches gilt, wie zuvor bereits erläutert, für die von den Herstellern zur Verfügung gestellten Feuerschutzabschlüsse, so dass sich aus dem Forschungsvorhaben keine allgemeingültigen Regeln für Übertragungen im Rahmen der Prüfgrundsätze ableiten lassen.

6. Ausblick

Die vorliegenden Untersuchungen verdeutlichen, dass die Ermittlung der Feuerwiderstandsfähigkeit von Feuerschutzschlüssen durch zahlreiche Faktoren beeinflusst wird. Nicht nur der Bodenspalt und die Bodenbeläge, auch die Verwendung von Brandschutzgläsern haben einen Einfluss auf die im Rahmen dieses Forschungsvorhabens erzielten Ergebnisse gezeigt. Um den Einfluss von Bodenbelägen auf unterschiedliche Türensyste me gezielter zu untersuchen, ist es erforderlich die Anzahl der Einflussfaktoren weitestgehend zu reduzieren. Die für dieses Forschungshaben festgelegten Randbedingungen stellen daher nur einen ersten Ansatz zur Untersuchung von unterschiedlichen brennbaren Bodenbelägen unter Feuerschutzabschlüssen dar.

Es ist durchaus sinnvoll und zu empfehlen, künftig Brandprüfungen von Feuerschutzabschlüssen in Verbindung mit Bodenbelägen als konkreten Einzelnachweis im Rahmen eines Zulassungsverfahrens durchzuführen und anzuerkennen.

Vor allem die Stahlblechtüren haben hier gezeigt, dass Einzelnachweise von Feuerschutzabschlüssen in Verbindung mit einem Bodenbelag bei baupraktischen Einbaubedingungen positive Prüfergebnisse erzielen können, die im Rahmen des Zulassungsverfahrens herangezogen werden können.

Es lässt sich hierbei jedoch keine Regel hinsichtlich der Übertragbarkeit geprüfter Bodenbeläge auf andere Bodenbeläge, auch nicht mit höherwertigerer Baustoffklasse, ableiten, so dass solche Prüfnachweise von Feuerschutzabschlüssen in Verbindung mit geprüften Bodenbelägen zunächst ausschließlich "wie geprüft" herangezogen werden können.

Die Ergebnisse in Verbindung mit den geprüften Bodenbelägen und den o.g. Baustoffklassifizierungen bilden materialabhängige und produktspezifische Eigenschaften ab. Es ist daher derzeit keine Übertragung auf andere Produkte gleicher Art und/oder Klassifizierung möglich.

Zukünftige Untersuchungen sollten türsystemspezifischere Festlegungen hinsichtlich einer baupraktischen Ausbildung des Schwellenbereichs berücksichtigen. Daneben sind Aluminium-Rohrrahmentüren mit einer opaken Paneelfüllung empfehlenswert, um den Einfluss der

Reaktion der Brandschutzglasscheibe auf den ggf. verminderten „Kamineffekt“ einordnen zu können.

Neben einer zwingend erforderlichen Referenzprüfung mit einer mineralischen bzw. nicht-brennbaren Bodenaufbau (ohne Bodenbelag) sind ergänzende Rauch- und Dauerfunktionsprüfungen sinnvoll. Die vg. Prüfungen konnten im Rahmen dieses Forschungsvorhabens aus Kostengründen nicht berücksichtigt werden.

Braunschweig, den 27.02.2026

i. A.
Markus Korth M. Eng.
Sachbearbeitung

i. A.
Dr.-Ing. Gary Blume
Fachbereichsleitung

i. A.
Dipl.-Ing. Mandy Weingarten
Sachbearbeitung

Verzeichnis der Anlagen

Prüfung des Brandverhaltens der Bodenbeläge

Anlagen	A.0	1.1	Prüfergebnisse nach EN ISO 9239-1 und EN ISO 11925-2
Anlagen	A.0	2.1	Beobachtungen während der Baustoffprüfungen
Anlagen	A.0	3.1 bis 3.2	Grafische Auswertung - Lichtschwächung

Aufzeichnungen während der Versuchsreihe V 1 – Stahlblechtüren

Anlagen	V.1	1.1	Ansicht Prüfelemente
Anlagen	V.1	2.1	Temperaturen im Brandraum
Anlagen	V.1	3.1	Differenzdruck im Brandraum
Anlagen	V.1	4.1	Spaltbreiten
Anlagen	V.1	5.1 bis 5.2	Verformungen
Anlagen	V.1	6.1 bis 6.3	Beobachtungen während des Brandversuchs
Anlagen	V.1	7.1 bis 7.2	Fotodokumentation

Aufzeichnungen während der Versuchsreihe V 2 – Rohrrahmentüren

Anlagen	V.2	1.1	Ansicht Prüfelemente
Anlagen	V.2	2.1	Temperaturen im Brandraum
Anlagen	V.2	3.1	Differenzdruck im Brandraum
Anlagen	V.2	4.1	Spaltbreiten
Anlagen	V.2	5.1 bis 5.2	Verformungen
Anlagen	V.2	6.1 bis 6.3	Beobachtungen während des Brandversuchs
Anlagen	V.2	7.1 bis 7.2	Fotodokumentation

Aufzeichnungen während der Versuchsreihe V 3 - Holzwerkstofftüren

Anlagen	V.3	1.1	Ansicht Prüfelemente
Anlagen	V.3	2.1	Temperaturen im Brandraum
Anlagen	V.3	3.1	Differenzdruck im Brandraum
Anlagen	V.3	4.1	Spaltbreiten
Anlagen	V.3	5.1 bis 5.2	Verformungen
Anlagen	V.3	6.1 bis 6.2	Beobachtungen während des Brandversuchs
Anlagen	V.3	7.1 bis 7.2	Fotodokumentation

Zusammenfassung der Prüfergebnisse nach DIN EN ISO 9239-1¹⁴ DIN EN ISO 11925-2¹³

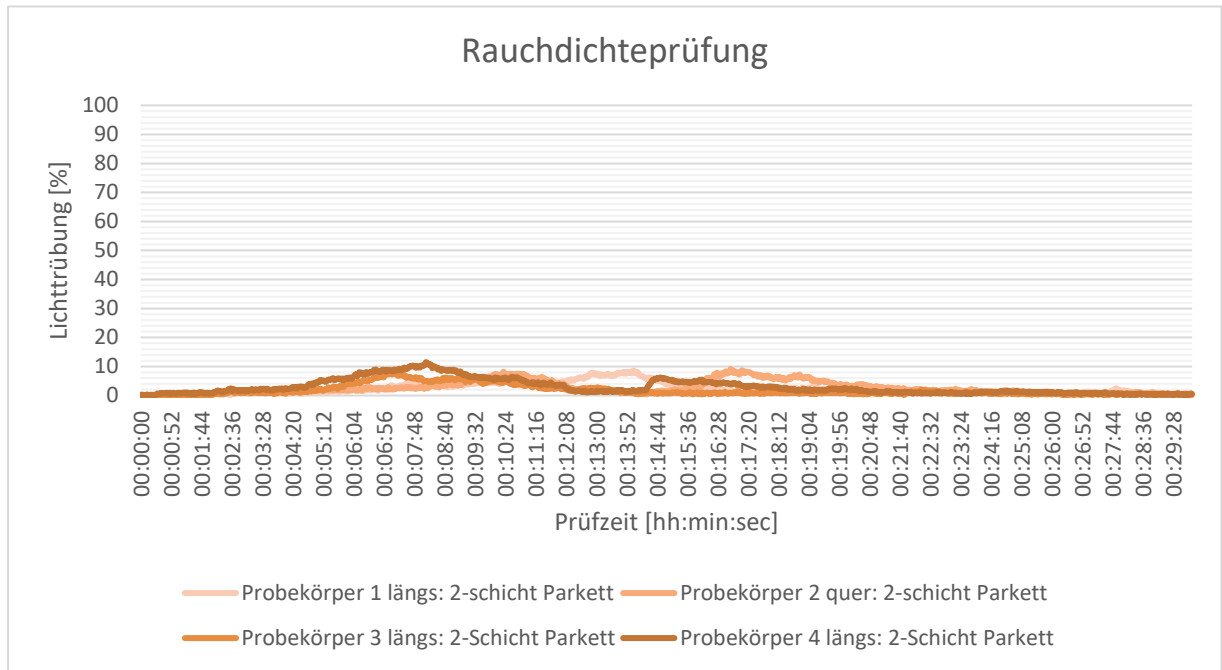
Prüfverfahren		Prüfgröße		Prüf- ergebnis	EN 13501-1 ⁶		
					B _{fl-s1}	C _{fl-s1}	D _{fl-s1}
2-Schicht Parkett	DIN EN ISO 9239-1 ¹⁴	Kritischer Wärmestrom Rauchentwicklung	[kW/m ²] [%*min]	4,1 61,1	≥ 8 ≤ 750	≥ 4,5 ≤ 750	≥ 3,0 ≤ 750
	DIN EN ISO 11925-2 ¹³	F _s Entzündung Filterpapier	[mm] --	40 nein	≤ 150 nein		
Teppich	DIN EN ISO 9239-1 ¹⁴	Kritischer Wärmestrom Rauchentwicklung	[kW/m ²] [%*min]	9,9 54,4	≥ 8 ≤ 750	≥ 4,5 ≤ 750	≥ 3,0 ≤ 750
	DIN EN ISO 11925-2 ¹³	F _s Entzündung Filterpapier	[mm] --	40 nein	≤ 150 nein		
Linoleum	DIN EN ISO 9239-1 ¹⁴	Kritischer Wärmestrom Rauchentwicklung	[kW/m ²] [%*min]	7,7 496,6	≥ 8 ≤ 750	≥ 4,5 ≤ 750	≥ 3,0 ≤ 750
	DIN EN ISO 11925-2 ¹³	F _s Entzündung Filterpapier	[mm] --	40 nein	≤ 150 nein		

<p>DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23</p> <p>Bodenbeläge -Prüfergebnisse nach EN ISO 9239-1 und EN ISO 11925-2</p>	<p>Anlage A.0 - 1.1</p>
---	-------------------------

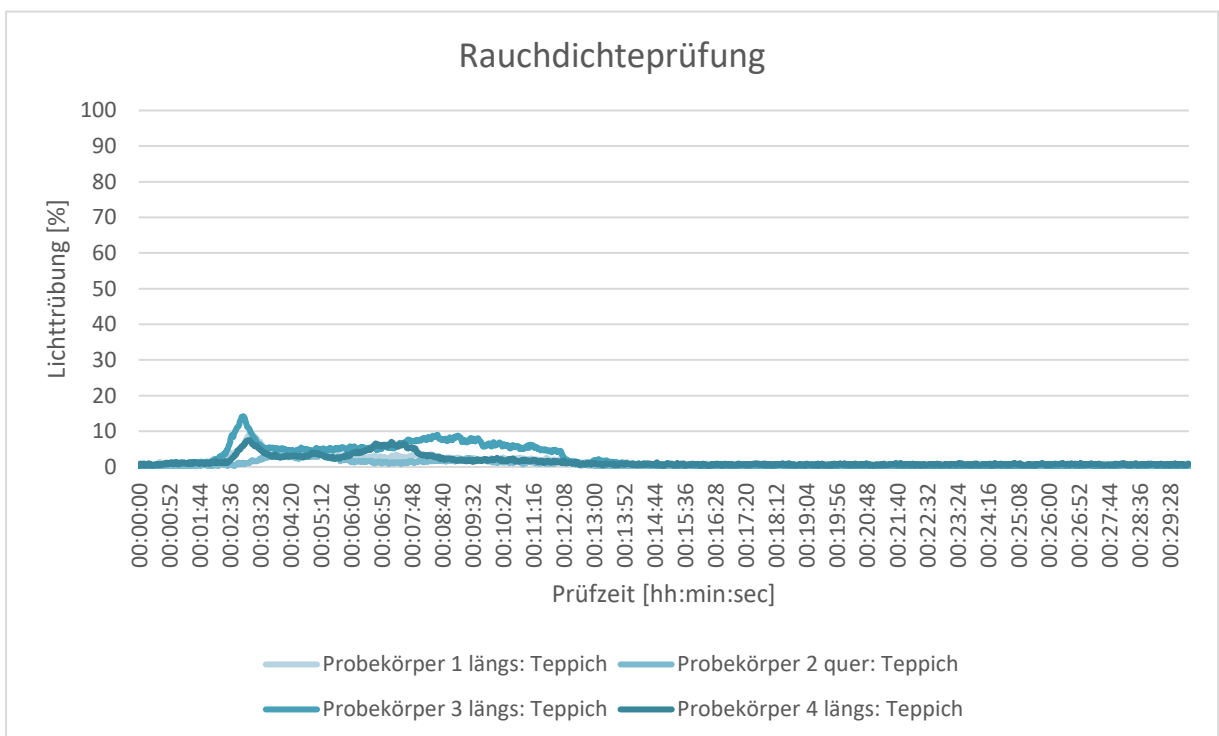
Beobachtungen während der Prüfung DIN EN ISO 9239-1¹⁴					
2-Schicht Parkett		1 längs	2 quer	3 längs	4 längs
Prüfungsdatum		04.03.25	04.03.25	05.03.25	05.03.25
Entzündung der Probe	[min]	02:33	02:26	02:16	02:02
Schmelzen bei Messmarke	[mm]	--	--	--	--
Blasenbildung bei Messmarke	[mm]	40	50	40	30
Obere Schicht löst sich	[ja / nein]	ja	nein	ja	ja
Untere Schicht brennt mit	[ja / nein]	ja	ja	ja	ja
Verkohlung oder Oberfläche	[ja / nein]	ja	ja	ja	ja
Sonstige Beobachtungen		--	--	--	--
Teppich		1 längs	2 quer	3 längs	4 längs
Prüfungsdatum		31.03.25	31.03.25	19.06.25	19.06.25
Entzündung der Probe	[min]	02:05	02:11	02:05	02:03
Schmelzen bei Messmarke	[mm / min]	06:00 / 100	05:00 / 200	04:30 / 250	02:00 / 250
Flausch löst sich	[ja / nein]	nein	nein	ja	ja
Durchbrennen bei Messmarke	[mm]	--	--	--	--
Nachglimmen bei Messmarke	[mm]	--	--	--	--
Dauer des Nachglimmens	[s]	--	--	--	--
Sonstige Beobachtungen		--	--	--	--
Linoleum		1 quer	2 längs	3 quer	4 q
Prüfungsdatum		17.06.25	17.06.25	19.06.25	19.06.25
Entzündung der Probe	[min]	02:17	02:15	02:18	02:14
Schmelzen bei Messmarke	[mm]	--	--	--	--
Blasenbildung bei Messmarke	[mm]	300	300	400	400
Durchbrennen bei Messmarke	[mm]	--	--	--	--
Verkohlung der Probe	[ja / nein]	ja	ja	ja	ja
Dauer des Nachglimmens	[s]	--	--	--	--
Sonstige Beobachtungen		--	--	--	--

DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23 Bodenbeläge - Beobachtungen während der Prüfung nach EN ISO 9239-1	Anlage A.0 - 2.1
--	------------------

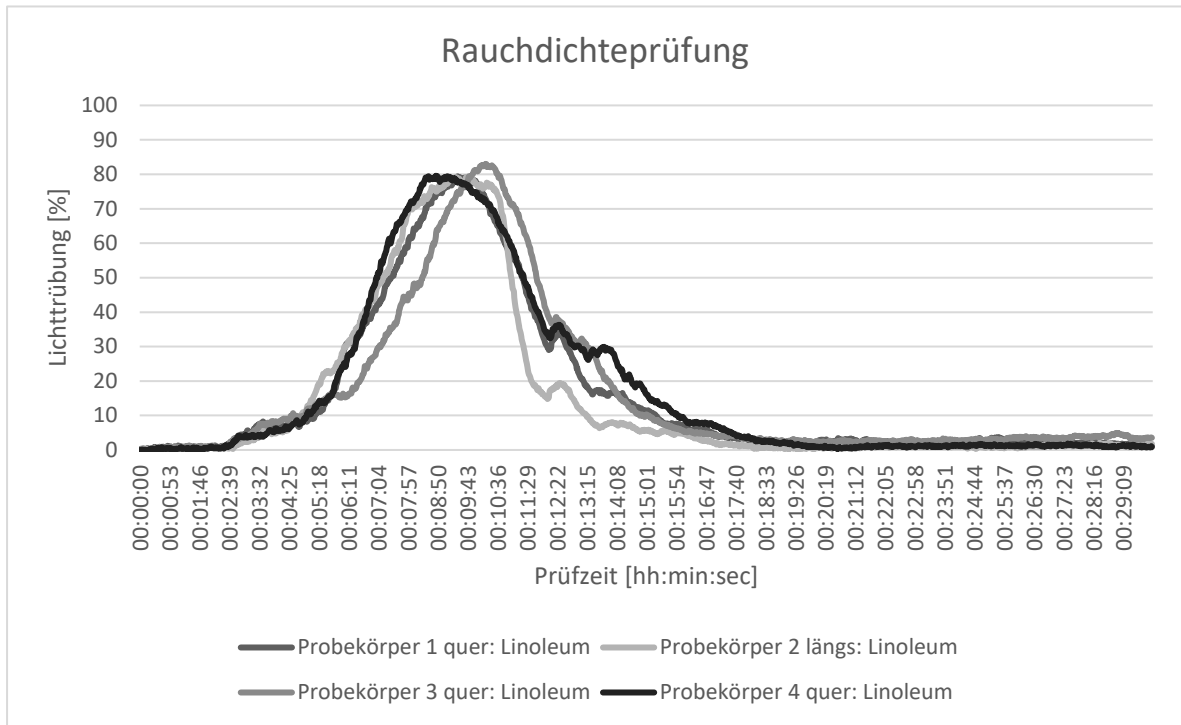
Parkett

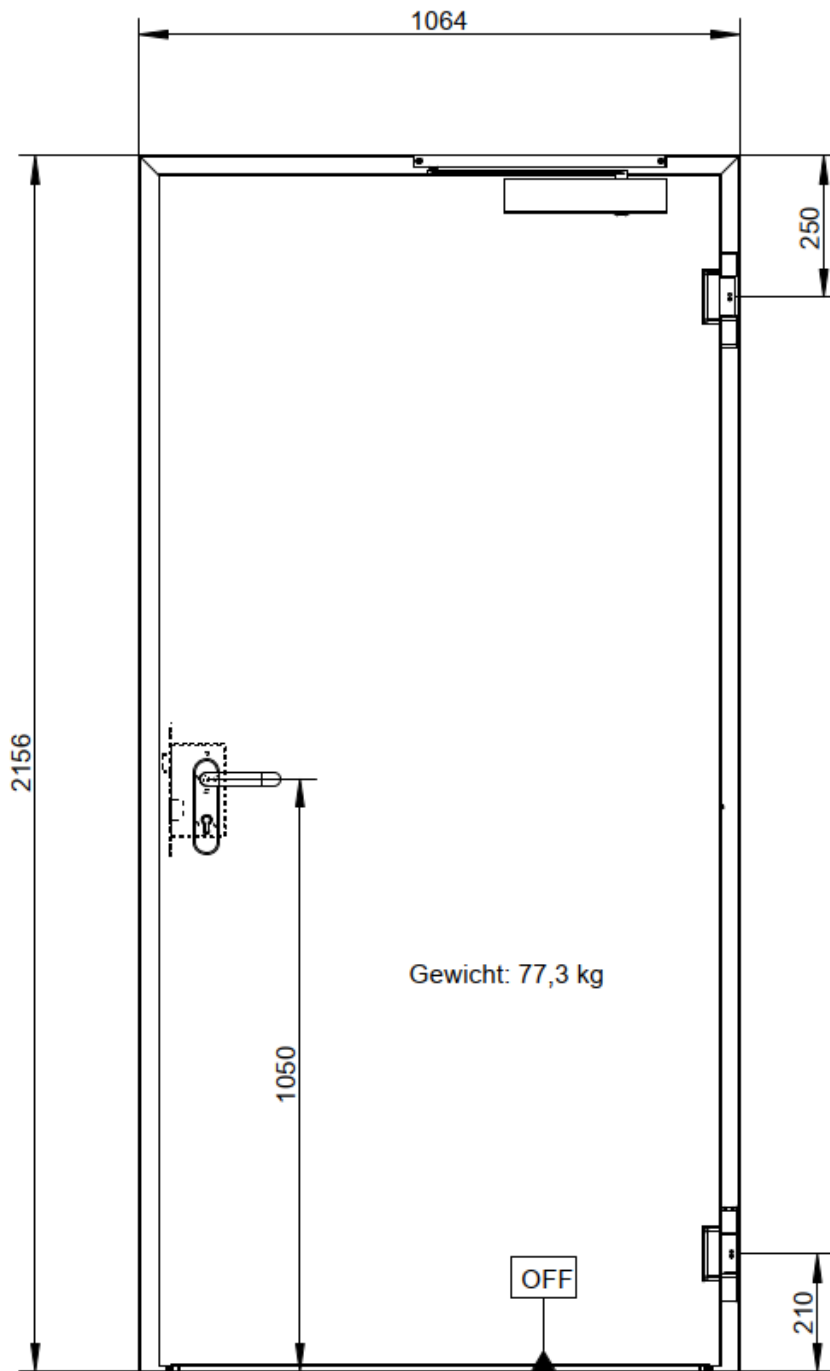


Teppich

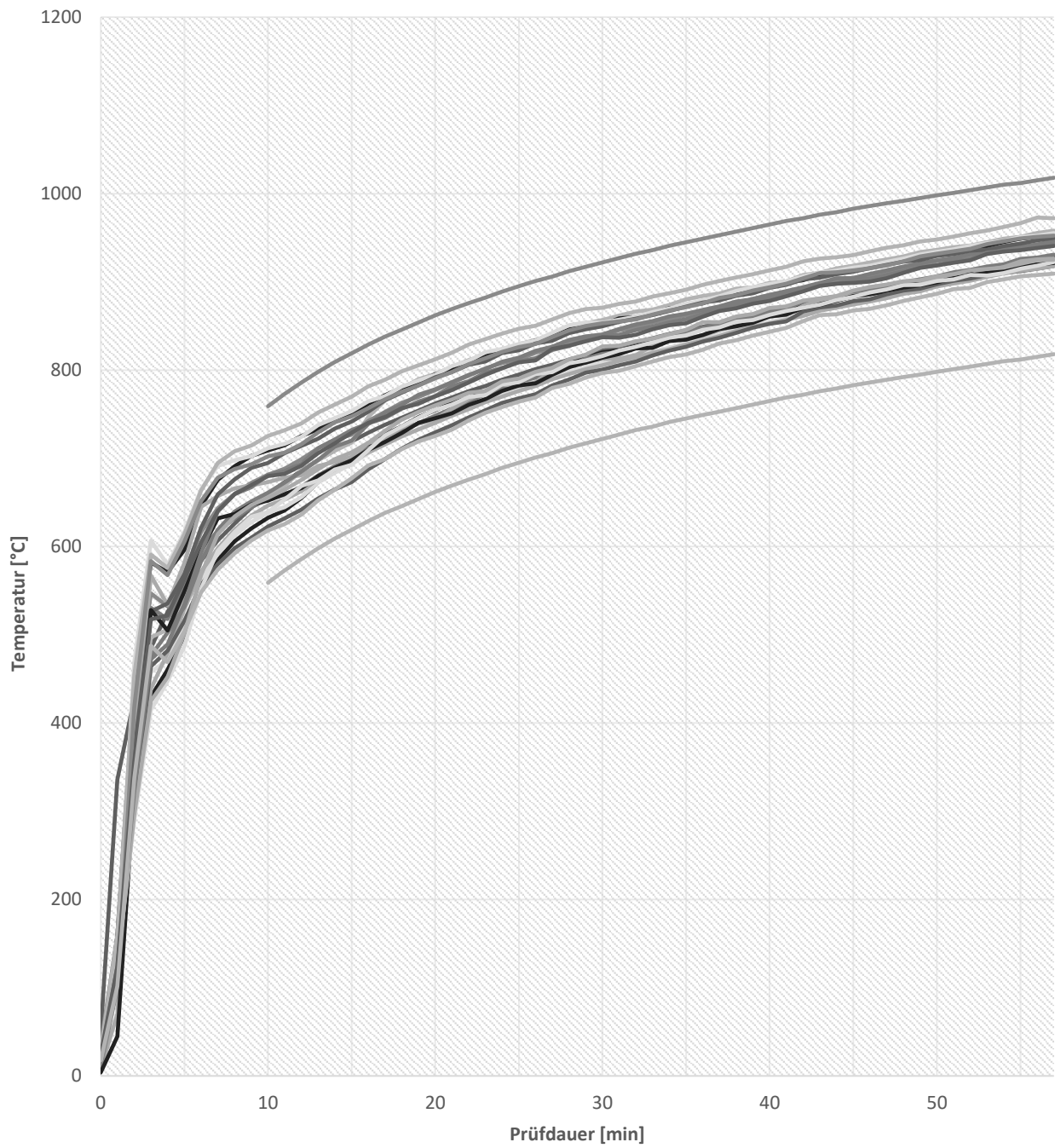


Linoleum





<p>DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23 Ansicht und Schnitt</p>	<p>Anlage V.1 - 1.1</p>
--	-------------------------

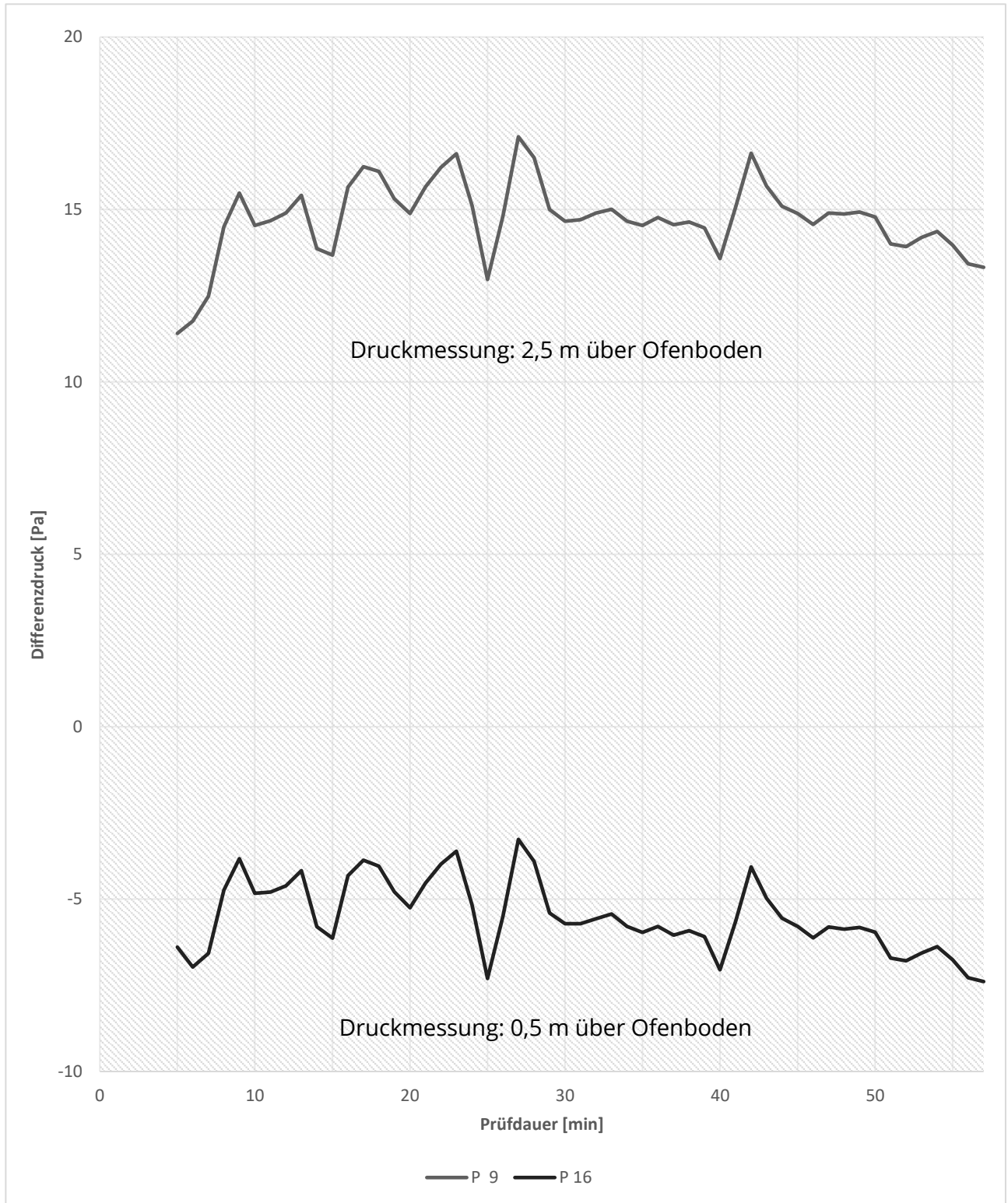


— Soll. — Min. — Max. — T 33 — T 34 — T 35 — T 36 — T 37
 — T 38 — T 39 — T 40 — T 41 — T 42 — T 43 — T 44 — T 45
 — T 46 — T 47 — T 48 — T 49 — T 50 — T 51 — T 52

DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23

Temperaturen im Brandraum

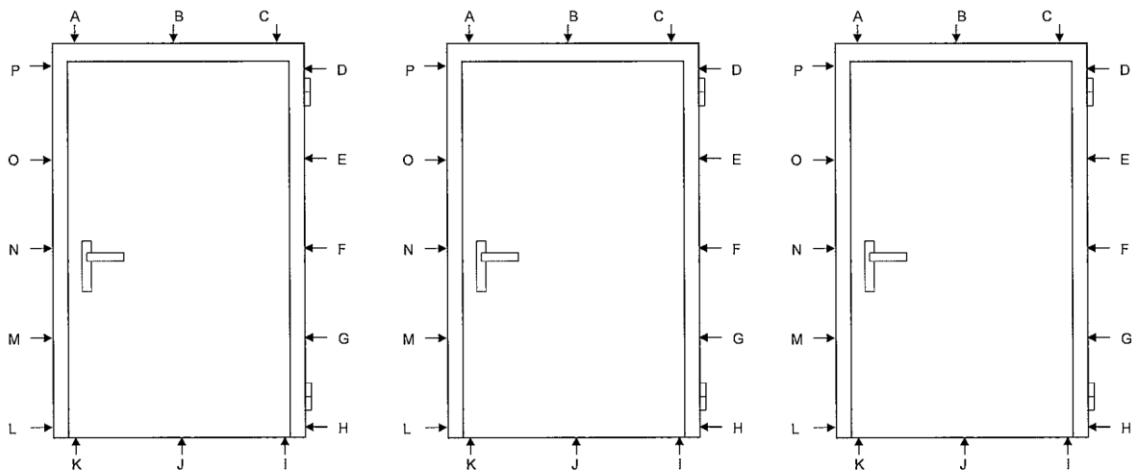
Anlage V.1 - 2.1



OK Bodenbelag: 0,2 m über Ofenboden

<p>DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23</p> <p>Differenzdruck im Brandraum</p>	<p>Anlage V.1 - 3.1</p>
---	-------------------------

Lage der Messstellen



Probekörper 1

Probekörper 2

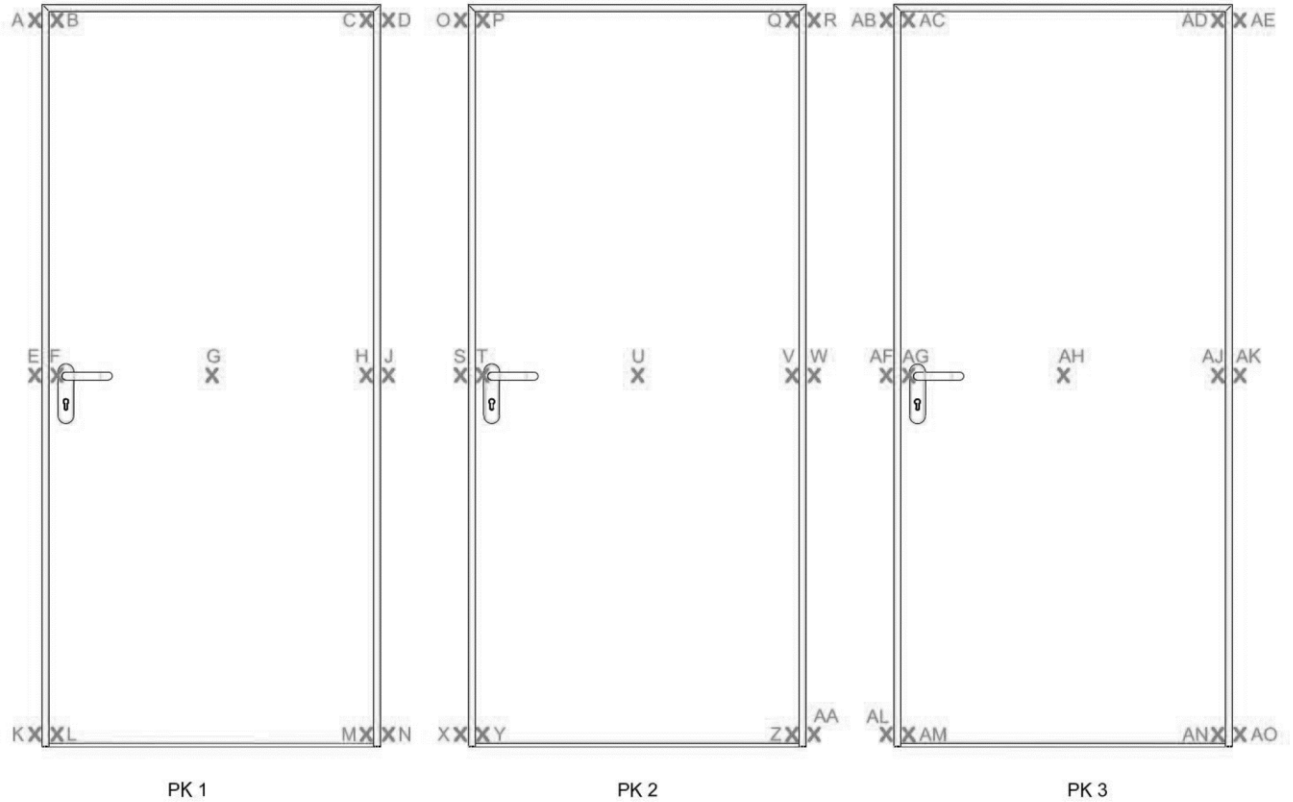
Probekörper 3

Spaltbreiten in mm bei Messstelle

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Probekörper 1	1	7,0	7,0	6,5	6,5	6,5	6,0	6,5	6,5	-	-	-	7,5	7,0	7,0	7,0	7,5
	2	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	3,5	4,0	4,0	15,0	15,0	15,0	5,0	5,0	5,5	5,5	5,5
	3	2,5	2,0	1,5	1,5	2,0	2,0	1,5	2,0	-	-	-	3,0	2,5	2,5	2,5	3,0
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Probekörper 2	1	7,0	7,0	7,0	6,5	6,5	6,5	6,5	7,0	-	-	-	7,5	7,0	7,0	7,0	7,5
	2	4,0	4,5	4,5	4,0	4,0	4,5	4,5	5,0	15,0	15,0	15,0	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5
	3	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5	2,0	-	-	-	3,5	3,0	3,0	3,0	3,0
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Probekörper 3	1	7,0	7,0	6,5	6,5	6,5	6,0	6,5	7,0	-	-	-	7,0	7,5	7,0	7,0	7,0
	2	4,5	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	4,5	15,0	15,0	15,0	5,5	5,0	5,0	5,0	5,0
	3	2,5	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5	2,0	-	-	-	3,0	3,0	2,5	2,5	3,0

- 1 schließseitige Spaltbreite
- 2 Primärspalt
- 3 öffnungsseitige Spaltbreite

Lage der Messstellen



Prüf-
dauer

Verformung in mm ^{*)} an den Messstellen

(min)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-2,4	-1,8	-3,1	-4,7	-1,6	-11,3	-0,9	-8,3	-1,1	1,7	0,6	1	1,3	-4,8	-6,9	-2,8	-3,8	-1,7	-10,2	-1
10	-4,4	-3,6	-7,3	-8,7	-2,9	-16,2	-1,3	-12,2	-3,3	1	1,1	0,7	0,9	-8,3	-9,6	-6,4	-7,5	-4,6	-13,2	-0,2
15	-5,8	-5,1	-10	-12,4	-4	-19,5	-1,7	-14,5	-5,7	0,7	1,1	1,4	1,7	-12,6	-14,7	-9,9	-12,1	-7	-17,4	-1,6
20	-7,8	-6,8	-12,8	-15,1	-6	-22,2	-1,1	18,4	-7,4	1,2	1,7	0,8	1,8	-16,6	-17,9	-13,7	-15,4	-8,7	-20,3	-2,9
25	-9	-8,8	-16,1	-17,9	-6,8	-23,9	-1,9	-18,3	-8,8	1,7	1	1,5	2	-19,3	-20,9	-15,6	-18,6	-9,5	-24,6	-3,7
30	-10,4	-10,2	-17,1	-19,5	-7,8	-25	-2,4	-19,8	-9,2	1,6	1,2	0,8	2,1	-21,2	-22,5	-14,6	-19,4	-10,9	-27,8	-5,8
35	-11,1	-10,7	-18	-21,6	-8,9	-26,7	-3,1	-21,9	-10,5	1,6	0,5	1,1	2,5	-23,4	-24,8	-16,3	-22,2	-11,8	-31,1	-7,9
40	-12,1	-11,1	-17,2	-23,9	-9,8	-27,8	-3,5	-22,4	-10,7	1,5	0,8	1,4	2,5	-25,6	-26,2	-18	-23,8	-13,3	-33,4	-8,4
45	-13,3	-11,9	-11,6	-25,1	-10,2	-29	-3,7	-23,2	-11,6	1,5	-0,3	2,4	2,7	-27	-21,2	-20,8	-26,4	-14,3	-34,9	-10,4
50	-13,8	-10,2	14,6	-27,6	-11,1	-29,7	-5,5	-24,8	-12,6	1,8	-0,7	5,9	2,7	-29,7	-27,8	-24,5	-28,7	-14,6	-32,2	-10,5

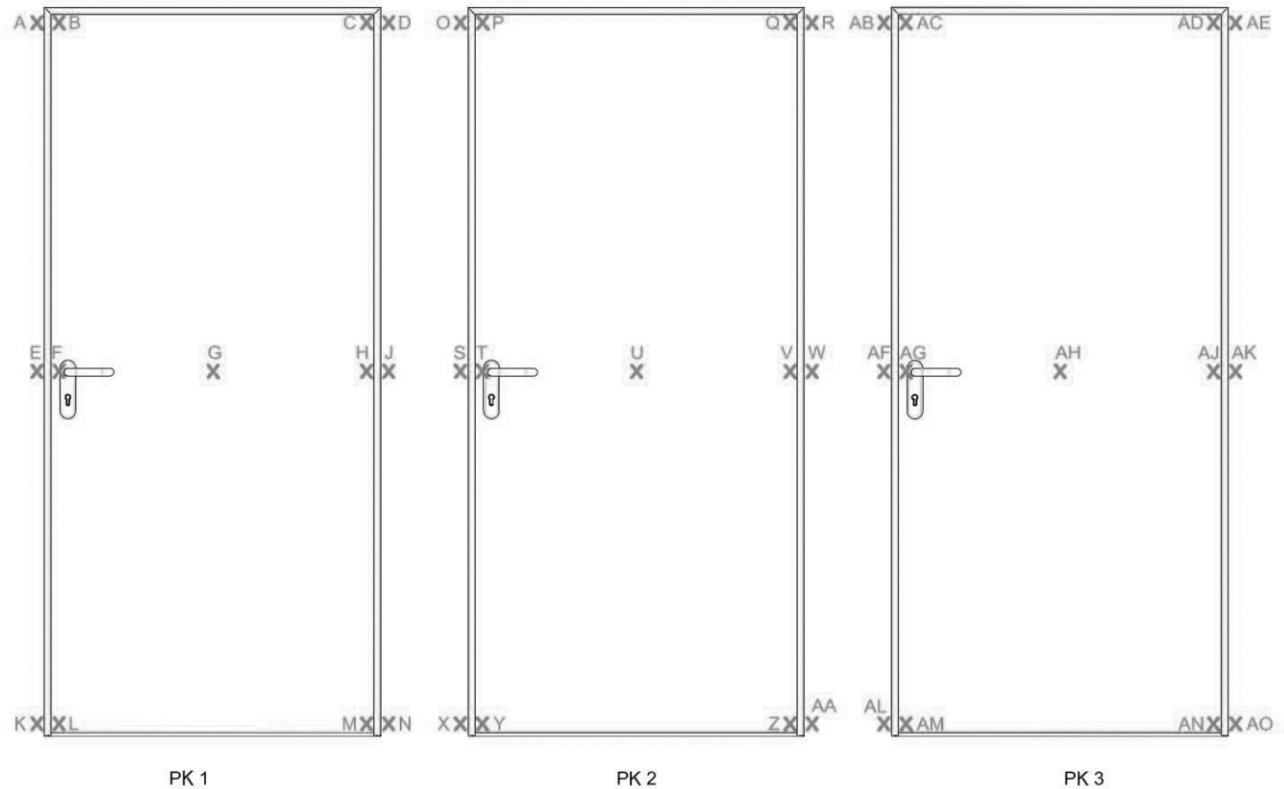
^{*)} Größer werdende Zahl: Wölbung zum Feuer hin
 kleiner werdende Zahl: Wölbung vom Feuer weg

DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23

Verformungen

Anlage V.1 - 5.1

Lage der Messstellen



Prüf- dauer (min)	Verformung in mm ^{*)} an den Messstellen																		
	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AJ	AK	AL	AM	AN	AO
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-8,3	-1,1	0,1	-0,7	-0,9	0,7	-9,2	-11,3	-1,9	-1,6	-5,1	-9,6	-0,4	-10,6	-0,7	1,3	0	0,9	1,1
10	-14,5	-3,5	0	-0,2	-0,7	0,8	-11,7	-16,3	-3,6	-3,2	-7	-13,3	0,7	-16,2	-2,1	1,4	0,7	0,7	1,1
15	-18,9	-5,9	0,1	0	-1,6	0,2	-16,4	-20,1	-5,4	-5,4	-9,1	-16,4	0,7	-19,7	-3,3	2	0,8	1,3	1
20	-23,7	-7,7	-0,1	0,9	-1,3	1,1	-18,7	-23,4	-8,1	-7	-10,5	-19	0,5	-21,6	-5	2,3	0,7	1,6	1
25	-26,6	-8,6	-0,2	0,2	-2,5	1,7	-21,4	-25,5	-8,8	-8,4	-12,5	-21,2	0,7	-17,6	-5,3	2,4	1,2	0,6	1,1
30	-30,5	-10,5	-0,3	0	-3,1	1	-22,9	-27,3	-9,4	-8,4	-13,3	-24,1	0,1	-14,6	-6,2	2,2	0,1	0,2	1,2
35	-32,7	-11,7	0,2	-0,9	-2,7	0,9	-25,6	-29,1	-9,9	-10	-13,5	-25,2	1,1	-13,3	-6,9	2,6	2	2,4	0,9
40	-35,9	-12,3	0	-1,2	-3	1,2	-27,1	-28,2	-7,2	-10,6	-15,2	-27,1	0,9	-12,1	-7,3	3,3	2,3	2,7	1,1
45	-37,9	-13,8	0,5	-0,6	-3,5	1,6	-28,8	-30,9	-11,8	-12,3	-15,7	-27,4	1,1	-9,2	-7,6	3,2	2,8	2	1
50	-40,5	-14,3	0,5	-1,2	-4,4	2	-29,9	-27,9	-11	-13	-17,2	-23,8	0,6	-9,5	-9,2	3,3	7,3	1,8	0,7

^{*)} Größer werdende Zahl: Wölbung zum Feuer hin
 kleiner werdende Zahl: Wölbung vom Feuer weg

Prüf- dauer (min.)	Seite	Beobachtungen an den Prüfelementen während des Brandversuchs
		Feuerseite = Bandseite PK1: links PK2: mittig PK3: rechts
1-57	A	PK1, PK2, PK3: Leichter Qualmaustritt aus dem Bereich der Schließzylinder.
2	A	PK1, PK2, PK3: Leichter pulsierender Qualmaustritt aus dem Bodenspalt
2	A	PK1, PK2, PK3: Links- und rechtsseitig bilden sich Risse zwischen der Tragkonstruktion und der Zarge.
2-3	A	PK2: Mehrere einzelne stoßartige Flammen treten aus dem Bodenspalt über die komplette Breite der Tür aus.
4-5	A	PK2: Parkett brennt im Brandraum und unterhalb des Türflügels PK3: Linoleum brennt im Brandraum und unterhalb des Türflügels
5	A	PK1, PK2, PK3: Links- und rechtsseitig werden die Risse zwischen der Tragkonstruktion und der Zarge breiter.
6	A	PK1: Am Bodenspalt tritt bandseitig eine einzelne Flamme aus.
7	A	PK2: Der untere Türflügelbereich hat sich leicht gelblich eingefärbt.
8-30	A	PK1, PK2, PK3: Minimaler bis leichter Qualmaustritt an einzelnen Stellen umlaufend aus dem Spalt zwischen Zarge und Türflügel sowie zwischen Türflügel und Bodenspalt.
18	A	PK1, PK2, PK3: Die Deckbleche der Türblätter sind leicht nach außen gewölbt.
20	A	PK1, PK2, PK3: An allen Bodenbelägen sind keine wesentlichen Veränderungen feststellbar.
20-23	A	PK1, PK2, PK3: Bei allen Prüfelementen wird mittig der Tür auf dem Bodenbelag ein Wattebauschtest durchgeführt. Alle Wattebauschtests sind negativ. Die Wattebäusche haben sich nicht verfärbt.
24	A	PK1: Wattebauschtest links der Türmitte auf dem Bodenbelag, in dem Bereich, in dem Feuer unterhalb des Türflügels sichtbar ist, durchgeführt. Der Wattebauschtest ist negativ. Der Wattebausch hat sich nicht eingefärbt.
26	A	PK2: Das Türblatt und die Zarge färben sich oben mittig sowie bandseitig in der oberen Ecke leicht braunschwarz ein.
30	A	PK2: Zwischen Zarge und Tragkonstruktion ist bandseitig auf ca. 2/3 der Türflügelhöhe in einem kleinen Bereich Feuerschein sichtbar.

F = Feuerseite
A = Außenseite
PE = Prüfelement

DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23 Beobachtungen während des Brandversuchs	Anlage V.1 - 6.1
--	------------------

Prüf- dauer (min.)	Seite	Beobachtungen an den Prüfelementen während des Brandversuchs Feuerseite = Bandseite PK1: links PK2: mittig PK3: rechts
30	A	PK1, PK2, PK3: Der Raumabschluss ist bei allen Prüfelementen gewahrt.
31-33	A	PK1, PK2, PK3: Bei allen Prüfelementen wird mittig der Tür auf dem Bodenbelag ein Wattebauschtest durchgeführt. Alle Wattebauschtests sind negativ. Die Wattebausche haben sich nicht verfärbt.
36	A	PK2: Die braunschwarze Einfärbung am Türblatt und der Zarge nehmen oben mittig sowie bandseitig in der oberen Ecke weiter zu.
36	A	PK2: Zwischen Zarge und Tragkonstruktion ist im oberen Drittel in einem kleinen Bereich Feuerschein sichtbar.
37	A	PK2: Zwischen Zarge und Tragkonstruktion wird bandseitig auf ca. 2/3 der Türflügelhöhe die Spaltlehre Ø 25 mm angewandt. Die Spaltlehre passt <u>nicht</u> durch das kleine Loch.
38	A	PK2: Zwischen Zarge und Tragkonstruktion wird im oberen Drittel tragkonstruktionsseitig der Wattebauschtest durchgeführt. Der Wattebauschtest ist negativ. Der Wattebausch hat sich leicht bräunlich eingefärbt.
38	A	PK3: Aus dem Bodenspalt treten an mehreren Bereichen kleine dauerhafte vereinzelt Flammen aus. Der Raumabschluss ist verloren.
40-44	A	PK3: Oberhalb der Bodenspaltes färbt sich vereinzelt der untere Türblattbereich schwarz ein. Der Flammenaustritt nimmt zu. Die Flammen werden größer.
45	A	PK2: Schlosseitig ca. 200 mm oberhalb des Bodenspaltes ist Feuerschein zwischen Türflügel und Zarge sichtbar.
47	A	PK2: Schlosseitig ca. 200 mm oberhalb des Bodenspaltes wird der Wattebauschtest zwischen Türflügel und Zarge angehalten. Der Wattebausch entzündet sich. Der Raumabschluss ist verloren.
48	A	PK2: Schlosseitig treten an mehreren Bereichen einzelne Flammenläufer zwischen Türflügel und Zarge auf.
48	A	PK3: Schlosseitig treten an mehreren Bereichen einzelne Flammenläufer zwischen Türflügel und Zarge auf. Die Flammenläufer sind ≥ 10 Sekunden.
49	A	PK2, PK3: Schlosseitig brennt es an mehreren Bereichen zwischen Türflügel und Zarge.

F = Feuerseite
A = Außenseite
PE = Prüfelement

DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23 Beobachtungen während des Brandversuchs	Anlage V.1 - 6.2
--	------------------

Prüf- dauer (min.)	Seite	Beobachtungen an den Prüfelementen während des Brandversuchs Feuerseite = Bandseite PK1: links PK2: mittig PK3: rechts
50-57	A	PK1: In der bandseitigen oberen Türflüglecke treten zwischen Türflügel und Zarge dauerhafte Flammen \geq 10 Sekunden aus. Der Raumabschluss ist verloren.
51-57	A	PK2: Schlossseitig brennt es dauerhaft über fast die komplette Prüfelementhöhe in mehreren Bereichen. Ab Prüfminute 53 auch bandseitig in der oberen Türflügelhälfte.
51-57	A	PK3: Schlossseitig, bandseitig und oben brennt es dauerhaft über fast die komplette Prüfelementhöhe in mehreren Bereichen.
57:19		In Absprache mit dem Auftraggeber wird die Brandprüfung beendet.

F = Feuerseite

A = Außenseite

PE = Prüfelement

DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23 Beobachtungen während des Brandversuchs	Anlage V.1 - 6.3
--	------------------

Beginn der Brandprüfung



Nach 16 Prüfminuten

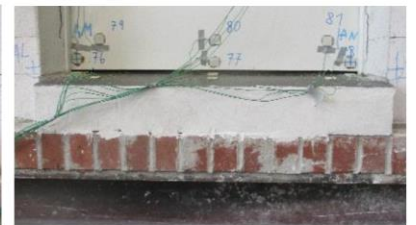
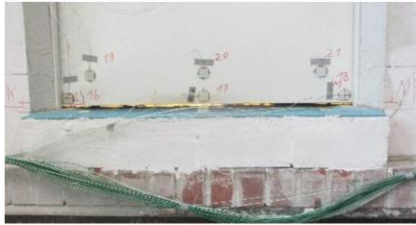


DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23

Fotodokumentation

Anlage V1. - 7.1

Nach 30 Prüfminuten



Im Anschluss an die Beflammung

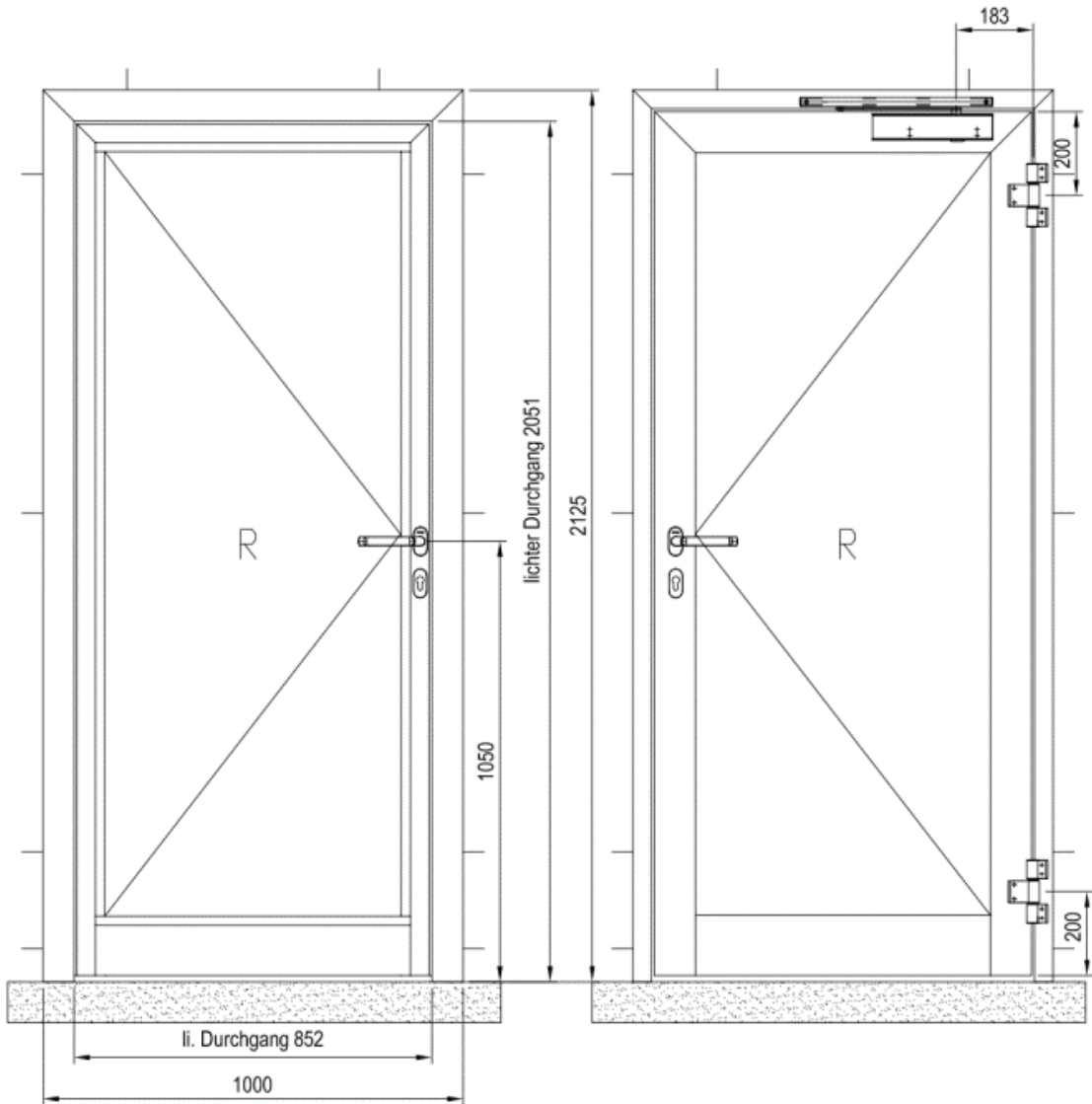


DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23
Fotodokumentation

Anlage V1. - 7.2

Absicht Messpunktseite

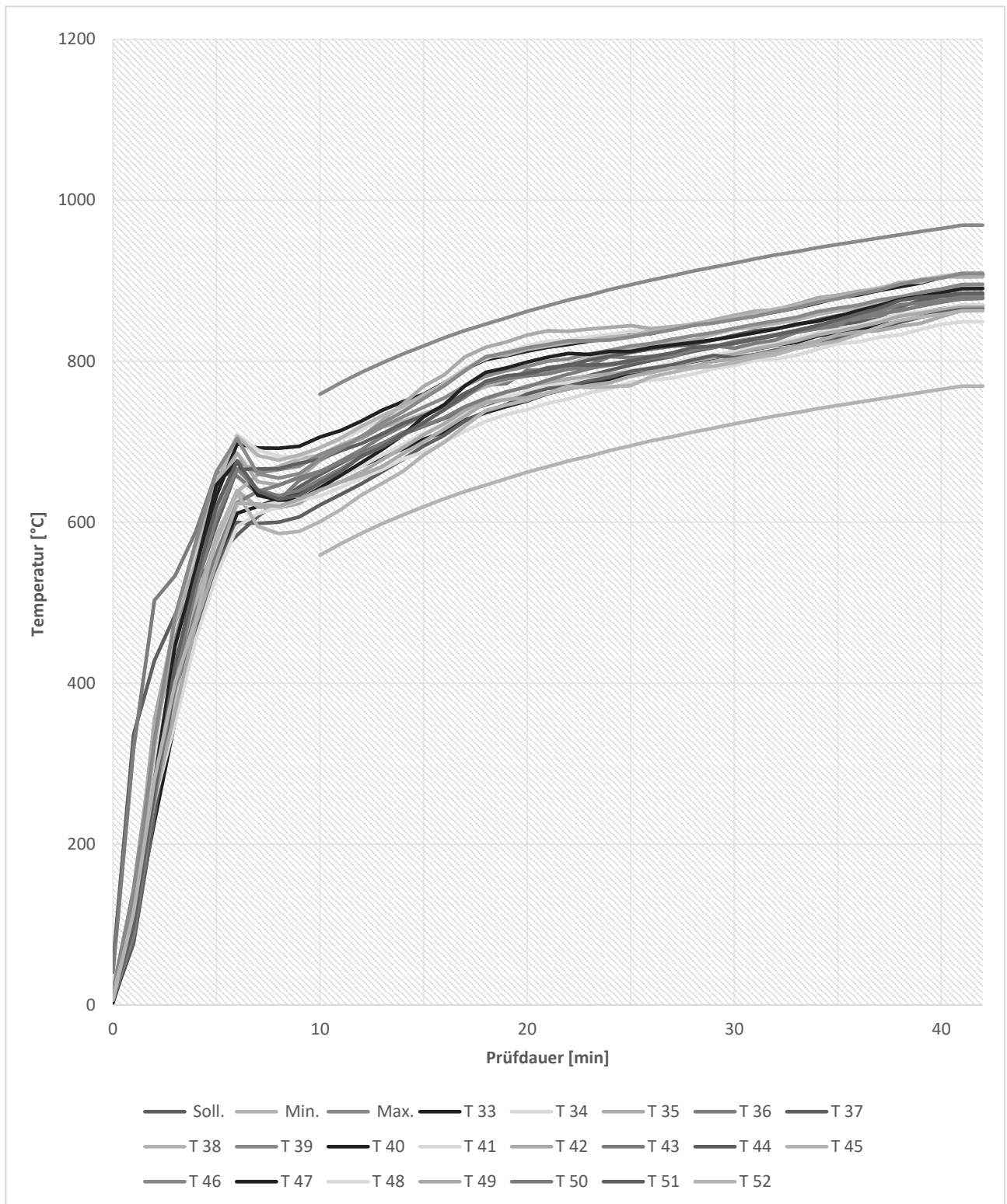
Ansicht Feuerseite/ Belastungsseite

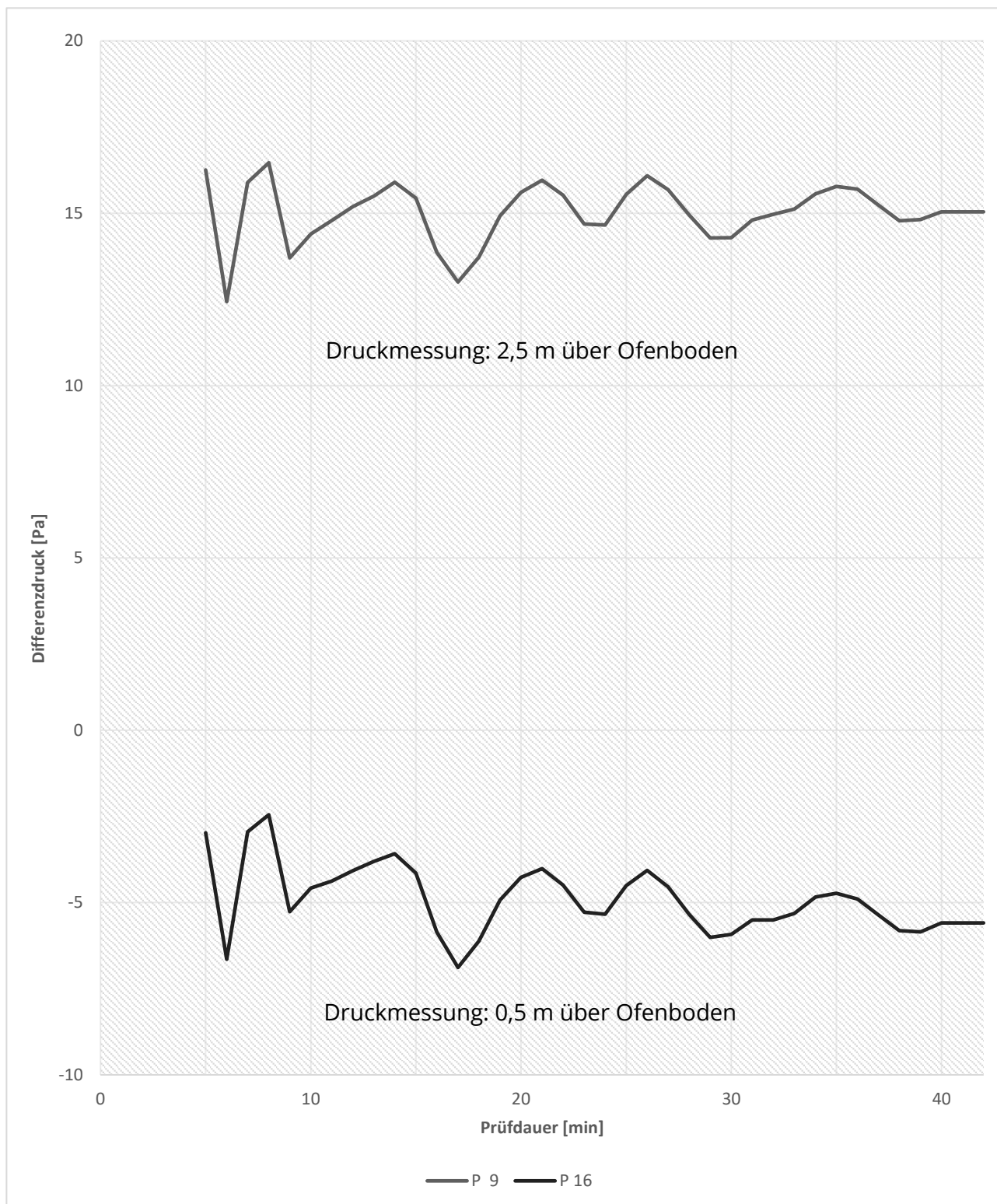


DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23

Ansicht und Schnitte

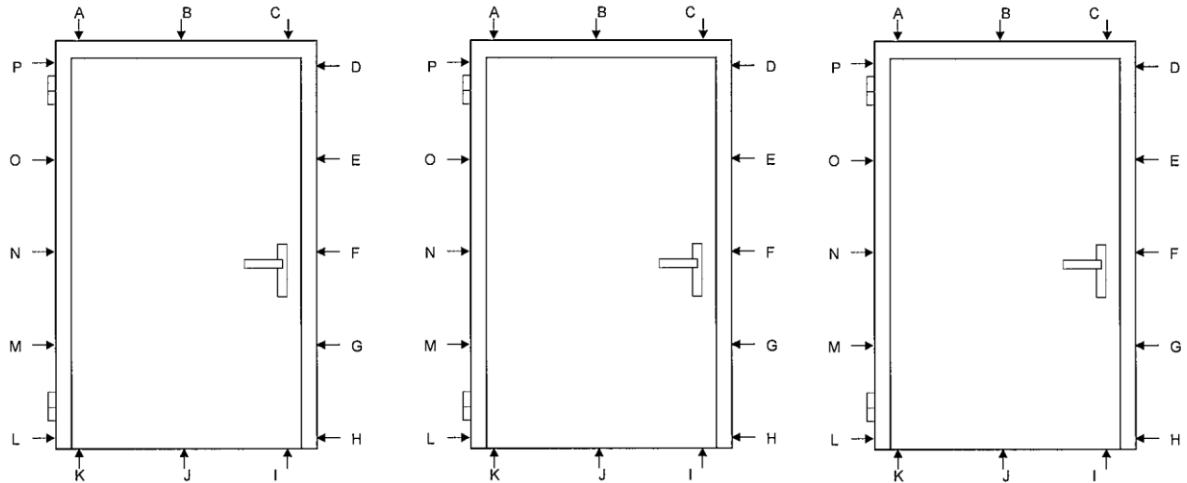
Anlage V.2 - 1.1





OK Bodenbelag: 0,2 m über Ofenboden

Lage der Messstellen



Probekörper 1

Probekörper 2

Probekörper 3

Spaltbreiten in mm bei Messstelle

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Probekörper 1	1	7,5	6,5	6,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	-	-	-	7,5	8,0	7,0	7,5	7,5
	2	13,0	13,0	13,0	14,0	12,5	12,0	12,5	13,0	15,0	15,0	15,0	13,0	13,5	13,5	13,5	14,0
	3	6,5	6,5	6,0	6,0	6,0	6,0	5,5	6,0	-	-	-	8,0	7,5	7,0	7,5	7,0
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Probekörper 2	1	7,5	7,0	7,0	6,5	6,5	6,0	6,0	6,0	-	-	-	8,0	8,0	7,0	7,5	7,0
	2	13,5	13,5	14,5	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	15,0	15,0	15,0	13,5	13,0	13,0	13,0	13,5
	3	7,5	7,0	6,0	6,0	6,5	5,0	6,0	6,0	-	-	-	8,0	7,5	7,5	7,5	7,5
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Probekörper 3	1	8,0	8,0	7,0	6,5	6,5	6,5	6,0	6,5	-	-	-	8,5	7,5	7,5	8,0	8,0
	2	13,0	13,0	14,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	15,0	15,0	15,0	13,5	13,5	13,5	13,5	14,0
	3	8,0	7,5	6,5	5,5	7,0	6,0	6,0	6,5	-	-	-	7,5	8,0	7,5	8,0	8,0

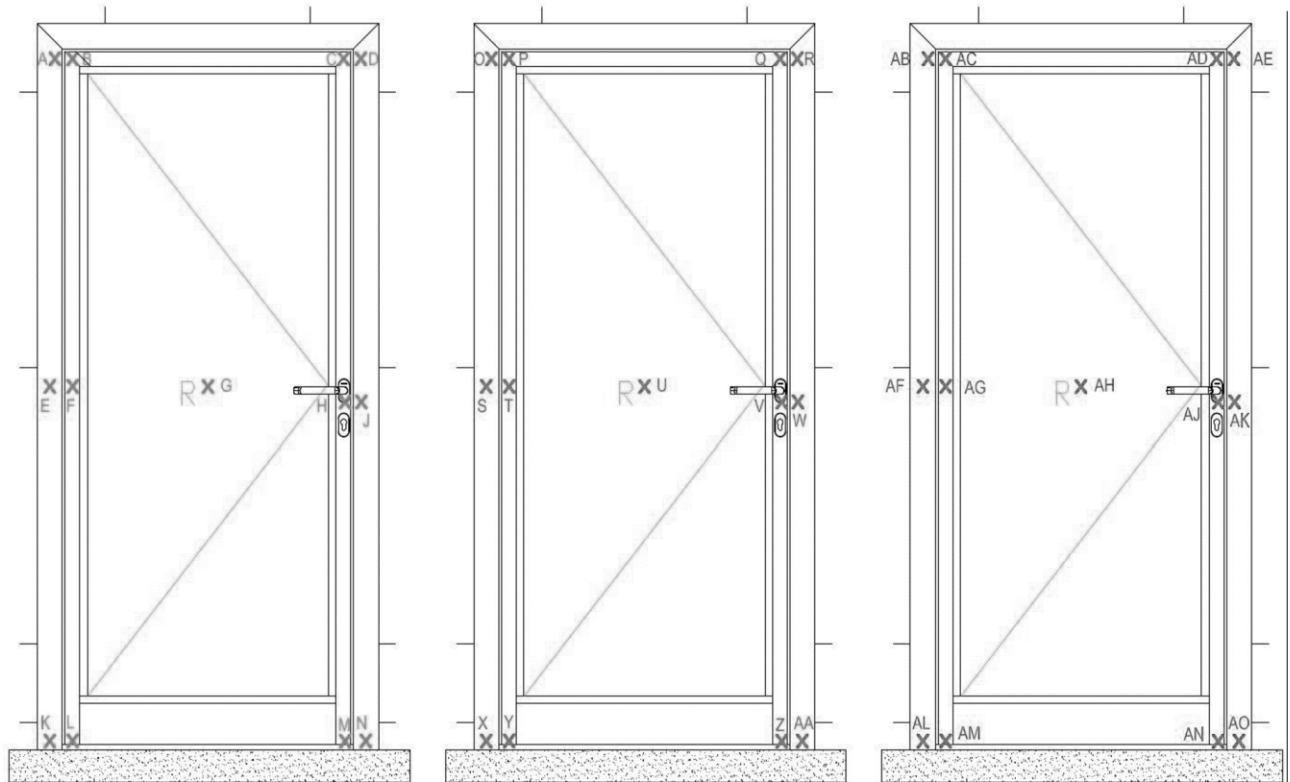
- 1 schließseitige Spaltbreite
- 2 Primärspalt
- 3 öffnungsseitige Spaltbreite

DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23

Spaltbreiten

Anlage V.2 - 4.1

Lage der Messstellen



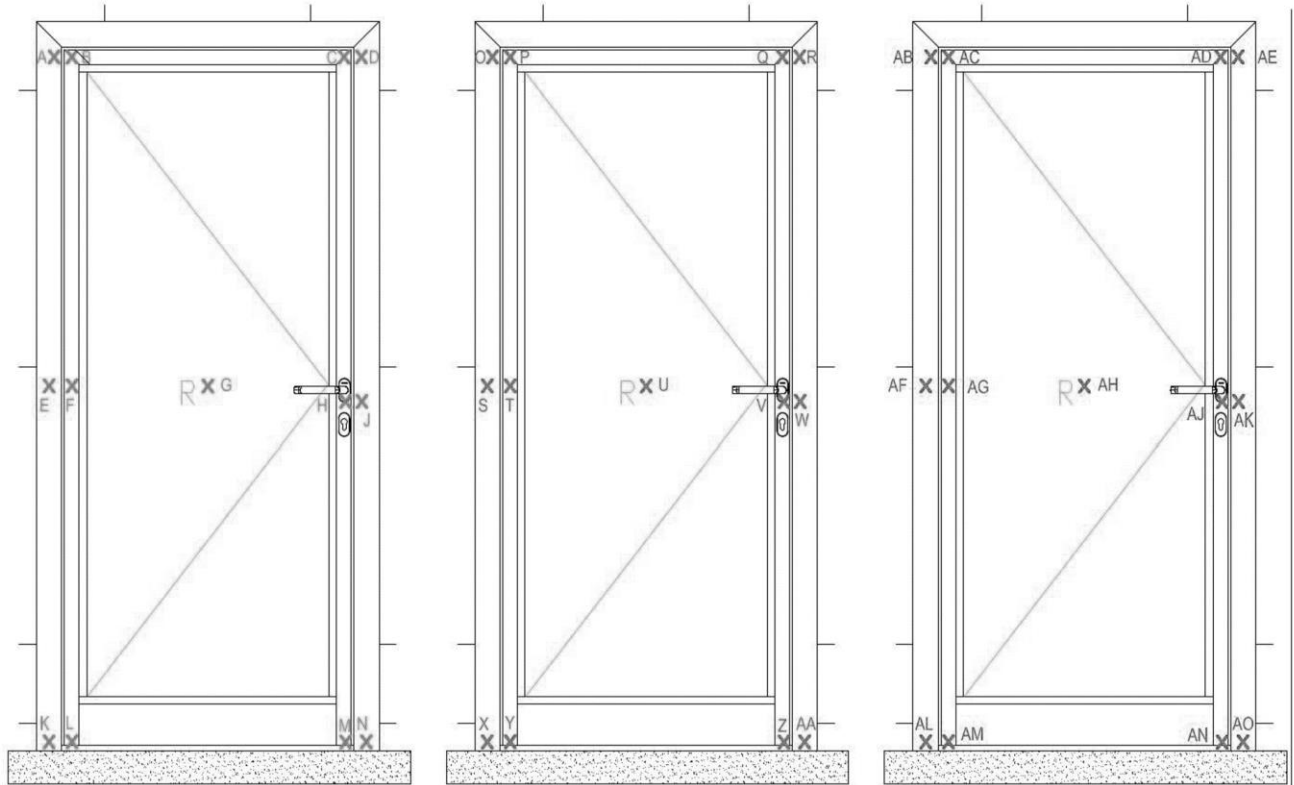
Prüf-
dauer

Verformung in mm ^{*)} an den Messstellen

(min)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-10,9	-12,9	-24,8	-10,5	-2,4	0,8	4,2	8,2	4,2	2,6	-3,5	-1,9	0,1	-5,7	-5,9	-13,1	-6,4	4,6	8,1	5,2
10	-13,9	-15,4	-27	-15,8	-0,9	6,1	8,9	11	6	-0,7	-5,8	-5,5	4,2	-9,1	-11,1	-15	-8,1	5,7	9	7,7
15	-15	-16,8	-28,3	-19,5	-0,8	5,7	8,5	11,8	7,3	33,2	-0,4	-4,9	4,7	-14,5	-15,8	-15,9	-14,3	3,7	6,4	6,4
20	-15,8	-18,2	-31,8	-20,9	0,3	6,4	6,7	11,2	4,5	44,6	-3,1	1,4	13,6	-17	-17,9	-20,7	-13,8	2,8	6,7	3,3
25	-3,1	-13,5	-32	-16,5	0,1	5,2	4,8	13,4	17,3	36,5	-3,5	-3,5	4,5	-20	-20,3	-24,1	-20,9	1	3,1	-6,8
30	-4,9	-0,6	-29,5	-24,1	0,6	6,5	-1,3	7,3	2,9	-2,8	-2,7	-3,1	7,5	-20,8	-25,1	-24,6	-26,6	-0,8	1,3	-27,9

^{*)} Größer werdende Zahl: Wölbung zum Feuer hin
 kleiner werdende Zahl: Wölbung vom Feuer weg

Lage der Messstellen



Prüf- dauer (min)	Verformung in mm ^{*)} an den Messstellen																			
	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4,3	3,6	2,9	0,2	-1,9	1,2	-6,8	-6,1	-9,4	-10,4	4,7	6,1	5,1	5,2	1	-3,6	-0,4	-1,9	-2,8	
10	5,7	3,4	2,9	-1,5	-4,9	1,7	-9,9	-9,9	-13,2	-13,6	6,1	6,2	9,2	6,9	2,4	4,1	-0,9	-1,9	-4,2	
15	3,9	2,5	6,9	5,2	11,6	3,1	-13,5	-11,9	-12,8	-12,9	5,1	4,2	9,1	7,9	2,7	1,8	0,8	2,3	31,3	
20	3,3	9,8	8,7	2,6	14	5,7	-9,5	-9	-12,3	-11,7	3,8	5,6	5,5	7,9	3,5	2,9	1,5	2,3	30	
25	0,7	-0,1	26,1	3,3	2,2	4,3	-20,1	-15,2	-12,5	-11,6	1,5	2,6	3,9	8,6	2,8	2,2	1,9	10,7	35,5	
30	-1	-3,2	13,3	2,8	2,6	3,5	-23,2	-15,8	-12,8	-16	-0,3	0,7	-21	7,5	2,5	1,2	1,5	2,6	31,6	

^{*)} Größer werdende Zahl: Wölbung zum Feuer hin
 kleiner werdende Zahl: Wölbung vom Feuer weg

DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23

Spaltbreiten

Anlage V.2 - 5.2

Prüf- dauer (min.)	Seite	Beobachtungen an den Prüfelementen während des Brandversuchs Feuerseite = Bandseite PE1: links (Linoleum) PE2: mittig (Teppich) PE3: rechts (Parkett)
1	A	PE1, PE2, PE3: In den brandraumzugewandten Scheiben bilden sich erste Risse.
2-6	A	PE1, PE2, PE3: Leichter Qualmaustritt schlosseiteig oberhalb des Drückers aus dem Spalt zwischen Türflügel- und Zargenprofil.
3	A	PE1, PE2, PE3: Die Gelschichtreaktion setzt in allen Brandschutzglasscheiben ein.
3	A	PE1, PE2, PE3: Bei den inneren Scheiben platzen nach und nach immer mehr Glasfragmente ab und fallen in den Brandraum.
6-41	A	PE1, PE2, PE3: Leichter Qualmaustritt oben horizontal an vereinzelt Positionen über die komplette Türbreite aus dem Spalt zwischen Türflügel- und Zargenprofil.
10	A	PE1, PE2, PE3: Die Türflügel senken sich schlosseiteig leicht ab.
10	A	PE1, PE2, PE3: Die Gelschichten sind bis auf kleine Randbereiche opak.
12	A	PE2: Bandseitig treten kurzzeitig erste einzelne Flammen aus dem Bodenspalt aus.
13	A	PE1, PE2, PE3: Bandseitig bzw. schlosseiteig treten kurzzeitig erste einzelne Flammen aus dem Bodenspalt aus.
14	A	PE1: In der schlosseiteigen unteren Ecke treten größere Flammen aus dem Bodenspalt aus. Ein hier angehaltener Wattebausch entzündet und brennt. Der Raumabschluss ist verloren.
15	A	PE1: In der schlosseiteigen unteren Ecke treten dauerhafte Flammen (≥ 10 Sekunden) aus dem Bodenspalt aus.
17	A	PE2: In der schlosseiteigen unteren Ecke treten größere Flammen aus dem Bodenspalt aus. Ein hier angehaltener Wattebausch entzündet und brennt. Der Raumabschluss ist verloren.
18	A	PE1: In der schlosseiteigen unteren Ecke treten erneut dauerhafte Flammen (≥ 10 Sekunden) aus dem Bodenspalt aus.
18-27	A	PE2: In der bandseitigen und schlosseiteigen unteren Ecke treten dauerhafte Flammen (≥ 10 Sekunden) aus dem Bodenspalt aus.
18-19	A	PE3: In der bandseitigen unteren Ecke treten dauerhafte Flammen (≥ 10 Sekunden) aus dem Bodenspalt aus. Der Raumabschluss ist verloren.

F = Feuerseite
A = Außenseite
PE = Prüfelement

DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23 Beobachtungen während des Brandversuchs	Anlage V.2 - 6.1
--	------------------

Prüf- dauer (min.)	Seite	Beobachtungen an den Prüfelementen während des Brandversuchs Feuerseite = Bandseite PE1: links (Linoleum) PE2: mittig (Teppich) PE3: rechts (Parkett)
19-28	A	PE1: In der bandseitigen und schlossseitigen unteren Ecke treten dauerhafte Flammen (≥ 10 Sekunden) aus dem Bodenspalt aus.
20-41	A	PE1, PE2, PE3: Minimaler Qualmaustritt über die komplette Türflügelhöhe an vereinzelten Stellen aus den vertikalen Spalten zwischen Türflügel- und Zargenprofil.
21	A	PK1: Mittig unterhalb des Türflügels vor dem Bodenspalt wird der Wattebauschtest durchgeführt. Ein hier angehaltener Wattebausch entzündet und brennt.
22	A	PE2 und PE3: Mittig unterhalb des Türflügels vor dem Bodenspalt wird der Wattebauschtest durchgeführt. Ein hier angehaltener Wattebausch entzündet nicht.
29	A	PE2: Bandseitig treten in der unteren Türflügelhälfte dauerhafte Flammen (≥ 10 Sekunden) aus dem Bereich zwischen Glashalteleiste und Brandschutzglasscheibe aus.
30	A	PE1, PE2, PE3: Die unteren Bereiche der vertikalen Türflügel- und Zargenprofile sind schwarz eingefärbt.
31	A	PE2: Bandseitig hängt in der unteren Prüfelementhälfte die Dichtung leicht bogenförmig aus dem Bereich zwischen Glashalteleiste und Brandschutzglasscheibe heraus.
31-32	A	PE2: Oben horizontal hängt die Dichtung bogenförmig aus dem Bereich zwischen Glashalteleiste und Brandschutzglasscheibe. In Prüfminute 32 fällt die obere Dichtung komplett herunter.
31-32	A	PE1 und PE2: Mittig unterhalb des Türflügels vor dem Bodenspalt wird der Wattebauschtest durchgeführt. Ein hier angehaltener Wattebausch entzündet und brennt.
32	A	PE2: Bandseitig hängt in der unteren Prüfelementhälfte die Dichtung bogenförmig aus dem Bereich zwischen Glashalteleiste und Brandschutzglasscheibe heraus und brennt dauerhaft.
33	A	PE3: Mittig unterhalb des Türflügels vor dem Bodenspalt wird der Wattebauschtest durchgeführt. Ein hier angehaltener Wattebausch entzündet nicht.
34	A	PE2: In der oberen bandseitigen und schlossseitigen Ecke ist in dem Bereich zwischen Glashalteleiste und Brandschutzglasscheibe in einem kleinen Bereich Feuererschein sichtbar.

F = Feuerseite
A = Außenseite
PE = Prüfelement

DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23 Beobachtungen während des Brandversuchs	Anlage V.2 - 6.2
--	-------------------------

Prüf- dauer (min.)	Seite	Beobachtungen an den Prüfelementen während des Brandversuchs Feuerseite = Bandseite PE1: links (Linoleum) PE2: mittig (Teppich) PE3: rechts (Parkett)
34-41	A	PE3: Bandseitig hängt in der unteren Prüfelementhälfte sowie mittig am Sockelprofil die Dichtung bogenförmig aus dem Bereich zwischen Glashalteleiste und Brandschutzglasscheibe heraus und brennt dauerhaft.
35	A	PE3: Oben horizontal fällt die Dichtung aus dem Bereich zwischen Glashalteleiste und Brandschutzglasscheibe heraus
36	A	PE1: Bandseitig hängt in der unteren Prüfelementhälfte sowie schlossseitig in der oberen Prüfelementhälfte die Dichtung bogenförmig aus dem Bereich zwischen Glashalteleiste und Brandschutzglasscheibe heraus.
36-41	A	PE2: Oben horizontal ist Feuerschein in der linken Türhälfte aus dem Bereich zwischen Glashalteleiste und Brandschutzglasscheibe sichtbar. Das Glas rutscht leicht ab. Mit zunehmender Prüfzeit wird der Spalt größer. Ab Prüfminute 40 kann die Spaltlehre Ø 6 mm über einen Bereich ≥ 150 mm angewandt werden.
37	A	PE2: Bandseitig treten in der unteren Prüfelementhälfte dauerhafte Flammen (≥ 10 Sekunden) aus dem Bereich zwischen Glashalteleiste und Brandschutzglasscheibe heraus.
41:02		In Absprache mit dem Auftraggeber wird die Brandprüfung beendet.

F = Feuerseite
A = Außenseite
PE = Prüfelement

DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23 Beobachtungen während des Brandversuchs	Anlage V.2 - 6.3
--	-------------------------

Beginn der Brandprüfung



Nach 20 Prüfminuten



Nach 27 Prüfminuten



Probekörper 1



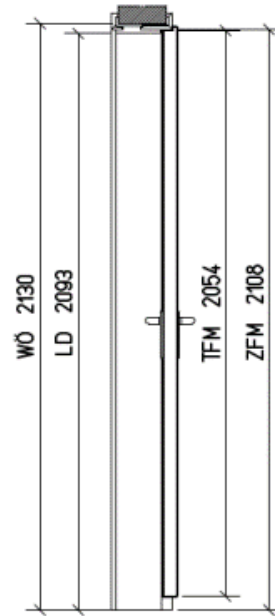
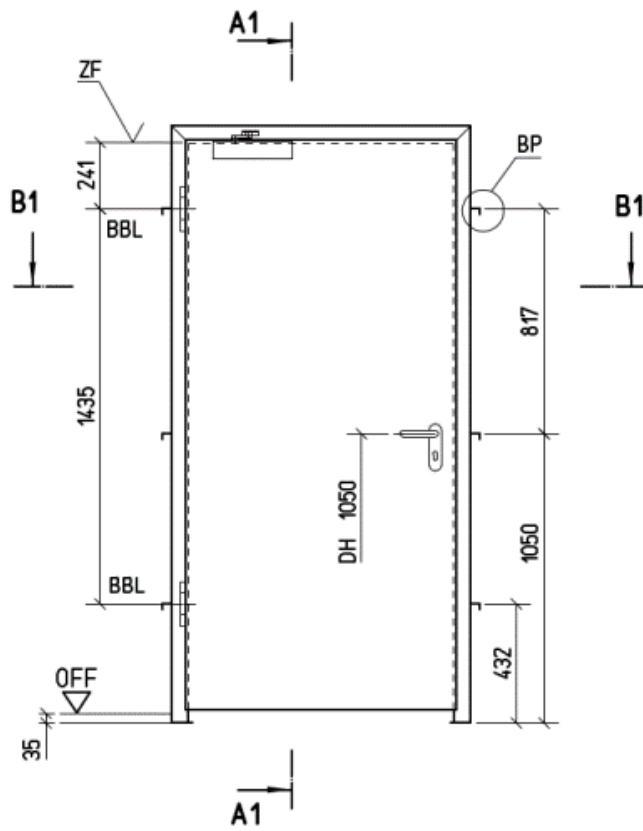
Probekörper 2



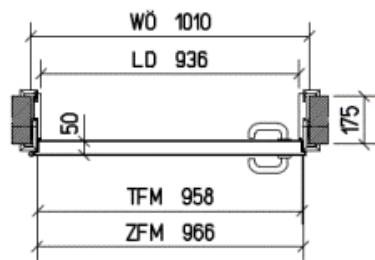
Probekörper 3

Nach 33 Prüfminuten





▲ A3 - A3

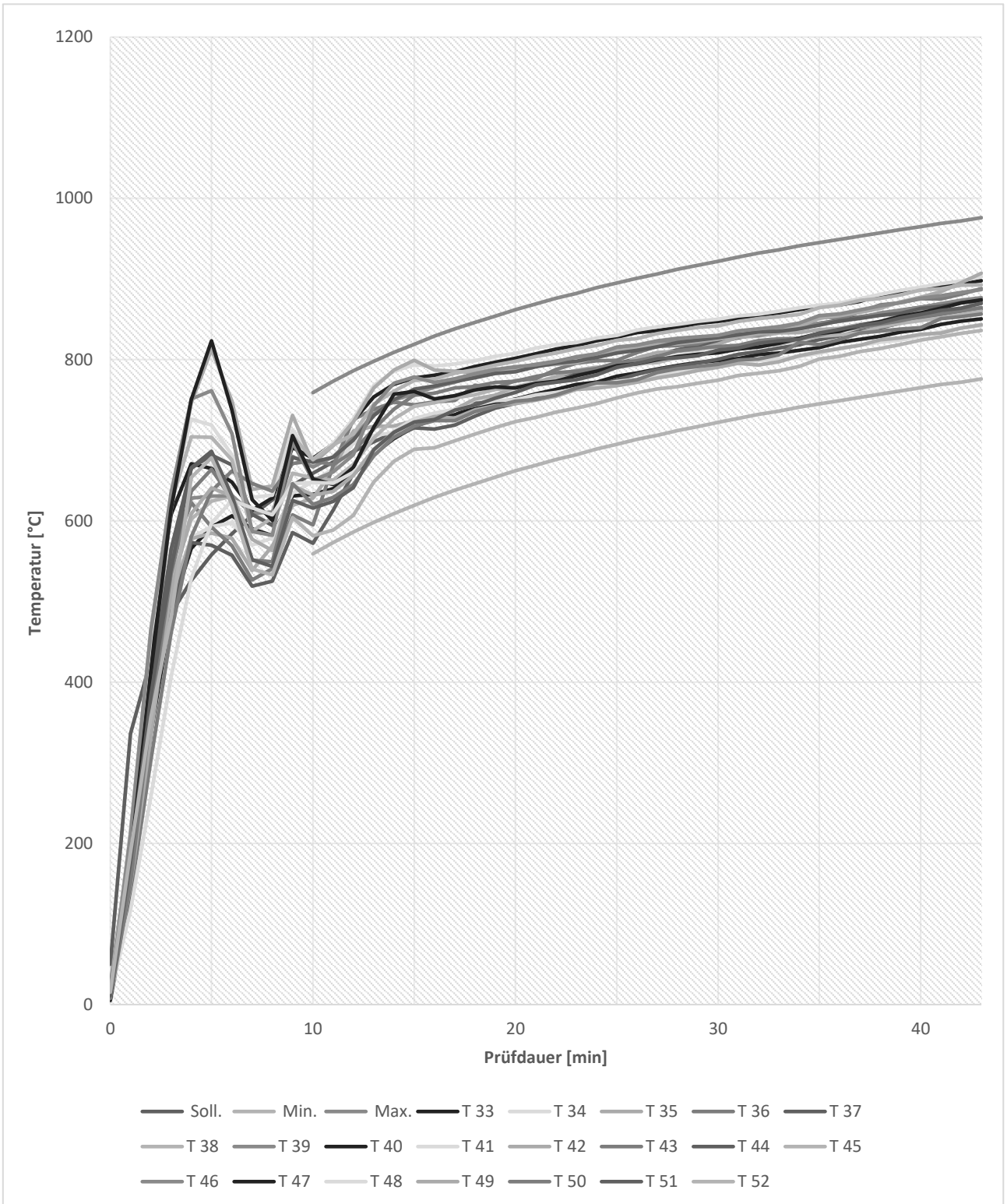


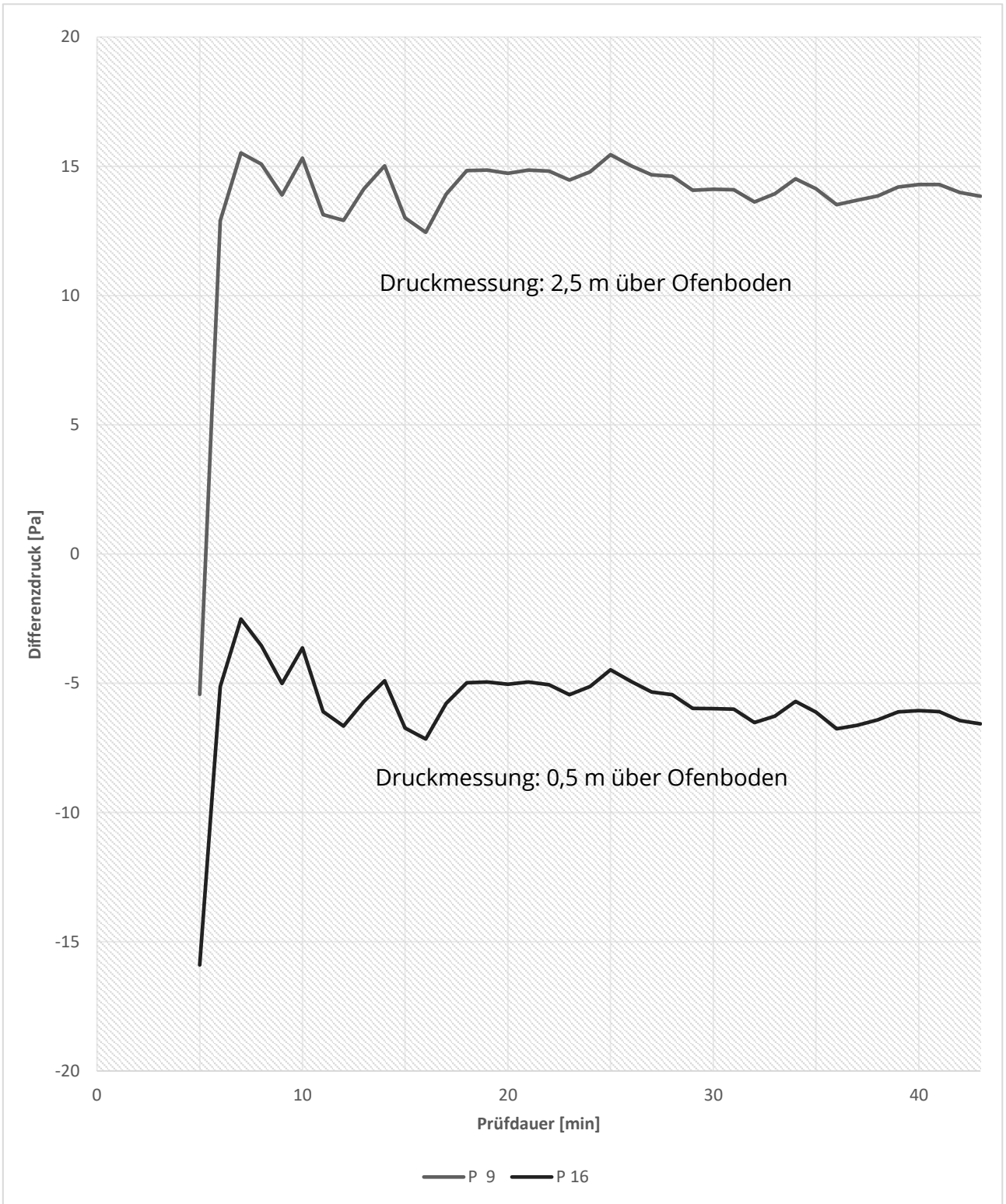
▲ B3 - B3

DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23

Ansicht und Schnitte

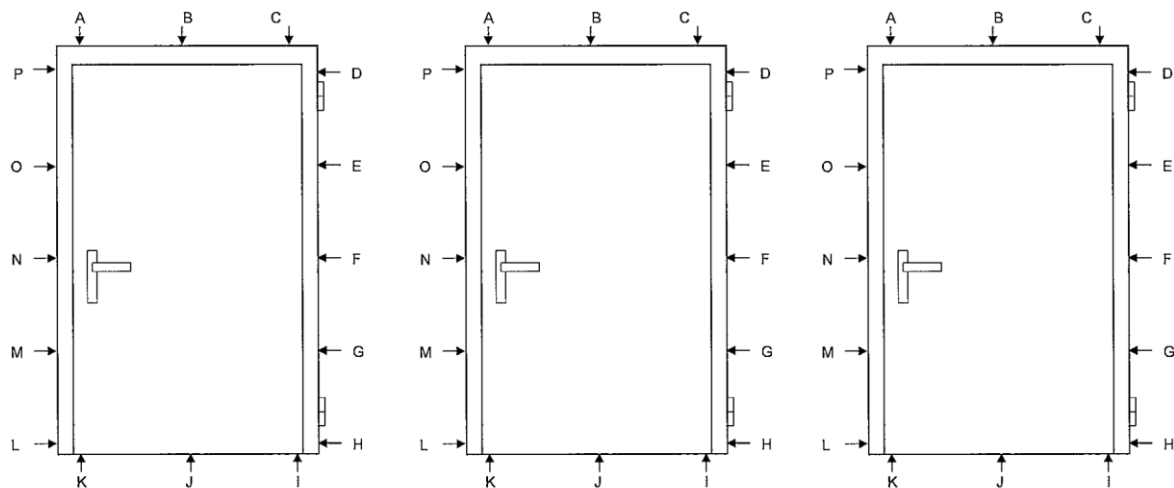
Anlage V.3 - 1.1





OK Bodenbelag: 0,2 m über Ofenboden

Lage der Messstellen



Probekörper 1

Probekörper 2

Probekörper 3

Spaltbreiten in mm bei Messstelle

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Probekörper 1	1	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	2	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	15,0	15,0	15,0	4,0	4,5	4,0	4,0	4,0
	3	1,5	1,0	1,5	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	-	-	-	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Probekörper 2	1	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	-	-	-	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
	2	3,5	3,5	3,5	4,0	4,5	4,0	4,0	4,0	15,0	15,0	15,0	4,5	5,0	4,5	4,5	4,0
	3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,0	1,5	1,0	1,0	-	-	-	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Probekörper 3	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	-	-	-	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0
	2	4,0	3,5	4,0	3,5	3,5	4,0	3,5	3,5	15,0	15,0	15,0	4,0	4,3	3,5	3,5	3,5
	3	1,0	1,0	1,5	1,5	1,0	1,5	1,5	1,0	-	-	-	1,5	1,0	1,0	1,5	1,5

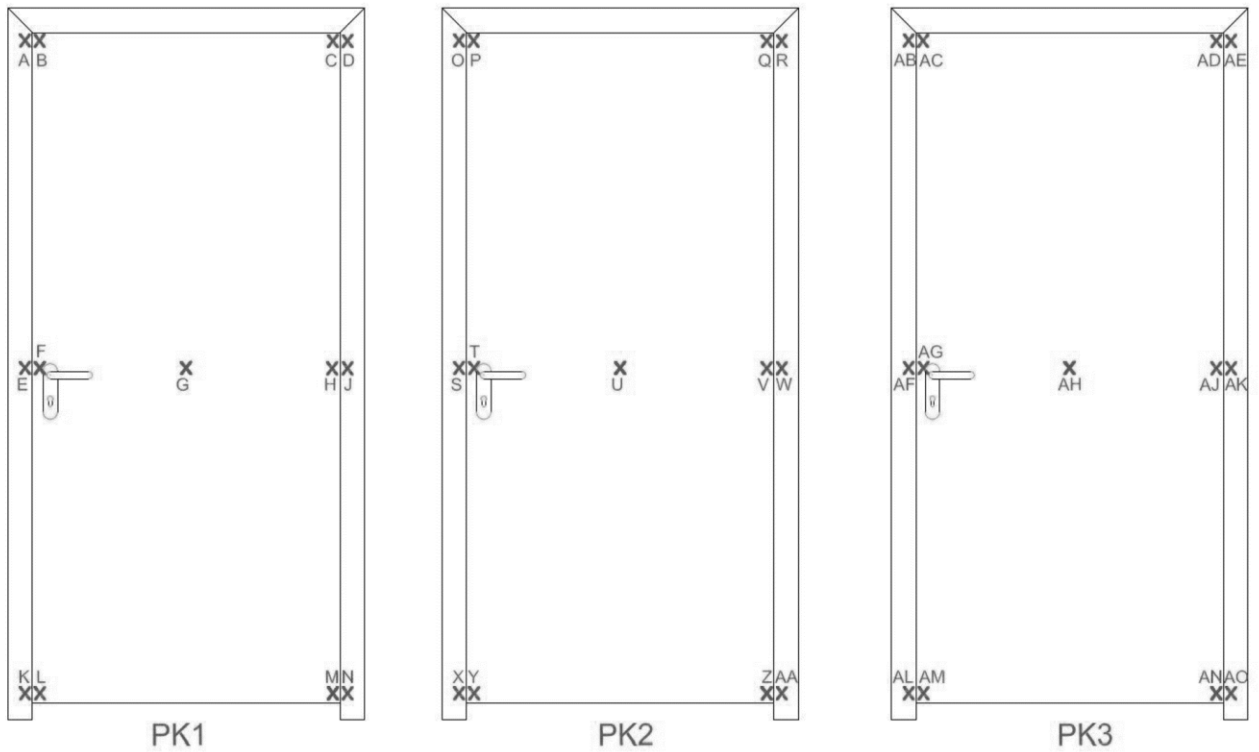
- 1 schließseitige Spaltbreite - Dichtungsebene
- 2 Primärspalt
- 3 öffnungsseitige Spaltbreite

DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23

Spaltbreiten

Anlage V.3 - 4.1

Lage der Messstellen



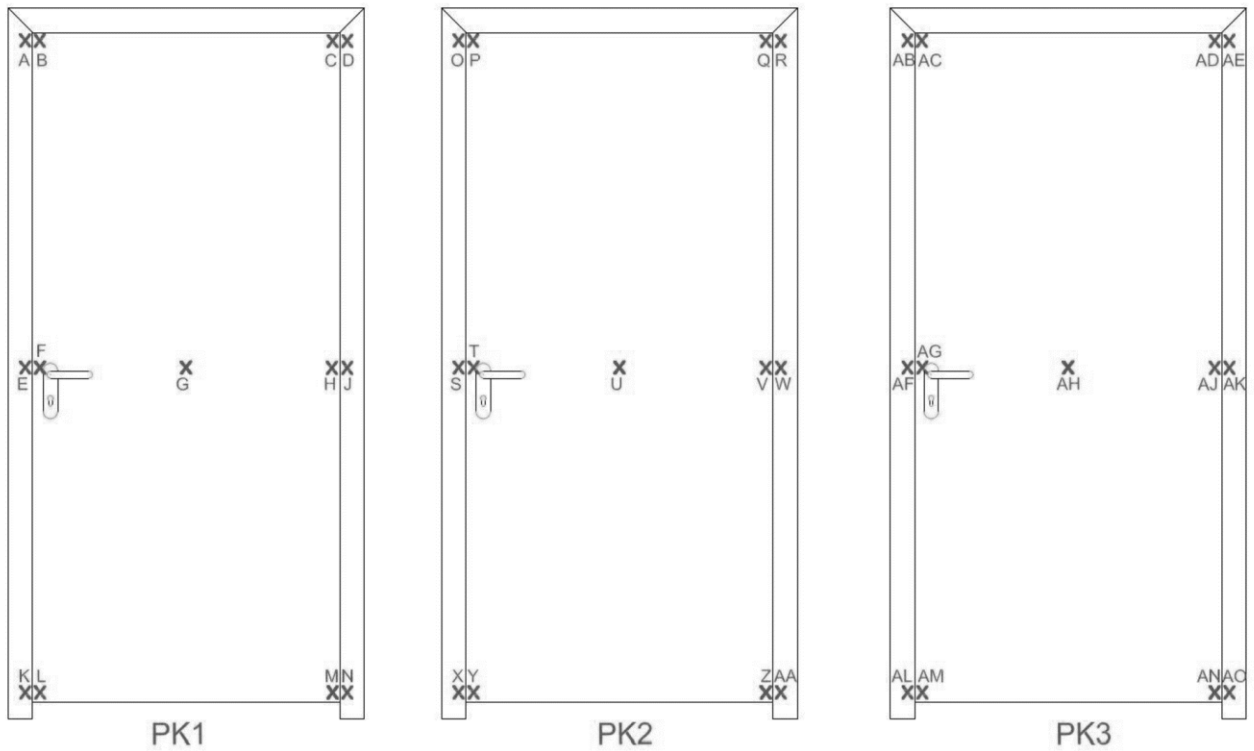
Prüf-
dauer

Verformung in mm ^{*)} an den Messstellen

(min)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-2,4	-3,8	-5,1	-5,1	-1,7	-0,1	-3,6	-3,3	-2,9	0,4	0	-0,2	-0,2	-4,4	-5,9	-5,6	-5	-3,1	-3,7	-5,2
10	-5,2	-7,3	-10,5	-11,6	-2,8	-2,9	-5,7	-6,4	-7,3	-0,1	0,6	0,5	-0,1	-11,4	-10,3	-13,1	-11,4	-6,5	-6,9	-9
15	-7,7	-10	-17	-16,3	-2,8	-3,5	-5,9	-8,6	-9,7	0,2	0,1	0,5	-0,2	-15,2	-11,1	-19	-16	-9,1	-9,1	-10,7
20	-6,5	6,3	-19,5	-18,9	-3,8	-3,4	-6,4	-9,9	-11,4	0,4	0,4	0,5	-0,1	-18,9	-15	-22,7	-19	-10,9	-11,5	-10,3
25	-8,8	-5,6	-20,3	-20,7	-4,1	-0,4	-1,7	-7,8	-12,1	0,5	0,4	1,1	0	-20,8	-11,5	-25,1	-21,1	-11,7	-9,6	-4,7
30	-9,7	2,1	-21,4	-22,4	-3,8	2,5	11,4	-3,7	-12,1	0,6	-0,9	0,7	-0,4	-22,1	-20,4	-27,7	-22,3	-12,2	-5,5	4,8

^{*)} Größer werdende Zahl: Wölbung zum Feuer hin
 kleiner werdende Zahl: Wölbung vom Feuer weg

Lage der Messstellen



Prüf- dauer (min)	Verformung in mm *) an den Messstellen																			
	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-4	-3,3	-0,3	-0,2	0,6	-0,2	-5,5	-8,3	-5,8	-2,8	-2,9	-2,6	-2,9	-2,1	-1,2	0,2	1	-0,2	-0,2	
10	-7,8	-5,9	-0,4	-1,1	-0,2	-0,8	-12,1	-14,2	-9,4	-3,2	-5,6	-4,6	-3,5	-1,3	-0,9	-0,1	0,4	0	-0,7	
15	-8,8	-8,7	-1	-0,7	-0,3	-0,7	-16,4	-12	-11,6	-5,7	-9,2	-7,3	-5,2	-2,1	-1,2	0,6	2	-0,5	0	
20	-9,9	-10,9	-0,7	-0,6	1,2	-1,1	-18	-20,3	-12,7	-7,5	-9,2	-6,6	-3,1	-1,5	-2,1	0,1	0,9	-0,1	-0,5	
25	-7,2	-10,4	-1,1	-0,1	1,2	-0,1	-19,4	-20,1	-14	-8,4	-8,3	-5,7	2,5	-0,2	-1,6	0,2	0,6	0,3	-0,2	
30	-4	-11,9	-0,8	-2,2	1,4	-0,4	-21,3	17,5	-15,9	-8,5	-10,1	1,1	12,9	4,7	-1,7	-0,4	0,1	0,9	-0,4	

*) Größer werdende Zahl: Wölbung zum Feuer hin
 kleiner werdende Zahl: Wölbung vom Feuer weg

Prüf- dauer (min.)	Seite	Beobachtungen an den Prüfelementen während des Brandversuchs Feuerseite = Bandseite PE1: links (Parkett) PE2: mittig (Linoleum) PE3: rechts (Teppich)
1-3	A	PE1, PE2, PE3: Leichter pulsierender Qualmaustritt über die komplette Prüfelementbreite aus dem Spalt zwischen Türflügel und Schwelle.
2-13	A	PE1, PE2, PE3: Pulsierend schlagen Flammen über die komplette Prüfelementbreite aus dem Spalt zwischen Türflügel und Schwelle.
3	A	PE1, PE2, PE3: Leicht bräunliche Einfärbung über die komplette Türbreite am unteren Türflügelende.
5	A	PE1, PE2, PE3: Die Bodenbeläge brennen im Brandraum und unterhalb aller Türflügel.
9	A	PE1: Links des Türflügels bilden sich erste Risse im Porenbetonmauerwerk. PE3: Rechts des Türflügels bilden sich erste Risse im Porenbetonmauerwerk.
13	A	PE1: Mittig unterhalb des Türflügels vor dem Bodenspalt wird der Wattebauschtest in horizontaler Ausrichtung durchgeführt. Ein hier angehaltener Wattebausch entzündet und brennt. Der Raumabschluss ist verloren.
14-15	A	PE2, PE3: Mittig unterhalb des Türflügels vor dem Bodenspalt wird der Wattebauschtest durchgeführt. Ein hier angehaltener Wattebausch entzündet nicht.
15-43	A	PE1, PE2, PE3: Minimaler Qualmaustritt aus dem Bereich um den Schließzylinder und die Drückerrosette. Unterhalb der Drückerrosette läuft bräunliche Feuchtigkeit über das Türblatt nach unten.
21	A	PE1: Mittig unterhalb des Türflügels vor dem Bodenspalt wird der Wattebauschtest in vertikaler Ausrichtung durchgeführt. Ein hier angehaltener Wattebausch entzündet und brennt.
22	A	PE2: Mittig unterhalb des Türflügels vor dem Bodenspalt wird der Wattebauschtest in vertikaler Ausrichtung durchgeführt. Ein hier angehaltener Wattebausch entzündet und brennt.
23	A	PE3: Mittig unterhalb des Türflügels vor dem Bodenspalt wird der Wattebauschtest in vertikaler Ausrichtung durchgeführt. Ein hier angehaltener Wattebausch entzündet nicht.

F = Feuerseite
A = Außenseite
PE = Prüfelement

DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23 Beobachtungen während des Brandversuchs	Anlage V.3 - 6.1
--	------------------

Prüf- dauer (min.)	Seite	Beobachtungen an den Prüfelementen während des Brandversuchs Feuerseite = Bandseite PE1: links (Parkett) PE2: mittig (Linoleum) PE3: rechts (Teppich)
25	A	PE1, PE2, PE3: Die bandseitige und schlossseitige obere Türflüglecke färbt sich in einem kleinen Bereich bräunlich ein.
25-43	A	PE1, PE2, PE3: Braunschwarze Einfärbung über die komplette Türbreite am unteren Türende nimmt mit zunehmender Prüfzeit zu.
30	A	PE1, PE2, PE3: Die Türblätter haben sich bauchig vor den Brandraum verformt.
30	A	PE1, PE2, PE3: Der Bereich um die Drückerrosette färbt sich leicht bräunlich ein. Die Einfärbung am PE2 ist am größten.
30	A	PE1, PE2, PE3: Leichter Qualmaustritt aus dem Bereich um die Drückerrosette sowie oben horizontal über die komplette Türflügelbreite an vereinzelt Positionen aus dem Spalt zwischen Türblatt und Zarge.
31-32	A	PE1, PE2, PE3: Mittig unterhalb des Türflügels vor dem Bodenspalt wird der Wattedauschtest in horizontaler Ausrichtung durchgeführt. Ein hier angehaltener Wattedausch entzündet nicht.
34	A	PE1, PE2, PE3: Die Kunststoffrosetten schmelzen. Einzelne Fragmente fallen auf die Schwelle.
36	A	PE1: Die Drücker fangen an zu brennen und brennen dauerhaft (≥ 10 Sekunden) weiter. Mit zunehmender Prüfzeit werden die Flammen in diesen Bereichen größer. Flüssiger Kunststoff tropft auf die Bodenbeläge.
36	A	PE2: Die Drücker fangen an zu brennen und brennen dauerhaft (≥ 10 Sekunden) weiter. Mit zunehmender Prüfzeit werden die Flammen in diesen Bereichen größer. Flüssiger Kunststoff tropft auf die Bodenbeläge.
40	A	PE1, PE2: Die Flammen breiten sich oberhalb vom Drücker bis in die obere Türflüglecke aus.
42	A	PE2: Die Flammen breiten sich oberhalb vom Drücker bis in die obere Türflüglecke sowie oben horizontal in der linken Türhälfte immer schneller aus. Das Türblatt färbt sich in diesem Bereich schwarz ein.
42	A	PE2: In der unteren und oberen schlossseitigen Ecke ist zwischen Türflügel und Zargenprofil Feuerschein sichtbar. Das Türblatt beginnt durchzubrennen.
43	A	PE1: Die Flammen breiten sich oberhalb vom Drücker bis in die obere Türflüglecke sowie oben horizontal in der linken Türhälfte immer schneller aus. Das Türblatt färbt sich in diesem Bereich schwarz ein.
43:46		In Absprache mit dem Auftraggeber wird die Brandprüfung beendet.

F = Feuerseite
A = Außenseite
PE = Prüfelement

DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23 Beobachtungen während des Brandversuchs	Anlage V.3 - 6.2
--	------------------

Beginn der Brandprüfung



Nach 8 Prüfminuten



Nach 20 Prüfminuten



DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23

Fotodokumentation

Anlage V.3 - 7.1

Nach 30 Prüfminuten



Nach 43 Prüfminuten



DIBt Forschungsvorhaben P 52-5-4.217-2094.23
Fotodokumentation

Anlage V.3 - 7.2