



Glasfassauslöseelemente

Anforderungen und Prüfmethode

Herausgeber und Verlag: VdS Schadenverhütung GmbH

Amsterdamer Str. 172-174

50735 Köln

Telefon: (0221) 77 66 0; Fax: (0221) 77 66 341

Copyright by VdS Schadenverhütung GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

VdS-Richtlinien für Sprinkleranlagen

Glasfassauslöseelemente

Anforderungen und Prüfmethode

INHALT

1	Anwendungsbereich	5
2	Normative Verweisungen	5
3	Definitionen	5
4	Anforderungen	6
4.1	Allgemeine Anforderungen.....	6
4.2	Kenngößen	6
4.3	Kennzeichnung	7
4.4	Kennzeichnung der Verpackung	7
4.5	Produktdatenblatt	7
4.6	Nennöffnungstemperatur	8
4.7	Bruchlast	9
4.8	Langzeitfestigkeit (in Erprobung)	9
4.9	Schock	9
4.10	Dynamisches Ansprechverhalten.....	9
4.11	Ermüdung.....	10
4.12	Temperaturschock	10
4.13	Funktion	10
4.14	Erhöhte Temperatur	10
4.15	Kältebeständigkeit.....	10
4.16	Temperaturwechsel.....	10
4.17	Lichtechtheit der Einfärbung	10
4.18	Farbresistenz	10

5	Prüfmethoden	11
5.1	Allgemeine Prüfbedingungen	11
5.2	Anzahl der Prüfmuster und Folge der Prüfungen	11
5.3	Prüfung der Kenngrößen	11
5.4	Kennzeichnung	11
5.5	Kennzeichnung der Verpackung	11
5.6	Produktdatenblatt	12
5.7	Nennöffnungstemperatur	12
5.8	Bruchlast	13
5.9	Langzeitfestigkeit (in Erprobung)	15
5.10	Schockbeständigkeit	15
5.11	Dynamisches Ansprechverhalten	16
5.12	Ermüdung	18
5.13	Temperaturschock	18
5.14	Funktion	19
5.15	Beständigkeit gegen erhöhte Temperatur	19
5.16	Kältebeständigkeit	19
5.17	Temperaturwechsel	19
5.18	Lichtechtheit der Einfärbung	20
5.19	Glasfässchen-Farbesistenz	20
5.20	Sonstige Prüfungen	20

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinien legen Anforderungen und Prüfmethoden für Glasfassauslöseelemente, im folgenden Glasfässchen genannt, fest.

Glasfässchen sind flüssigkeitsgefüllte, hermetisch abgeschlossene Glasampullen, die im eingebauten Zustand über lange Zeit mechanischen Belastungen standhalten. Sie zerbersten erst bei vorgegebener Temperatur infolge des Innendrucks der eingeschlossenen Flüssigkeit und leiten damit einen Vorgang, wie z.B. das Auslösen eines Sprinklers, das Schließen einer Lüftungsklappe oder das Öffnen eines Stromkreises, ein.

2 Normative Verweisungen

Diese Richtlinien enthalten durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu diesen Richtlinien, falls sie in diesen durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

- DIN EN 60068-2-27 : März 1995 (IEC 68-2-27 : 1997, deutsche Fassung EN 60068-2-27 : 1993), Umweltprüfungen, Teil 2: Prüfungen, Prüfung EA und Leitfaden : Schocken

3 Definitionen

Es gilt folgende Definition:

RTI-Wert: Kennwert für die dynamische Ansprechempfindlichkeit.

4 Anforderungen

4.1 Allgemeine Anforderungen

Der Hersteller hat mit Hilfe von geeigneter Konstruktion, Herstellung, Produktüberwachung sowie einem Qualitätssicherungssystem nach ISO 9002 oder ISO 9001 für eine gleichbleibende Qualität zu sorgen und zugleich darauf zu achten, dass die vorliegenden Richtlinien eingehalten werden.

4.2 Kenngrößen

Glasfässchen sind nach folgenden Kenngrößen zu unterscheiden.

Nennöffnungstemperatur¹
57 °C
68 °C
79 °C
93/100 °C
141 °C
182 °C
260 °C
RTI-Wert
Schnell, < 50 (m s) ^{1/2}
Spezial, 50 - 80 (m s) ^{1/2}
Normal, > 80 - 200 (m s) ^{1/2}
Festigkeitswerte
Mittelwert der Bruchlast Untere Toleranzgrenze (TL) der Bruchlast
Nennlänge
Nach Angabe des Herstellers

Tabelle 1 : Glasfässchen-Kenngrößen

Die Prüfung der Kenngrößen erfolgt gemäß Abschnitt 5.3.

¹ Über die aufgeführten Nenntemperaturen hinaus, können die in anderen Normen, wie z.B. CEN- oder ISO-Normen, aufgeführten Nenntemperaturen auch zur Geltung kommen.

4.3 Kennzeichnung

Die Glasfässchen sind wie folgt zu kennzeichnen:

- Nennöffnungstemperatur: Farbe der Flüssigkeit - es ist die in Tabelle 2 aufgeführte Zuordnung¹ von Temperatur und Farbe einzuhalten.
- Glasfässchentyp
- Name oder Kennzeichen des Herstellers

57 °C	68 °C	79 °C	93/100 °C	141 °C	182 °C	260 °C
Orange	Rot	gelb	grün	blau	malve	schwarz

Tabelle 2: Zuordnung Nennöffnungstemperatur/Farbe

Die Kennzeichnung wird gemäß Abschnitt 5.4. geprüft.

4.4 Kennzeichnung der Verpackung

Die Verpackung ist wie folgt zu kennzeichnen:

- Name des Herstellers
- Produktionsort (bei mehr als einer Fertigungsstätte)
- Fertigungslos, Nummer oder Datum
- Typenbezeichnung
- Nennöffnungstemperatur
- Nenndurchmesser
- Nennlänge

Die Kennzeichnung wird gemäß Abschnitt 5.5. geprüft.

4.5 Produktdatenblatt

Die Konstruktion der Glasfässchen ist in einem Produktdatenblatt darzustellen, das mindestens folgende Angaben enthalten muss:

- Name des Herstellers
- Typenbezeichnung
- Nennöffnungstemperaturen und zugehörige Farben
- RTI-Wert
- Nenndurchmesser
- Nennlänge

¹ Eine Erweiterung der Aufstellung der Zuordnung Temperatur und Farben durch andere Normen, wie z.B. CEN- oder ISO-Normen, kann auch zur Geltung kommen.

- Mittelwert der Bruchlast
- Untere Toleranzgrenze (TL) der Bruchlast
- Zeichnerische Darstellung des Glasfässchens, welche dessen charakteristische Gestalt zeigt, und in der mindestens die Maße bezüglich Nenndurchmesser, Nennlänge, Abstützdurchmesser sowie die Einbaumaße festgelegt sind.
- Zeichnerische Darstellung der Glasfässchenaufnahme, welche dessen charakteristische Gestalt zeigt, und in der mindestens die Maße bezüglich Nenn-durchmesser, Nennlänge, Abstützdurchmesser, Material, Materialhärte, Ober-flächenbeschaffenheit sowie die Einbaumaße festgelegt sind.

Die angegebene untere Toleranzgrenze (TL) der Bruchlast darf 50% des angegebenen Mittelwertes nicht unterschreiten.

Das Produktdatenblatt wird gemäß Abschnitt 5.6. geprüft.

4.6 Nennöffnungstemperatur

Die Nennöffnungstemperaturen für Glasfässchen müssen den Werten der ersten Spalte in Tabelle 3 entsprechen. Dabei darf der Wert der tatsächlichen Öffnungstemperatur den entsprechenden Wert in Spalte 2 der Tabelle 3 nicht unterschreiten bzw. den entsprechenden Wert in Spalte 3 der Tabelle 3 nicht überschreiten.

1 Nennöffnungstempe- ratur ¹ Glasfässchen (°C)	2 Niedrigste Öffnungs- temperatur (°C)	3 Maximale Öffnungs- temperatur (°C)
57	54	60
68	65	71
79	75	83
93	89	97
100	96	104
141	135	147
182	175	189
260	250	270

Tabelle 3: Auslösebereiche von Glasfässchen

Die Nennöffnungstemperatur wird gemäß Abschnitt 5.7. geprüft.

¹ Andere Nennöffnungstemperaturen, welche durch andere Normen, wie z.B. CEN- oder ISO-Normen, vorgegeben sind, können auch zur Geltung kommen.

4.7 Bruchlast

Mittelwert und untere Toleranzgrenze (TL) der Bruchlast sind die vom Hersteller angegebenen und garantierten Festigkeitswerte.

Anmerkung: Die angegebene untere Toleranzgrenze (TL) der Bruchlast darf 50% des angegebenen Mittelwertes nicht unterschreiten.

Bei der Prüfung und der anschließenden Berechnung der statistischen Werte (Mittelwert und TL) dürfen die Werte der Herstellerangaben im Ergebnis nicht unterschritten werden.

Die Berechnung der Toleranz bei der Bruchlast basiert auf einer Normalverteilung nach Gauß mit einem Vertrauenskoeffizienten von 0,99 für 99 % aller Glasfässchen.

Anmerkung: Die Berechnung der Toleranz bei der Bruchlast kann auch nach einer anderen Verteilung erfolgen, sofern sie die Parameter der Herstellung besser spiegeln kann.

Die Bruchlast wird gemäß Abschnitt 5.8. geprüft.

4.8 Langzeitfestigkeit (in Erprobung)

Der Langzeitfestigkeitswert muss mindestens 75% des vom Hersteller angegebenen Mittelwertes der Bruchlast betragen. Das Glasfässchen muss dieser Druckbelastung mindestens 90 Tage standhalten können.

Die Langzeitfestigkeit wird gemäß Abschnitt 5.9. geprüft.

4.9 Schock

Glasfässchen müssen Einwirkungen folgender Art unbeschädigt standhalten:

- Einbau in Aufnahmen, z.B. in Sprinkler
- Transport
- Installation (bereits in andere Baugruppen eingebaut, z.B. Branderkennungseinrichtung)
- Stöße im eingebauten Zustand, z.B. Stöße gegen das Rohr bei Sprinklern

Die Schockbeständigkeit wird gemäß Abschnitt 5.10. geprüft.

4.10 Dynamisches Ansprechverhalten

Die Ansprechklasse und der RTI-Wert sind vom Hersteller vorzugeben. Letzterer muss in eine der folgenden Klassen fallen.

Schnell	RTI	< 50
Spezial	RTI	50 - 80
Standard	RTI	> 80 - 200

Das dynamische Ansprechverhalten wird gemäß Abschnitt 5.11. geprüft.

4.11 Ermüdung

Glasfässchen dürfen ihre charakteristischen Kenngrößen und Kennzeichnungen nicht verlieren, wenn sie mehrfach bis nah an die Nennöffnungstemperatur erwärmt und anschließend wieder abgekühlt werden.

Die Ermüdungsbeständigkeit wird gemäß Abschnitt 5.12 geprüft.

4.12 Temperaturschock

Glasfässchen dürfen ihre charakteristischen Kenngrößen und Kennzeichnungen nicht verlieren, wenn sie schnellen Temperaturänderungen unterzogen werden.

Die Temperaturschockbeständigkeit wird gemäß Abschnitt 5.13. geprüft.

4.13 Funktion

Glasfässchen müssen bei Wärmeeinwirkung zerplatzen.

Die Funktion wird gemäß Abschnitt 5.14. geprüft.

4.14 Erhöhte Temperatur

Glasfässchen dürfen ihre charakteristischen Kenngrößen und Kennzeichnung nicht verlieren, wenn sie einer erhöhten Umgebungstemperatur ausgesetzt werden.

Die Beständigkeit gegen erhöhte Temperatur wird gemäß Abschnitt 5.15. geprüft.

4.15 Kältebeständigkeit

Glasfässchen dürfen ihre charakteristischen Kenngrößen und Kennzeichnungen nicht verlieren, wenn sie einer tiefen Umgebungstemperatur ausgesetzt werden.

Die Kältebeständigkeit wird gemäß Abschnitt 5.16. geprüft.

4.16 Temperaturwechsel

Glasfässchen dürfen ihre charakteristischen Kenngrößen und Kennzeichnung nicht verlieren, wenn sie Temperaturwechseln ausgesetzt werden.

Die Temperaturwechselbeständigkeit wird gemäß Abschnitt 5.17. geprüft.

4.17 Lichtechtheit der Einfärbung

Glasfässchen dürfen ihre charakteristischen Kenngrößen und ihre Kennzeichnung nicht verlieren, wenn sie natürlichen oder künstlichen Lichtquellen ausgesetzt werden.

Die Lichtechtheit der Einfärbung wird gemäß Abschnitt 5.18. geprüft.

4.18 Farbresistenz

Die Glasfässchenflüssigkeit muss so beschaffen sein, dass sie bei Leckagen verdunstet und im Glasfässchen keine wesentliche Einfärbung hinterlässt.

Die Resistenz des Glasfässchens gegen Einfärbung wird gemäß Abschnitt 5.19. geprüft.

5 Prüfmethoden

5.1 Allgemeine Prüfbedingungen

Die Prüfungen werden, sofern dies für einzelne Prüfungen nicht abweichend geregelt ist, grundsätzlich bei einer Umgebungstemperatur von $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$ durchgeführt. Wenn nichts anderes angegeben ist, sind die Toleranzen der quantitativen Anforderungen mit $\pm 5\%$ anzunehmen.

5.2 Anzahl der Prüfmuster und Folge der Prüfungen

Die Anzahl der Prüfmuster und die Folge (A, B, C ...) der Prüfungen sind in Tabelle 4 aufgeführt. Die Prüfungen gemäß den Abschnitten 5.3 bis 5.6 (Prüfung der Kenngrößen, der Kennzeichnung, der Kennzeichnung der Verpackung, des Produktdatenblattes) werden vorab mit allen Prüfmustern durchgeführt und sind nicht in der Tabelle 4 enthalten.

5.3 Prüfung der Kenngrößen

Es werden die Anforderung gemäß Abschnitt 4.2. geprüft.

Anhand der vom Hersteller eingereichten Prüfmuster wird untersucht, ob die Glasfässchen entsprechend der Kenngrößen kategorisiert sind.

Diese Anforderung ist erfüllt, wenn die vom Hersteller eingereichten Prüfmuster den in Abschnitt 4.2 aufgeführten Kenngrößen sowie den Angaben der technischen Dokumentation entsprechen.

5.4 Kennzeichnung

Es werden die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.3. geprüft.

Anhand der vom Hersteller eingereichten Prüfmuster wird untersucht, ob die Kennzeichnung den Anforderungen entspricht.

Die Prüfung wird an allen Prüfmustern durchgeführt.

Die Anforderung ist erfüllt, wenn die Kennzeichnung den in Abschnitt 4.3 getroffenen Festlegungen sowie den Angaben der Dokumentation entspricht.

5.5 Kennzeichnung der Verpackung

Es werden die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.4. geprüft.

Anhand der vom Hersteller eingereichten Verpackungen der Prüfmuster wird untersucht, ob die Kennzeichnung den Anforderungen entspricht.

Die Anforderung ist erfüllt, wenn die Kennzeichnung der Verpackung mit den Vorgaben gemäß Abschnitt 4.4 sowie den Angaben der Dokumentation übereinstimmt.

Pkt.	Zu prüfende Eigenschaft	Anzahl Prüfmuster												
		50	30	25	10	10	10	10	12	10	10	10	10	
5.7	Nennöffnungstemperatur	A	B(10)							C(6)	B			
5.8	Bruchlast		C(10)	A										
5.9	Langzeitfestigkeit				A									
5.10	Schockbeständigkeit		A											
5.11	Dynamisches Ansprechverhalten					A								
5.12	Ermüdung						A							
5.13	Temperaturschock							A						
5.14	Funktion		D(10)				B	B	B(6)					
5.15	Beständigkeit gegen erhöhte Temperatur								A					
5.16	Kältebeständigkeit									A				
5.17	Temperaturwechsel										A			
5.18	Lichtechtheit der Einfärbung											A		
5.19	Farbresistenz												A	

Tabelle 4: Anzahl der Prüfmuster und Folge der Prüfungen

5.6 Produktdatenblatt

Es werden die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.5. geprüft.

Anhand der vom Hersteller eingereichten Produktdatenblätter der Prüfmuster wird untersucht, ob die Angaben den Anforderungen entsprechen.

Die Anforderung ist erfüllt, wenn die vom Hersteller eingereichten Unterlagen die Angaben gemäß Abschnitt 4.4 enthalten und wenn die angegebene untere Toleranzgrenze (TL) der Bruchlast 50% des angegebenen Mittelwertes nicht unterschreitet.

5.7 Nennöffnungstemperatur

Es werden die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.6. geprüft.

Die Glasfässchen werden in einem Flüssigkeitsbad von Raumtemperatur bis auf eine Temperatur von $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ unter ihrer Nennöffnungstemperatur erhitzt. Die Temperatur wird dabei maximal um 20°C pro Minute erhöht. Die erreichte Temperatur wird für 10 Minuten gehalten. Anschließend wird sie pro Minute um $0,4^\circ\text{C}$ bis $0,7^\circ\text{C}$ erhöht, bis das Glasfässchen zerplatzt.

Die Messgeräte zur Bestimmung der Nennöffnungstemperatur bis 200°C dürfen keine größere Abweichung als $\pm 0,5\%$ des Messwertes haben.

Die Messgeräte zur Bestimmung der Nennöffnungstemperatur über 200°C dürfen keine größere Abweichung als $\pm 1^\circ\text{C}$ haben.

Für Prüfmuster mit einer Nennöffnungstemperatur bis zu 79 °C wird die Prüfung in einem Wasserbad (vorzugsweise destilliertes Wasser) ausgeführt. Für höhere Nennöffnungstemperaturen wird raffiniertes pflanzliches Öl oder eine Flüssigkeit mit ähnlichen Eigenschaften (z.B. Glycerin) verwendet.

Die Prüfeinrichtung muss so konstruiert sein, dass die Temperaturabweichung zwischen Prüfzone und Messzone nicht mehr als 0,5 % beträgt.

Die Prüfung wird an 50 Prüfmustern durchgeführt.

Die Anforderungen bezüglich der Nennöffnungstemperatur sind erfüllt, wenn diese mit den Werten der Spalte 1 in Tabelle 3 übereinstimmen, wobei die gemessene Öffnungstemperatur den entsprechenden Wert in Spalte 2 der Tabelle 3 nicht unterschreiten bzw. den in Spalte 3 der Tabelle 3 nicht überschreiten darf.

Anmerkung: Wenn maximal ein Prüfmuster diesen Bedingungen nicht entspricht, kann die Prüfung mit der gleichen Anzahl von Prüfmustern wiederholt werden. Hierbei müssen alle Prüfmuster innerhalb der in Tabelle 3 angegebenen Temperaturbereiche auslösen.

Als Auslösen wird das Zerplatzen des Glasfässchens sowie das Auftreten von Brüchen gewertet. Wenn Brüche ohne Zerplatzen auftreten, wird eine zusätzliche Funktionsprüfung mit 40 Prüfmustern durchgeführt.

5.8 Bruchlast

Es werden die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.7. geprüft.

Glasfässchen werden in einer Prüfeinrichtung zwischen Stützelementen, die vom Glasfässchenhersteller beigestellt werden und dokumentiert sind, eingespannt. Jedes Stützelement darf pro Prüfung nur einmal verwendet werden. Es wird eine Kraft in Längsrichtung des Glasfässchens eingebracht und gleichförmig gesteigert, bis der Bruch eintritt. Der Kraftanstieg darf nicht mehr als 275 N/s betragen.

Die Messgeräte zur Bestimmung der Bruchlast dürfen keine größere Abweichung als ± 1 % des Messwertes haben.

Die Prüfung wird an mindestens 25 Prüfmustern durchgeführt, wobei der Hersteller auch die Erhöhung der Prüfmusteranzahl zur Präzisierung des Messergebnisses beantragen kann.

Der Mittelwert und die Standardabweichung für die Bruchlast werden gemäß den gewonnenen Messergebnissen errechnet.

Die Standardabweichung [S] wird gemäß Gleichung 1 ermittelt.

Gleichung 1: Standardabweichung

$$S = \left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / (n - 1) \right]^{0,5}$$

wobei gilt:

\bar{x} = Mittelwert der Bruchlasten

x_i = Wert der einzelnen Bruchlast

n = Anzahl der getesteten Prüfmuster.

Die Berechnung der Toleranz der Bruchlast erfolgt nach Gleichung 2, wobei der Wert K in Abhängigkeit der Anzahl der Prüfmuster aus Tabelle 5 ersichtlich ist.

Gleichung 2: Toleranz der Bruchlast

$$TL = \bar{X} - K * S$$

wobei gilt:

TL = untere Toleranzgrenze der ermittelten Bruchlast

\bar{X} = ermittelter Mittelwert der Bruchlast

K = K-Wert gemäß Tabelle 5

S = Standardabweichung gemäß Gleichung 1

n	K	n	K
10	5.075	21	3.776
11	4.828	22	3.727
12	4.633	23	3.680
13	4.472	24	3.638
14	4.336	25	3.601
15	4.224		
16	4.124	30	3.446
17	4.038	35	3.334
18	3.961	40	3.250
19	3.893	45	3.181
20	3.832	50	3.124

Tabelle 5: K-Werte bei einseitigen Toleranzgrenzen bei Normalverteilungen

Die Anforderungen bezüglich der Bruchlast sind erfüllt, wenn die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.7 erfüllt sind.

5.9 Langzeitfestigkeit (in Erprobung)

Es werden die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.8. geprüft.

Die Glasfässchen werden in einer Prüfeinrichtung zwischen Stützelemente, die vom Glasfässchenhersteller beigestellt und dokumentiert wurden, eingespannt. Jedes Stützelement darf pro Prüfung nur einmal verwendet werden.

Die Kraft wird dann soweit gesteigert, dass eine Kraft entsprechend des Wertes, der vom Hersteller angegeben worden ist, erreicht wird. Diese Kraft wird über 90 Tage aufrechterhalten. Der Bruch des Glasfässchens muss über der Zeit mit einer Toleranz von ± 2 h über der Zeit überwacht und registriert werden.

Die Prüfung wird an 10 Prüfmustern durchgeführt.

Die Anforderung bezüglich der Langzeitbruchfestigkeit ist erfüllt, wenn im Verlauf der Prüfung keine Beschädigung an den Mustern auftritt.

5.10 Schockbeständigkeit

Es werden die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.9. geprüft.

Die Prüfung wird nach DIN EN 60068-2-27 : März 1995 durchgeführt.

Prüfungsparameter:

Anzahl Prüfmuster: 45

Anzahl der Schocks: 3

Schärfegrad: 1000 m/s², 6 ms

Schockform: Sägezahn und Halbsinus

Die Anforderungen an die Schockbeständigkeit sind erfüllt, wenn im Verlauf der Prüfung keine Beschädigung an den Mustern auftritt und wenn die Eigenschaften der Glasfässchen den Anforderungen der folgenden Abschnitte entsprechen: 4.6 (Nennöffnungstemperatur) (10 Prüfmuster); 4.13 (Funktion) (10 Prüfmuster); 4.7 (Bruchlast) (10 Prüfmuster).

5.11 Dynamisches Ansprechverhalten

Es werden die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.10. geprüft.

Der RTI-Wert wird an Glasfässchen gemessen, die in vom Hersteller beigestellten und dokumentierten Vorrichtungen (ggf. Sprinkler) eingespannt sind. Die Ärmchen der Vorrichtung stehen dabei quer zur Achse des Windkanals (Windrichtung). Der Querschnitt des Windkanals hat im Prüfbereich die Abmessungen (270 ± 40) mm Breite mal (150 ± 10) mm Höhe.

Anmerkung: Die Konstruktion des Windkanals soll so sein, dass der Einfluss der Strahlung die gemessenen RTI-Werte bei einem Glasfässchen mit einer Nennöffnungstemperatur von 68 °C um nicht mehr als 3 % verändert. Eine mögliche Methode, dies zu überprüfen, ist es, Vergleichsprüfungen mit schwarzen und metallisch-blanken Körpern durchzuführen.

Vor der Prüfung sind die Glasfässchen in den beigestellten Einspannvorrichtungen für die Dauer von mindestens 30 Minuten einer Temperatur von (30 ± 2) °C oder der Raumtemperatur auszusetzen. Sie sind dann in die Testzone des Windkanals zu tauchen, der eine Lufttemperatur und eine Luftgeschwindigkeit entsprechend der in Tabelle 6 angegebenen Werte aufweist. Die gewählte Luftgeschwindigkeit ist während der Prüfzeit konstant zu halten. Die Zeit vom Eintauchen der Probe in den Windkanal bis zum Ansprechen des Glasfässchens ist mit einer Genauigkeit von ± 0,1 % zu messen und als Ansprechzeit zu notieren.

	Glasfässchen Typ					
	Schnell ansprechend		Spezial ansprechend		Normal ansprechend	
Nenn- öffnungs- tempe- ratur °C	Lufttem- peratur (1) °C	Geschwin- digkeit (2) m/s	Lufttem- peratur (1) °C	Geschwin- digkeit (2) m/s	Lufttem- peratur (1) °C	Geschwin- digkeit (2) m/s
57 - 77	129 - 141	1,65 - 1,85	129 - 141	2,4 - 2,6	191 - 203	2,4 - 2,6
79 - 107	191 - 203	1,65 - 1,85	191 - 203	2,4 - 2,6	282 - 300	2,4 - 2,6
121-149	282 - 300	1,65 - 1,85	282 - 300	2,4 - 2,6	382 - 432	2,4 - 2,6
163-191	382 - 432	1,65 - 1,85	382 - 432	2,4 - 2,6	382 - 432	2,4 - 2,6

Tabelle 6: Windkanal-Bedingungen

Die gewählte Lufttemperatur soll bekannt sein und innerhalb der Prüfzone konstant gehalten werden. Während der Dauer der Prüfung soll eine Genauigkeit von $\pm 1^\circ\text{C}$ für den Temperaturbereich bis 141°C und eine Genauigkeit von $\pm 2^\circ\text{C}$ für alle anderen Temperaturen gegeben sein.

Die Luftgeschwindigkeit muss während der Prüfung mit einer Genauigkeit von mindestens $\pm 0,2$ m/s erfasst und registriert werden.

Lufttemperatur sowie Luftgeschwindigkeit sind während der Prüfung zu erfassen und zu dokumentieren.

Der RTI-Wert wird gemäß Gleichung 3 berechnet:

Gleichung 3: RTI-Wert

$$RTI = \frac{-t_r \sqrt{U}}{\ln[1 - \Delta T_{ea} / \Delta T_g]}$$

Hierbei ist

t_r die Ansprechzeit in Sekunden

U die aktuelle Gas- (Luft-) Geschwindigkeit in der Prüfzone in m/s zum Zeitpunkt des Ansprechens

ΔT_{ea} die mittlere Nennöffnungstemperatur, ermittelt in der Prüfung nach Abschnitt 5.7 minus der Starttemperatur in $^\circ\text{C}$

ΔT_g die aktuelle Gas-(Luft-) Temperatur in der Prüfzone zum Zeitpunkt des Ansprechens minus der Starttemperatur in $^\circ\text{C}$

\ln der natürliche Logarithmus

Die Prüfung wird an 10 Prüfmustern durchgeführt.

Die Anforderungen bezüglich des dynamischen Ansprechverhaltens sind erfüllt, wenn folgende Bedingungen eingehalten wurden:

Klasse	Bedingungen
Schnell	RTI-Werte aller Messungen < 50 <u>und</u> Unterschied zwischen Mittelwert der Messungen und Herstellerangabe nicht größer als 20% der Herstellerangabe
Spezial	RTI-Werte aller Messungen im Bereich 40 - 100 <u>und</u> Mittelwert der Messungen im Bereich 50 - 80 <u>und</u> Unterschied zwischen Mittelwert der Messungen und Herstellerangabe nicht größer als 20% der Herstellerangabe
Standard	RTI-Werte aller Messungen > 80 <u>und</u> Unterschied zwischen Mittelwert der Messungen und Herstellerangabe nicht größer als 20% der Herstellerangabe

5.12 Ermüdung

Es werden die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.11. geprüft.

Die Glasfässchen werden ohne Vorspannung in einem Flüssigkeitsbad von einer Temperatur von $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ bis auf eine Temperatur von $20^\circ\text{C} \pm 2\%$ unter ihrer Nennöffnungstemperatur erhitzt. Die Temperatur wird dabei maximal um 20°C pro Minute erhöht und die erreichte Temperatur wird für 10 Minuten gehalten. Sie wird dann um maximal 1°C pro Minute gesteigert, bis die Glasblase im Glasfässchen sich aufgelöst hat. Die Steigerung wird jedoch maximal bis 5°C unter die untere Temperaturgrenze des Auslösebereiches gemäß Abschnitt 4.6. vorgenommen. Anschließend wird das Glasfässchen aus dem Flüssigkeitsbad genommen und in der Luft abgekühlt, bis die Gasblase wieder erscheint. Während der Abkühlung muss die Verschmelzungsstelle des Glasfässchens nach unten zeigen.

Die Prüfung wird an 10 Prüfmustern durchgeführt.

Die Anforderungen bezüglich der Ermüdungsfestigkeit sind erfüllt, wenn die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.11 (Ermüdung) und gemäß Abschnitt 4.13 (Funktion) eingehalten werden.

5.13 Temperaturschock

Es werden die Anforderung gemäß Abschnitt 4.12. geprüft.

Die Glasfässchen werden ohne Vorspannung für 5 Minuten in ein Flüssigkeitsbad getaucht, dessen Temperatur $(10 \pm 2)^\circ\text{C}$ unter ihrer Nennöffnungstemperatur liegt. Anschließend werden sie aus dem Wärmebad genommen und in ein Wasserbad mit einer Temperatur von $(10 \pm 1)^\circ\text{C}$ getaucht. Die Prüfung wird an 10 Prüfmustern durchgeführt.

Die Anforderungen bezüglich der Temperaturschockbeständigkeit sind erfüllt, wenn die Glasfässchen beim Eintauchen in Wasser mit einer Wassertemperatur von $(10 \pm 1)^\circ\text{C}$ zerplatzen, oder wenn die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.13 (Funktion) eingehalten werden.

5.14 Funktion

Es werden die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.13. geprüft.

Die Glasfässchen werden in vom Hersteller beigestellten und dokumentierten Vorrichtungen (ggf. Sprinkler) eingespannt und in den Luftstrom eines Gebläses gehalten. Die Lufttemperatur des Gebläseluftstromes beträgt $(450 \pm 50) ^\circ\text{C}$. Die Prüfung wird an 10 Prüfmustern durchgeführt.

Die Anforderungen bezüglich der Funktion sind erfüllt, wenn die Glasfässchen bei der Temperatureinwirkung innerhalb 3 min zerplatzen und die Länge der Glassplitter bei keinem Splitter mehr als 75% der Nennlänge des Glasfässchens beträgt.

5.15 Beständigkeit gegen erhöhte Temperatur

Es werden die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.14. geprüft.

Die Glasfässchen werden ohne Vorspannung 90 Tage in einem Wärmeofen einer Temperatur ausgesetzt, die $(16 \pm 2) ^\circ\text{C}$ unter ihrer Nennöffnungstemperatur liegt, mindestens aber $50 ^\circ\text{C}$ beträgt. Sie werden danach visuell auf Farbänderungen geprüft und der Prüfung nach Abschnitt 5.6 unterzogen. Die Prüfung wird an 12 Prüfmustern durchgeführt.

Die Anforderungen bezüglich der Beständigkeit gegen erhöhte Temperatur sind erfüllt, wenn die Eigenschaften der Glasfässchen den Anforderungen gemäß Abschnitt 4.6 (Nennöffnungstemperatur) (6 Prüfmuster) sowie Abschnitt 4.13 (Funktion) (6 Prüfmuster) entsprechen.

5.16 Kältebeständigkeit

Es werden die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.15. geprüft.

Die Glasfässchen werden ohne Vorspannung 14 Tage lang einer Temperatur von $(-35 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ausgesetzt. Nach Ablauf der 14 Tage werden sie vor weiteren Prüfungen mindestens 2 h der Raumtemperatur ausgesetzt. Die Prüfung wird an 10 Prüfmustern durchgeführt.

Die Anforderungen bezüglich der Kältebeständigkeit sind erfüllt, wenn die Glasfässchen ihre charakteristischen Kenngrößen nicht verlieren, bzw. wenn sie nach Durchführung der Kälteprüfung den Anforderungen gemäß Abschnitt 4.6 (Nennöffnungstemperatur) entsprechen.

5.17 Temperaturwechsel

Es werden die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.16. geprüft.

Die Glasfässchen werden ohne Vorspannung 100 mal von einer Temperatur von $20 ^\circ\text{C} \pm 0,4 ^\circ\text{C}$ bis auf eine Temperatur von $20 ^\circ\text{C}$ unter ihrer Nennöffnungstemperatur aufgeheizt und anschließend wieder abgekühlt. Ein Prüfzyklus dauert dabei maximal 12 Stunden mit einer maximalen Aufheizphase von 1 Stunde. Die Prüfung wird an 10 Prüfmustern durchgeführt.

Die Anforderungen bezüglich der Temperaturwechselbeständigkeit sind erfüllt, wenn die Glasfässchen ihre charakteristischen Kenngrößen nicht verlieren.

5.18 Lichteinheit der Einfärbung

Es werden die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.17. geprüft.

Die Glasfässchen werden in einem Abstand von 100 mm \pm 10 mm von der Glashülle einer Leuchtstoffröhre mit einer elektrischen Leistungsaufnahme von 40 W aufgestellt und 90 Tage bestrahlt. Danach werden sie visuell auf Farbänderungen geprüft.

Anmerkung: Nähere Spezifizierung der Strahlung in Vorbereitung.

Die Prüfung wird an 10 Prüfmustern durchgeführt.

Die Anforderungen bezüglich der Lichteinheit sind erfüllt, wenn sich die Einfärbung der Glasfässchenflüssigkeit durch die Prüfung nicht verändert.

5.19 Glasfässchen-Farbbeständigkeit

Es werden die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.18. geprüft.

Das Glasfässchen wird mit einem geeigneten Instrument so geöffnet (z.B. durch Abbrechen der Spitze), dass die Flüssigkeit verdunsten kann. Nach einer Lagerung bei Raumtemperatur für 90 Tage wird geprüft, ob die Verdunstung erfolgt ist, ohne eine wesentliche Einfärbung im Glasfässchen zu hinterlassen.

Die Prüfung wird an 10 Prüfmustern durchgeführt.

Die Anforderungen bezüglich der Beständigkeit des Glasfässchens gegen die Einfärbung bei Leckagen sind erfüllt, wenn mindestens 30% der Flüssigkeit verdunstet sind und die Verdunstung keine wesentliche Einfärbung im Glasfässchen hinterlassen hat.

5.20 Sonstige Prüfungen

Soweit besondere Konstruktionen oder neuartige Fertigungsverfahren dies erfordern, werden in Abstimmung mit dem Hersteller zusätzliche Prüfungen durchgeführt.