

2. Prüfverfahren – Normen

Prüfung mit dem Glühdraht gemäß IEC 60695-2, EN 60695-2, VDE 0471-2

Vollständige Betriebsmittel, Baugruppen oder Bauelemente werden der Glühdrahtprüfung gemäß IEC 60695-2-11 unterzogen. Die Glühdrahttemperatur (Abb. 2) wird von den Gerätekomitees in Abhängigkeit von der Risikosituation beim Geräteinsatz festgelegt. Zu bestimmen sind die Nachbrennzeit t_e (s) bei einer Einwirkdauer von 30 s sowie das Abfallen brennender Tropfen oder glühender Teile. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn keine Entzündungsgefahr für die Umgebung besteht und die Nachbrenndauer ≤ 30 s beträgt.

Die Glühdrahtprüfung kann gemäß IEC 60695-2-12 auch an reinen Materialproben, z.B. an Rundscheiben, durchgeführt werden. In dieser Prüfung ermittelt man die Glühdrahtentflammbarkeitszahl (GWFI) als die höchste Prüftemperatur, bei der Flammen oder Glühvorgänge des Prüflings innerhalb von 30 s nach Entfernen des Glühdrahtes erlöschen, ohne Entzündung der festgelegten Unterlage durch brennende Tropfen oder glühende Teile. Die Prüfergebnisse der Glühdrahtprüfung gemäß IEC 60695-2-13 ermöglichen einen relativen Vergleich der Entzündbarkeit verschiedener Werkstoffe. Die in dieser Prüfung ermittelte Glühdrahtentzündungstemperatur (GWIT) ist um 25 K höher als die höchste Prüftemperatur (Glühdrahttemperatur), die bei drei aufeinander folgenden Prüfungen keine Entzündung (Brennzeit mit Flammen > 5 s) verursacht (Abb. 3).

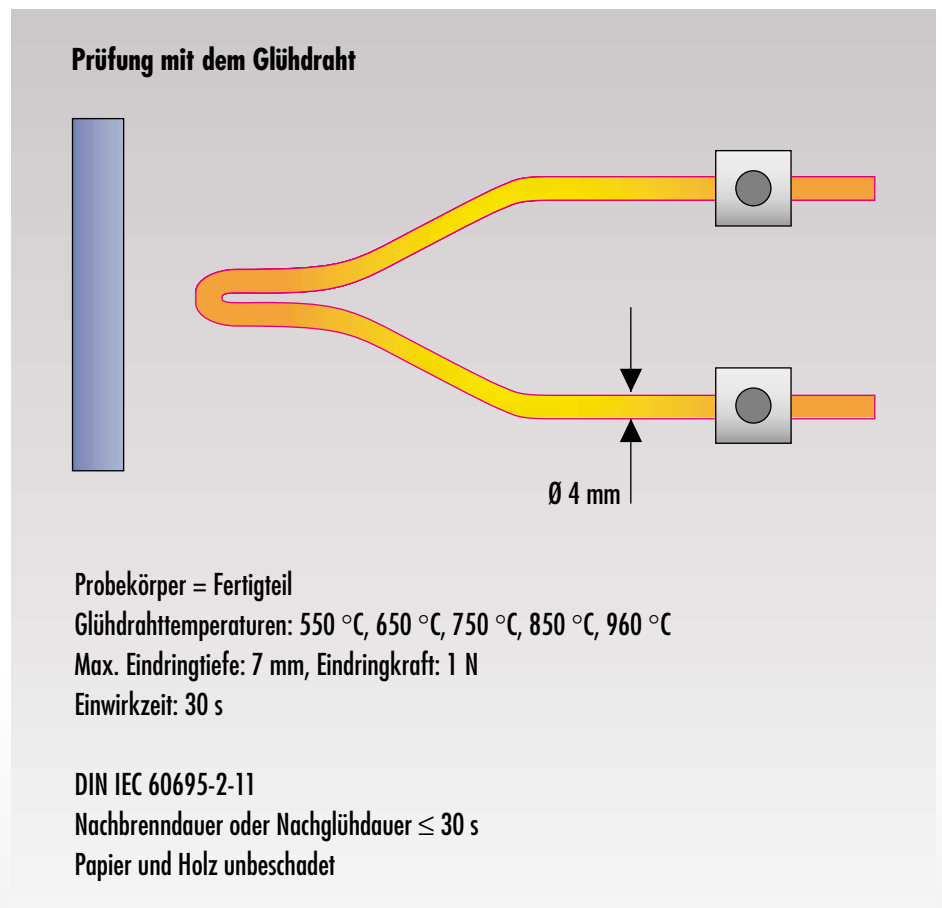


Abb. 2

Feuersicherheitliche Prüfungen mit dem Glühdraht

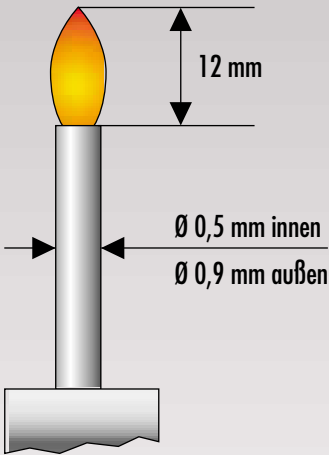
	IEC 60695-2-11 Glühdrahttest	IEC 60695-2-12 GWFI	IEC 60695-2-13 GWIT
Probe	Fertigteil	Platte Mindestabmessungen: 60 mm x 60 mm Vorzugsdicken: 0,75, 1,5, 3,0 mm	
Konditionierung	24 h $15\text{ °C} \leq T \leq 35\text{ °C}$ $45\% \leq RH \leq 75\%$	48 h $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ $45\% \leq RH \leq 75\%$	
Glühdrahttemperaturen (°C)	550, 650, 750, 850, 960	550, 600, 650, 700, 750, 800 850, 900, 960	
Andruckkraft	$1,0\text{ N} \pm 0,2\text{ N}$	$1,0\text{ N} \pm 0,2\text{ N}$	
Einwirkzeit	$30\text{ s} \pm 0,1\text{ s}$	$30\text{ s} \pm 0,1\text{ s}$	
Geschwindigkeit bei Annäherung und Entfernung	$10\text{ mm/s} \leq v \leq 25\text{ mm/s}$	$10\text{ mm/s} \leq v \leq 25\text{ mm/s}$	
Probenzahl	1	3 in Folge	

Abb. 3 Feuersicherheitliche Prüfungen mit dem Glühdraht

Prüfung mit der Nadelflamme gemäß IEC 60695-2-2, EN 60695-2-2, VDE 0471 Teil 2-2

Als Zündquelle dient eine Butangasflamme, die mit einem Nadelbrenner erzeugt wird. Der Gasbrenner soll Zündquellen simulieren, die auf Kriechstrecken bei Teilen aus Isolierstoffen an elektrotechnischen Betriebsmitteln im Versagensfall entstehen können. Die vorgegebene Einwirkungsdauer an der Kante oder Fläche der Probe beträgt 5, 10, 20, 30, 60 oder 120 s. Ermittelt werden Brennstrecke und Nachbrenndauer (s), die auf 30 s begrenzt ist.

Prüfung mit der Nadelflamme



Probekörper = Fertigteil
Kanten- oder Eckbeflammung, Flächenbeflammung
Beflammungszeit richtet sich nach den VDE- bzw. IEC-Gerätevorschriften (5, 10, 20, 30, 60 oder 120 s)

Bewertungskriterien Nadelflamme
DIN IEC 60695-2-2
Nachbrenndauer < 30 s
Papier und Holz unbeschadet
Abbrandlänge unterhalb zul. Grenzwert (siehe Gerätevorschrift)

Abb. 4

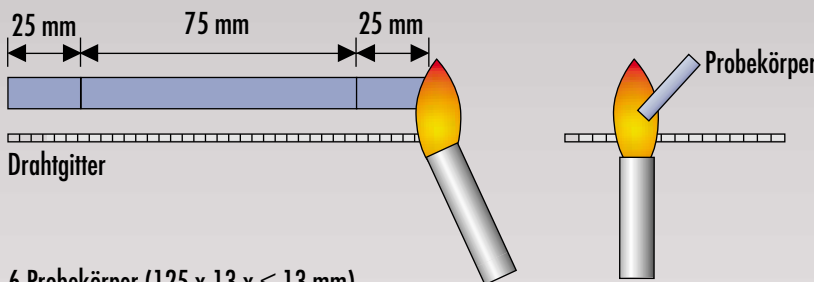
Prüfung mit größeren Flammen gemäß IEC 60695-11-10, Verfahren A; EN 60695-11-10, Verfahren A, VDE 0471 Teil 11-10, Verfahren A und UL 94 bzw. CSA 22.2 Nr. 0.6 Tl. E – Horizontal-Burning-Test

Der horizontal angeordnete Probekörper wird mit einer Bunsenbrennerflamme ($h = 20 \text{ mm}$) für die Dauer von 30 s beflammt. Ermittelt wird, ob Zündung und Abbrand eintritt. Gemäß IEC 60695-11-10, EN 60695-11-10 und VDE 0471 Teil 11-10, jeweils Verfahren A, wird bis zu einer maximalen Probendicke von 13 mm in Abhängigkeit von der Brenngeschwindigkeit v klassifiziert:

HB 40: Brennstopp vor Erreichen der 100-mm-Marke oder $v \leq 40 \text{ mm/min}$

HB 75: $v \leq 75 \text{ mm/min}$

Brennbarkeitsprüfung UL 94 HB



6 Probekörper ($125 \times 13 \times \leq 13 \text{ mm}$)
Beflammungszeit 30 s, Flammenhöhe 20 mm

Bewertungskriterien UL 94 HB
Brandgeschwindigkeit bei 3,0 bis 13,0 mm dicken Probekörpern über eine Spanne von $75 \text{ mm} \leq 40 \text{ mm/min}$ oder
Brandgeschwindigkeit bei bis zu 3,0 mm dicken Probekörpern über eine Spanne von $75 \text{ mm} \leq 75 \text{ mm/min}$ oder
Brennstopp vor Erreichen der 100-mm-Marke

Abb. 5

Prüfung mit größeren Flammen gemäß IEC 60695-11-10, Verfahren B; EN 60695-11-10, Verfahren B; VDE 0471 Teil 11-10, Verfahren B sowie UL 94 und CSA C 22.2 – Vertical-Burning-Test

Bei diesem Verfahren wird der vertikal angeordnete Prüfkörper mit einem Bunsenbrenner mit einer Flammenhöhe von 20 ± 1 mm jeweils 10 s beflammt. Brenndauer und Gesamtbrennzeit sowie brennend abfallende Teile sind die Beurteilungsparameter.

Brennbarkeitsprüfung UL 94V

2 Gruppen à 10 Probekörper
(125 x 13 x ≤ 13 mm)
Beflammungszeit 10 s,
Flammenhöhe 20 mm
Nach Verlöschen erneute Beflammung 10 s

Bewertungskriterien UL 94V-0, 94V-1, 94V-2

	94V-0	94V-1	94V-2
Brenndauer nach jeder Beflammung	≤ 10 s	≤ 30 s	≤ 30 s
Gesamtbrenndauer je Satz (10 Beflammungen)	≤ 50 s	≤ 250 s	≤ 250 s
Abbrand bis zu Halteklammer	nein	nein	nein
Nachbrenn- und Glühdauer nach der 2. Beflammung	≤ 30 s	≤ 60 s	≤ 60 s
Entzündung der Watte	nein	nein	ja

Abb. 6

Beispiel:

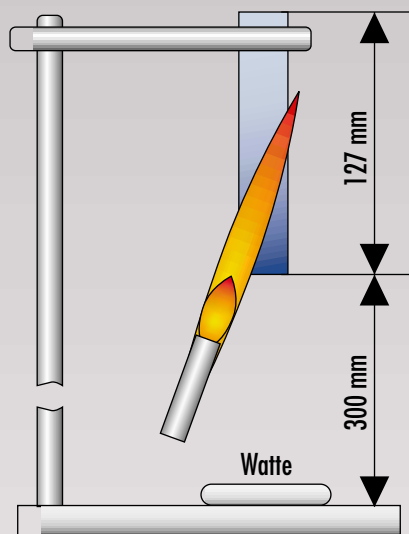
Brandverhalten von Makrolon® nach UL:

Makrolon® entspricht in den Grundtypen den Bestimmungen der UL (Underwriters Laboratories, USA) Subj. 94V-2 (wanddickenabhängig). Einige brandwidrig eingestellte Typen erreichen V-0 bei 0,8 bzw. 1,6 mm. Glasfaserverstärkte Produkte erzielen V-1, mit Brandschutzausrüstung V-0. Auch mit Brandschutzausrüstung lässt sich Makrolon® problemlos verarbeiten.

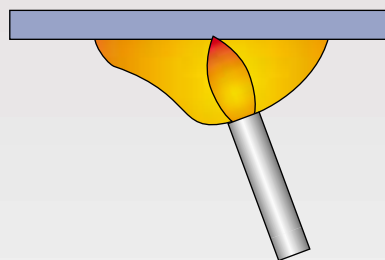
Prüfung mit größeren Flammen gemäß IEC 60695-11-20; EN 60695-11-20; VDE 0471 Teil 11-20 sowie UL 94/Prüfverfahren 94-5V und CSA C 22.2 Nr. 0.6 Test c – Vertical-Burning-Test

Der vertikal angeordnete Probekörper wird mit einer Bunsenbrennerflamme (125 mm/40 mm) fünfmal für die Dauer von 5 s mit einer jeweiligen Pause von 5 s an der Unterkante beflammt. Die horizontal angeordneten plattenförmigen Proben werden an der Unterseite beflammt. Bestimmt wird, inwieweit Nachbrennen und brennendes Abfallen eintritt. Die Nachbrenndauer darf 60 s nicht überschreiten, nach der fünften Beflammung darf kein brennendes Abtropfen eintreten. Im Plattenversuch darf kein Durchbrand entstehen.

Brennbarkeitsprüfung UL 94-5V



Beflammung der Stäbe
im Winkel von 20°
20 Stäbe (125 x 13 x ≤ 13 mm)
Flammenhöhe 125 mm
5-malige Beflammung von je 5 s und 5 s Pause



Beflammung der Platten
von unten im Winkel von 20°
12 Platten (150 x 150 x ≤ 13 mm)
Flammenhöhe 125 mm
5-malige Beflammung von je 5 s und 5 s Pause

Bewertungskriterien UL 94-5VA, 94-5VB

	94-5VA	94-5VB
Brenn- und Glühdauer nach der 5. Beflammung (Stab)	≤ 60 s	≤ 60 s
Entzündung der Watte	nein	nein
Lochbildung (Platte)	nein	ja

Abb. 7