

MPA Dresden GmbH · Fuchsmühlenweg 6F · D-09599 Freiberg

JOB Thermo Bulbs GmbH  
An der Strusbek 5  
22926 Ahrensburg

Freiberg, 18. Januar 2019  
Bearbeiter: Herr Romberg  
Telefon: +49-(0)3731- 2 03 93 154  
Telefax: +49-(0)3731- 2 03 93 110  
E-Mail: h.romberg@mpa-dresden.de

**Ihr Auftrag vom 24.09.2018, Brandversuche zur Beurteilung des Löschvermögens der Mini-Löschanlage S-R-AMFE**

## Untersuchungsbericht Nr. 20181367

**Brandversuche zur Untersuchung des Löschvermögens von AMFE-Kleinlöschanlagen mit 3M<sup>®</sup> NOVEC<sup>®</sup>-gefüllten Gaskartuschen und der Möglichkeit einer thermischen oder elektrischen Auslösung über verschiedene Thermo Bulbs (Mini-Löschanlagen S-AMFE und R-AMFE) und E-Bulbs**

- Brandversuche in einem Brandmeldezentrale-Gehäuse mit definierter Brandlast zur Untersuchung des Löschvermögens von Mini-Löschanlage AMFE mit 3M<sup>TM</sup> NOVEC<sup>TM</sup>-gefüllten Gaskartuschen und Steuerung/Auslösung über S- und R-Type Thermo Bulbs (S-AMFE = Signal-AMFE, R-AMFE = Remote-AMFE)
- Brandversuche in einem EC-Netzteilgehäuse mit definierter Brandlast zur Untersuchung des Löschvermögens von Löschampullen aus Glas (E-Bulbs) mit 3M<sup>TM</sup> NOVEC<sup>TM</sup>

**Auftraggeber:** JOB Thermo Bulbs GmbH  
An der Strusbek 5  
22926 Ahrensburg

**Untersuchungsgegenstand:** Mini-Löschanlage AMFE in der Ausführung S-AMFE (Signal-AMFE) und R-AMFE (Remote AMFE), Thermo Bulb-Steuerung und Auslösung einer aufgeschraubten 3M<sup>TM</sup> NOVEC<sup>TM</sup>-gefüllten Gaskartusche als Löschmittelbehälter

E-Bulbs (Extinguishing Bulbs) gefüllt mit 3M<sup>TM</sup> NOVEC<sup>TM</sup>

**Untersuchungsverfahren:** Brandversuche mit definierten Brandlasten in einem Gehäuse einer Brandmeldezentrale (S-AMFE, R-AMFE) sowie einem Netzteilgehäuse (E-Bulb) nach einem vereinbarten Versuchsplan ohne Spezifikation

**Laboratorium:** MPA Dresden GmbH  
Amtlich anerkannte Prüfstelle für Feuerlöschmittel und -geräte  
Fuchsmühlenweg 6F, 09599 Freiberg, Deutschland

**Bericht:** Dieser Untersuchungsbericht umfasst  
29 Seiten einschließlich 9 Seiten Anhang

MPA Dresden GmbH  
Fuchsmühlenweg 6F  
09599 Freiberg  
www.mpa-dresden.de

Geschäftsführer: Thomas Hübler  
Tel. +49(0)3731-20393-0  
Fax +49(0)3731-20393110  
E-Mail info@mpa-dresden.de

Amtsgericht Chemnitz HRB 28268  
Steuernummer: 220/114/03364  
USt-IdNr. DE291271296

Sparkasse Mittelsachsen  
Poststraße 1a  
09599 Freiberg  
IBAN DE68 870520003115024672  
BIC WELADED1FGX

## 1 Auftrag und Veranlassung

Die Firma JOB Thermo Bulbs GmbH beauftragte die MPA Dresden GmbH mit der Durchführung von Brandversuchen zur Untersuchung des Löschvermögens der Kleinstlöschanlage AMFE, bestehend aus der Steuer- und Auslöseeinheit mit S- oder R-Type Thermo Bulb und einer aufgeschraubtem Gaskartusche mit dem Löschmittel 3M<sup>TM</sup> NOVEC<sup>TM</sup> (im Weiteren als Mini-Löschanlage S- oder R-AMFE bezeichnet) – zum Nachweis des Löschvermögens dieser Kleinstlöschanlage für die Verwendung im Bereich der Elektrotechnik/Elektronik. Die Untersuchung der S- und R-AMFE erfolgte an einem Versuchsaufbau mit einer serienmäßigen Brandmeldezentrale (im Weiteren als BMZ bezeichnet).

Die Firma JOB Thermo Bulbs GmbH beauftragte die MPA Dresden GmbH des Weiteren mit der Durchführung von Brandversuchen zur Untersuchung des Löschvermögens von mit 3M<sup>TM</sup> NOVEC<sup>TM</sup> gefüllten Glasampullen - sogenannten E-Bulbs - zum Nachweis der Löschwirkung dieser Ampullen speziell für die Verwendung im Bereich der Elektrotechnik/Elektronik am Beispiel eines Versuchsaufbaus mit einem herkömmlichen und für diese Versuche aufbereiteten EC-Netzteilgehäuse. Diese Versuche wurden mit dem Ziel durchgeführt, neben der Löschwirkung auch die gleichzeitige Unterbrechung eines Stromflusses nachzuweisen.

## 2 Grundlagen der Untersuchung

Brandversuche vom 22. Oktober 2018, durchgeführt im Prüflabor der MPA Dresden GmbH



## 3 Untersuchungsgegenstand

### 3.1 Signal- oder Sensor-AMFE (S-AMFE)

Die Untersuchungen wurden mit einer AMFE Mini-Löschanlage durchgeführt, die aus folgenden Systemkomponenten bestand:

- Steuer- und Auslöseeinheit AMFE, bestückt mit S-Type Thermo Bulb, thermische Auslösetemperatur 68 °C mit zusätzlich aufgebrachten elektrischen Leiterbahnen (lineare Anordnung, siehe Abb. 1 und 2)
- 3M<sup>TM</sup> NOVEC<sup>TM</sup>-gefüllte Gaskartusche als Löschmittelbehälter (siehe Abb. 3)

Der Löschmittelvorrat der verwendeten Gaskartusche Größe 0 (siehe Abb. 3) betrug 24 ml 3M<sup>®</sup> NOVEC. Als Treibgas für das Löschmittel dient Stickstoff (Fülldruck 60 bar).

Die komplette Steuer- und Auslöseeinheit S-AMFE lässt sich auf die Löschmittelpatrone aufschrauben. Die Auslösung erfolgt ausschließlich thermisch. Als Steuerung und Auslöser des Löschvorgangs dient die eingebaute Glasampulle des Typs S-Type Thermo Bulb (siehe Abb. 3), deren Bersten bei Erreichen der Auslösetemperatur die Aktivierung des Löschmittelbehälters über einen vorgespannten Schlagbolzen in der S-AMFE bewirkt. Durch die auf dem Glassfässchen aufgebrachten Leiterbahnen kann zusätzlich ein permanenter Signalstrom von maximal 1 A angelegt und über die S-AMFE geleitet werden. Im Fall der thermischen Auslösung bewirkt das eine Unterbrechung des Stromkreises. Dieses Signal könnte z. B. als Stromlosschaltung der Anlage oder als Signal zur internen oder externen Alarmierung verwendet werden. Voraussetzung dafür wäre die elektronische Überwachung des Stromflusses, dessen Unterbrechung weiterer Schritte veranlasst. Dies war jedoch nicht Gegenstand der Untersuchung. Es wurde lediglich eine optische Signalisierung in Form einer LED-Anzeige gewählt, die diese Möglichkeit anschaulich darstellen sollte.

Das Bersten dieses S-Type Thermo Bulbs erfolgt herkömmlich durch das Aufheizen im Zuge einer Verbrennung (analog zur Funktionsweise eines Sprinklerkopfes in einer Sprinkleranlage).

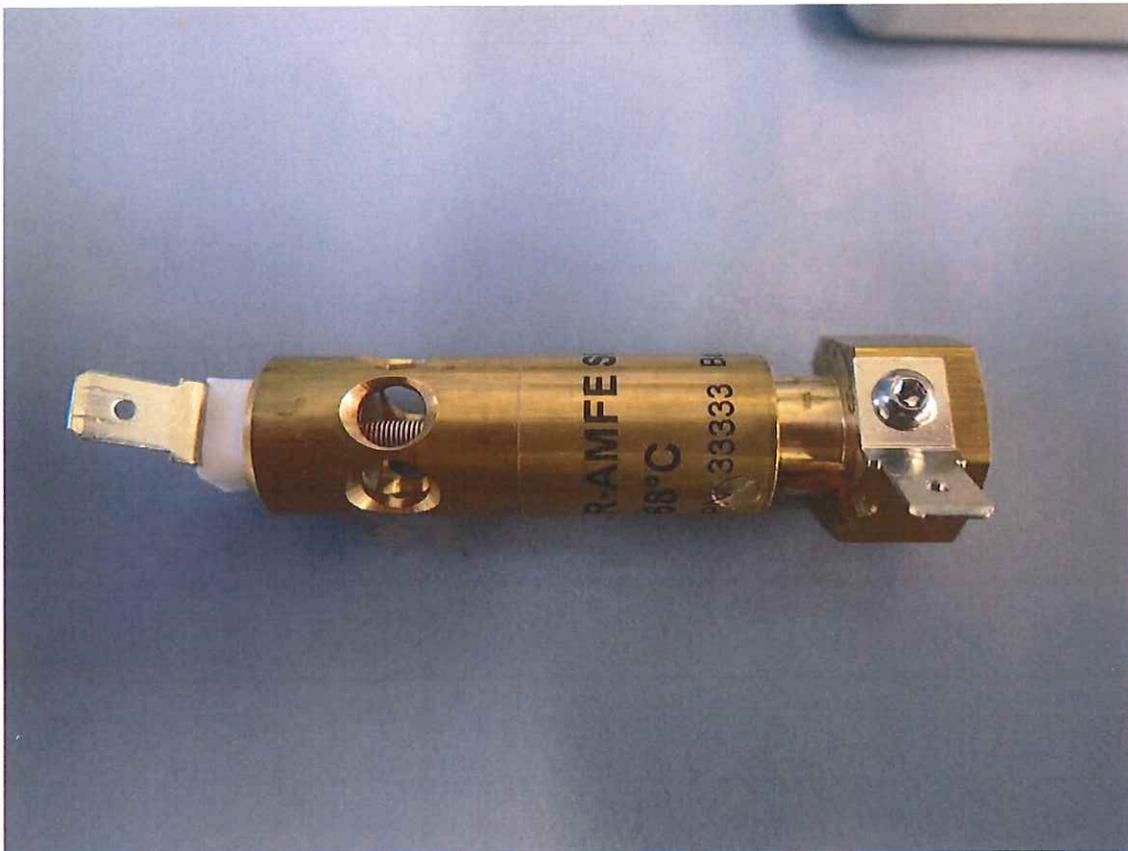


Abb. 1: AFME Steuer- und Auslöseeinheit, hier bestückt mit R-Type Thermo Bulb



Abb. 2: S-Type Thermo Bulb, Quelle: Job Thermo Bulbs





Abb. 3: Aufschaubare Gaskartusche als Löschmittelbehälter mit 3M™ NOVEC™



### 3.2 Remote-AMFE (R-AMFE)

Die Untersuchungen wurden mit einer AMFE Mini-Löschanlage durchgeführt, die aus folgenden Systemkomponenten bestand:

- Steuer- und Auslöseeinheit AMFE, bestückt mit R-Type Thermo Bulb, thermische Auslösetemperatur 68 °C mit zusätzlich aufgebrachten elektrischen Leiterbahnen (mäanderförmige Anordnung, siehe Abb. 1 und 4)
- 3M™ NOVEC™-gefüllte Gaskartusche als Löschmittelbehälter (siehe Abb. 3)

Der Löschmittelvorrat der verwendeten Gaskartusche Größe 0 (siehe Abb. 3) betrug 24 ml 3M™ NOVEC™. Als Treibgas für das Löschmittel dient Stickstoff (Fülldruck 60 bar).

Die komplette Steuer- und Auslöseeinheit R-AMFE lässt sich auf die Löschmittelpatrone aufschrauben. Die Auslösung kann auf zwei Wegen erfolgen, entweder thermisch oder elektrisch. Als Steuerung und Auslöser des Löschvorgangs dient in beiden Fällen die eingebaute Glasampulle des Typs R-Type Thermo Bulb, deren Bersten die Aktivierung des Löschmittelbehälters über einen vorgespannten Schlagbolzen in der R-AMFE auslöst.

Das Bersten dieses R-Type Thermo Bulbs erfolgt wie gehabt thermisch durch das Aufheizen im Zuge einer Verbrennung. Alternativ dazu kann bei diesem Typ die Auslösung ganz bewusst über die aufgebrachten Leiterbahnen erfolgen, die bei ausreichendem Stromfluss den R-Type Thermo Bulb so aufheizen, dass es zum Bersten des Glassfässchens und damit zur Auslösung der Mini-Löschanlage kommt.

Über die R-AMFE kann ein permanenter Signalstrom von maximal 40 mA geleitet werden. Im Fall der thermischen Auslösung wird der Stromkreis dann unterbrochen. Die Signalunterbrechung kann analog zur S-AMFE als Stromlosschaltung der Anlage oder als Signal zur internen oder externen Alarmierung verwendet werden. Voraussetzung dafür wäre die elektronische Überwachung des Stromflusses, dessen Unterbrechung weiterer Schritte veranlasst. Dies war jedoch nicht Gegenstand der Untersuchung. Es wurde lediglich eine optische Signalisierung in Form einer LED-Anzeige genutzt, die diese Möglichkeit verdeutlichen sollte.

Im Unterschied zur S-AMFE kann die R-AMFE wie bereits erwähnt über einen Stromfluss gezielt ausgelöst werden. Die Auslösung eines solchen Stromflusses könnte z. B. das Signal eines Rauchmelders, eine Temperaturüberwachung oder ähnliches sein. Mit der Kombination der R-AMFE mit einem Rauchmelder könnte somit sehr frühzeitig eine Brandausbreitung verhindert und auf ein sehr geringes Schadensausmaß begrenzt werden. Derzeit beträgt der Auslösestrom ca. 0,5 A. Für diese Untersuchung wurde der Stromfluss zur Auslösung mittels Handtaster gestartet (siehe Kapitel 4.2 dieses Untersuchungsberichtes).

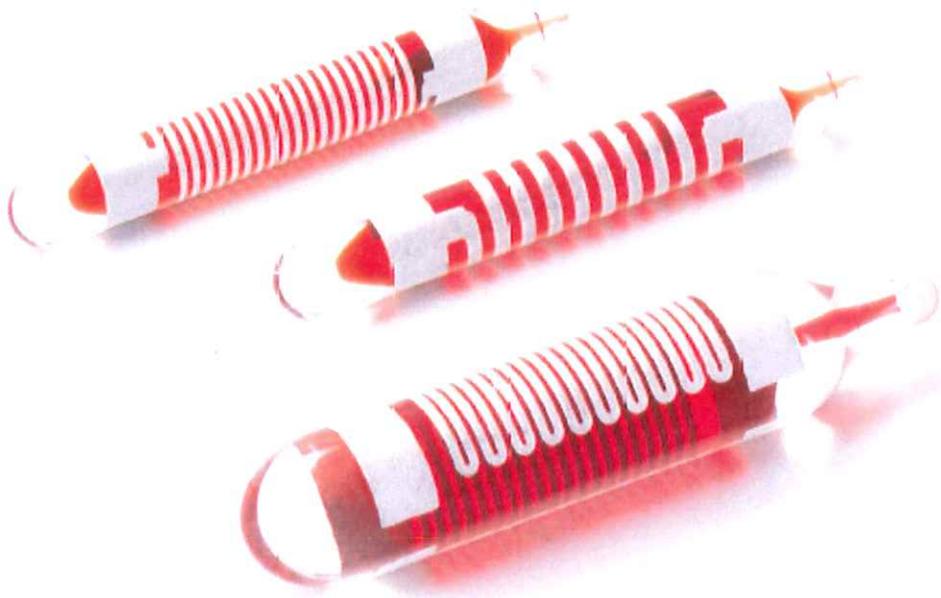


Abb. 4: R-Type Thermo Bulb mit 2-Weg-Aktivierung, Quelle: Job Thermo Bulbs



### 3.3 E-Bulb

Bei den sogenannten E-Bulbs (Extinguishing Bulbs) handelt es sich um Glasampullen mit dem flüssigen Löschmittel 3M™ NOVEC™ befüllt. In ihrer Erscheinungsform entsprechen diese E-Bulbs den allgemein bekannten und gebräuchlichen Glasfässchen für herkömmliche Sprinklersysteme (Glas-Bulbs). Mit Platzen der Ampullen unter Wärmebeanspruchung wird das Löschmittel freigesetzt, verdampft und entfaltet so seine Löschwirkung.

Die getesteten E-Bulbs sind mit einer leitfähigen Beschichtung ausgestattet, die es ermöglicht im Normalzustand einen elektrischen Strom weiterzuleiten und diesen im Auslösefall neben der einsetzenden Löschwirkung wirksam zu unterbrechen (siehe Abb. 5).



Abb. 5: Extinguishing Bulbs (E-Bulb) mit 3M™ NOVEC™ befüllt, Quelle: Job Thermo Bulbs

## 4 Untersuchungsverfahren

Den Versuchen liegt keine spezielle Prüfnorm zugrunde. Die Brandversuche sind ohne weitere Spezifikation nach einem gemeinsam vereinbarten Versuchsplan durchgeführt worden.

### 4.1 S-AMFE

Der Versuchsaufbau für die Löschversuche mit der Mini-Löschanlage S-AMFE umfasste folgende Bauteile und Hilfsmittel:

- Gehäuse einer Brandmeldezentrale mit funktionierendem Anzeigetableau (BMZ) als Brandraum in den Abmessungen 42,0 cm x 49,0 cm x 21,0 cm (B x H x T)
- Halterung für die Mini-Löschanlage
- Mini-Löschanlage S-AMFE mit 24 ml 3M™ NOVEC™-Kartusche und aufgeschraubter Auslöseeinrichtung bestehend aus einer thermisch/elektrisch auslösbaren Glasampulle vom Typ S-Type Thermo Bulb (Auslösetemperatur 68 °C) und Schlagbolzen
- Halterung für die Aufnahme der Brennstoffschale
- ca. 8 g Brennmaterial (12 Stück Kabelisolierungen)
- Isopropanol (als Stützfeuer zur gleichmäßigen Entzündung der Kabelisolierungen)
- Anzündhilfe
- Brennschale
- zusätzlich nur bei der R-AMFE: Handtaster mit Überwachung des Stromflusses für elektrische Auslösung der Löschanlage

Das Raumvolumen des Versuchsaufbaus betrug 43 Liter. Der grundsätzliche Versuchsaufbau für den Test des Löschvermögens über thermische Auslösung der S- und R-AMFE ist in Abb. 6 dargestellt.

Die Versuchsreihe für die thermische Auslösung umfasste zwei Versuche mit je einem S-Type Bulb und einem R-Type Bulb mit den gleichen Mengen brennbaren Materials.

Der Versuchsablauf wird im Folgenden genauer beschrieben.

Die Versuchsreihe wurde ausschließlich mit thermischer Auslösung durchgeführt. Als Brennmaterial wurden Kabelisolierungen des Typs Draka UC900 SS23 Cat.7S/FTP 2x4P LSHF (Low Smoke Halogen Free) in Stücken a 4 cm Länge eingesetzt.

Der Versuchsplan sah vor, dass das brennbare Material in vorher festgelegten und abgewogenen Mengen auf dem Brennteller aufgeschichtet wurde. Pro Versuch wurden 12 Stück Kabelisolierung mit einem Gewicht von insgesamt rund 8 g in die Brennschale geschichtet. Anschließend wurde das brennbare Material mit einigen Millilitern Isopropanol als Zündinitial versehen und mittels Feuerzeug entzündet (siehe Abb. 6 und 7). Das Isopropanol diente dabei als Stützfeuer zur gleichmäßigen Entzündung der Kabelisolierungen.

Zum Zeitpunkt der Entzündung des Brennmaterials befand sich die Löschpatrone einsatzbereit im Gehäuse der BMZ (bestückt mit S-Type Thermo Bulb, Schlagbolzen gespannt), die an der S-AMFE befindlichen Kontaktstellen waren angeschlossen und stellten die elektrische Verbindung zur optischen Signalisierung des Betriebszustandes am Anzeigetableau der BMZ her (siehe Abb. 6).

Die im Versuchsaufbau zusätzlich zur Prüfung der Löschwirkung des neuen Löschmittels getestete optische Signalisierung mittels LED-Anzeige im Bedientableau der BMZ stellt die zusätzlich bereitgestellte neue Möglichkeit des Systems dar (daher die Bezeichnung Signal- oder Sensor AMFE). Die mit Untersuchungsbericht Nr. 2013-F-4872 von der MPA Dresden GmbH getestete Mini-Löschanlage AMFE mit CO<sub>2</sub>-Patrone wies diese Möglichkeit noch nicht auf.



Nach Zünden des Brennmaterials und Ablauf der Vorbrennzeit wurde der Brennstoff von Hand unter die Mini-Löschanlage geschoben und die Tür der BMZ verschlossen.

Die vorhandenen Gehäuseöffnungen der BMZ gewährleisteten eine ausreichende Luftzufuhr und verhinderten so das Verlöschen des Brennmaterials mangels Luftsauerstoff.

Die Vorbrennzeit betrug bei allen Versuchen einheitlich 15 Sekunden und wurde nach Wegnahme der Zündquelle gestartet. Nach Ablauf der 15 Sekunden Vorbrennzeit wurde der Brennstoff von Hand unter die funktionsbereite Mini-Löschanlage geschoben (vgl. dazu Abb. 4) sowie die Tür der BMZ geschlossen. Die Positionierung des Brennmaterials unter der Mini-Löschanlage wurde so gewählt, dass die thermisch auslösende Glasampulle der Mini-Löschanlage mittig über dem Brennteller angeordnet war (vgl. dazu Abb. 6 und 7). Die Höhe der Löschanlage über dem Gehäuseboden betrug dabei 10 cm.

Mit dem Bersten der thermisch auslösenden Glasampulle auf Grund der Temperaturbeaufschlagung (Auslösetemperatur 68 °C) wurde der eingebaute Auslösemechanismus in Gang gesetzt und die 3M™ NOVEC™ -Kartusche aufgestochen, das 3M™ NOVEC™ als Löschmittel freigesetzt. Abbildung 6 zeigt die Mini-Löschanlage S-AMFE.

Nach dem Schließen der BMZ-Tür wurden das Auslösen der Mini-Löschanlage und die Löschwirkung protokolliert.

Das vollständige Ausströmen des Löschmittels der Mini-Löschanlage definierte das Versuchsende. Anschließend wurde das BMZ-Gehäuse geöffnet, an der Umgebungsluft heruntergekühlt und der nächste Versuchsaufbau vorbereitet.

Der Versuchsablauf wurde handschriftlich in einem Protokoll festgehalten, in welchem wesentliche subjektive Beobachtungen während des Versuches aufgezeichnet wurden. Dazu gehörten u. a. Veränderungen in der Flammenentwicklung (Größe, Farbe, Intensität), Geräuschentwicklung oder sicht- und/oder hörbare Veränderungen am Untersuchungsobjekt während der Brenndauer.



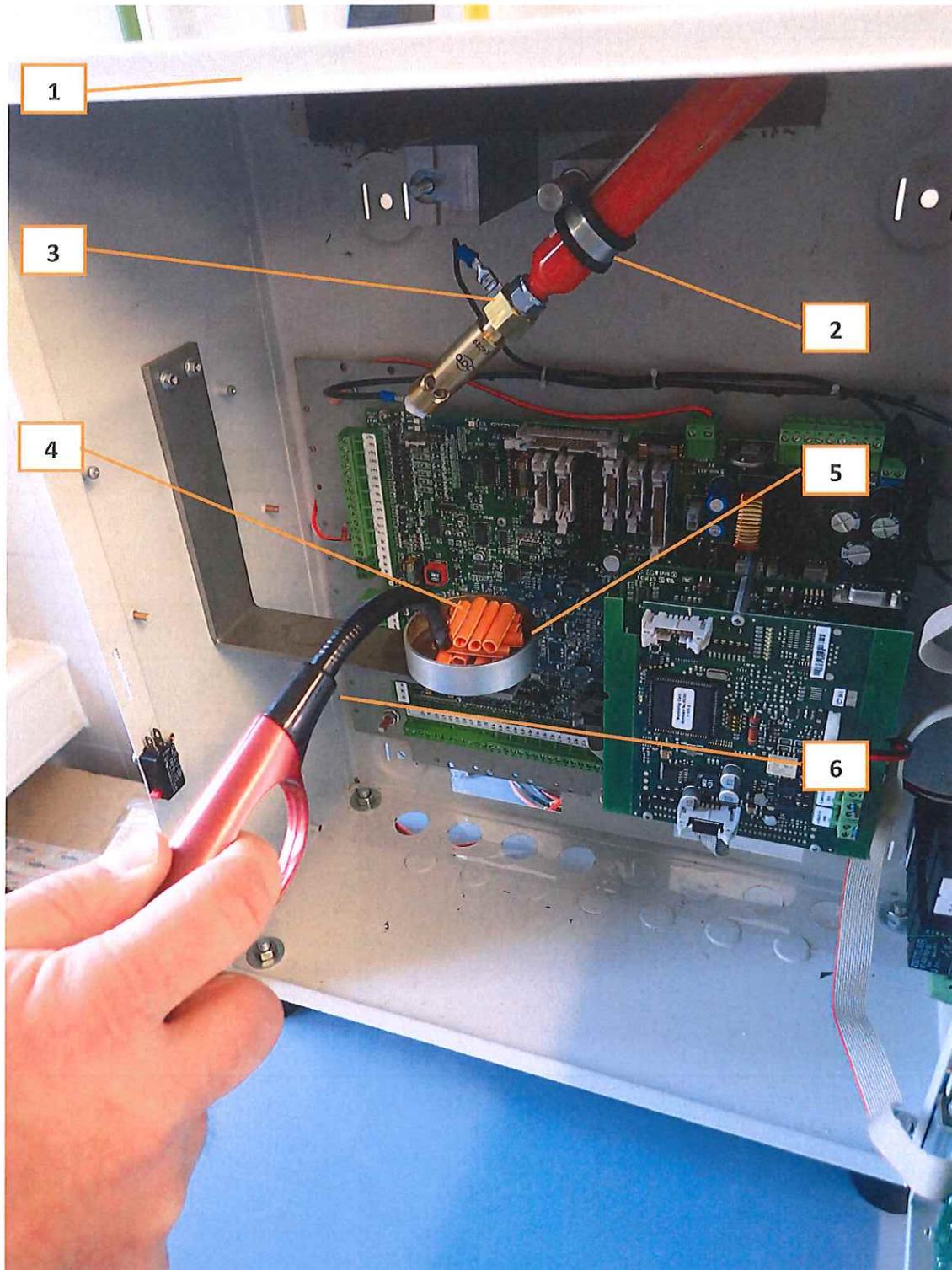


Abb. 6: Versuchsaufbau: (1) BMZ-Gehäuse mit Einbauten, (2) Halterung für Mini-Löschanlage, (3) Mini-Löschanlage AMFE, (4) Brennmaterial Kabelisolierung, (5) Brennteller, (6) Anzündhilfe

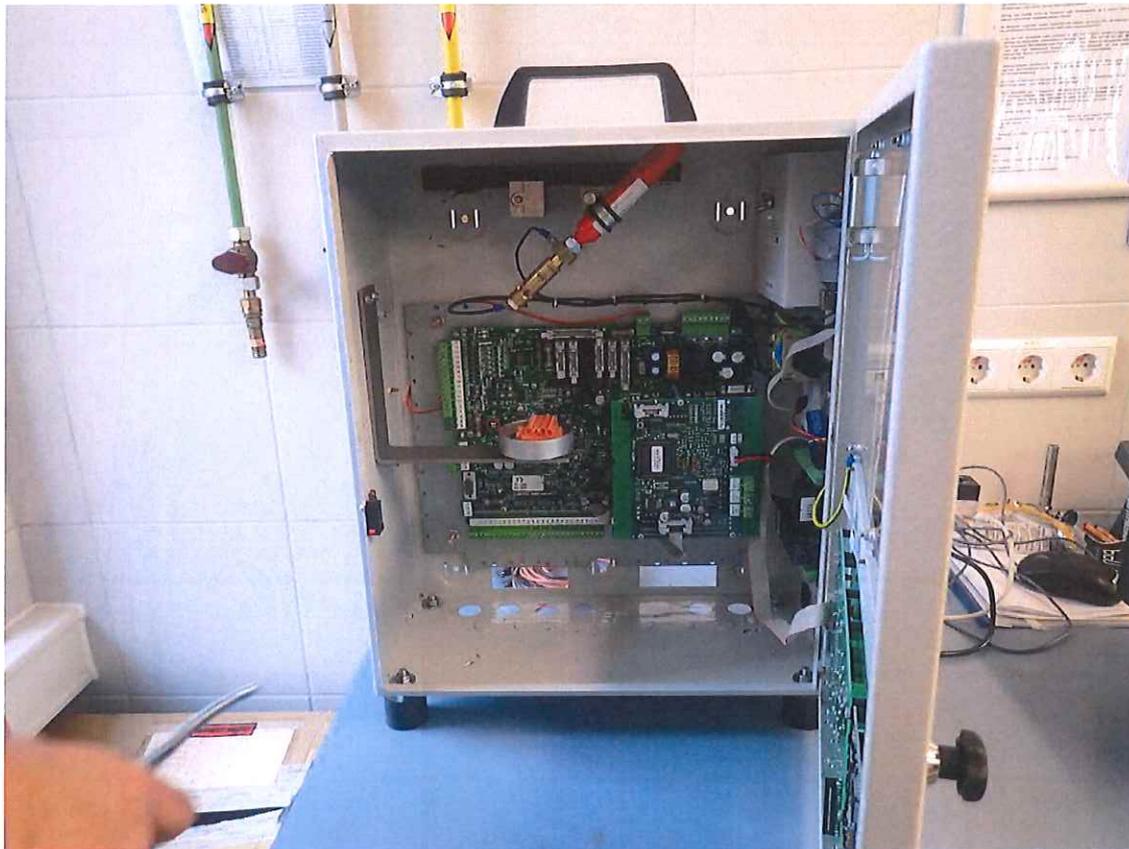


Abb. 7: Inneres des BMZ-Gehäuses mit funktionsbereiter Mini-Löschanlage S-R-AMFE und Brennmaterial (Kabelisolierung) für Test thermische Auslösung (Brennteller mittig unter der Löschanlage)

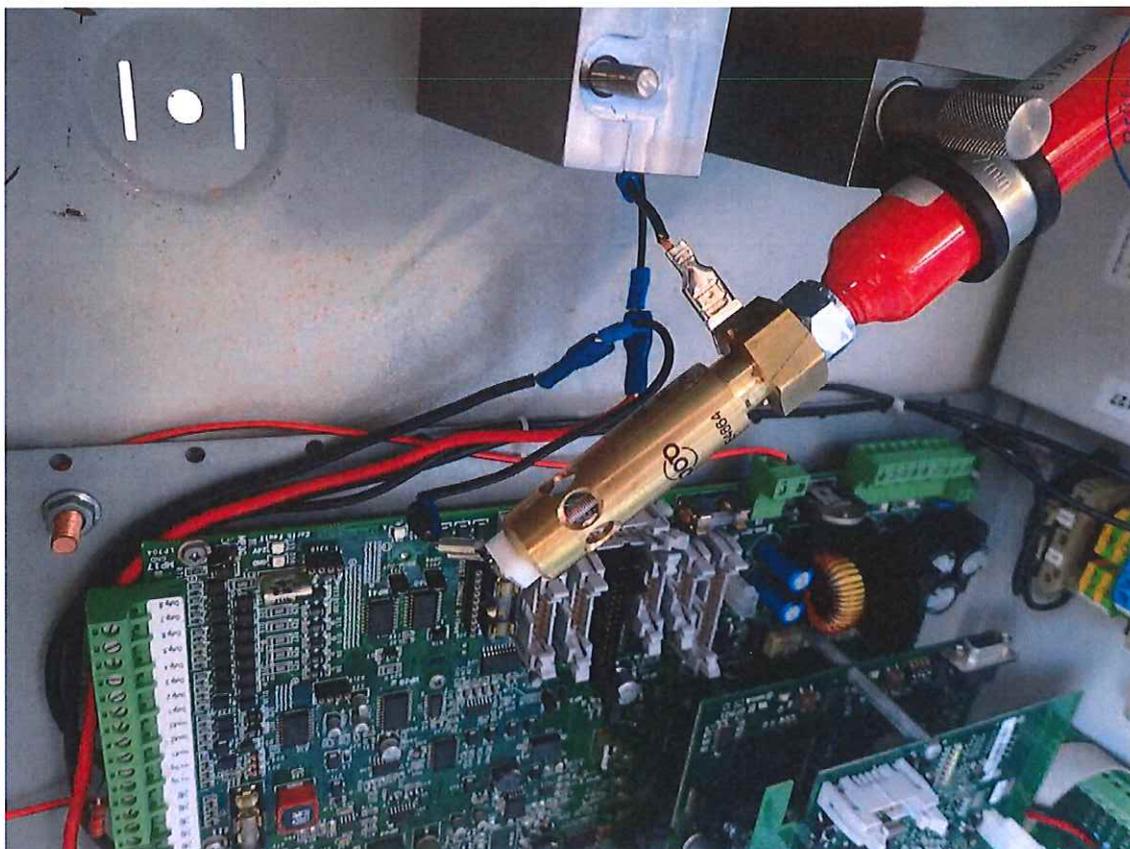


Abb. 8: S-R-AMFE in Funktionslage, elektrische Kontakte für Signalisierung angeschlossen

## 4.2 R-AMFE

Der Versuchsaufbau für die Löschversuche mit der Mini-Löschanlage R-AMFE umfasste folgende Bauteile und Hilfsmittel:

- Gehäuse einer Brandmeldezentrale mit funktionierendem Anzeigetableau (BMZ) als Brandraum in den Abmessungen 42,0 cm x 49,0 cm x 21,0 cm (B x H x T)
- Halterung für die Mini-Löschanlage
- Mini-Löschanlage R-AMFE mit 24 ml 3M™ NOVEC™-Kartusche und aufgeschraubter Auslöseeinrichtung bestehend aus einer thermisch/elektrisch auslösbaren Glasampulle vom Typ R-Type Thermo Bulb (Auslösetemperatur 68 °C) und Schlagbolzen
- Halterung für die Aufnahme der Brennstoffschale
- ca. 8 g Brennmaterial (12 Stück Kabelisolierungen)
- Isopropanol (als Stützfeuer zur gleichmäßigen Entzündung der Kabelisolierungen)
- Anzündhilfe
- Brennschale
- Handtaster mit Überwachung des Stromflusses für elektrische Auslösung der Löschanlage

Das Raumvolumen des Versuchsaufbaus betrug 43 Liter. Der grundsätzliche Versuchsaufbau ist in Abb. 6 und 7 (thermische Auslösung) und Abb. 9 dargestellt (Aufbau wie in wie Abb. 6 und 7, nur ergänzt um die Ausstattung zur elektrischen Auslösung).

Die Untersuchung umfasste zwei Versuchsreihen (thermische Auslösung und elektrische Auslösung) mit ein und demselben Versuchsobjekt.

Der Versuchsablauf wird im Folgenden genauer beschrieben.

Die Versuchsreihen unterschieden sich durch die Art der Auslösung der Mini-Löschanlage. Die erste Versuchsreihe wurde mit thermischer Auslösung, die zweite Versuchsreihe mit elektrischer Auslösung durchgeführt. Als Brennmaterial wurde in allen Versuchen Kabelisolierungen des Typs Draka UC900 SS23 Cat.7S/FTP 2x4P LSHF (Low Smoke Halogen Free) in Stücken a 4 cm Länge eingesetzt.

Der Versuchsplan zur thermischen Auslösung des Systems entspricht exakt dem unter 4.1 beschriebenen Untersuchungsverfahren zur Prüfung des Löschvermögens der Mini-Löschanlage S-AMFE.

Für den Test der elektrischen Auslösung der Löschanlage wurde der Brennstoff seitlich verschoben von der Mini-Löschanlage platziert, so dass keine direkte Aufheizung des R-Type Thermo Bulbs erfolgen konnte. Die elektrische Auslösung wurde durch Betätigen eines Handtasters nach Zünden des Brenntellers und Ablauf der Vorbrennzeit und Verschließen der BMZ gestartet (siehe Abb. 9). Die eigentliche Auslösung = das Bersten des R-Type Thermo Bulbs erfolgte in diesen Versuchen durch das elektrische Aufheizen des Glassfässchens mittels der aufgedruckten leitfähigen Beschichtung, die durch die angelegten Stromfluss von 0,5 A hier die Funktion einer Begleitheizung erfüllte.

Nach dem Schließen der BMZ-Tür wurden das Auslösen der Mini-Löschanlage und die Löschwirkung protokolliert.

Das vollständige Ausströmen des Löschmittels der Mini-Löschanlage definierte das Versuchsende. Anschließend wurde das BMZ-Gehäuse geöffnet, an der Umgebungsluft heruntergekühlt und der nächste Versuchsaufbau vorbereitet.

Der Versuchsablauf wurde handschriftlich in einem Protokoll festgehalten, in welchem wesentliche subjektive Beobachtungen während des Versuches aufgezeichnet wurden. Dazu gehörten u. a. Veränderungen in der Flammenentwicklung (Größe, Farbe, Intensität), Geräuschentwicklung oder sicht- und/oder hörbare Veränderungen am Untersuchungsobjekt während der Brenndauer



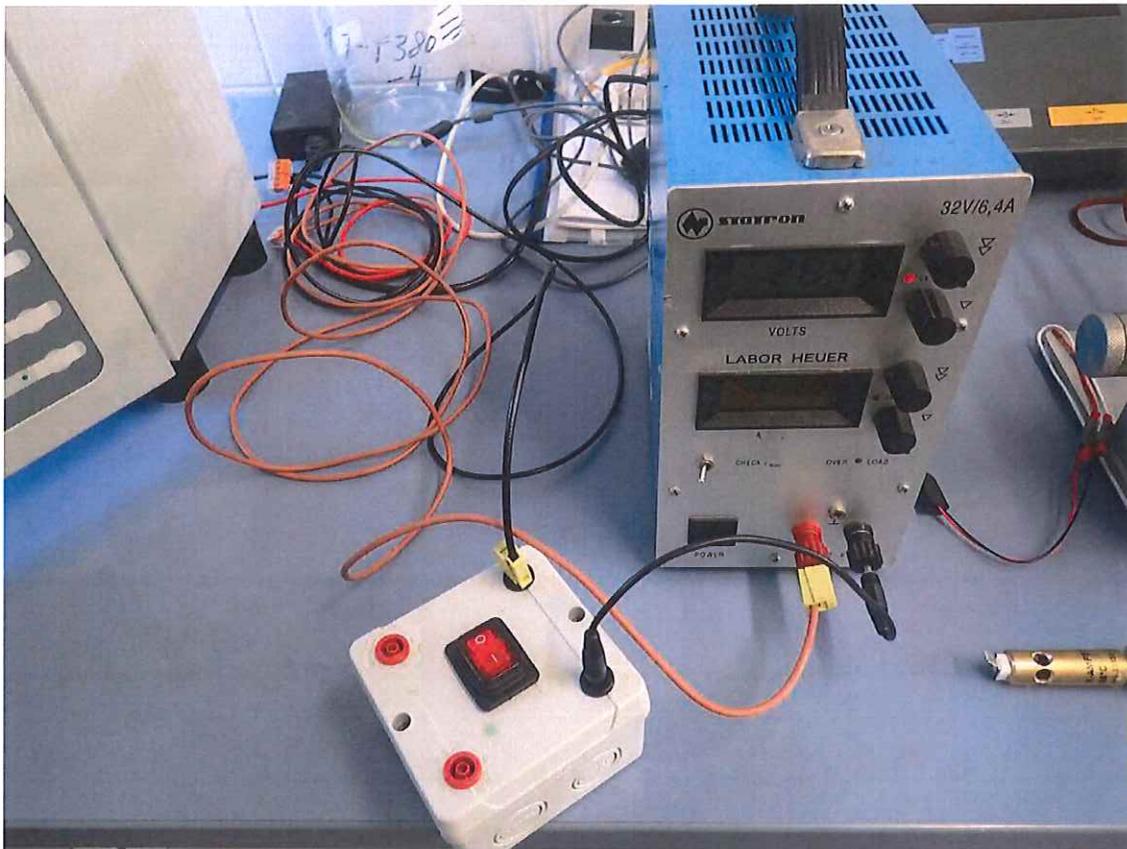


Abb. 9: Test elektrische Auslösung, dazwischengeschaltete elektrische Auslöseeinrichtung

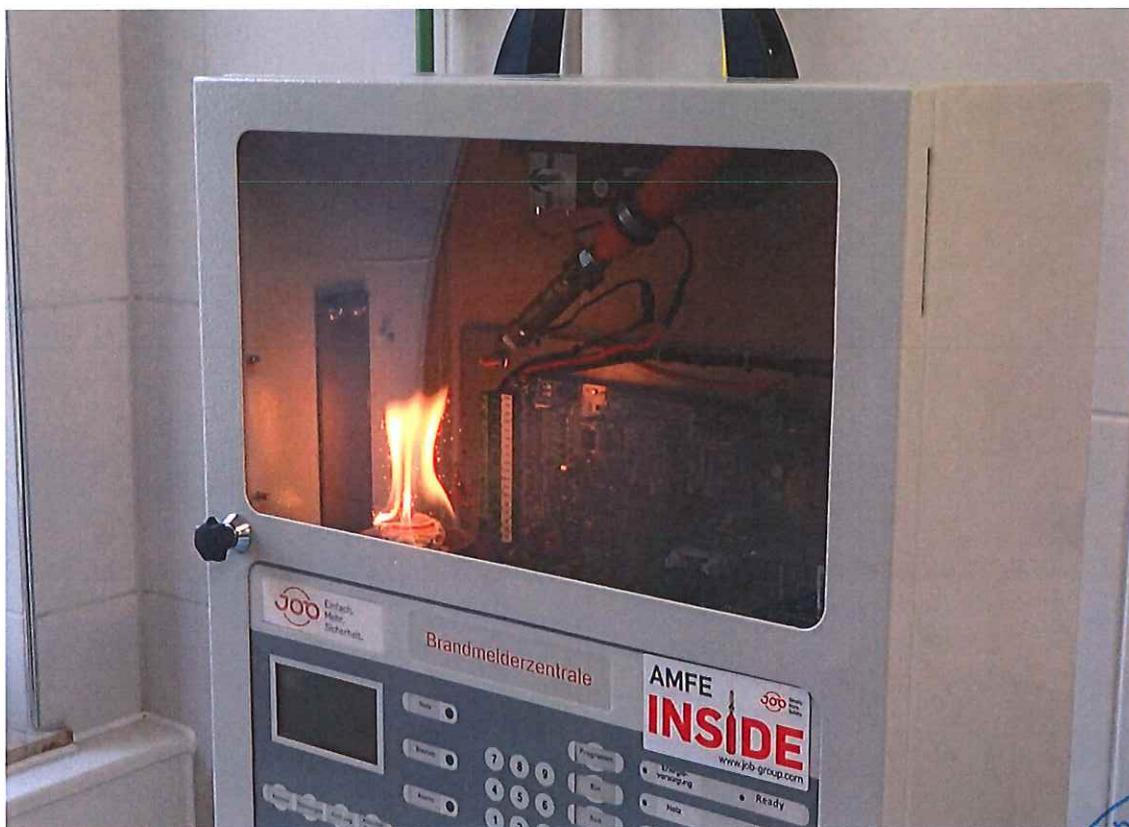


Abb. 10: Test elektrische Auslösung, seitlich verschobener Brennteller



### 4.3 E-Bulb

Der Versuchsaufbau für die Löschversuche umfasste folgende Bauteile und Hilfsmittel:

- Prüfuntergrund aus einer Metallplatte mit montiertem Ampullenhalter,
- EC-Netzteilgehäuse als Prüfgehäuse (14,2 cm x 15,2 cm x 8,7 cm (B x H x T)) mit standardmäßig vorhandenem Netzanschluss und Lüftungsgitter
- Brennteller
- E-Bulb 6 mm x 40 mm
- Brennmaterial
- Anzündhilfe

Das Raumvolumen des Versuchsaufbaus betrug 1,88 Liter. Der Versuchsaufbau ist in Abbildung 11 dargestellt.



Abb. 11: Versuchsaufbau Seitenansicht mit aufgeschichteter Kabelisolierung als Brennmaterial, Ampullenhalterung mit E-Bulb in Ausgangslage außerhalb des Brenntellers; hier: nahezu identischer Versuchsaufbau aus dem Jahr 2013

Die Untersuchung umfasste eine Versuchsreihe mit ein und demselben Versuchsaufbau. Die Versuchsreihe umfasste maximal drei Brandversuche mit den gleichen Mengen brennbaren Materials, von denen zwei Versuche positiv beendet werden mussten. Der dritte Versuch wurde bei zwei aufeinanderfolgenden positiven Testergebnissen nicht mehr durchgeführt. Der Versuchsablauf wird im Folgenden genauer beschrieben.

Als Brennmaterial wurden für die Versuche eingesetzt:

- Kabelisolierung Draka UC900 SS23 Cat.7S/FTP 2x4P LSHF (Low Smoke Halogen Free) in Stücken a 4 cm Länge

Der Versuchsplan sah vor, dass das brennbare Material in vorher festgelegten und abgewogenen Mengen auf dem Brennteller aufgeschichtet wurde. Anschließend wurde die Halterung mit einer Löschampulle bestückt und das brennbare Material mit der Anzündhilfe vollständig entzündet (siehe Abbildung 12 und 13). Eine Lampe vor dem Gehäuse signalisierte optisch den funktionierenden Stromfluss über die Leiterbahnen des E-Bulb. Die Spannungsversorgung erfolgte über eine handelsübliche 9 Volt-Batterie.

Zum Zeitpunkt der Entzündung des Brennmaterials befand sich die Löschampulle am hinteren Anschlagpunkt der horizontal beweglichen Ampullenhalterung in einer Höhe von 10 cm über der Grundplatte des Versuchsaufbaus. Nach Zünden des Brennmaterials und Aufsetzen des Netzteilgehäuses wurde die Ampullenhalterung von Hand in die Funktionsstellung in den Bereich des Brenntellers geschoben. Die vorhandenen Gehäuseöffnungen des EC-Netzteils gewährleisteten eine ausreichende Luftzufuhr und verhinderten so das Verlöschen des Brennmaterials mangels Luftsauerstoff. Ein funktionsfähiger Lüfter war nicht im Gehäuse verbaut. Der Einfluss einer technischen Be- und/oder Entlüftung auf die Löschwirkung der Ampullen im Netzteilgehäuse kann mit diesem Versuchsaufbau nicht beurteilt werden und war nicht Bestandteil der Untersuchungen.

Die Vorbrennzeit betrug bei allen Versuchen einheitlich 15 Sekunden und wurde nach Wegnahme der Zündquelle gestartet. Nach Ablauf der 15 Sekunden Vorbrennzeit wurde das Netzteilgehäuse als Raumabschluss aufgesetzt. (siehe Abb. 14). Die Positionierung der Löschampulle wurde baulich so gewählt, dass die Löschampulle in Funktionsstellung nicht genau mittig über dem Brennteller angeordnet, sondern leicht nach hinten versetzt war (siehe Abb. 12 und 13).

Das Platzen der Löschampulle definierte das Versuchsende. Anschließend wurde das Netzteilgehäuse an der Umgebungsluft gekühlt und der nächste Versuchsaufbau vorbereitet.

Der Versuchsablauf wurde handschriftlich in einem Protokoll festgehalten, in welchem wesentliche subjektive Beobachtungen während des Versuches aufgezeichnet wurden. Dazu gehörten u. a. Veränderungen in der Flammenentwicklung (Größe, Farbe, Intensität), Geräuschentwicklung oder sicht- und/oder hörbare Veränderungen am Untersuchungsobjekt während der Brenndauer.



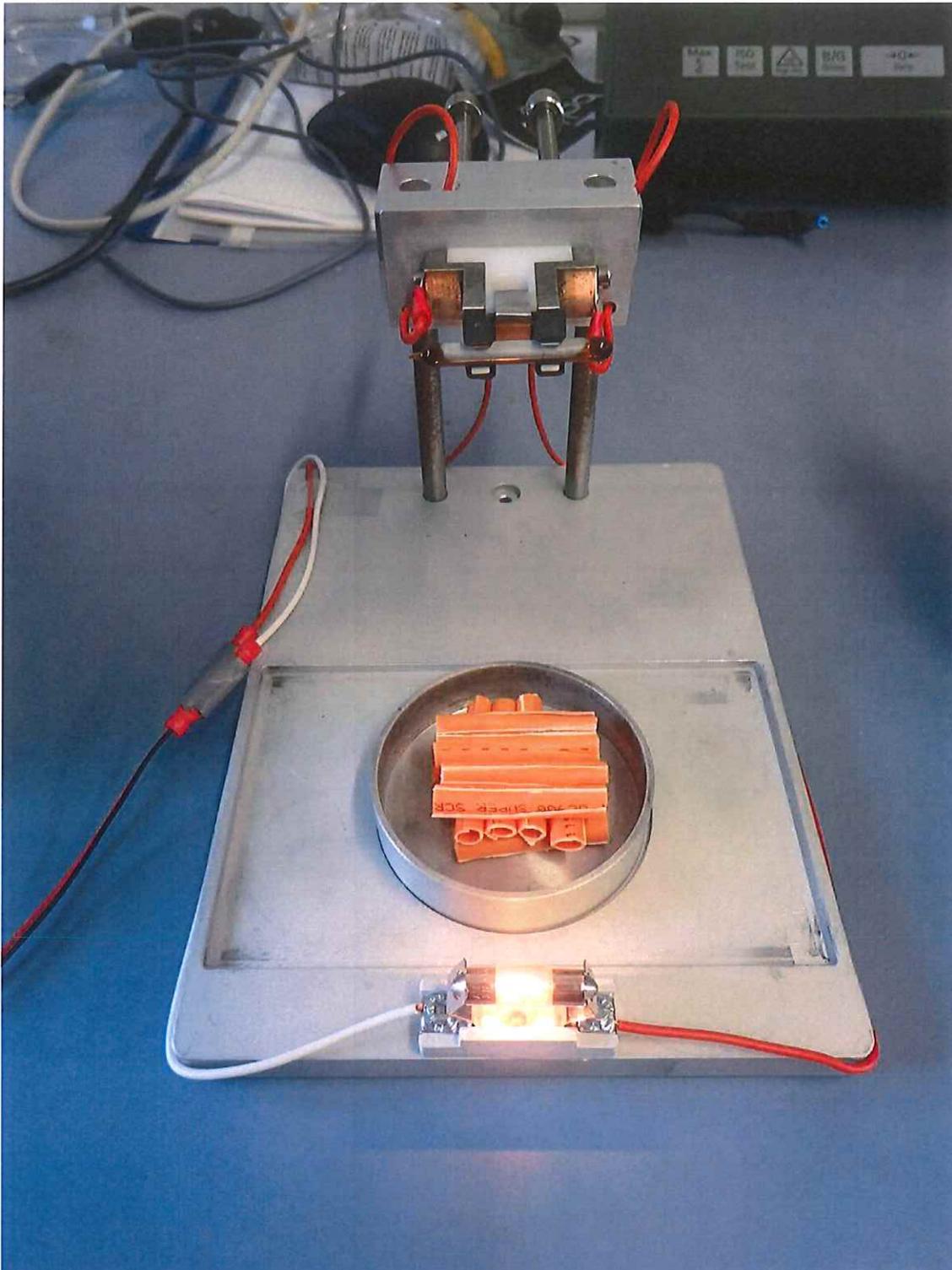


Abb. 12: Versuchsaufbau ohne Gehäuseabdeckung



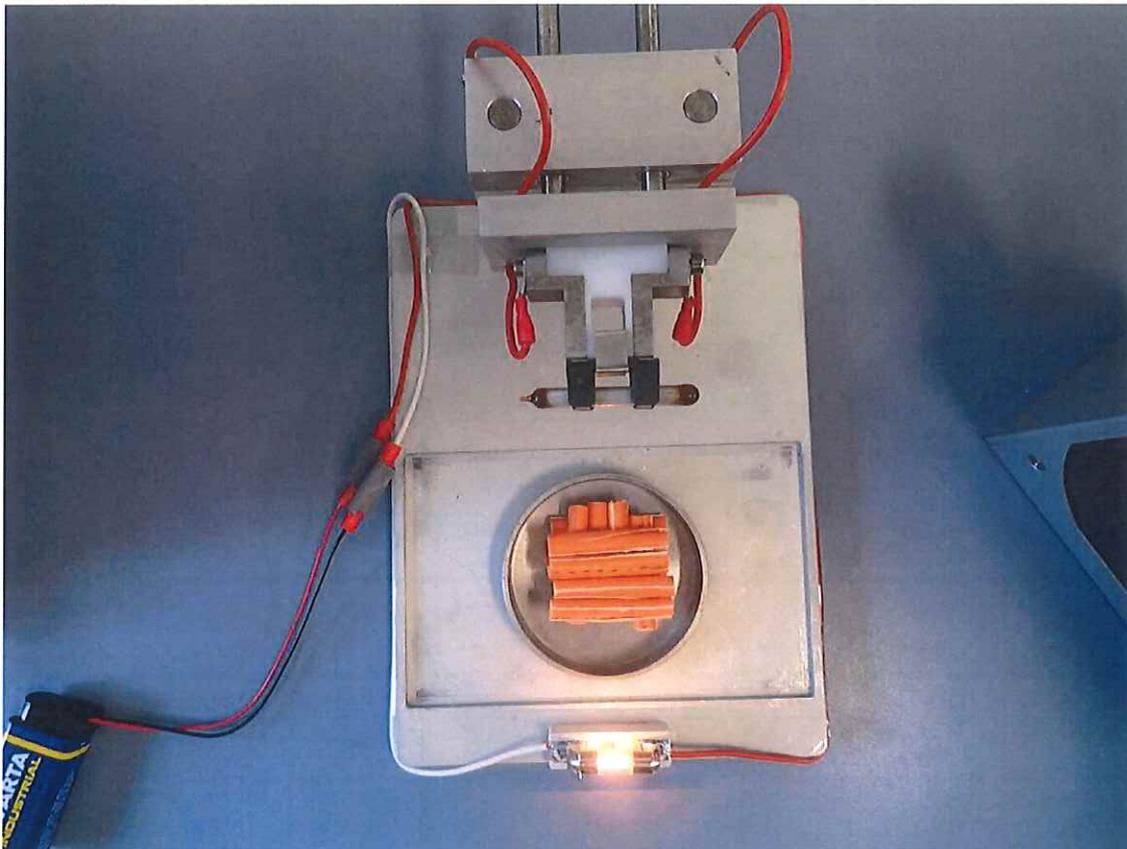


Abb. 13: Versuchsanordnung E-Bulb, Draufsicht mit angeschlossener 9 Volt-Batterie

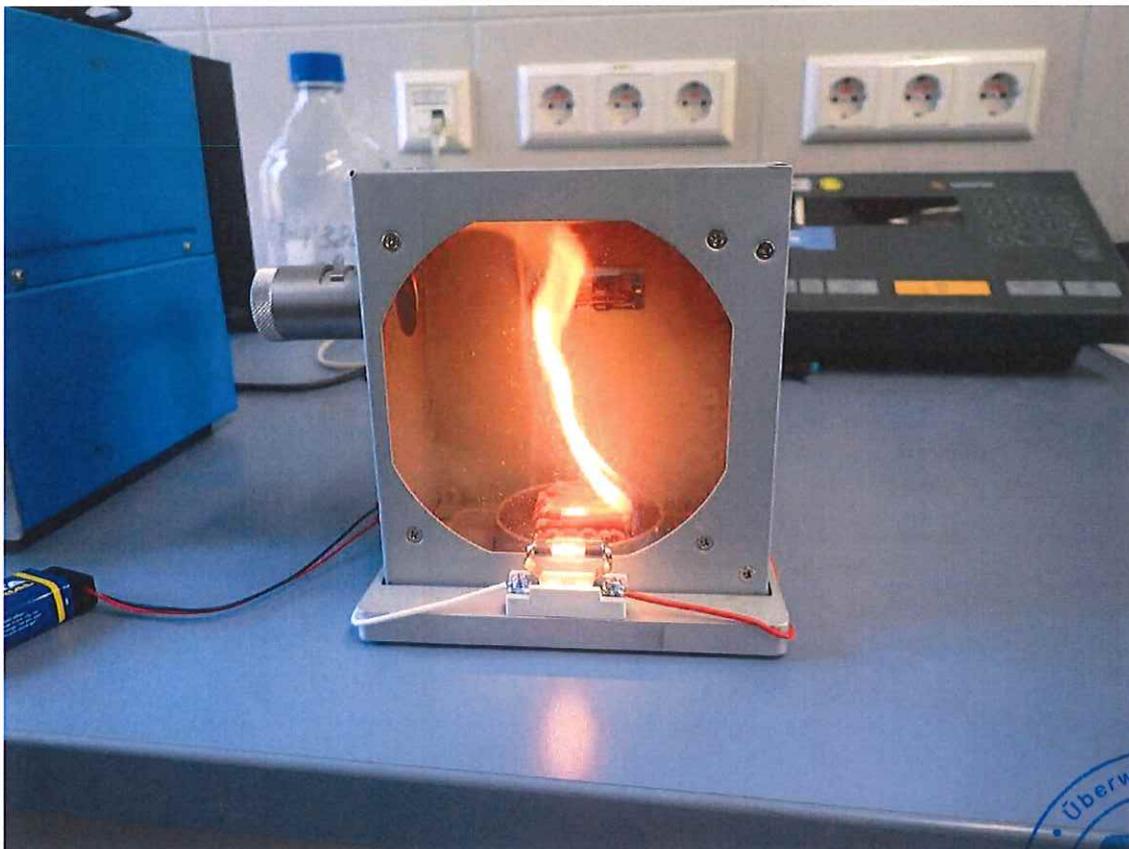


Abb. 14: Versuchsaufbau mit aufgesetzter Gehäuseabdeckung



## 5 Versuchsergebnisse

### 5.1 S- und R-AMFE

Alle in den Brandversuchen eingesetzten S- und R-AMFE Löschanlagen haben im Zuge der thermischen Auslösung bestimmungsgemäß funktioniert und das brennende Material gelöscht. Der Löschvorgang – ausgelöst nur durch das thermisch provozierte Bersten der S- und R-Type Thermo Bulbs – ging mit einem gut hör- und sichtbaren Austritt des Löschmittels einher.

Das Löschen beim Test der thermischen Auslösung setzte wenige Sekunden nach Beflammung der Mini-Löschanlage mit dem Bersten der auslösenden Glasampulle und Austritt des Löschmittels ohne messbare Zeitverzögerung ein. Eine zeitliche Erfassung der Dauer des Löschvorgangs vom Bersten der auslösenden Glasampulle bis zum Verlöschen des Feuers konnte mit vertretbarem Aufwand nicht durchgeführt werden und war nicht Gegenstand der Untersuchungen (siehe Tab. 1).

Das Löschen beim Test der elektrischen Auslösung setzte wenige Sekunden nach Betätigung des Auslösetasters der Mini-Löschanlage mit dem Bersten der auslösenden Glasampulle und ohne messbare Zeitverzögerung ein. Eine zeitliche Erfassung der Dauer des Löschvorgangs vom Bersten der auslösenden Glasampulle bis zum Verlöschen des Feuers konnte mit vertretbarem Aufwand nicht durchgeführt werden und war nicht Gegenstand der Untersuchungen (siehe Tab. 2).

Ein Verlöschen des Testfeuers mangels Masse oder mangels Luftsauerstoff wurde bei keinem Versuch festgestellt. Es befand sich nach Löschen des Testfeuers bei jedem Versuch noch ausreichend brennbares Material im Brennteller. Der Sauerstoffgehalt der Umgebung betrug 21 Vol.-%. Die bauliche Gestaltung des BMZ-Gehäuses Öffnungen in der Gehäuserückwand) garantierte zudem eine ausreichend Luftzufuhr.

Tab 1: Versuchsreihe 1 – thermische Auslösung über Beflammung

Versuch Nr.	Gewicht Brennmaterial in g	Vorbrennzeit in s	Bemerkungen
1 S-AMFE	ca. 8	15	Statusanzeige LED Grün = „Ready“ gewechselt zu LED Rot = „Released“ und LED Gelb = „Calling Fire & Resc“
2 R-AMFE	ca. 8	15	Statusanzeige LED Grün = „Ready“ gewechselt zu LED Rot = „Released“ und LED Gelb = „Calling Fire & Resc“
3	--	--	Nicht notwendig, 2 Tests positiv

Tab. 2: Versuchsreihe 2 – elektrische Auslösung über Auslösetaster

Versuch Nr.	Gewicht Brennmaterial in g	Vorbrennzeit in s	Bemerkungen
1 R-AMFE	ca. 8	15	Auslösezeit 10 s bis Bersten der Glasampulle Statusanzeige LED Grün = „Ready“ wechselt zu LED Rot = „Released“ und LED Gelb = „Calling Fire & Resc“
2 R-AMFE	ca. 8	15	Auslösezeit 10 s bis Bersten der Glasampulle Statusanzeige LED Grün = „Ready“ wechselt zu LED Rot = „Released“ und LED Gelb = „Calling Fire & Resc“
3	--	--	Nicht notwendig, 2 Tests positiv



Bei keinem Versuch fand nach Öffnen der Versuchsanordnung eine Rückzündung des Brennmaterials statt. Das Brennmaterial wurde vollständig gelöscht, es wurden keine Glutnester festgestellt.

## 5.2 E-Bulbs

Alle in den Brandversuchen eingesetzten E-Bulbs haben im Zuge der Beflammung ausgelöst. Das brennende Material wurde in allen Versuchen erfolgreich gelöscht. Der Löschvorgang – ausgelöst durch das Platzen der Löschampulle – ging mit einem deutlich hörbaren Bersten der Glasampulle einher (kurzer Knall). Der Stromfluss wurde unterbrochen, die optische Signalisierung erlosch mit Auslösung des E-Bulbs.

Die Löschwirkung setzte mit dem Platzen der Löschampulle sofort und ohne Zeitverzögerung ein. Eine zeitliche Erfassung der Dauer des Löschvorgangs vom Platzen der Ampulle bis zum Verlöschen des Feuers konnte mit vertretbarem Aufwand nicht durchgeführt werden (siehe Tab. 3).

Ein Verlöschen des Testfeuers mangels Masse oder mangels Luftsauerstoff wurde bei keinem Versuch festgestellt. Es befand sich nach Löschen des Testfeuers bei jedem Versuch noch ausreichend brennbares Material im Brennteller. Der Sauerstoffgehalt der Umgebung betrug 21 Vol.-%. Die bauliche Gestaltung des EC-Netzteils garantierte eine ausreichend Luftzufuhr.

Tab. 3: Versuchsreihe 3 – thermische Auslösung E-Bulb über Beflammung

Versuch Nr.	Gewicht Brennmaterial in g	Vorbrennzeit in s	Bemerkungen
1	ca. 8	15	Feuer durch berstenden E-Bulb und Freisetzung des Löschmittels gelöscht, Signallampe aus
2	ca. 8	15	Feuer durch berstenden E-Bulb und Freisetzung des Löschmittels gelöscht, Signallampe aus
3	--	--	Nicht notwendig, 2 Tests positiv

Bei keinem Versuch fand nach Öffnen der Versuchsanordnung eine Rückzündung des Brennmaterials statt. Das Brennmaterial wurde vollständig gelöscht, es wurden keine Glutnester festgestellt.



## 6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Der vereinbarte Versuchsablauf sah vor, die Mini-Löschanlagen S- und R-AMFE sowie E-Bulbs in einem definierten Raumvolumen mit Brandlasten zu beanspruchen. Dazu wurde für die Mini-Löschanlagen das Gehäuse einer Brandmeldezentrale verwendet und ein spezieller Versuchsaufbau konstruiert, für den Test der E-Bulbs ein herkömmliches Netzteilgehäuse.

Die Brandlast wurde durch Kabelisolierungen simuliert, welche unter Zuhilfenahme von Isopropanol von Hand gezündet wurden. Die Vorbrennzeit des Brennmaterials betrug einheitlich 15 Sekunden. Die Testreihen umfassten maximal drei Versuche mit einheitlichem Brennmaterial. Nach zwei aufeinanderfolgenden positiven Testergebnissen wurde die Versuchsreihe beendet und auf einen dritten Versuch verzichtet.

Für die thermische Auslösung der Mini-Löschanlage AMFE wurde jeweils ein S-Type und ein R-Type Thermo Bulb getestet. Nach Ablauf der Vorbrennzeit wurde die Brandlast unter die Mini-Löschanlage in den Brandbereich eingeschoben und der Brandeinwirkung bis zum Bersten der thermisch auslösenden Glasampulle (Auslösetemperatur 68 °C) ausgesetzt. Die verwendeten Löschmittelpatronen, gefüllt mit 3M™ Novec™ haben bei jedem Versuch ausgelöst und das Testfeuer gelöscht. Eine Rückzündung fand nicht statt.

Für die elektrische Auslösung der Mini-Löschanlage AMFE wurden ausschließlich R-Type Thermo Bulbs getestet. Nach Ablauf der Vorbrennzeit wurde die Mini-Löschanlage elektrisch gestartet und das Bersten der elektrisch aufgeheizten Glasampulle (Auslösetemperatur 68 °C) protokolliert. Die verwendeten Löschmittelpatronen, gefüllt mit 3M™ Novec™ haben bei jedem Versuch ausgelöst und das Testfeuer gelöscht. Eine Rückzündung fand nicht statt.

Die thermische Auslösung der E-Bulbs wurde durch Verbrennung einer definierten Brandlast bis zum Bersten der thermisch auslösenden Glasampulle (Auslösetemperatur 68 °C) getestet. Die verwendeten E-Bulbs, gefüllt mit 3M™ Novec™ haben bei jedem Versuch ausgelöst und das Testfeuer gelöscht. Die angestrebte optische Signalisierung hat funktioniert. Mit dem Bersten des E-Bulbs verlosch in jedem versuch die Signallampe als optisches Kennzeichen der Unterbrechung des Stromflusses. Eine Rückzündung fand nicht statt.

Unter den gegebenen Bedingungen der Versuchsanordnung sind die getesteten S- und R-AMFE Mini-Löschanlagen in der Lage entstehende selbsttätig kleine Feuer zu erkennen und zu löschen. Dabei ist durch die neue Funktionalität der getesteten S- und R-Type Thermo Bulbs auch eine Signalisierung der Branderkennung bis hin zu einer Alarmierung möglich. Zudem können die R-Type Thermo Bulbs durch Anlegen eines geeigneten Auslösestromflusses elektrisch ausgelöst werden.

Unter den gegebenen Bedingungen der Versuchsanordnung sind die getesteten E-Bulbs in der Lage entstehende kleine Feuer zu löschen. Eine Unterbrechung des Stromflusses wurde nachgewiesen.

Der Einfluss einer technischen Be- und/oder Entlüftung auf die Löschwirkung konnte mit den gewählten Versuchsaufbauten nicht beurteilt werden und war auch nicht Gegenstand der Untersuchungen.

Laut Herstellerangaben kann die Menge des zur Verfügung stehenden Löschmittels nach Bedarf angepasst werden. Hinsichtlich der Variation der Auslösetemperatur (von 57 °C bis 320 °C) sowie der Auslösegeschwindigkeit (z. B. ESFR-Glasampullen, d. h. early suppression fast response-Glasampullen) stehen zahlreiche im Markt bereits erprobte Glasampullen zur Verfügung. Diese waren jedoch nicht Gegenstand der Untersuchung.



## 7 Allgemeine Hinweise:

Für die Untersuchungen wurden nur die in diesem Bericht angegebenen Einrichtungen und Materialien verwendet.

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Muster.

Der Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung der MPA Dresden GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Eine Weitergabe des kompletten Untersuchungsberichts zum Zweck des Nachweises der Funktionsfähigkeit des getesteten Produkts gegenüber Kunden ist zulässig.

Veröffentlichungen von Berichten und Hinweise auf Untersuchungen zu Werbezwecken bedürfen in jedem Einzelfall der schriftlichen Einwilligung der MPA Dresden GmbH.

Jede Seite dieses Berichtes ist mit dem Stempel der MPA Dresden GmbH versehen.

18. Januar 2019



Dipl.-Forsting. Holger Romberg  
Leiter der Prüfstelle



Anhang: Fotodokumentation



Abb. 15: Steuer- und Auslöseeinheit der Mini-Löschanlage S-AMFE mit S-Type Thermo Bulb (lineare Leiterbahnen) und ohne Löschmittelpatrone

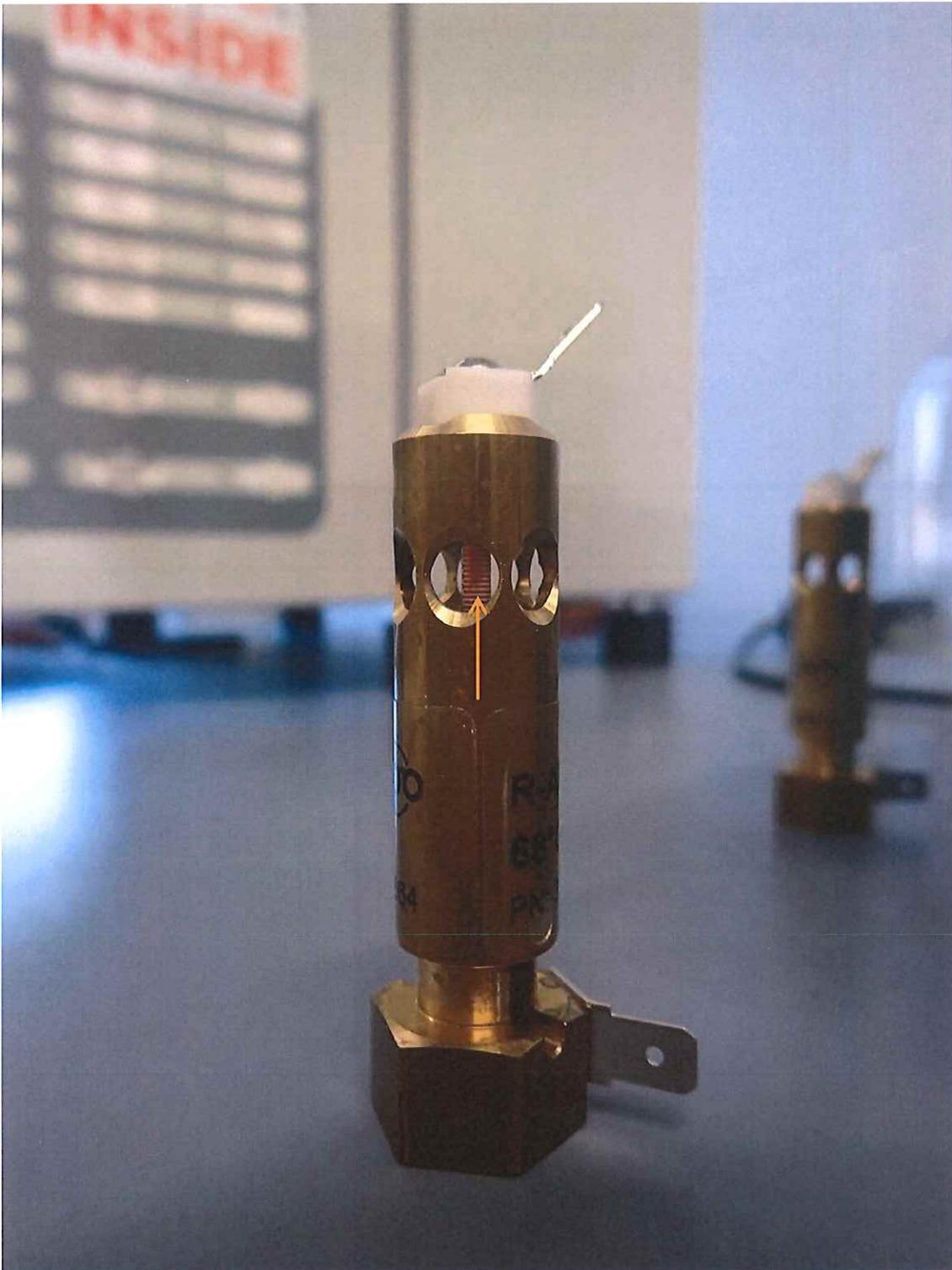


Abb. 16: Steuer- und Auslöseeinheit der Mini-Löschanlage R-AMFE mit R-Type Thermo Bulb, gut erkennbar die mäanderförmigen Leiterbahnen auf dem R-Type Thermo Bulb (siehe Pfeil)

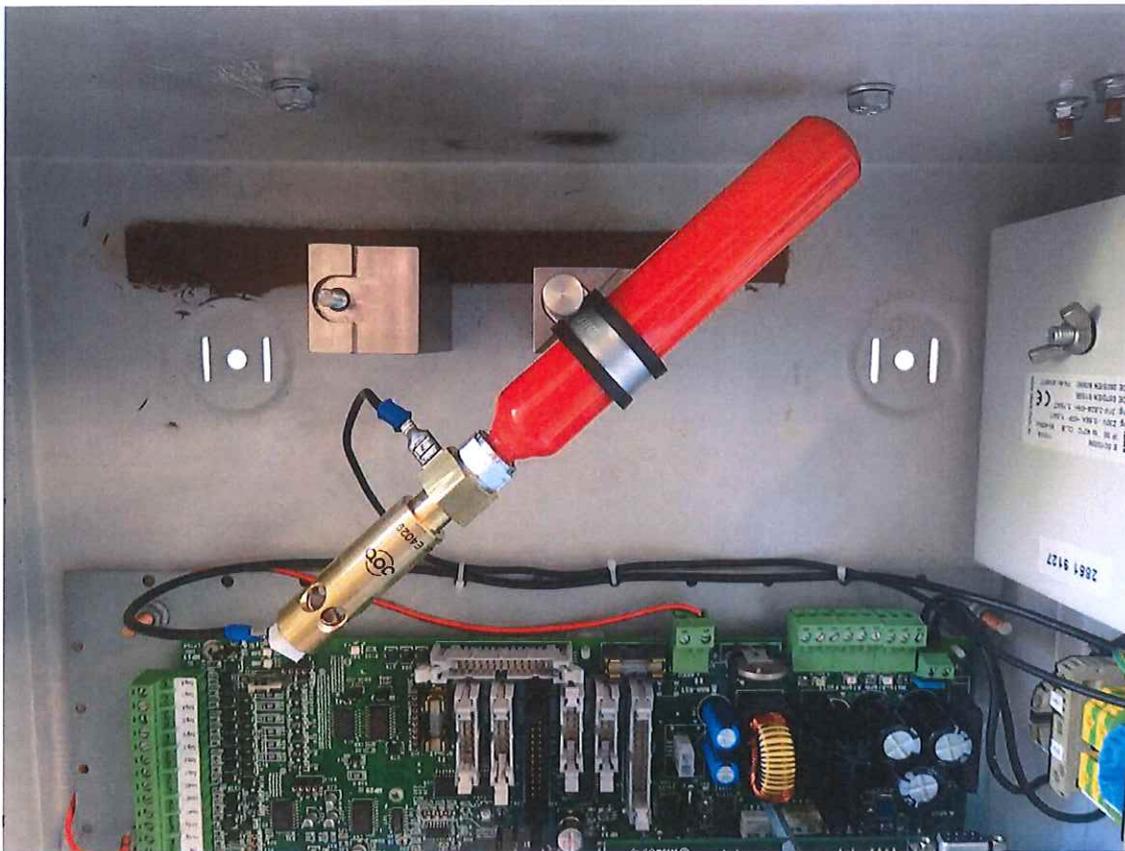


Abb. 17: Anordnung der AMFE-Mini-Löschanlage in der BMZ (für alle Versuche einheitlich)

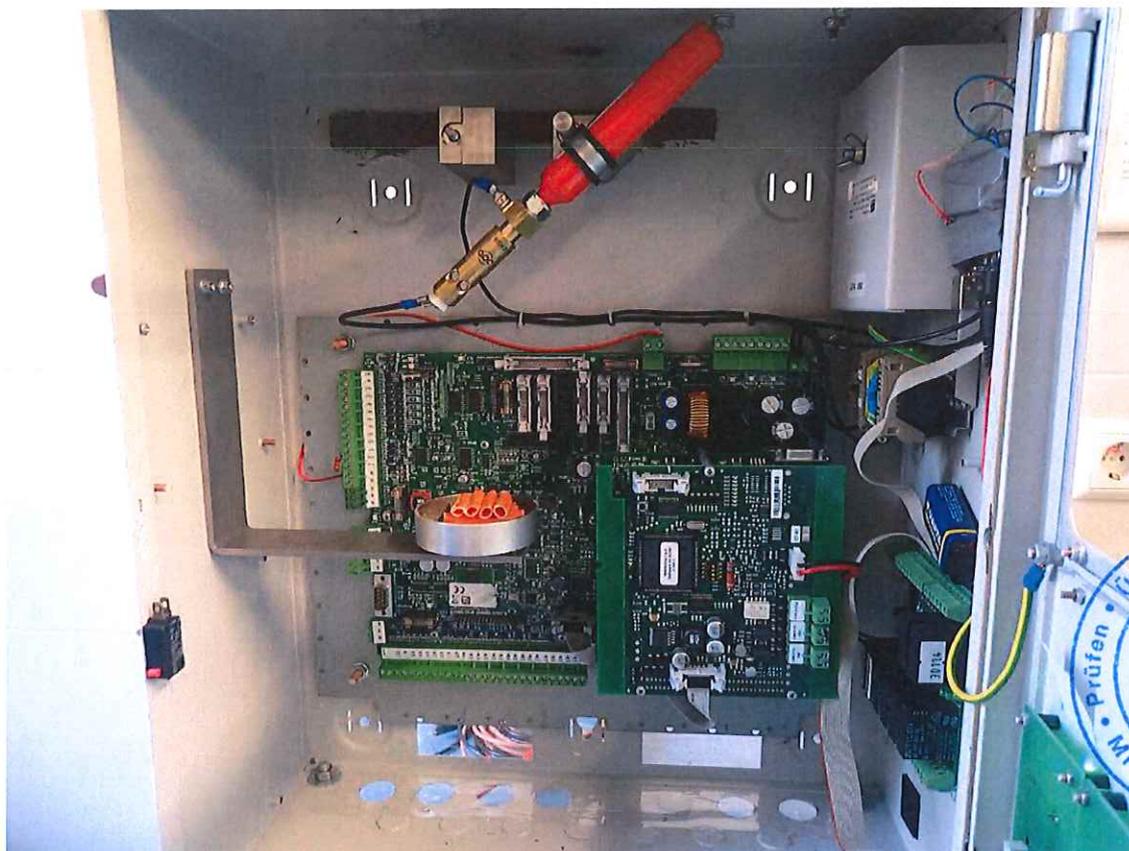


Abb. 18: Versuchsaufbau thermische Auslösung unmittelbar vor der Zündung des Brennstoffes

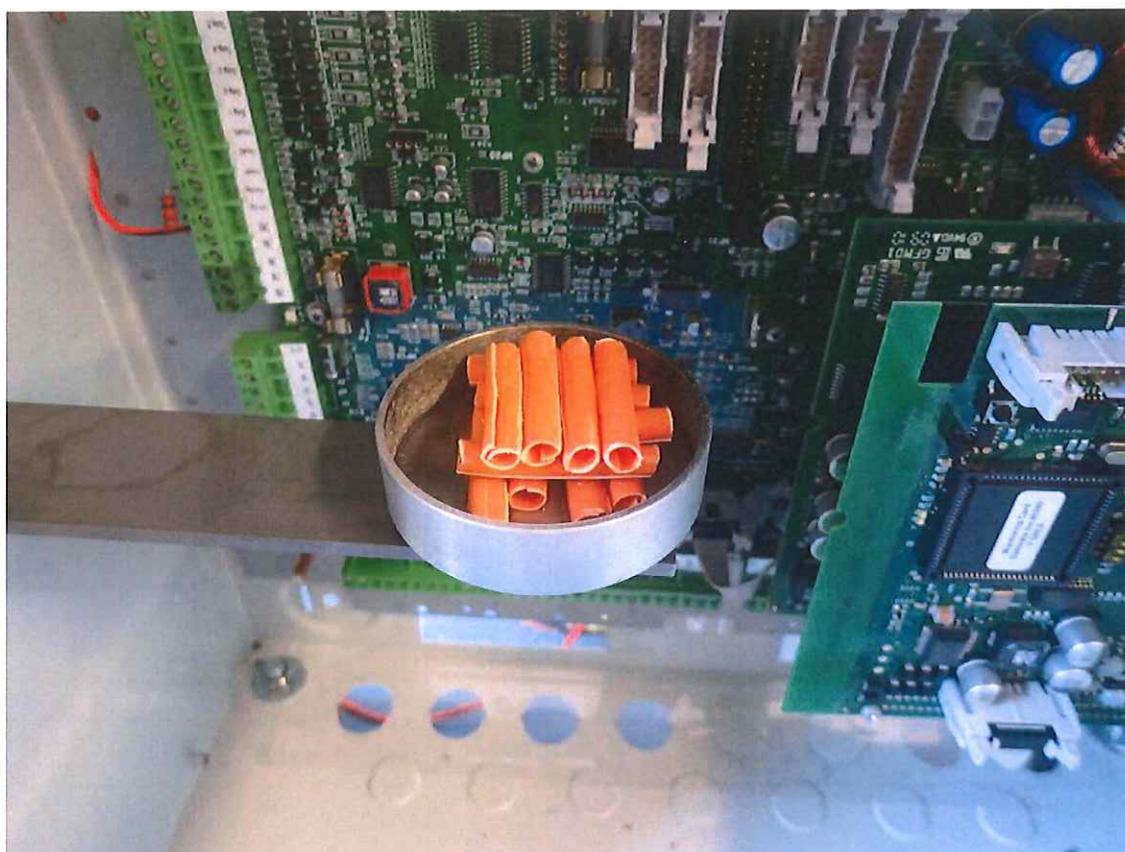


Abb. 19: eingebrachte Brandlast = 12 St. Kabelisolierung des Typs Draka UC900 SS23 Cat.7S/FTP 2x4P LSHF (Low Smoke Halogen Free) a 4 cm Länge

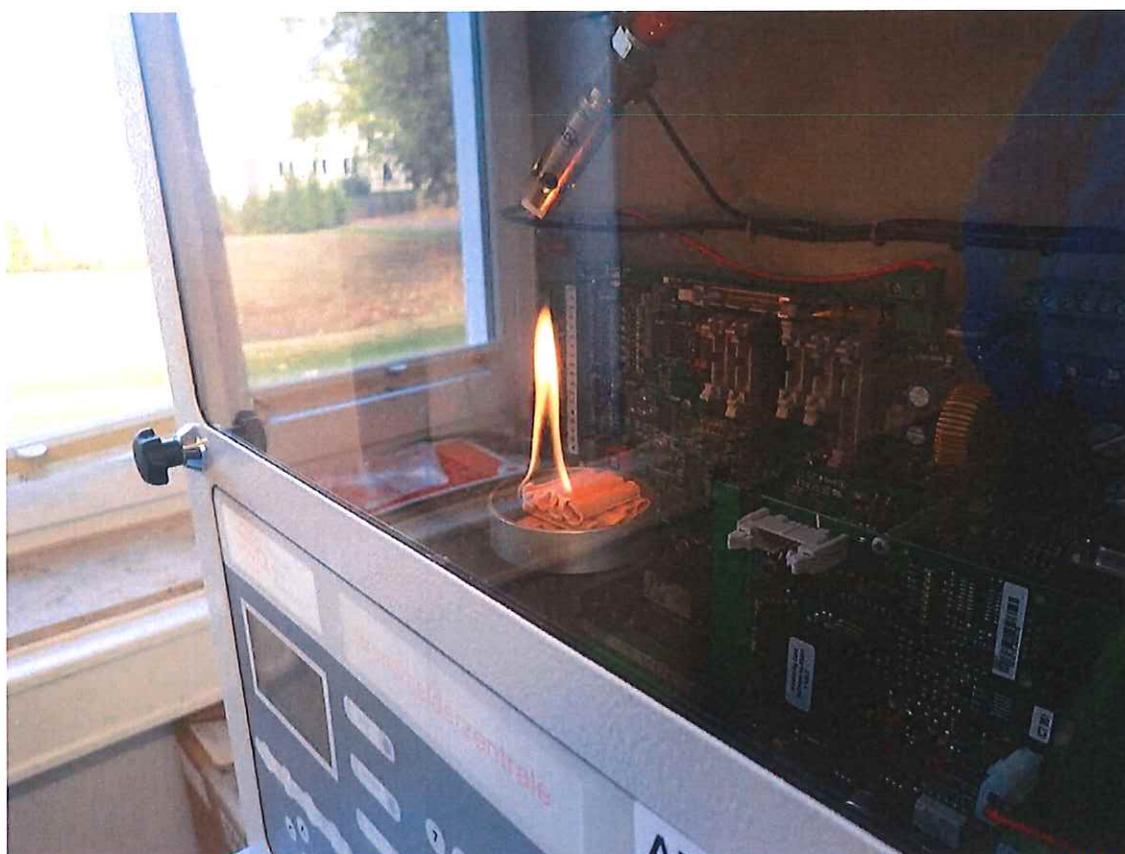


Abb. 20: Während des Versuchs, Versuchsreihe thermische Auslösung

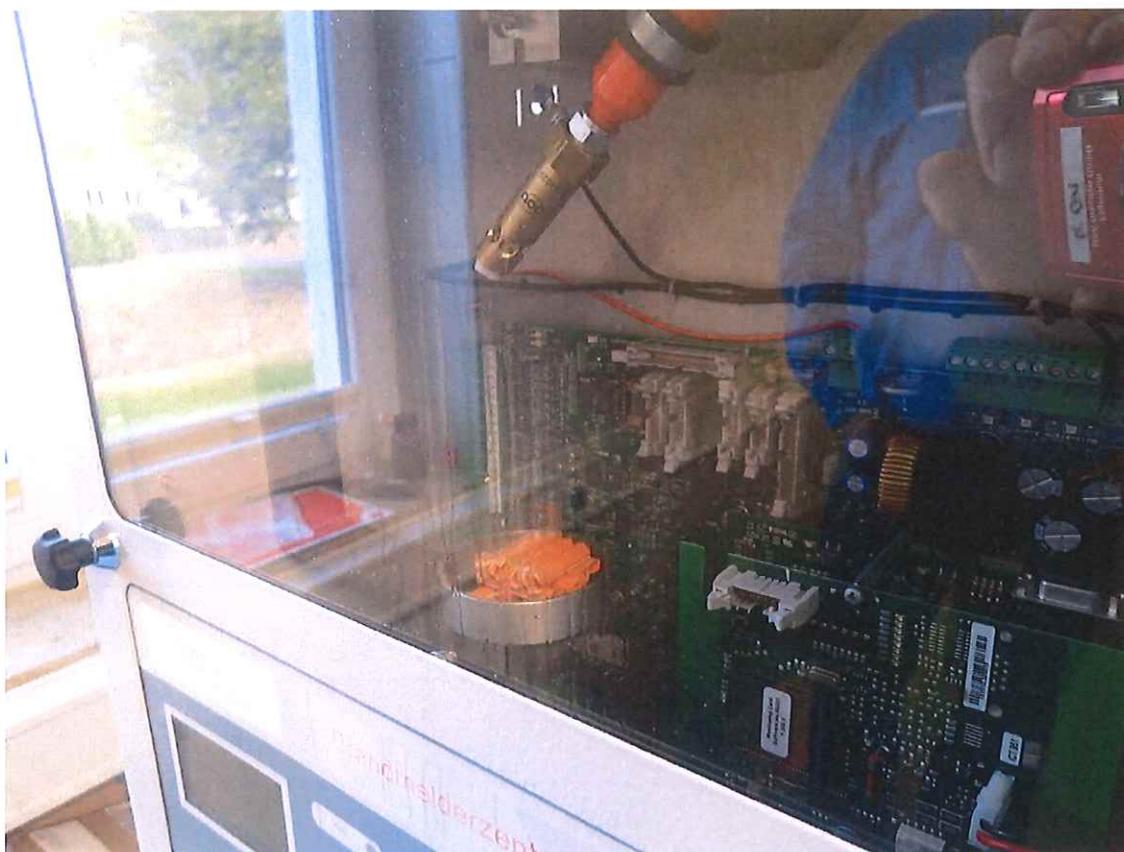


Abb. 21: Anlage hat ausgelöst und gelöscht, gut erkennbar die Flüssigkeitsspuren des Löschmittels an der Sichtscheibe der BMZ

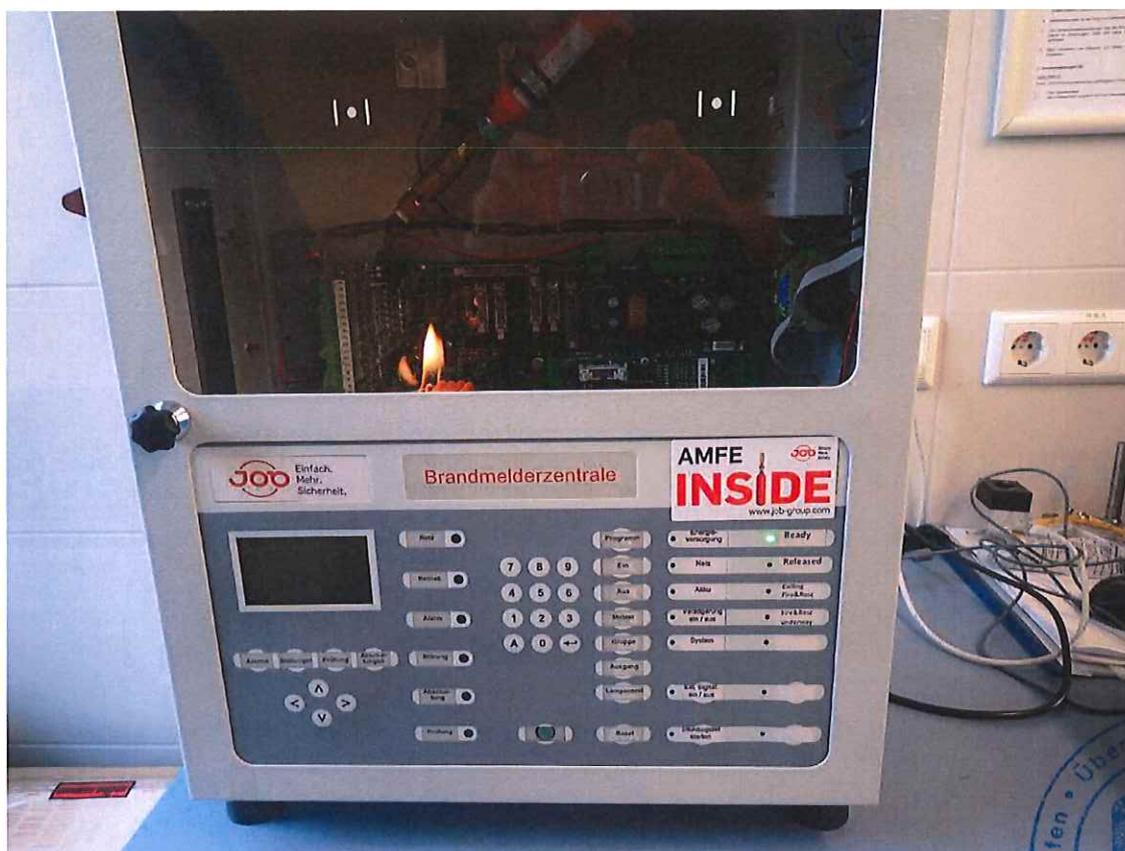


Abb. 22: BMZ mit Statusanzeige „Betriebsbereit“ zu Versuchsbeginn



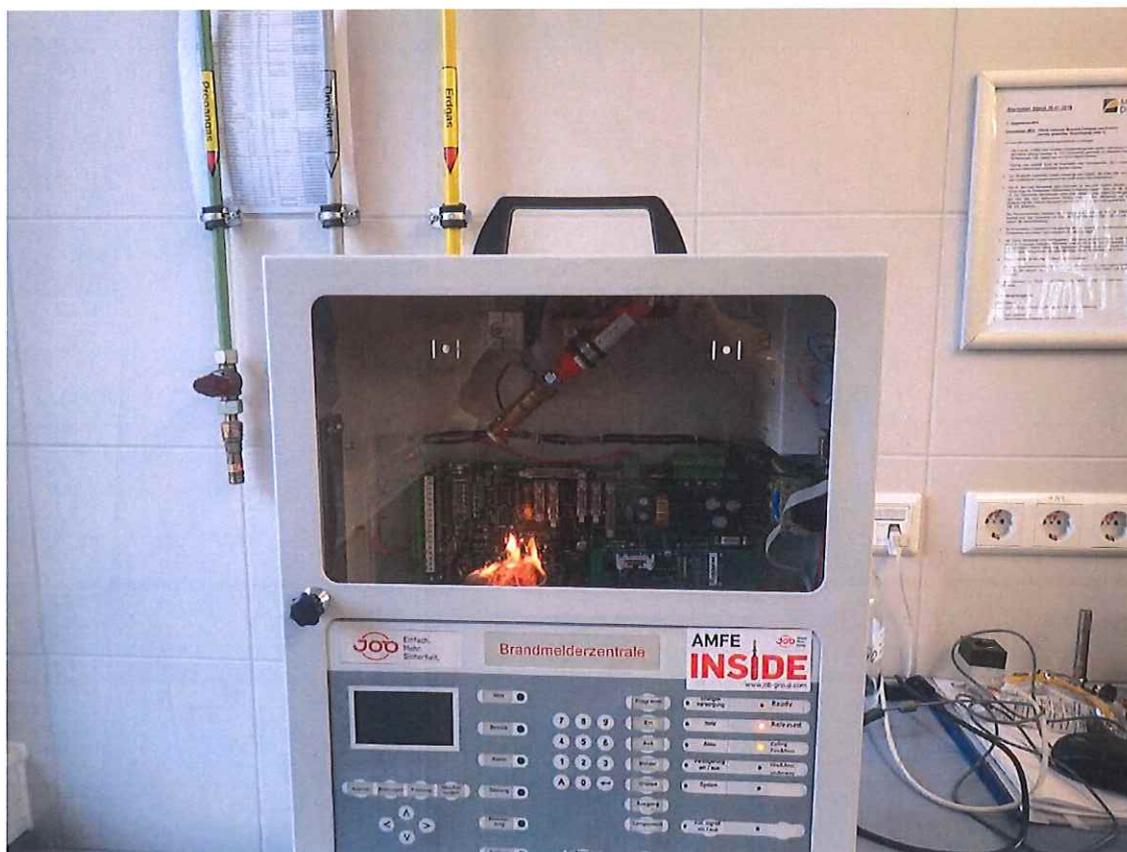


Abb. 23: Mini-Löschanlage S-R-AMFE hat ausgelöst, Statusanzeige von „Betriebsbereit“ in „Ausgelöst“ gewechselt

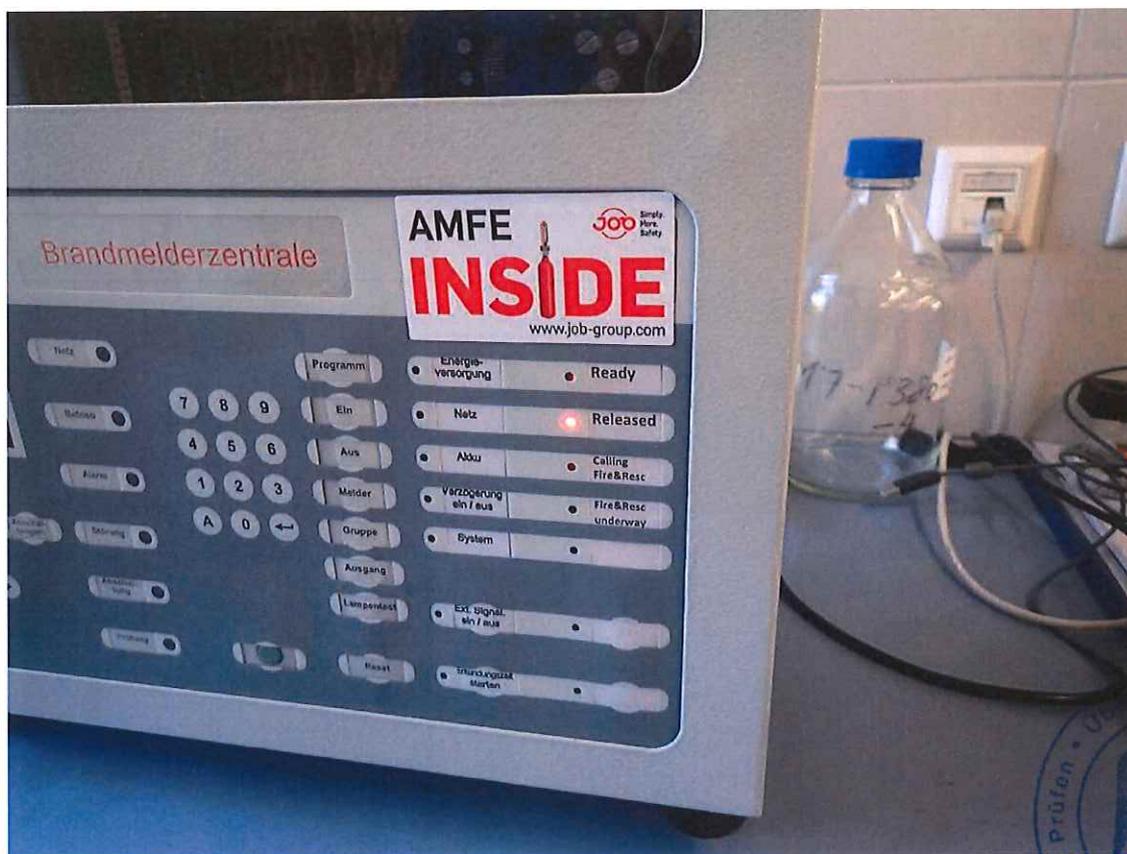


Abb. 24: Statusmeldung „Ausgelöst“





Abb. 25: S-R-AMFE Steuer- und Auslöseeinheit nach Auslösung, Thermo Bulb ist zerborsten



Abb. 26: S-R-AMFE Steuer- und Auslöseeinheit vor und nach Auslösung



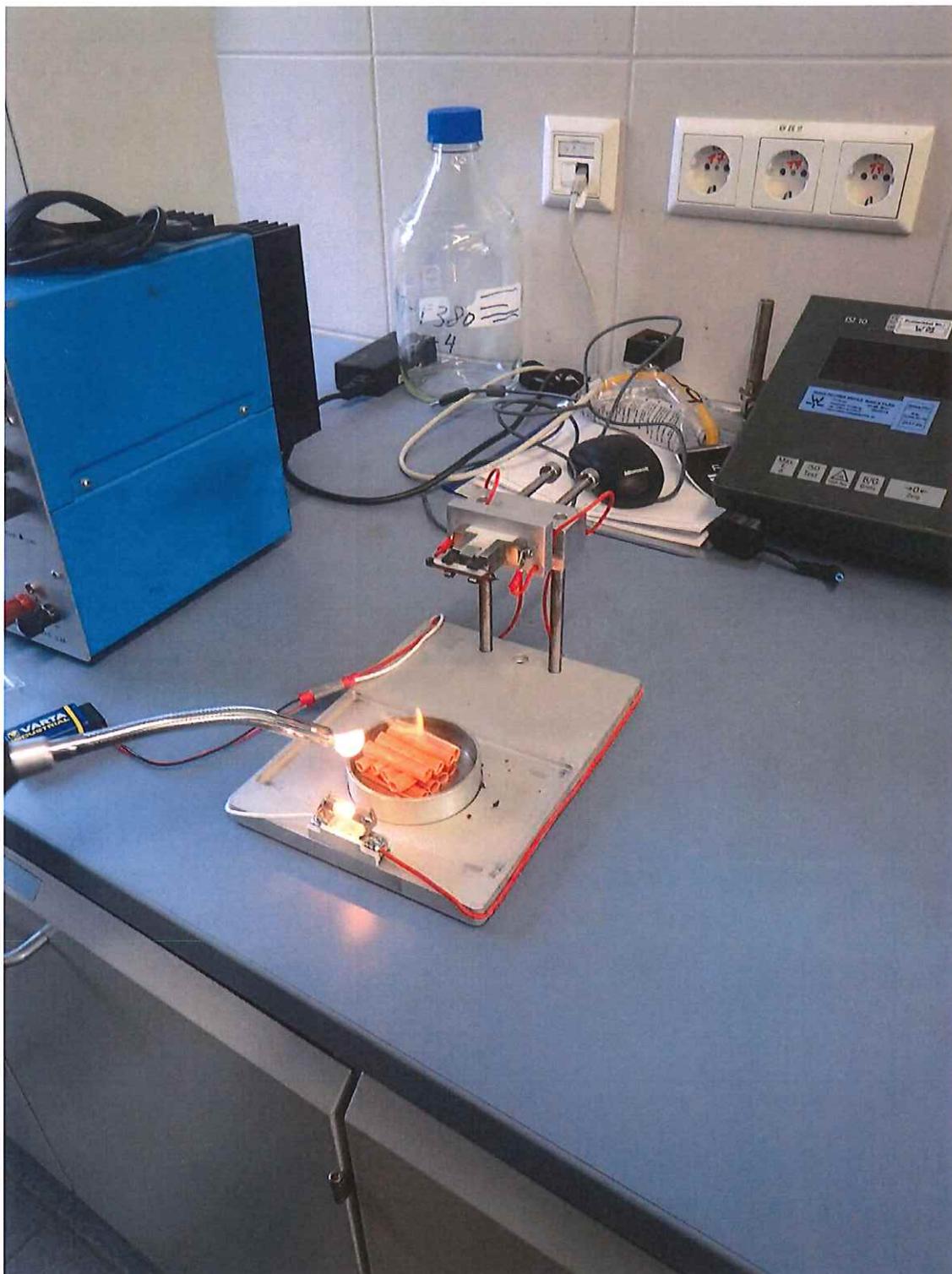


Abb. 27: Zündung Brandlast für Test E-Bulb, gut sichtbar die Signallampe zur optischen Darstellung des Stromflusses

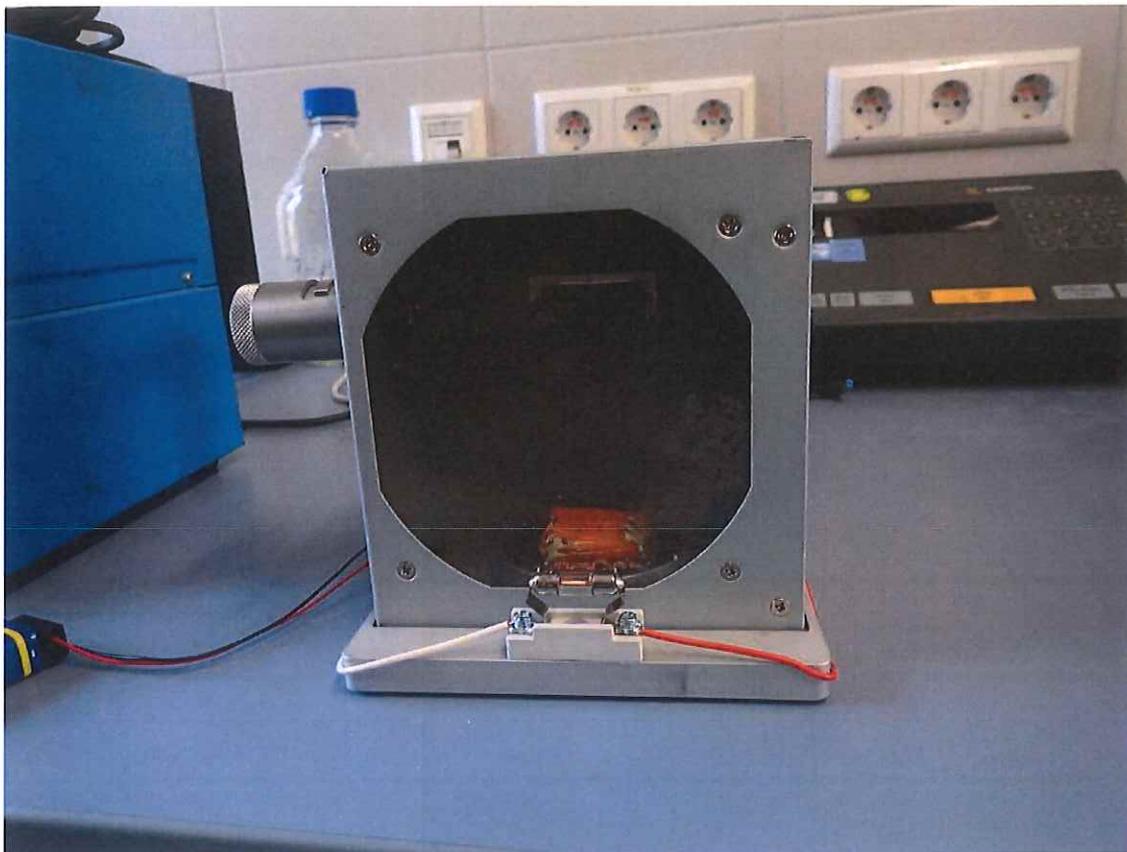


Abb. 28: E-Bulb hat ausgelöst, Signallampe aus