

Ableitstrommessungen an Feuerwehrstrahlrohren unter Hochspannung und mit Schaummittel bis 3%

Trotz der seit Jahren in Deutschland immer noch andauernden sehr kontrovers geführten Diskussionen über die elektrische Prüfung von Hohlstrahlrohren gibt es Feuerwehren und Verbände, die einen Nachweis der Zerfallslängen für Hohlstrahlrohre bei Einsatz im Bereich von Hochspannungsanlagen fordern.

Unter welchen Bedingungen kann die bekannte Abstandsregel N-1-5 H-5-10 der VDE 0132 auf Hohlstrahlrohre EN 15182 übertragen werden?

Die Regel war sehr lange nur bis 30kV empirisch verifiziert.

AWG konnte schon vor mehreren Jahren diese Wissens- und somit Sicherheitslücke schließen und hat Hohlstrahlrohre und Mehrzweckstrahlrohre auch unter Zumischung von Mehrbereichsschaummittel bis 3% gegen Hochspannung bis 420 kV mehrfach von einem unabhängigen Prüfinstitut testen lassen.

(Institut gemäß DIN EN ISO/IEC 17025, DAT-P-103/00 Hochspannungsgeräte und -anlagen)



Versuchsparameter waren:

- Typ des Strahlrohres (CM9, CM12, BM16, BM22, T2130, T2235, T2400, T2750, T2950)
- Abstand der Mündung der Strahlrohre vom spannungsführenden Gitter (2.5 – 20m)
- Höhe der 50-Hz-Wechselspannung gegen Erde (Nennspannung bis 420kV)
- Zumischrate des Schaummittels (0 - 3%)
- Strahlart (Vollstrahl, Sprühstrahl, Flash – Over - Stellung)

Folgende Typen von Hohl- und Mehrzweckstrahlrohre wurden geprüft:

Typ	Art	Düsendurchmesser (Nennwerte)	Max. Durchflussmenge bei 5bar
CM 9	Mehrzweckstrahlrohr EN 15182-3	9 mm	120 l/min
CM 12	Mehrzweckstrahlrohr EN 15182-3	12 mm	215 l/min
BM 16	Mehrzweckstrahlrohr EN 15182-3	16 mm	365 l/min
BM 22	Mehrzweckstrahlrohr EN 15182-3	22 mm	720 l/min
T2130	Hohlstrahlrohr EN 15182-2	9 mm	120 l/min
T2235	Hohlstrahlrohr EN 15182-2	12 mm	215 l/min
T2400	Hohlstrahlrohr EN 15182-2	16 mm	365 l/min
T2750	Hohlstrahlrohr EN 15182-2	22 mm	685 l/min
T2950	Hohlstrahlrohr EN 15182-2	24 mm	865 l/min

Versuchsergebnisse:

Richtwerte für Mindestabstände sind in DIN VDE 0132:2001- 08, Tabelle 3 angegeben:
In Tabelle 3 („Richtwerte“) der DIN VDE 0132 sind für Strahlrohre CM Richtwerte für Mindestabstände bei 5 bar und bei unbekanntem örtlichen Verhältnissen angegeben:

Hochspannung: 10 m für Vollstrahl bzw. 5 m für Sprühstrahl, Kurzzeichen H- 5-10
Niederspannung: 5 m für Vollstrahl bzw. 1 m für Sprühstrahl, Kurzzeichen N- 1- 5

Die Richtwerte im untersuchten Hochspannungsbereich bis 420kV Nennspannung sind für die geprüften Strahlrohre bei 0% Zumischung ausreichend.

Ausnahme: Mehrzweckstrahlrohre BM16, BM22 und Turbospritzen T2750 und T2950

Die Richtwerte im untersuchten Hochspannungsbereich bis 420kV Nennspannung sind für die Turbospritzen T2130 und T2235 selbst noch bei 3% Zumischung ausreichend.

AWG Fittings GmbH . A Unit of IDEX Corporation

Bergstraße 25
D-89177 Ballendorf
Fon +49 (0) 7340/9188 98-0
Fax +49 (0) 7340/9188 98-299
awg-info@idexcorp.com

BW-Bank
BLZ 600 501 01
KTO 437 27 10
IBAN DE49 6005 0101 0004 3727 10
BIC SOLA DE ST

Commerzbank AG
BLZ 632 400 16
KTO 201 00 15
IBAN DE69 6324 0016 0201 0015 00
BIC COBA DEFF 632

HRB Ulm 725886
Geschäftsführer:
Uwe Kirchner, Matthew John Meister
USt-ID DE 274 679 205
www.awg-fittings.com

Versuchsaufbau und -durchführung

Es wurde gegen ein spannungsführendes Gitter gespritzt und dabei die von den Strahlrohren gegen Erde fließenden Ableitströme gemessen.

Bei allen Versuchen waren die Strahlrohre auf diese maximale Durchflussmenge eingestellt.

Elektrischer Versuchsaufbau und -auswertungen erfolgten in Anlehnung an DIN 14365.

Jedoch waren die angelegten Nennspannungen höher, bis 420kV.

Die Spannungsüberschläge wurden quantitativ ausgemessen und den Grenzwerten nach EN 3 (Feuerlöscher) zugeordnet.

Der Grenzwert von $I_{\text{eff}} = 0.5 \text{ mA}$ ist so bemessen, dass eine Person auch noch nicht durch fühlbaren Strom in seiner Tätigkeit keinesfalls eingeschränkt wird, auch nicht durch bloßes Erschrecken (Siehe Anhang).



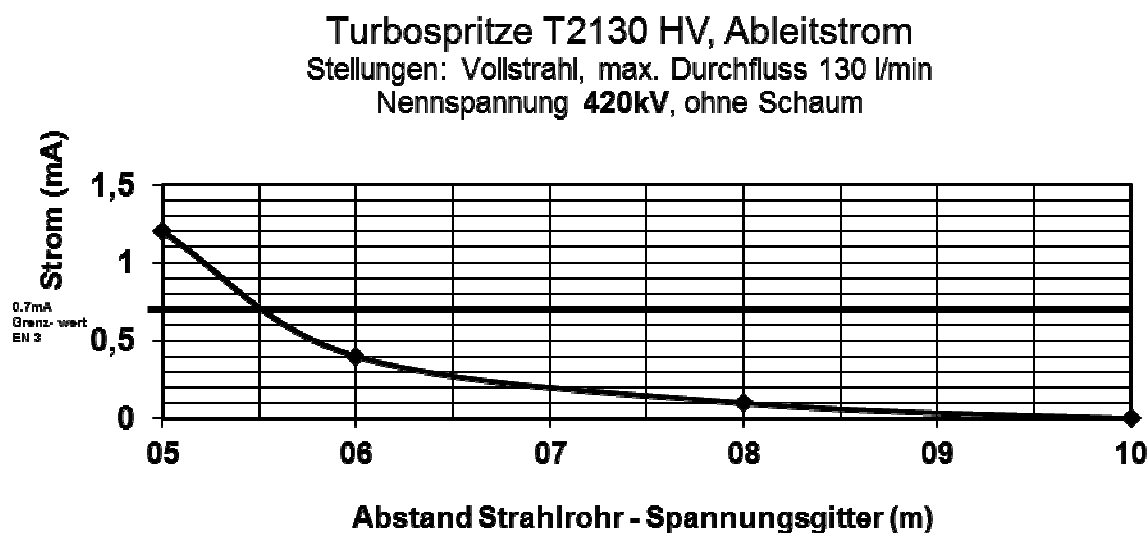
FIRE & RESCUE



Auswirkungen einzelner Parameter auf den Ableitstrom

a) Parameter Abstand zum Gitter

Bei Verkürzung des Gitterabstandes steigt der Ableitstrom überproportional an.
Bsp.: Turbospritze T2130



b) Parameter Spannungshöhe

Der Ableitstrom steigt mit zunehmender Spannung überproportional an. Dieser Effekt ist bei den Messungen mit Vollstrahl umso ausgeprägter, je kürzer die Abstände sind.

c) Parameter Strahlart

Bei Vollstrahl sinkt der Ableitstrom mit zunehmendem Abstand. Die Umstellung von Vollstrahl auf Sprühstrahl hat immer eine gravierende Verringerung der Ableitströme zur Folge.

Das gilt auch für die Messungen an den Turbospritzen, bei denen der Sprühwinkel auf die Raststellung zwischen Voll- und Sprühstrahl (45° - Sprühstrahl) eingestellt war.

Der Sprühwinkel war damit kleiner als der Nenn - Sprühwinkel.

Die Nenn - Sprühwinkel der Mehrzweckstrahlrohre betragen 15°, die der Turbospritzen 120°.

AWG Fittings GmbH . A Unit of IDEX Corporation

Bergstraße 25
D-89177 Ballendorf
Fon +49 (0) 7340/91 88 98-0
Fax +49 (0) 7340/91 88 98-299
awg-info@idexcorp.com

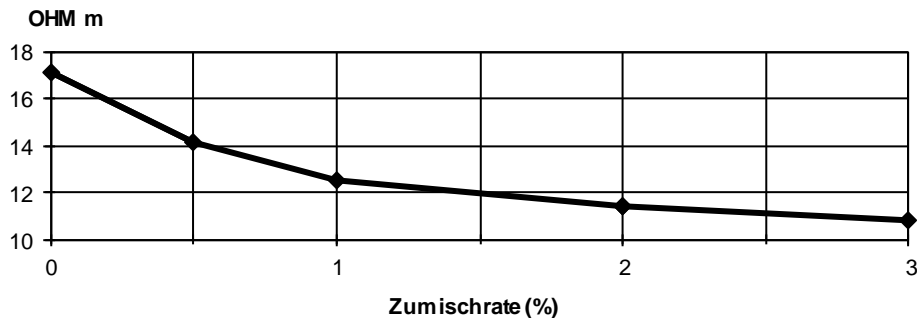
BW-Bank
BLZ 600 501 01
KTO 437 27 10
IBAN DE 49 6005 0101 0004 3727 10
BIC SOLA DE ST

Commerzbank AG
BLZ 632 400 16
KTO 201 00 15
IBAN DE 69 6324 0016 0201 0015 00
BIC COBA DEFF 632

HRB Ulm 725886
Geschäftsführer:
Uwe Kirchner, Matthew John Meister
USt-ID DE 274 679 205
www.awg-fittings.com

d) Parameter Schaummittelzusatz (Dr. Stahmer Moussol APS F 15)

Mit steigendem Schaummittelzusatz erhöhen sich die Ableitströme infolge des abnehmenden spezifischen Widerstandes des Löschwassers:



e) Parameter Strahlrohrtyp

Verglichen wurden Mehrzweckstrahlrohre (BM, CM) mit Hohlstrahlrohren (Turbospritzen) gleicher Durchflussmengen. Die Turbospritzen haben bei Vollstrahl zum Teil deutlich höhere Maximalwerte in den Stromspitzen. Ihre Strahlbündelung ist besser und damit die Zerfallslänge größer.

f) Parameter Durchflussmenge

Mit zunehmender Durchflussmenge steigt grundsätzlich der Ableitstrom. Hier ist sind wahrscheinlich die Bereiche der geschlossenen Wasserkerne im Vollstrahl ausgeprägter, und damit die Zerfallslänge größer.

Turbospritzen T2750 und T2950 - abweichendes Verhalten

Ein abweichendes Verhalten zeigen die Ergebnisse der Messungen an den Turbospritzen T2750 und T2950:

Obwohl die Durchflussmenge der T2950 größer als die der T2750 ist, ergaben sich im untersuchten Bereich (12,5 m bis 20 m) durchgängig kleinere Ableitströme.

Es könnte sein, dass bei großen Durchflussmengen, d.h. bei sehr hohen Durchflussgeschwindigkeiten im Strahlrohr Verwirbelungen entstehen, die sich auf die Strahlbündelung

bzw. die Leitfähigkeit des Vollstrahles so auswirken, dass die Ableitströme kleiner als erwartet auftreten.

Die Höhe der Ableitströme für andere Düsendurchmesser kann deshalb nicht grundsätzlich mit ausreichender Sicherheit prognostiziert werden. Hier bestätigt sich klar eine Notwendigkeit der Überprüfung der Zerfallslängen im konkreten Versuch, wie hier geschehen.

AWG Fittings GmbH . A Unit of IDEX Corporation

Bergstraße 25
D-89177 Ballendorf
Fon +49 (0) 7340/91 88 98-0
Fax +49 (0) 7340/91 88 98-299
awg-info@idexcorp.com

BW-Bank
BLZ 600 501 01
KTO 437 27 10
IBAN DE 49 6005 0101 0004 3727 10
BIC SOLA DE ST

Commerzbank AG
BLZ 632 400 16
KTO 201 00 15
IBAN DE 69 6324 0016 0201 0015 00
BIC COBA DEFF 632

HRB Ulm 725886
Geschäftsführer:
Uwe Kirchner, Matthew John Meister
USt-ID DE 274 679 205
www.awg-fittings.com

Anhang:

Allgemeine Gefahren des elektrischen Stromes:

Gefahren durch Elektrizität bestehen an fast jeder Einsatzstelle. Elektrischer Strom kann für Menschen sehr gefährlich sein, da wir über kein Sinnesorgan verfügen, mit dem wir den elektrischen Strom erkennen. Der VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker) hat deshalb Bestimmungen herausgegeben, die eine betriebssichere und störungsfreie Anwendung des elektrischen Stromes gewährleisten. Die VDE – Bestimmungen gelten als anerkannte Regeln der Technik. Wer nicht VDE – gemäß arbeitet, handelt fahrlässig. Die VDE – Bestimmungen dienen der Sicherheit.

Auswirkungen:

Beim Durchströmungsunfall sind, vor allem im Niederspannungsbereich, die schädigenden Auswirkungen des Stromes auf seine spezifische Reizwirkung auf erregbare Gewebe wie Herz, Nerven, Muskeln zurückzuführen. Die willkürlichen und unwillkürlichen Funktionsabläufe im menschlichen Körper – beginnend mit der Aufnahme von Reizen bei der Sinneswahrnehmung über die Reizleitung und Reizverarbeitung in Erregungsabläufen bis hin zur Befehlsausführung in Muskeln – sind physikalisch - chemische Vorgänge bioelektrischer Natur. Diese Vorgänge werden über das Nervensystem in voneinander abhängigen Regelmechanismen über körpereigene Stromimpulse gesteuert. Körperfremde Ströme sind in der Lage, sofern sie gewisse Stromstärkewerte überschreiten, diese Funktionsabläufe zu stören. Bei starken Strömen und bei lange andauernder Stromeinwirkung, wie sie insbesondere beim Hochspannungsunfall durch den Körper fließen können, kann es infolge der Stromwärme, die im Körper längs der Strombahnen entsteht, auch zu inneren Verbrennungen kommen.

Bei einer Durchströmung mit einem für den Körper physiologisch an sich noch ungefährlichen Stromfluss kommt es häufig zu Reflexen und unkontrollierten Bewegungen des Verunglückten, die dann einen Sekundärnfall (Prellung durch heftige Reflexbewegung, Sturz von einer Leiter, Ausrutschen, Abrutschen der Hand) nach sich ziehen können.

Problematischer wird es, wenn sich die Verkrampfung der Muskeln dahingehend auswirkt, dass man den Kontakt zur Spannungsquelle nicht unterbrechen kann. Dann klammert sich z.B. die zur Faust verkrampfte Hand um den elektrischen Leiter, so dass ein länger dauernder Stromfluss durch den Körper entsteht. Das kann lebensbedrohende Störungen der Körperfunktionen auslösen. Fließt nun ein von außen kommender Strom durch den Körper, der größer als die körpereigenen Ströme ist, dann verkrampfen sich die Muskeln, die äußere Stromquelle kann dann nicht mehr losgelassen werden. Fließt der Strom über das Herz, versucht dieses, den äußeren Impulsen zu folgen. Es entstehen Rhythmusstörungen oder sogar Herzkammerflimmern, welches ohne sofortige Hilfe zum Tod führt. Wesentlich für die Folgen des Stromunfalls ist die Stromstärke des durch den Körper des Verunglückten fließenden Stromes. Dabei ist die Wirkung des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper nicht bei allen Menschen gleich. Das hat seine Ursache darin, dass der Körperwiderstand des Menschen in sehr vielen Bereichen schwankt. Er ist abhängig:

- vom Körperbau (schwache oder starke Gelenke, dick oder dünn)
- von der Hautbeschaffenheit (dick, dünne, feuchte, hornige oder trockene Haut)

Außerdem sind noch die sogenannten Berührungsfaktoren in der Betrachtung mit einzubeziehen

AWG Fittings GmbH . A Unit of IDEX Corporation

Bergstraße 25
D-89177 Ballendorf
Fon +49 (0) 7340/9188 98-0
Fax +49 (0) 7340/9188 98-299
awg-info@idexcorp.com

BW-Bank
BLZ 600 501 01
KTO 437 27 10
IBAN DE49 6005 0101 0004 3727 10
BIC SOLA DE ST

Commerzbank AG
BLZ 632 400 16
KTO 201 00 15
IBAN DE69 6324 0016 0201 0015 00
BIC COBA DEFF 632

HRB Ulm 725886
Geschäftsführer:
Uwe Kirchner, Matthew John Meister
USt-ID DE 274 679 205
www.awg-fittings.com



- Stromflussdauer
- Stromweg
- Berührungsfläche
- Kontaktdruck
- Feuchtigkeit



Die folgenden Mittelwerte zeigen die Wirkung des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper.

0,006	mA	Wahrnehmbarkeit mit der Zunge
1	mA	Wahrnehmbarkeit mit den Fingern
13	mA	Muskelkrampfungen, Loslassen möglich
15-30	mA	Verkrampfungen, Loslassen nicht mehr möglich, sehr schmerzhaft
ab 30	mA	Verkrampfung der Atemmuskulatur, Gefahr des Kammerflimmerns
100	mA	Herzkammerflimmern, Einwirkungszeit länger als 1,5 s, Tod
<2000	mA	Schwere Verbrennungen



Der elektrische Strom verursacht beim Fließen durch den menschlichen Körper physiologische und physikalische Wirkungen.

Physiologische Wirkungen sind:

- Muskelverkrampfungen
- Muskelkontraktion
- Nervenschütterungen
- Blutdrucksteigerungen
- Herzkammerflimmern
- Herzstillstand

Physikalische Wirkungen sind:

- Blendung bei Lichtbogen
- Verbrennungen bei Lichtbogen
- Flüssigkeitsverluste, Verkochungen
- Strommarken an der Stromeintrittsstelle, Innere Verbrennungen

Schutzmaßnahmen:

Falls ein Mensch an einer Stromleitung hängt und nicht mehr davon los kommt sollte man folgende Maßnahmen beachten:

Falls möglich **NOTAUS** drücken. Falls nicht, dann diesen Menschen von der Spannungsquelle wegziehen, jedoch so, dass man selbst keinen Stromschlag bekommt.

Danach sollte man wenn nötig Erste Hilfe anwenden und sofort den Notarzt rufen.

AWG Fittings GmbH . A Unit of IDEX Corporation

Bergstraße 25
D-89177 Ballendorf
Fon +49 (0) 7340/9188 98-0
Fax +49 (0) 7340/9188 98-299
awg-info@idexcorp.com

BW-Bank
BLZ 600 501 01
KTO 437 27 10
IBAN DE49 6005 0101 0004 3727 10
BIC SOLA DE ST

Commerzbank AG
BLZ 632 400 16
KTO 201 00 15
IBAN DE69 6324 0016 0201 0015 00
BIC COBA DEFF 632

HRB Ulm 725886
Geschäftsführer:
Uwe Kirchner, Matthew John Meister
USt-ID DE 274 679 205
www.awg-fittings.com

Auch wenn der betroffene nach einem solchen Stromschlag keine Schmerzen hat, trotzdem in das Krankenhaus fahren, denn es könnten innere Verletzungen entstanden sein.

Ballendorf, 10.09.2019

Wilfried Unrath



Leitung Konstruktion & Entwicklung



AWG Fittings GmbH . A Unit of IDEX Corporation

Bergstraße 25
D-89177 Ballendorf
Fon +49 (0) 7340/9188 98-0
Fax +49 (0) 7340/9188 98-299
awg-info@idexcorp.com

BW-Bank
BLZ 600 501 01
KTO 437 27 10
IBAN DE49 6005 0101 0004 3727 10
BIC SOLA DE ST

Commerzbank AG
BLZ 632 400 16
KTO 201 00 15
IBAN DE69 6324 0016 0201 0015 00
BIC COBA DEFF 632

HRB Ulm 725886
Geschäftsführer:
Uwe Kirchner, Matthew John Meister
USt-ID DE 274 679 205
www.awg-fittings.com