Elektrische Gefährdung der Feuerwehren durch PV-Anlagen (Messung El. Leitfähigkeit)

Workshop BMU Brandschutz in Köln

Horst Thiem, Branddirektion Landeshauptstadt München

BERUFSFEUERWEHR MÜNCHEN

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Versuchsziel:

- Simulation der Stromwirkungen im Einsatzfall
- Vergleich mit bestehenden Vorgaben,
  Einschätzung möglicher Gefahren
- Ableitung von Verhaltensregeln für die Feuerwehr

BERUFSFEUERWEHR MÜNCHEN

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Versuchsreihen

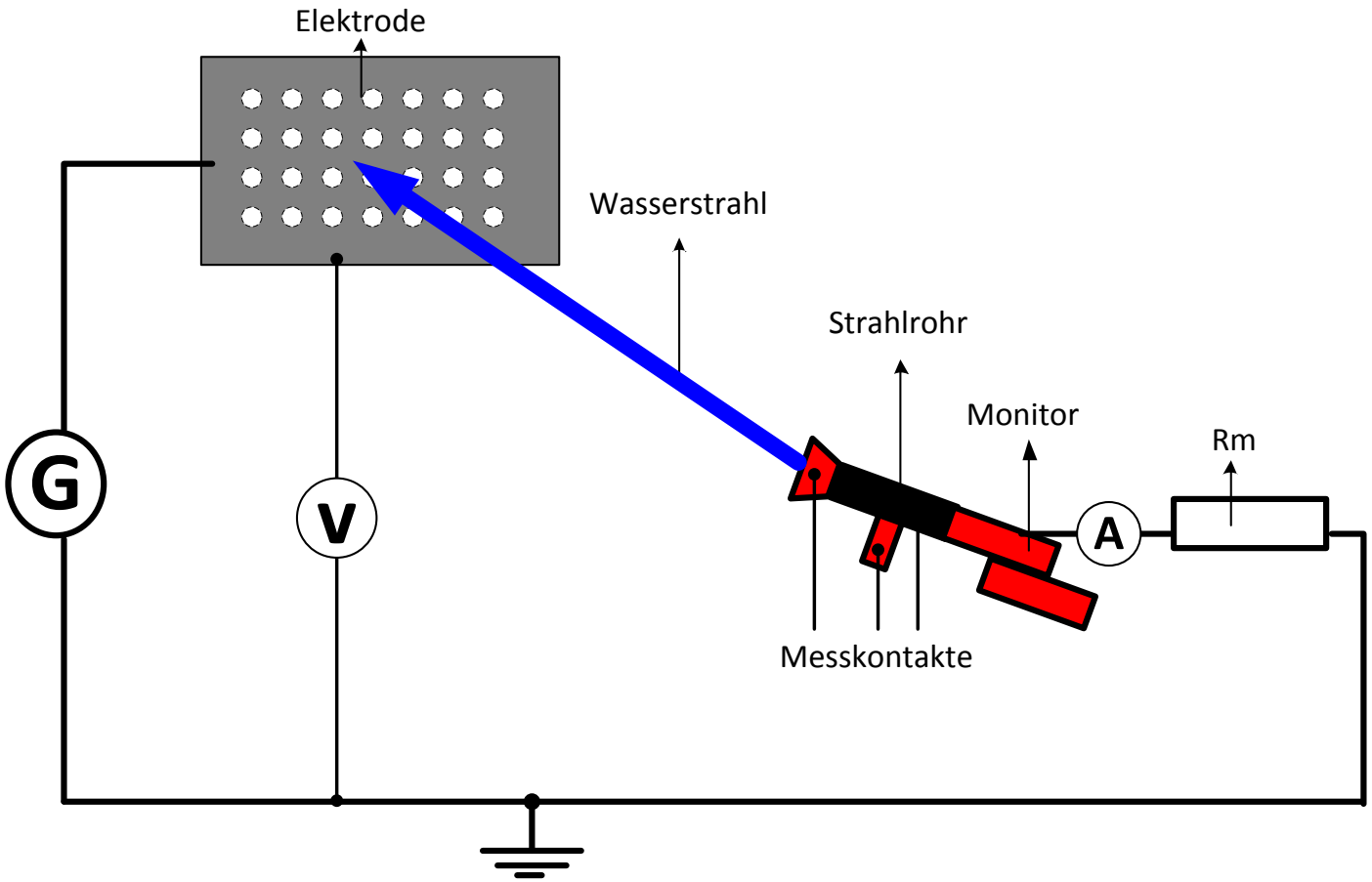
- **Versuch 1:** Messung der Ableitströme über den Wasserstrahl
  - Unisolierte Einsatzkraft am Strahlrohr
  - 550 Ohm Körperwiderstand (DIN EN 61140)

- **Versuch 2:** Elektrische Eigenschaften der Einsatzkleidung

- **Versuch 3:** Spannungsführende Leitung im Wasser

Hinweis: Die Versuche wurden innerhalb des Arbeitspaketes 5.3 im Rahmen der Bachelor-Arbeit von Ferdi Gülenc (Uni Wuppertal) durchgeführt. Besonderer Dank bei der Durchführung der Testreihen gilt Herrn Gülenc und der Kölner Berufsfeuerwehr.

Versuch 1 „Messung der Ableitströme“



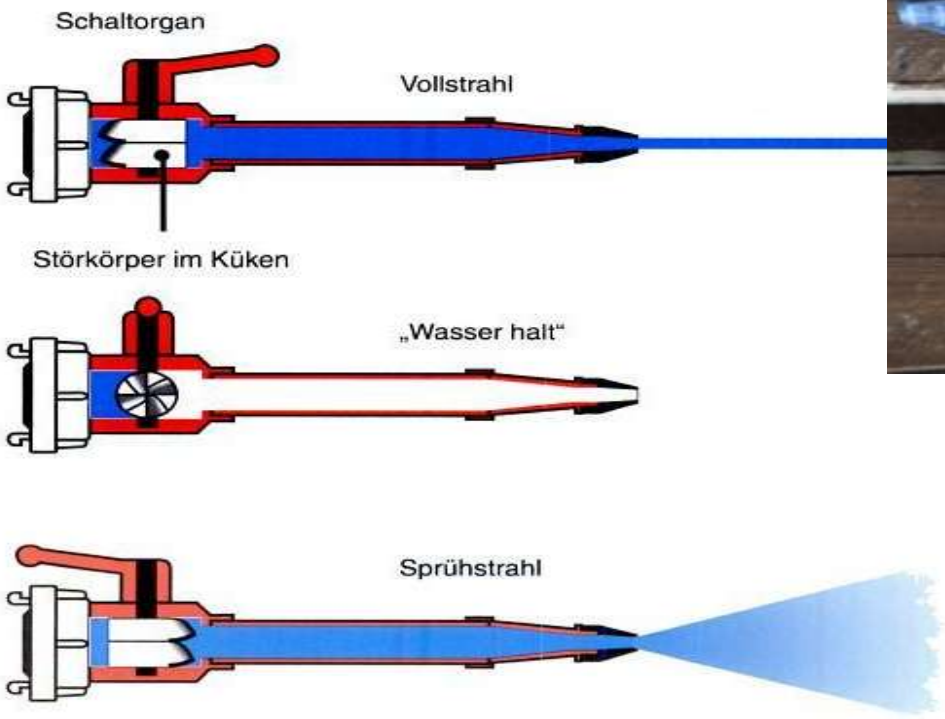
Versuchsskizze zur Messung der Ableitströme über den Wasserstrahl

DIN VDE 0132: „*Brandbekämpfung und technische Hilfeleistung im Bereich elektrischer Anlagen*“

Strahlrohr **DIN 14365-CM**	**Niederspannung (N)** **AC 1 kV oder DC 1,5 kV**
Sprühstrahl **Vollstrahl**	**1 m** **5 m**
Kurzzeichen	**N-1-5**

Versuch 1 „Messung der Ableitströme“

Mehrzweckstrahlrohr



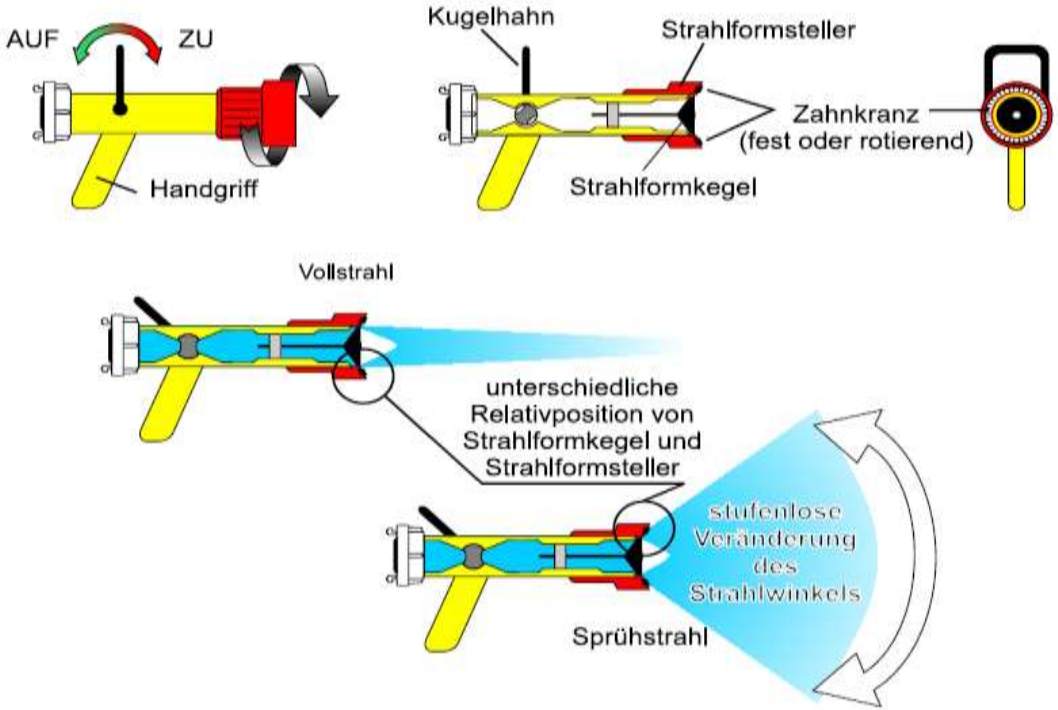
Hinweis: Die ermittelten Werte gelten nur für das abgebildete Strahlrohrmodell!

BERUFSFEUERWEHR MÜNCHEN

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Versuch 1 „Messung der Ableitströme“

Hohlstrahlrohr T2235



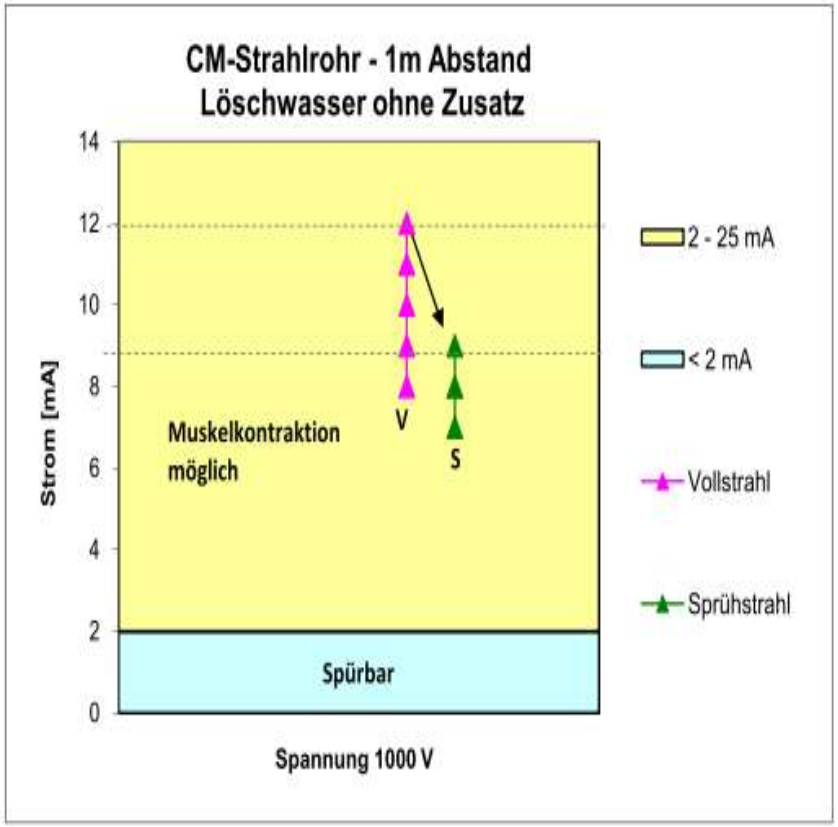
Hinweis: Die ermittelten Werte gelten nur für das abgebildete Strahlrohrmodell!

BERUFSFEUERWEHR MÜNCHEN

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Versuch 1 „Messung der Ableitströme“

Messwerte

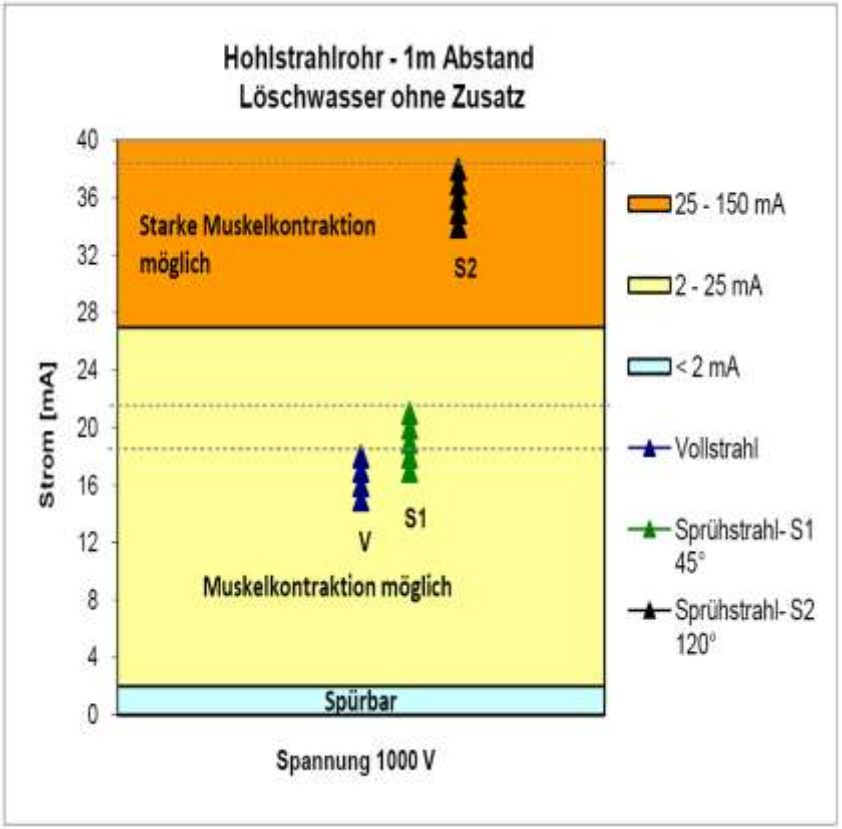


BERUFSFEUERWEHR MÜNCHEN

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Versuch 1 „Messung der Ableitströme“

Messwerte



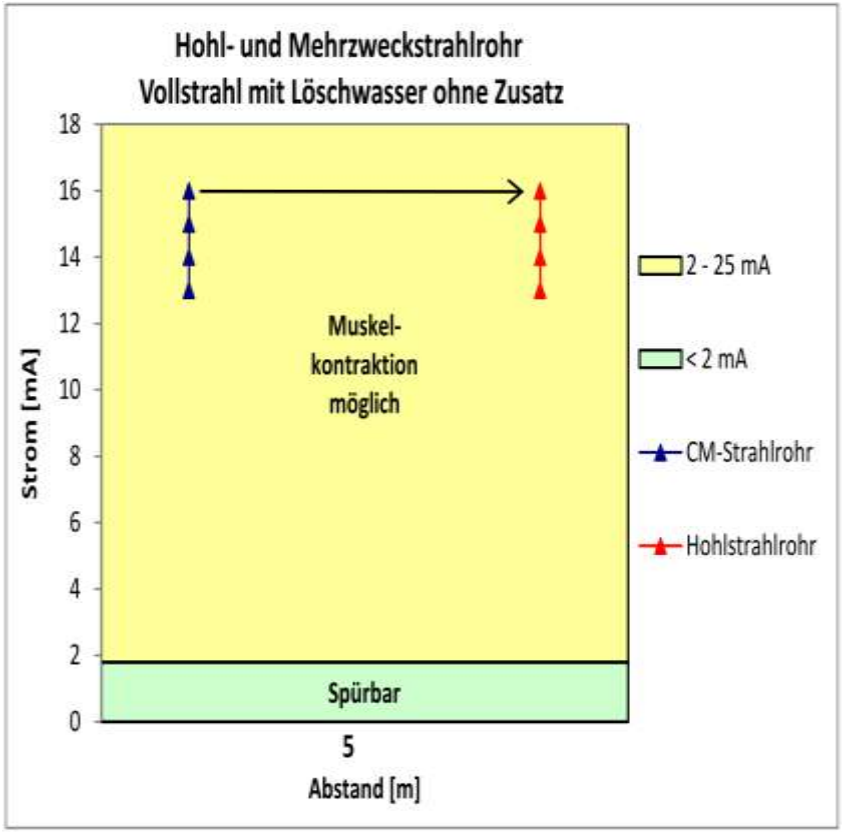
Hinweis: Sämtliche Messwerte aus **Versuch 1** beziehen sich auf ein simuliertes Szenario: ohne Verwendung von FW-Schutzkleidung (FW-Stiefel und FW-Handschuhe)

BERUFSFEUERWEHR MÜNCHEN

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Versuch 1 „Messung der Ableitströme“

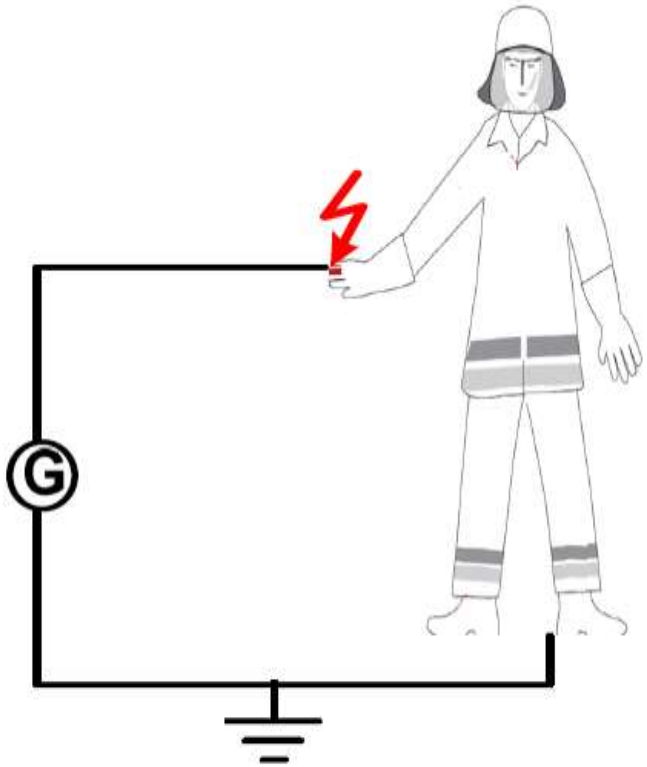
Messwerte

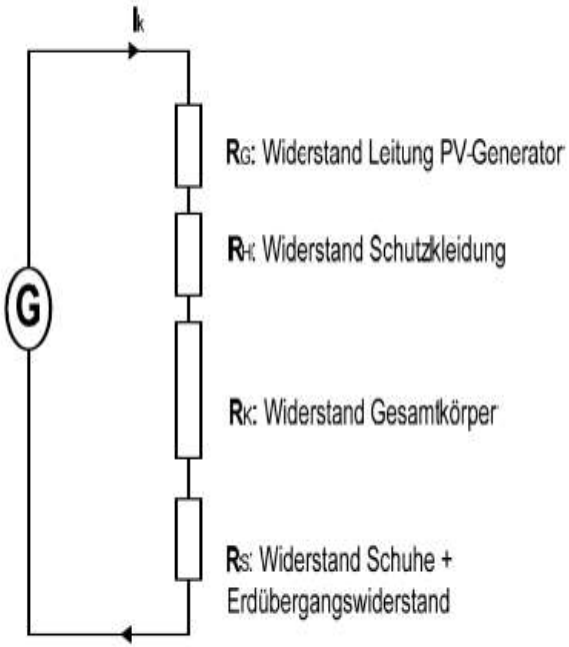


BERUFSFEUERWEHR MÜNCHEN

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Versuch 2 „Elektrische Eigenschaften der Einsatzkleidung“





$$I_K = \frac{U}{R_G + R_H + R_K + R_S}$$

Versuch 2 „Elektrische Eigenschaften der Einsatzkleidung“

BERUFSFEUERWEHR MÜNCHEN

TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Versuch 2 „Elektrische Eigenschaften der Einsatzkleidung“

Im Versuch wurden die Stromwege (Widerstandsabhängigkeit)
1) „Hand-Hand“ und 2)“Hand-Fuß“ dargestellt.

- **Trockene Schutzkleidung:** Messwerte lagen im elektrisch unkritischen Bereich – es sind keine körperlichen Schäden zu erwarten.

- **Nasse Schutzkleidung:** Je nach Strompfad und Kontaktstelle wurden kritische Ströme gemessen. Körperliche Schäden sind möglich. Ungünstigster Fall „Hand-Hand“ mit nassen Handschuhen ca. 1,5A!

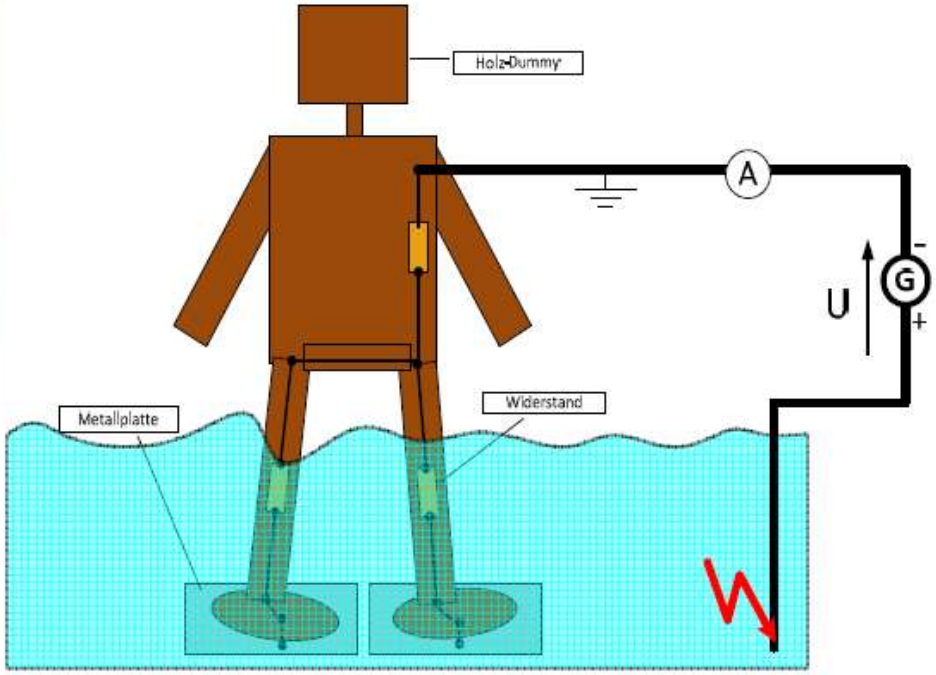
Hinweis: Die Versuche sind nicht für jede Schutzausrüstung zu verallgemeinern, da nur ein Typ/Muster in den Versuchen eingesetzt wurde.

BERUFSFEUERWEHR MÜNCHEN

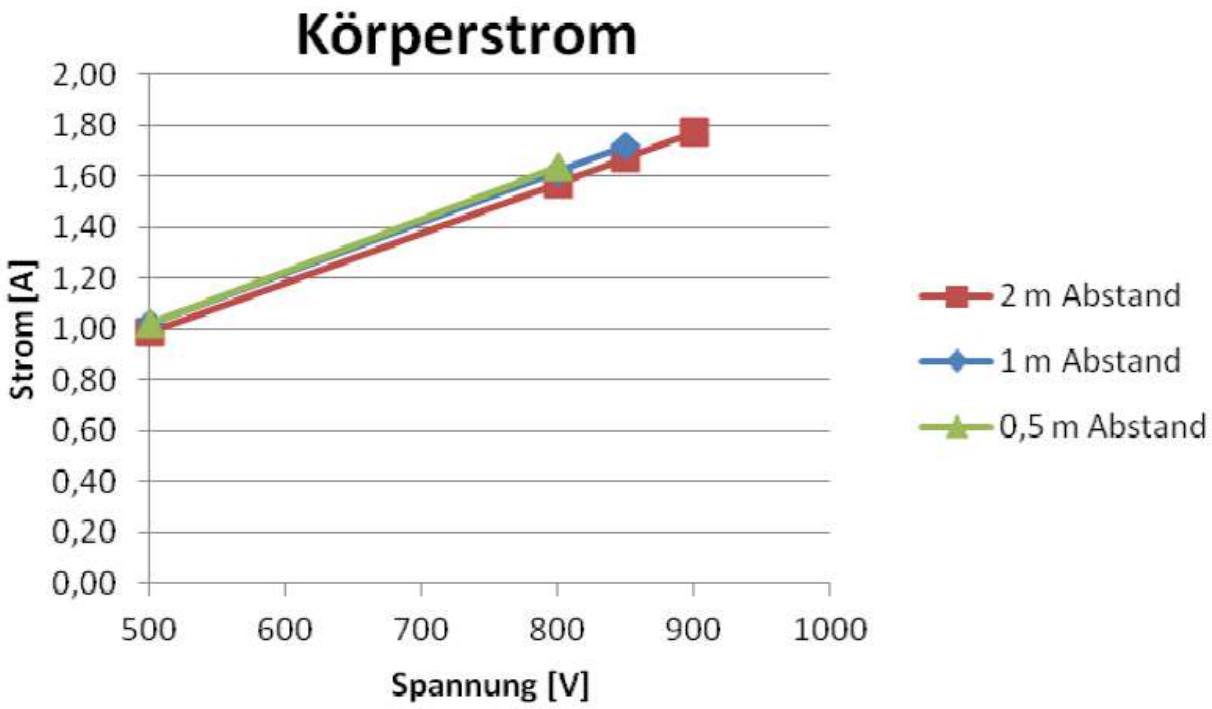
TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

Versuch 3 „Spannungsführende Leitung im Wasser“

- **Hier: Spannungsführende Leitung mit + Pol im Wasser und - Pol über Berührung außerhalb des Beckens (Geländer, Rohr etc.)**
  - Tödliche Körperströme im Ampere-Bereich können fließen



Versuch 3 „Spannungsführende Leitung im Wasser“



- Strombegrenzung durch Generator auf 2A
- 1000 V nicht auflösbar, da Strombegrenzung greift

Zusammenfassung der Versuchsergebnisse

- **Versuch 1:**
  - Bei Anwendung von geprüften Strahlrohren und Verhalten gemäß DIN VDE 0132 treten keine lebensgefährlichen Ströme auf
- **Versuch 2:**
  - Die im Versuch verwendete, trockene Feuerwehr-Schutzkleidung ist ein guter Isolator
  - Nasse Fw-Schutzkleidung bietet keinen Schutz (Arm-Arm Durchströmung)
  - Antistatische Feuerwehrstiefel unterstützen den Schutz der Einsatzkraft durch ihren Eigenwiderstand vor elektrischem Schlag (hier: bei 1kV DC).
- **Versuch 3:**
  - Von **defekten/beschädigten** DC-Leitungen der PV-Anlage in überfluteten Bereichen geht potentiell Gefahr aus (Schrittspannung, Berührung des Gegenpols). Einhaltung GUV-I 8677: „Überflutete Bereiche nicht betreten“.

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit