

Faszination Energieanlagen

Störlichtbögen im Bereich der Niederspannung – Schutz und Grenzen der persönlichen Schutzausrüstung



KSM Test, IPH B, 50 cm
25 kA, 726 V, 0,5 s

© J. Vogler 1978

Störlichtbögen im Bereich der Niederspannung

- Schutz und Grenzen der Persönlichen Schutzausrüstung

- Was ist ein Störlichtbogen und welche Energie mit welcher Wirkung setzt er frei.
- Betriebssicherheitsverordnung von 2015 und Probleme der Bewertung der Einwirkenergie von Störlichtbögen auf Personen.
- PSA-Verordnung vom 09.03.2016 und Stand der Normung
- DGV Information 203-077 Ausgabe September 2020 – Vorsicht ! Fehlinformation für VEFK
- Schutzmöglichkeiten bei Einwirkung von Störlichtbögen

Jahrgang 1938

1956 Elektroinstallateur

1.3.1957 IPH Berlin

1962 Dipl.-Ing. (FH) Berlin

1972 Dipl.-Ing. TU Dresden

2004 Ruhestand

2004 Gründung IBV



Dipl.-Ing. Jürgen Vogler



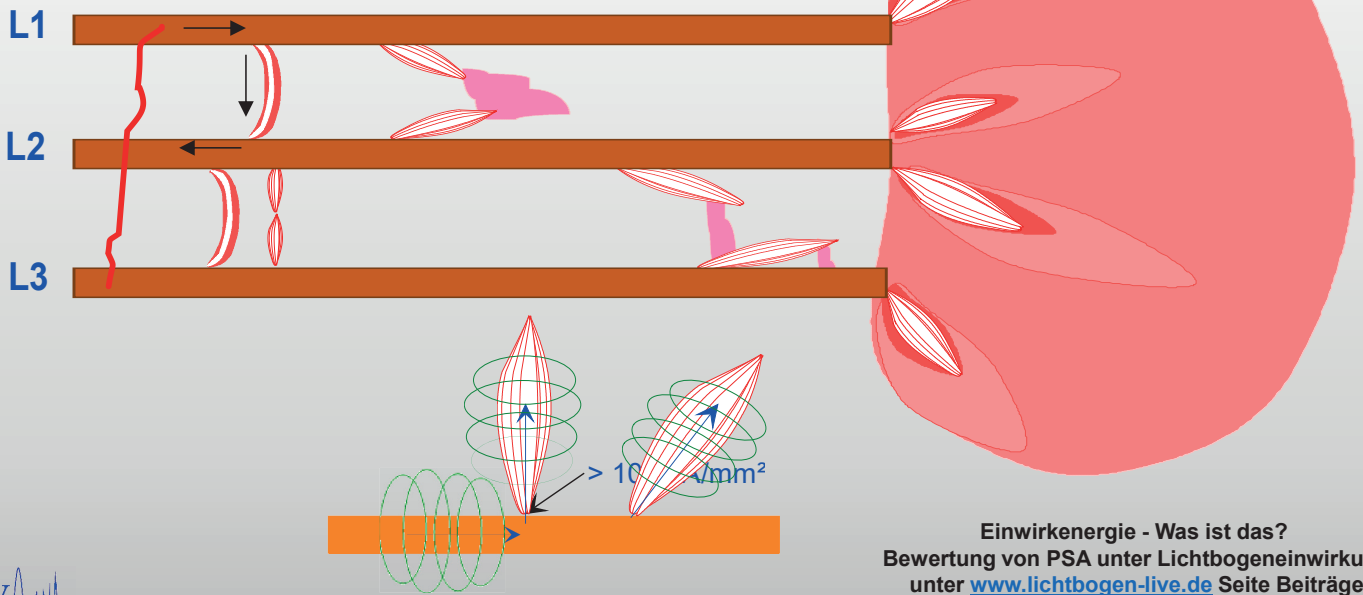
**Lichtbogentest
ISA 2000, 1982
im IPH Berlin**

**Lichtbogen live in der Stadt Berlin im Dezember 2010
Spandauer Damm Ecke Fürstenbrunner Weg**

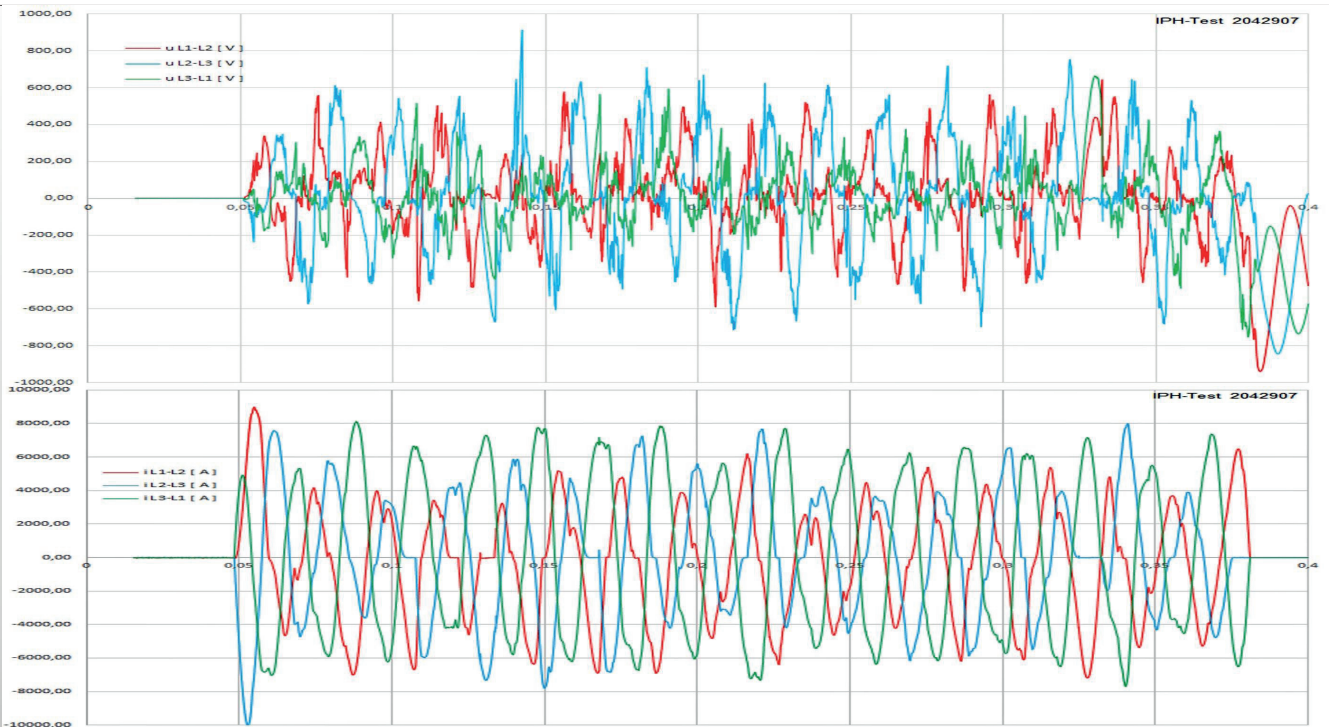


IBV BERLIN FEBUAR 2011

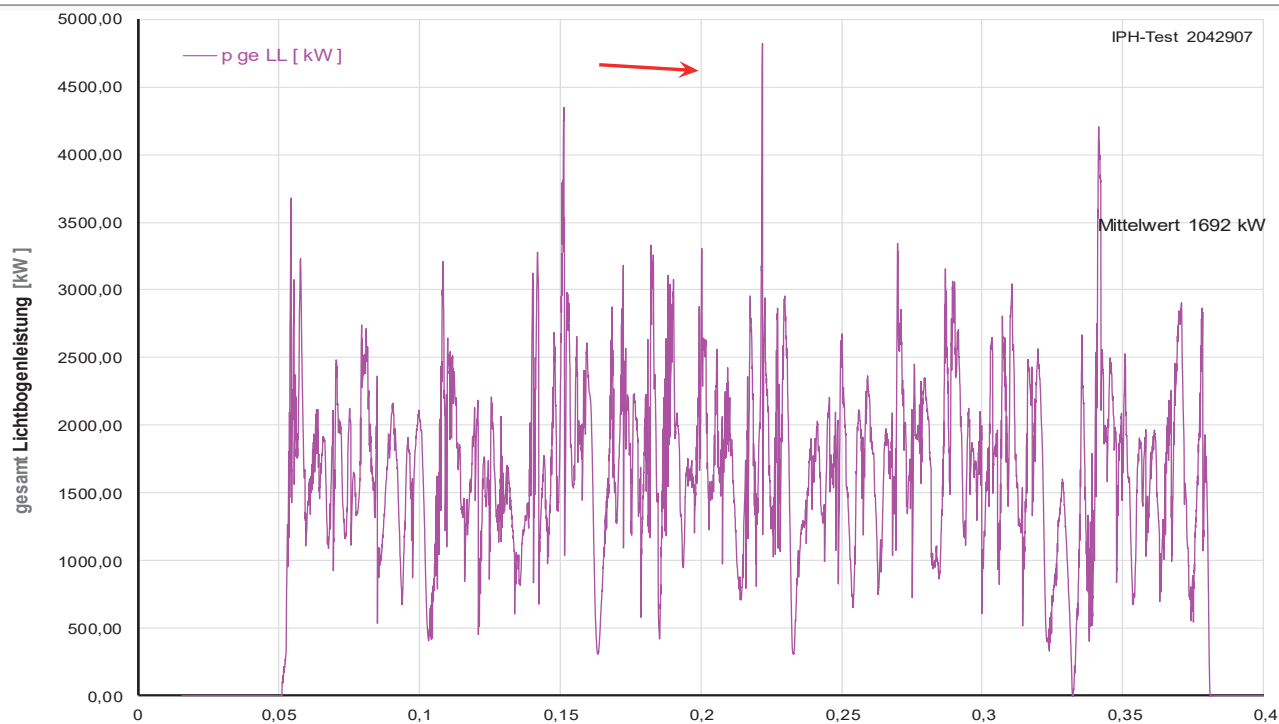
Lichtbogenzündung und Lichtbogenwanderung



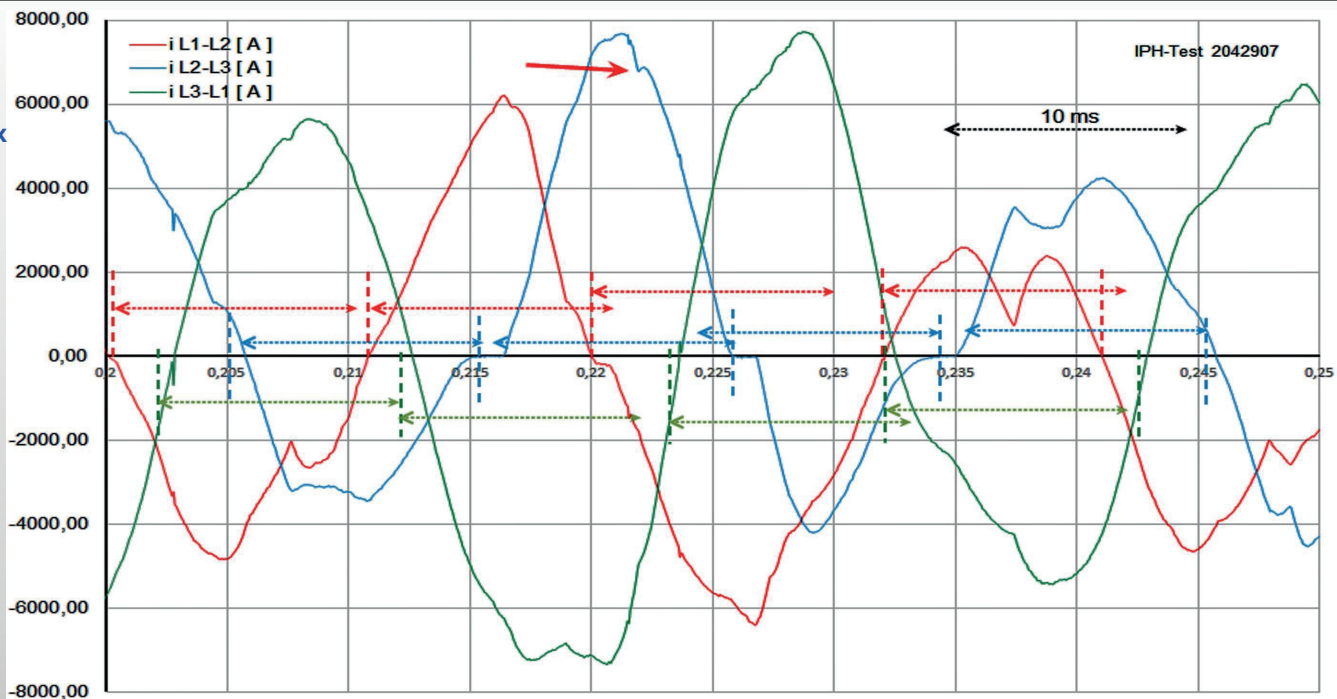
Test IPH Box
726 V, 7 kA
0,3 s



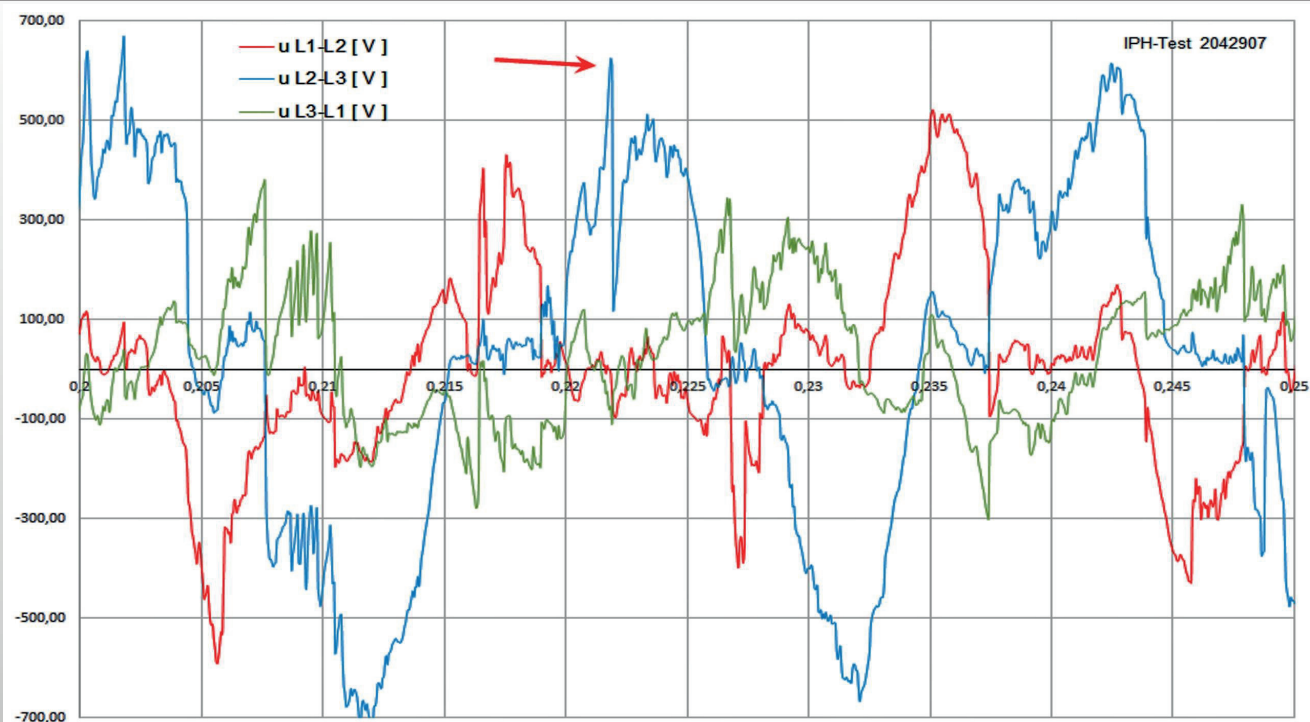
Test IPH Box
726 V, 7 kA
0,3 s



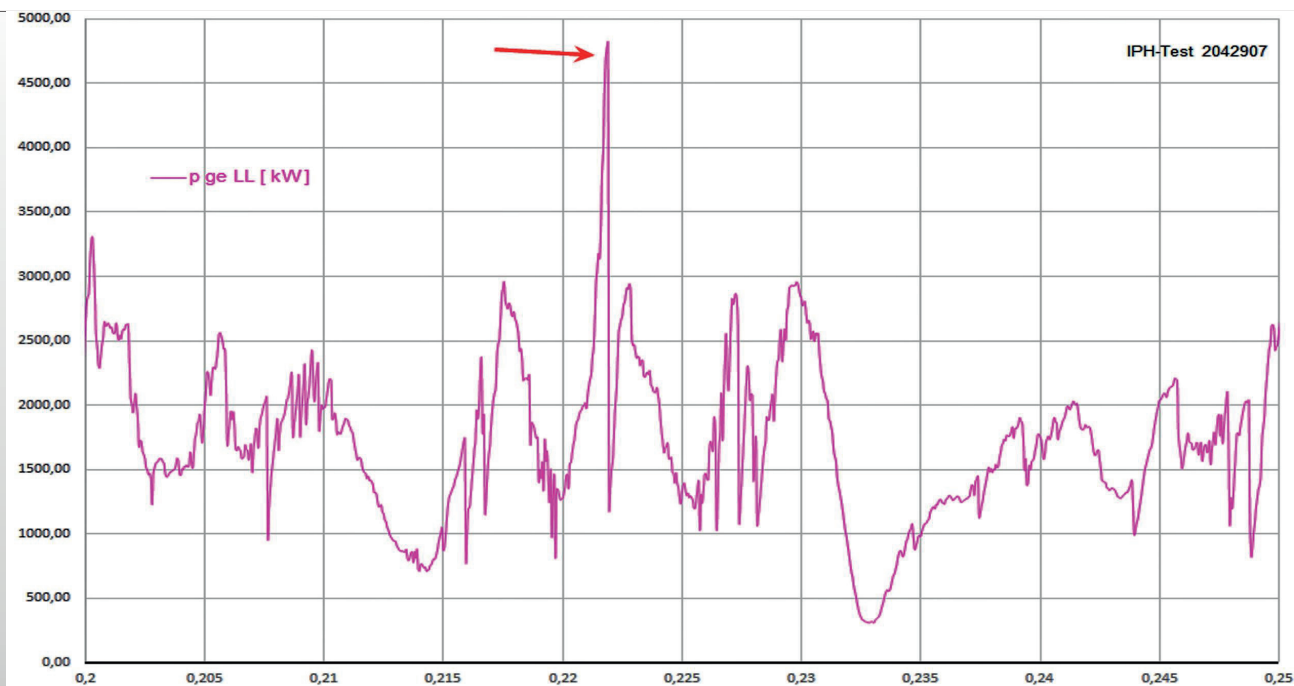
Test IPH Box
726 V, 7 kA
0,3 s

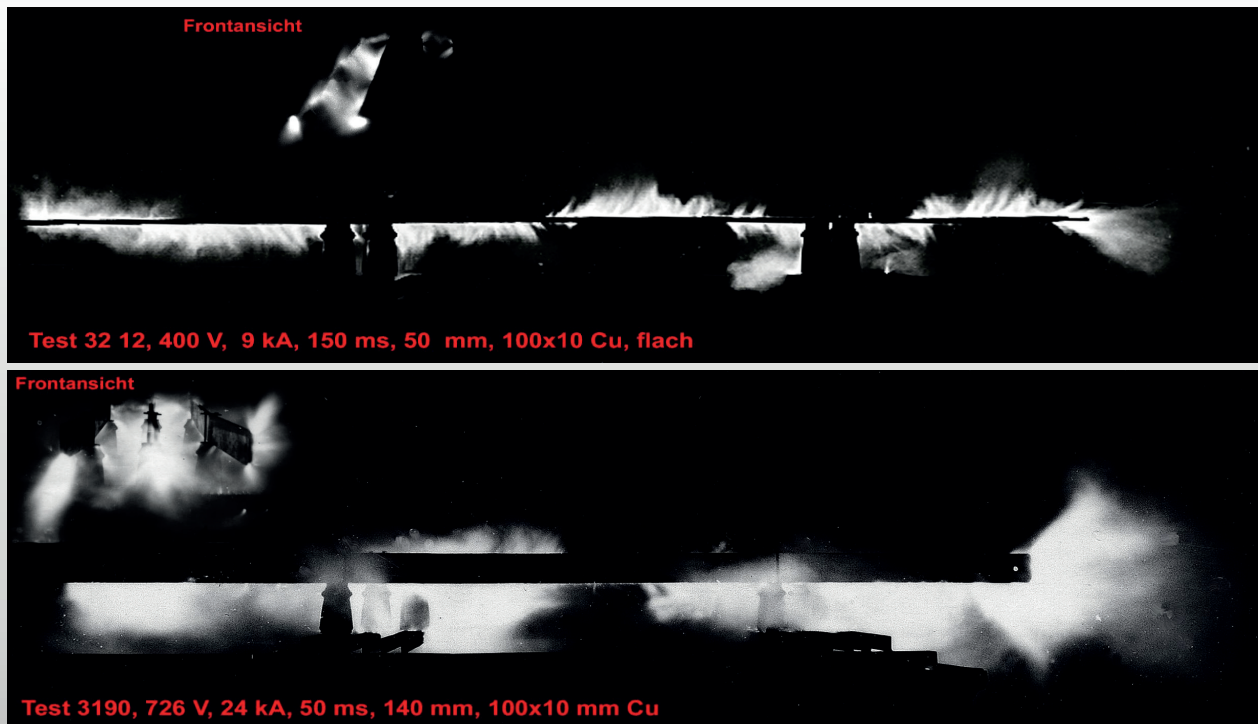


Test IPH Box
726 V, 7 kA
0,3 s



Test IPH Box
726 V, 7 kA
0,3 s

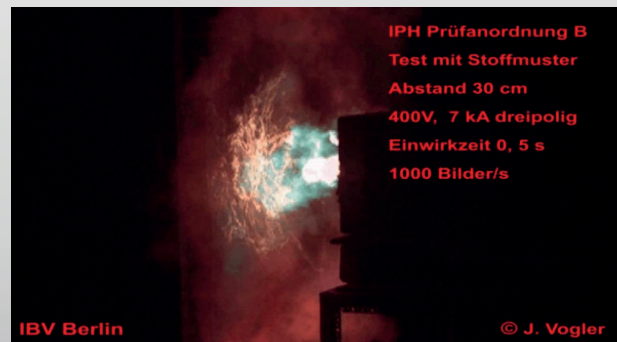
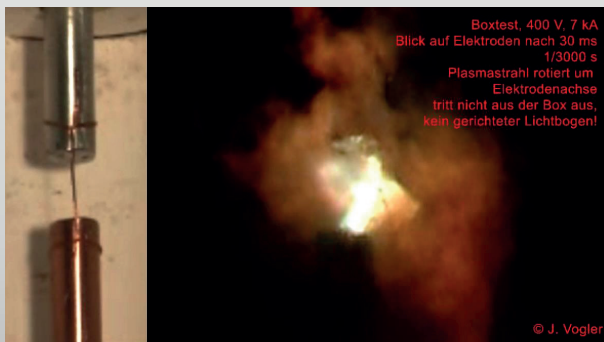




Störlichtbögen im Bereich der Niederspannung

- Schutz und Grenzen der Persönlichen Schutzausrüstung

- Betriebssicherheitsverordnung von 2015 und Probleme der Bewertung der Einwirkenergie von Störlichtbögen auf Personen.
- PSA-Verordnung vom 09.03.2016 und Stand der Normung
- **DGUV Information 203-077 Ausgabe September 2020 – Vorsicht ! Fehlinformation für VEFK**



Gesetzliche Stellung und Anwendung der Normen

Grundlage sind die Verträge zwischen der Bundesregierung und dem DIN (vom 5.6.1975) und zwischen dem DIN und dem VDE (vom 13.10.1970).

Die Anwendung der Normen ist nicht verbindlich vorgeschrieben. Sicherheit kann auch auf andere Weise erreicht werden. Sicherheit muss aber nachweisbar sein, was ohne Anwendung der Normen schwierig ist.

Die allgemein anerkannten Regeln der Technik sind zu beachten

Für den Bereich Elektrotechnik niedergeschrieben in den VDE-Bestimmungen

Pflichten des Arbeitgebers

§ 5 ArbSchG „Beurteilung der Arbeitsbedingungen“

(1) Der Arbeitgeber hat durch eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdung zu ermitteln, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind.

§ 6 Dokumentation !

geht nur, wenn ich das Problem erkenne !!!

mangelhafte und teilweise unrichtige Information !!!!!

Gefährdungsanalyse

ArbSchG – (Arbeitsschutzgesetz) 07. 08. 1996 (Fassung 2016)

Der Arbeitgeber hat nach §5 eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundene Gefährdung zu ermitteln und die Maßnahmen des Arbeitsschutzes festzulegen.

PSA-Benutzerverordnung- PSA-BV

§2 Abs. 1

(1) Unbeschadet seiner Pflichten nach den §§ 3, 4 und 5 des Arbeitsschutzgesetzes darf der Arbeitgeber nur persönliche Schutzausrüstungen auswählen und den Beschäftigten bereitstellen, die Anforderungen der Verordnung über das Inverkehrbringen von persönlichen Schutzausrüstungen entsprechen,

In §2 Abs. 3

wird darauf verwiesen, dass bei der gleichzeitigen Benutzung von mehreren PSA die Schutzausrüstung so aufeinander abgestimmt werden muss, dass die Schutzwirkung der einzelnen Ausrüstungen nicht beeinträchtigt wird.

PSA-VERORDNUNG (EU) 2016/425 vom 9. März 2016

Ersetzt ab 21. April 2019 die bisherige Richtlinie 89/686/EGW (deutsches Gesetz vom 04.12.1996).

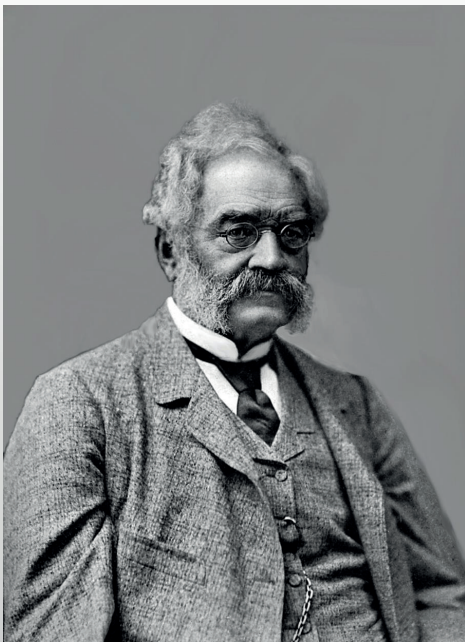
- (27) Um zu gewährleisten, dass PSA nach dem Stand der Technik geprüft werden, sollte die Gültigkeit der EU-Baumusterprüfbescheinigung auf höchstens fünf Jahre begrenzt werden.....

PSA-VERORDNUNG (EU) 2016/425 vom 9. März 2016

Ersetzt ab 21. April 2019 die bisherige Richtlinie 89/686/EGW (deutsches Gesetz vom 04.12.1996).

- 3.6.2. Gebrauchsfertige vollständige PSA unter den vorhersehbaren Einsatzbedingungen**
- a) muss die Wärmemenge, die durch PSA auf den Nutzer übertragen wird, so gering sein, dass die während der Tragedauer im gefährdeten Körperteil akkumulierte Wärme in keinem Fall die Schmerzgrenze oder gesundheitsschädigende Werte erreicht;
 - b) müssen PSA erforderlichenfalls das Eindringen von Flüssigkeiten oder Dämpfen verhindern und dürfen bei Berührungen mit der Schutzhülle keine Verbrennungen hervorrufen.

**weder die VDE 0682 Teil 306 1-1 und 1-2 und auch die DGUV Information 203-077 Berücksichtigen diese gesetzliche Vorschrift, ja sie verstoßen dagegen!
Das gilt auch für die Ausgabe 10 - 2020**



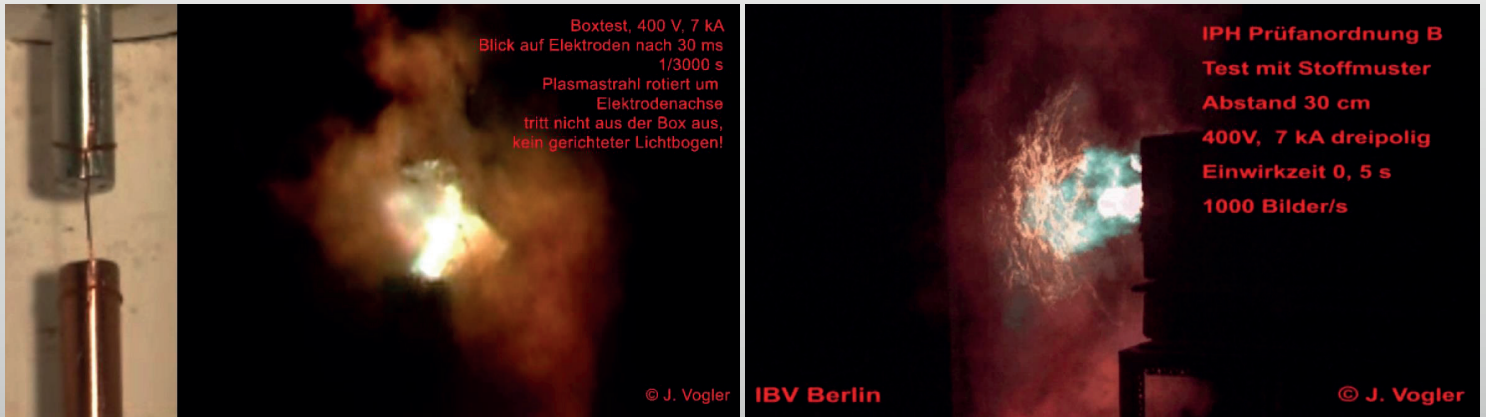
Werner von Siemens, 1880 Berlin

**„Das Verhüten von Unfällen
darf nicht als eine Vorschrift
des Gesetzes aufgefasst
werden, sondern als Gebot
Menschlicher Verpflichtung
und wirtschaftlicher
Vernunft“**

Störlichtbögen im Bereich der Niederspannung

- Schutz und Grenzen der Persönlichen Schutzausrüstung

- DGUV Information 203-077 Ausgabe September 2020 – Vorsicht ! Fehlinformation für VEFK



Ist das ein Lichtbogenschutz ??

Achtung! Bitte bei der Anwendung der DGUV Information 203-077 auf elementare technische Fehler achten.

Die BGI betrachtet nur die thermischen Gefahren eines Wechselstromlichtbogens.

Die allseitige Wirkung eines **Drehstromlichtbogens** mit seiner magnetischen Blasrichtung werden **bewusst ausgeklammert**.

Die Umrechnung der mit ungeeigneten Kalorimetern gemessenen Einwirkenergie auf einen Drehstromlichtbogen ist **falsch** und somit **unzulässig**.

Bei der Anwendung der NH-Sicherungskennlinie zur Berechnung der Einwirkenergie wird nicht die **Drehstrom** Abschaltung beachtet, sondern von der **einpoligen** Kennlinie der Sicherung ausgegangen.

Auch werden die PSA nicht ganzheitlich, also Helm, Schirm, Anzug und Handschuhe gleichzeitig, wie im realen Fall, sondern getrennt geprüft und bewertet.

Fachlich begründete und durch eine Vielzahl von Versuchen belegte Hinweise des Autors an die Autoren und der BGEM und KAN werden trotz Mahnungen ignoriert.



Box-Test
7 kA, 0,5 s
30 cm, Anzug
Baumwolle
ohne Schutz

IBV BERLIN

© J. Vogler

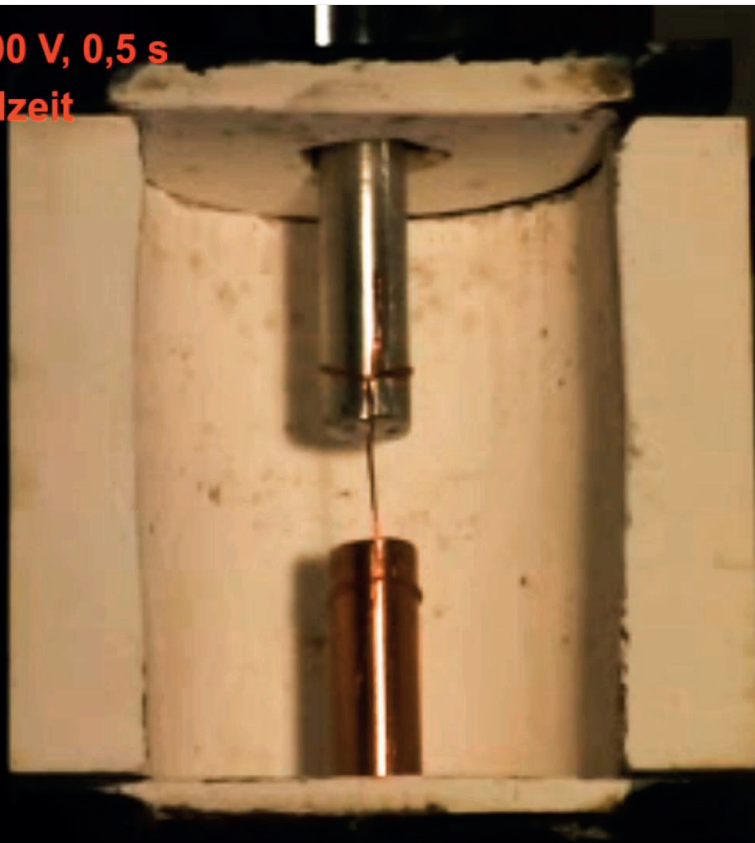


Dipl.-Ing. Jürgen Vogler

eTALK - 2020

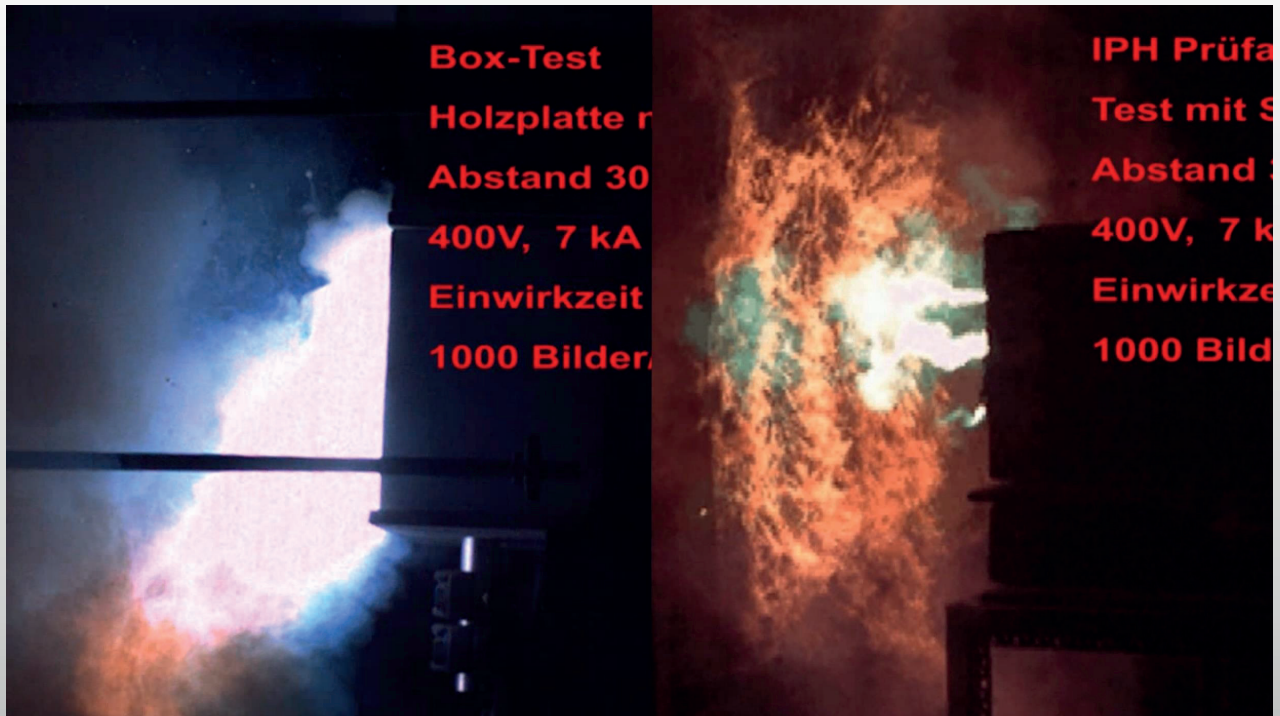
Blatt: 21

Boxtest, 7 kA, 400 V, 0,5 s
Video in Originalzeit



IBV BERLIN

© J. Vogler



Box-Test
Holzplatte r
Abstand 30
400V, 7 kA
Einwirkzeit
1000 Bilder

IPH Prüfa
Test mit S
Abstand 3
400V, 7 k
Einwirkze
1000 Bild

Äquivalente Lichtbogenenergie W_{LBa}

Schutzpegel der PSaGS, der sich bei konkretem Arbeitsabstand a und Transmissionsfaktor k_T aus dem Prüfpegel W_{LBP} ergibt.

$$W_{LBa} = k_T \cdot \left(\frac{a}{300 \text{ mm}} \right)^2 \cdot W_{LBP}$$

Gilt nur für Elektrodenanordnung im Boxtest, bei realen Drehstromanlagen läuft der Lichtbogen gemäß der Physik immer von der Einspeisung weg und bläst mit einer vielfachen Länge des Schienenabstandes in die mögliche Ausbreitungsrichtung.

Prüfpegel W_{LBP}

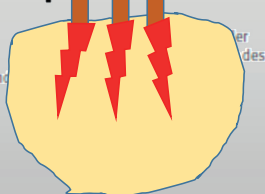
Elektrische Lichtbogenenergie, die bei einer Prüfung im Box-Test (nach VDE 0682-306-1-2) in einer der beiden Störlichtbogenprüfklassen eingestellt ist und zu einer direkten Einwirkenergie E_{iop} führt.

Box V = 1,6 l

Seiten- und Rückwand

geringes Volumen

$k_T = 1,0$



Lichtbogen brennt offen
(sehr großes Volumen des Brennraumes)

$k_T = 2,4$

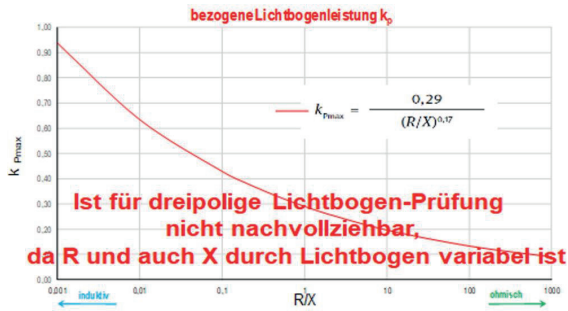
**Prüfpegel auf Basis
 4 kA und 7 kA Wechselstrom für
 den Boxtest**

Das sind aber Effektivwerte und keine Momentanwerte

$$\begin{aligned} W_{LB} &= P_{LB} \cdot t_k \\ &= k_p \cdot S_k'' \cdot t_k \\ &= k_p \cdot \sqrt{3} \cdot U_{Nn} \cdot I_{k3}'' \cdot t_k \end{aligned}$$

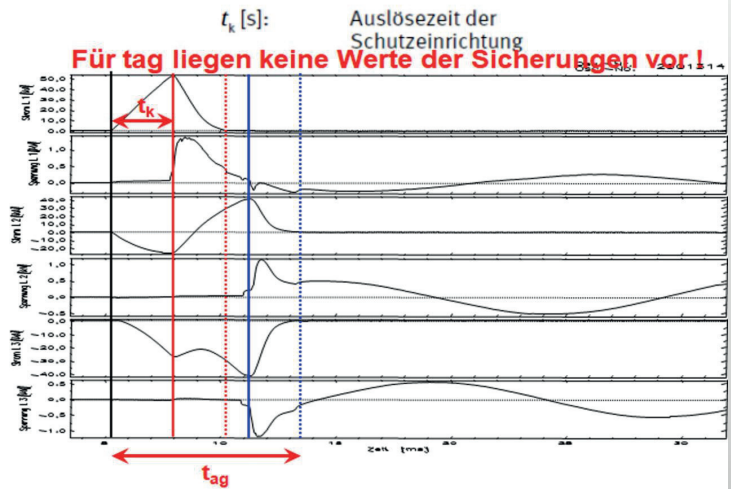
bezogene Lichtbogenleistung k_p

$$k_{pmax} = \frac{0,29}{(R/X)^{0,17}}$$

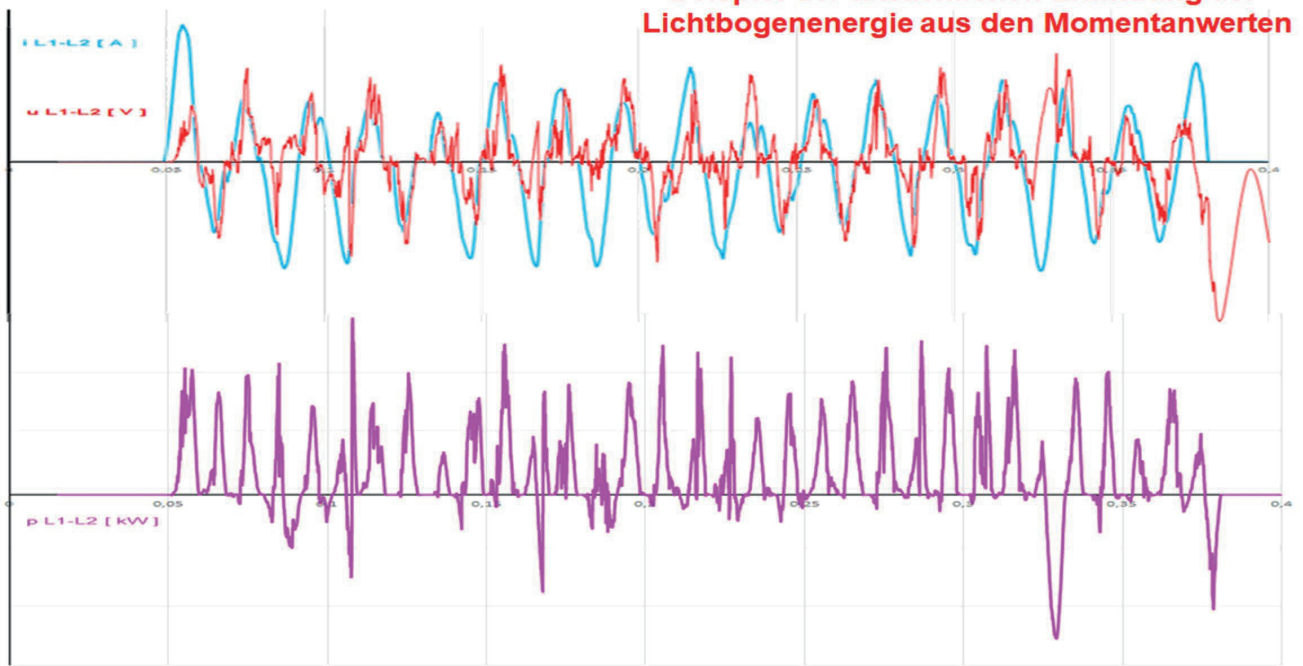


Lichtbogenenergie W_{LB}

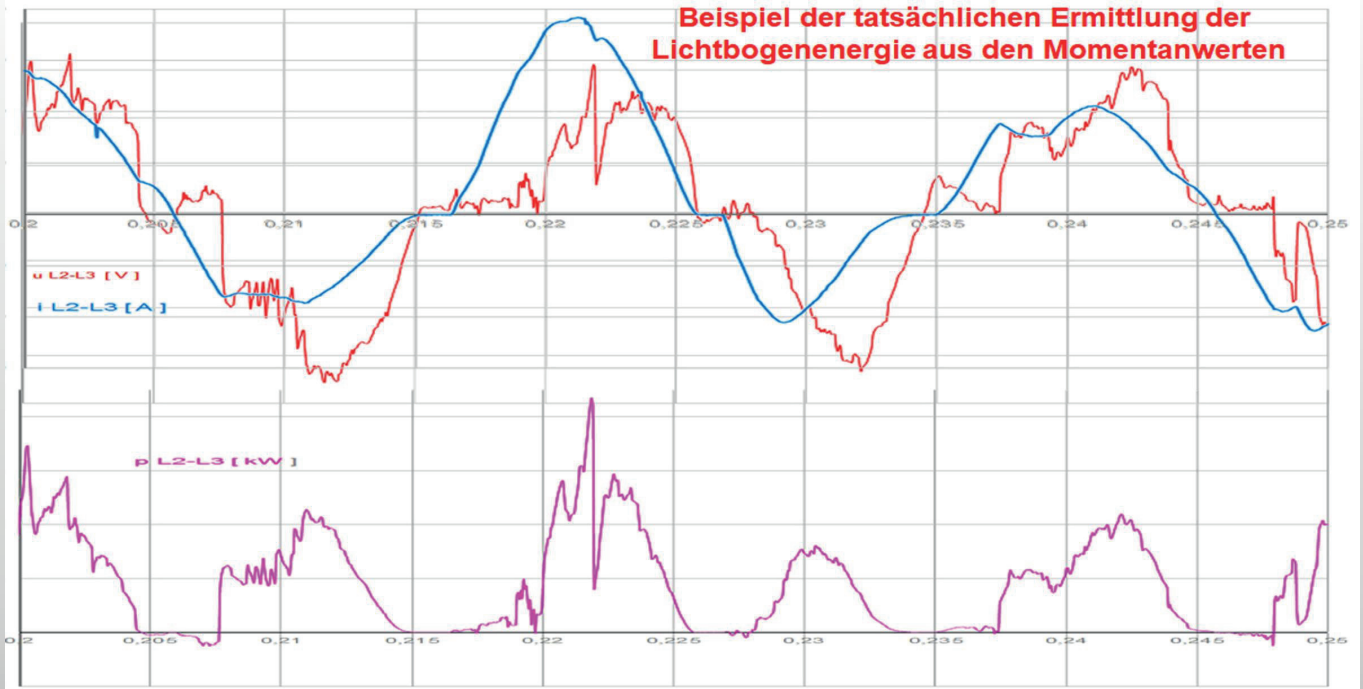
Elektrische Energie, die dem Lichtbogen zugeführt und im Lichtbogen umgesetzt wird; Summe (Integral) über das Produkt aus Momentanwert der Lichtbogen-Spannung, Momentanwert des Lichtbogenstroms und Zeitdifferential, gebildet über die Lichtbogensdauer.



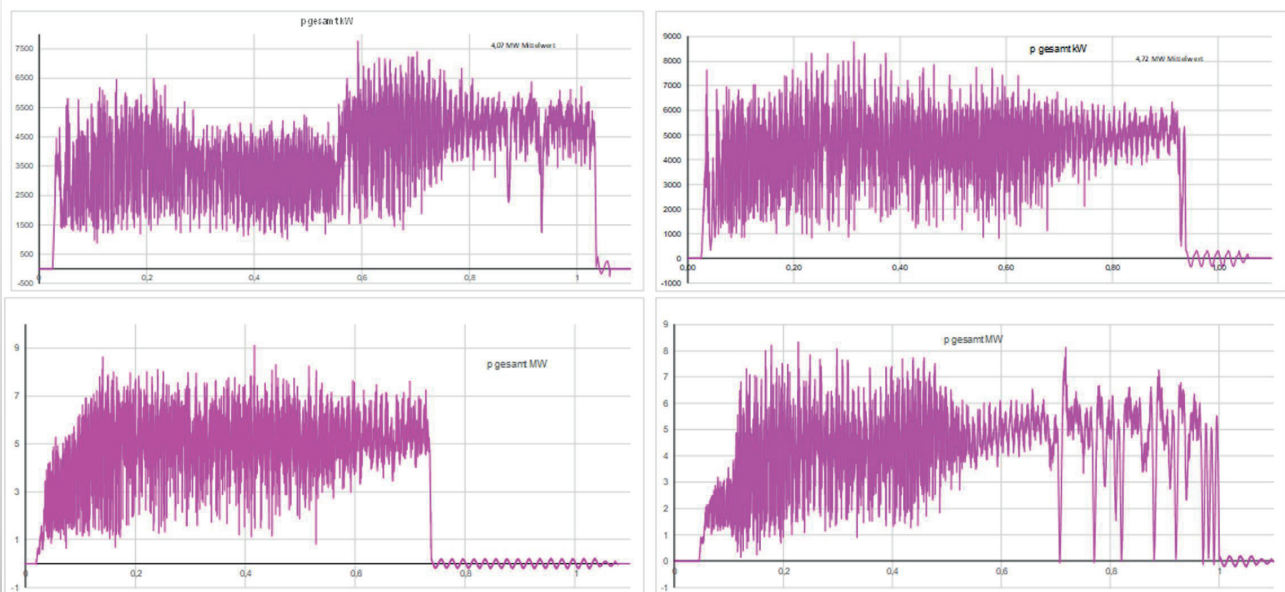
Beispiel der tatsächlichen Ermittlung der Lichtbogenenergie aus den Momentanwerten



Beispiel der tatsächlichen Ermittlung der Lichtbogenenergie aus den Momentanwerten



4 Beispiele der Lichtbogenleistungsermittlung aus Momentanwerten von dem gleichen Test an einem Kabel 4 x 120 mm² Alu mit 10 kA, 1 s



DC-Bogen
400 V , 10 kA



Summe Bewertungspunkte



	Eintrittswahrscheinlichkeit einer Verletzung (Bewertungspunkte)	1 (0 ... 9)	2 (10 ... 19)	3 (20 ... 30)	4 (31 ... 45)	5 (46 ... 60)
Schadensschwere (Verletzungsschwere)		Praktisch unmöglich	Denkbar, aber sehr unwahrscheinlich	unwahrscheinlich	selten	Gelegentlich bis häufig
1	Leichte Verletzung	grün	grün	grün	gelb	rot
2	Reversible Verletzung	grün	grün	gelb	rot	rot
3	Irreversible Verletzung	grün	gelb	rot	rot	rot
4	Tödliche Verletzung	gelb	rot	rot	rot	rot

Abb. A 4-3 Risikomatrix mit Summe der Bewertungspunkte

„grün“: Tätigkeiten dürfen durchgeführt werden
 „gelb“: Tätigkeiten dürfen durchgeführt werden, aber aktives Risikomanagement ist notwendig:

Eine Risikobewertung nur auf der Grundlage dieser DGUV Information steht im Widerspruch zu den geltenden Arbeitsschutzbestimmungen, die einen umfassenden Schutz Gegenüber aller Gefahren des Lichtbogens verlangt. Und keine Überschreitung der Schmerzgrenze zulässt.

Tabelle A 4-1 Bewertungskriterien zur Ermittlung der möglichen Verletzungsschwere

	Bezeichnung	Beschreibung	Lichtbogenenergie/Schutzpegel
1	Leichte Verletzung	Hautverbrennung < 2. Grades	$W_{LB} / W_{LBS} \leq 1$
2	Reversible Verletzung	Hautverbrennung 2. Grades; Blasenbildung, starke Schmerzen, vollständige Heilung oder mit Narbenbildung	$1 < W_{LB} / W_{LBS} \leq 3$
3	Irreversible Verletzung	Hautverbrennung 3. Grades; Verbrennung tieferer Hautschichten	$3 < W_{LB} / W_{LBS} \leq 10$
4	Tödliche Verletzung	Hautverbrennungen 3. Grades oder schwerer, großflächig, irreversibel, mit tödlichen Folgen	$W_{LB} / W_{LBS} > 10$

Wo und wie ist dieser Ansatz medizinisch belegt ?

Eine derartige Risikoeinschätzung steht im Gegensatz zu den praktischen Erfahrungen der Störlichtbogenereignissen und ist auch von einer verantwortlichen Elektrofachkraft in der Praxis nicht durchführbar. Störlichtbogenereignisse sind immer eine Verknüpfung von unterschiedlichen technischen, organisatorischen und persönlichen Faktoren die unabhängig vom Ausbildungsstand, persönlichen Eigenschaften sowie technischen Zustand, Alter und Qualität einer Anlage entstehen.

PSA Klasse 2 im IPH-Test

726 V, 10 kA, 1s

Abstand 50 cm

Anordnung B



NH 400 A, 426 V, 6,0 kA, 75 ms



NH 400 A, 426 V, 5,2 kA, 82 ms



Lichtbogen am Hausanschlusskasten aus Aluminium
400 V, 10 kA, 100 ms, Abstand 50 cm



96. Seminar "Lichtbogen live" ganzheitlicher Test der PSA eines Teilnehmers
726 V, 10 kA, 1 s, IPH-Testanordnung B, Abstand 20 cm zum linken Handschuh

IBV BERLIN

Zeit x 120 (3000 Bilder/s)

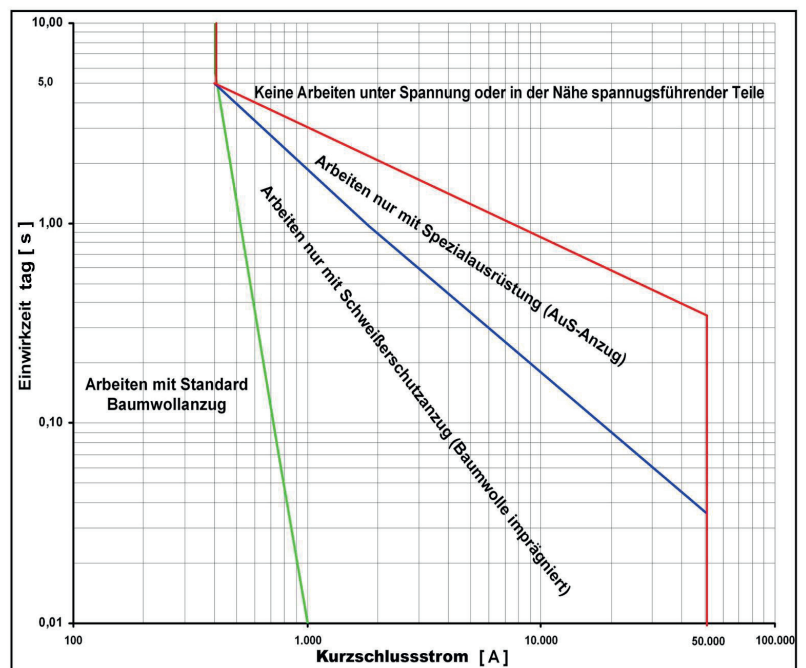
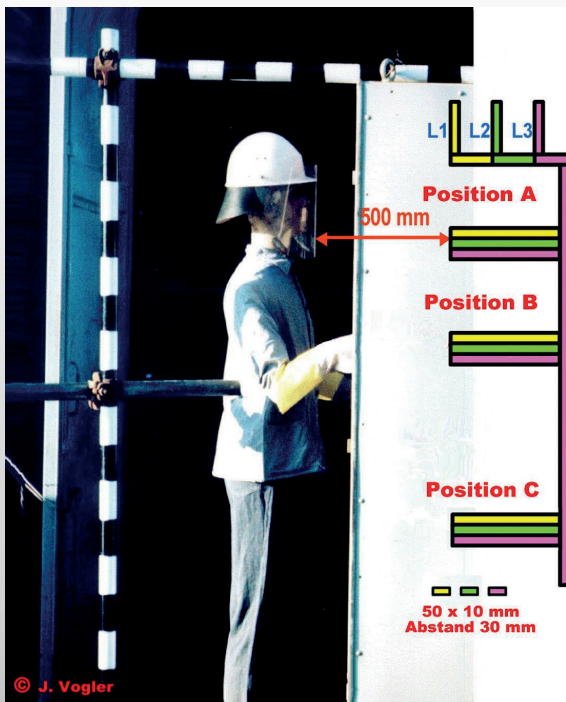
Video: J. Vogler



Dipl.-Ing. Jürgen Vogler

eTALK - 2020

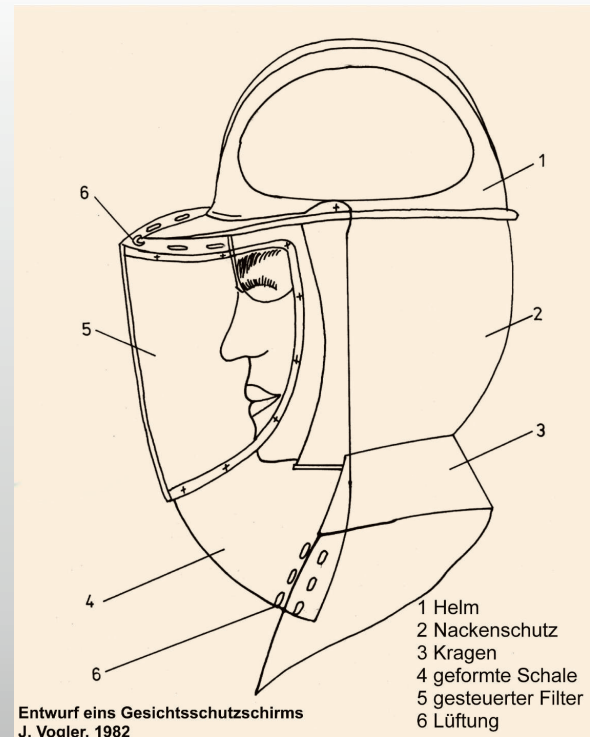
Blatt: 35



Dipl.-Ing. Jürgen Vogler

eTALK - 2020

Blatt: 36



Entwicklungsstand 1981, Einsatz bei Netzmessungen im Kraftwerk



**Ziehen einer NH-Sicherung
unter Last, dreipolig**



„Arcman®“: 10 kA einpolig



„Boxtest“ 7 kA einpolig



**Aufnahmen der verschiedenen
Verfahren im IPH Berlin
und von DuPont bei CEF**



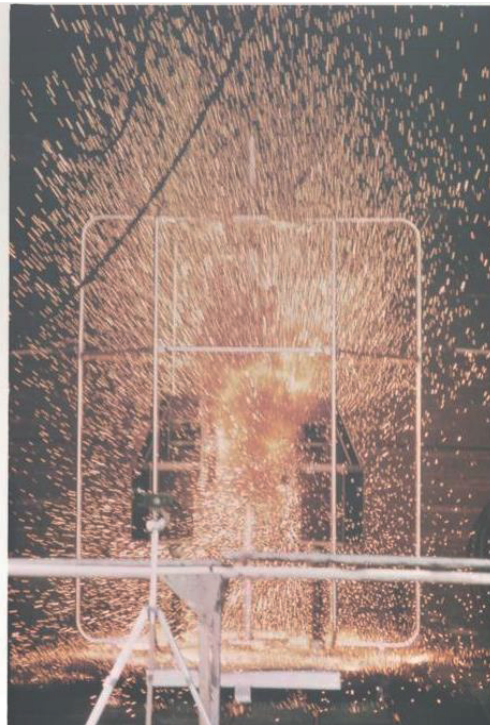
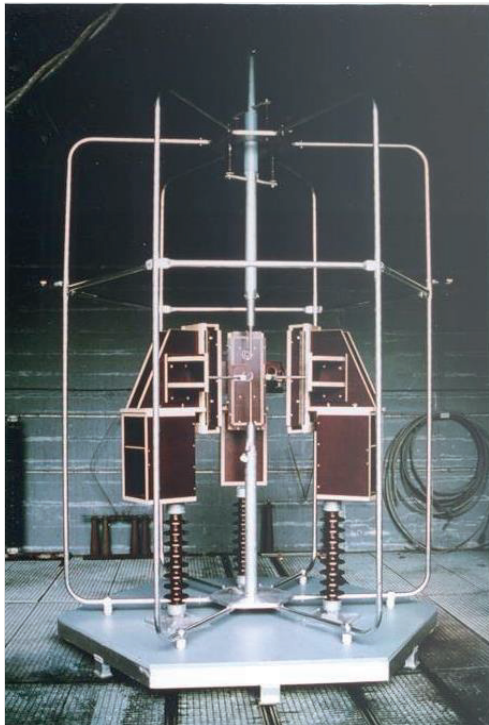
Dipl.-Ing. Jürgen Vogler

EUROTEST 10 kA dreipolig

eTALK - 2020

IPH 10 kA dreipolig

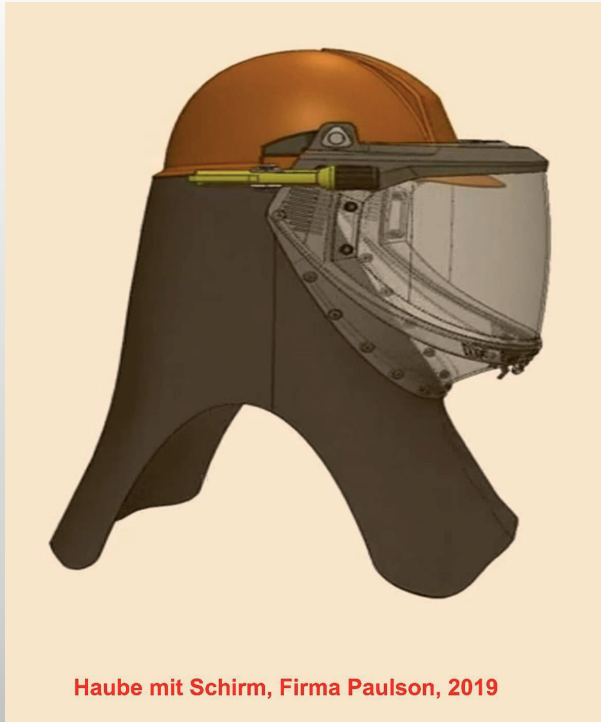
Blatt: 39



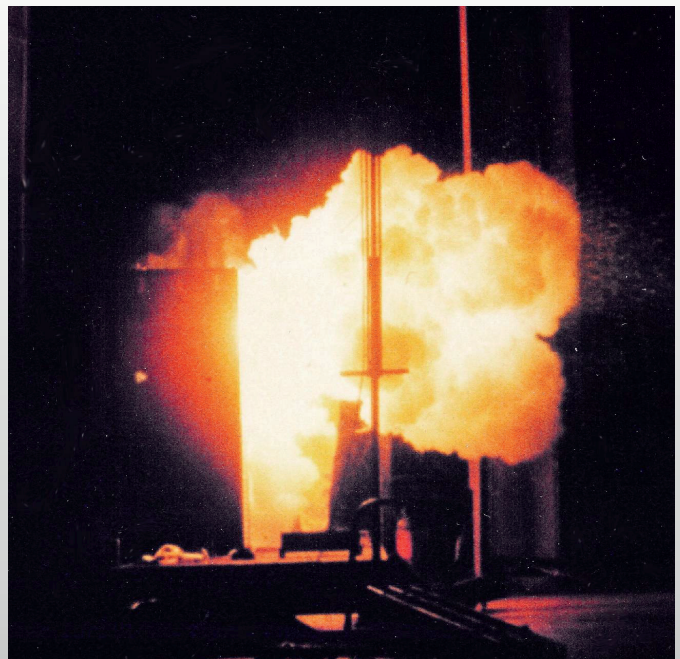
Dipl.-Ing. Jürgen Vogler

eTALK - 2020

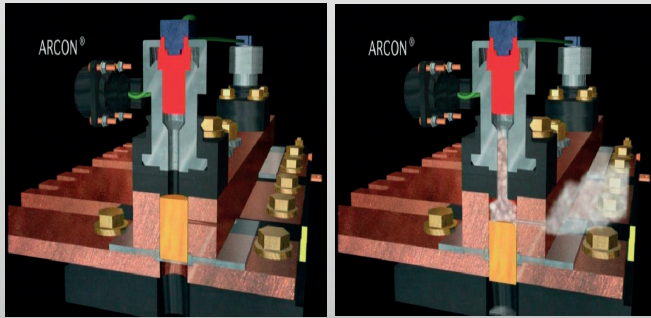
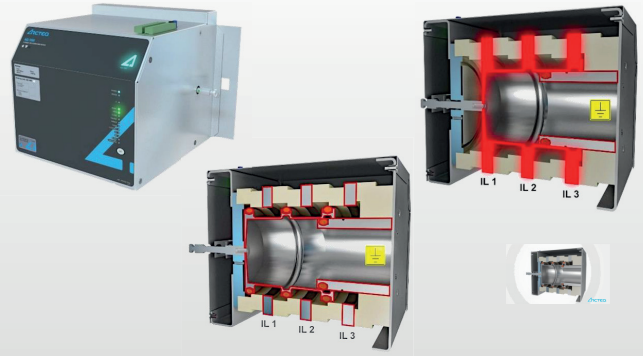
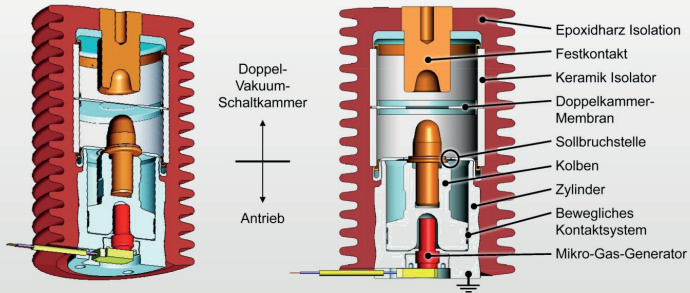
Blatt: 40



Haube mit Schirm, Firma Paulson, 2019

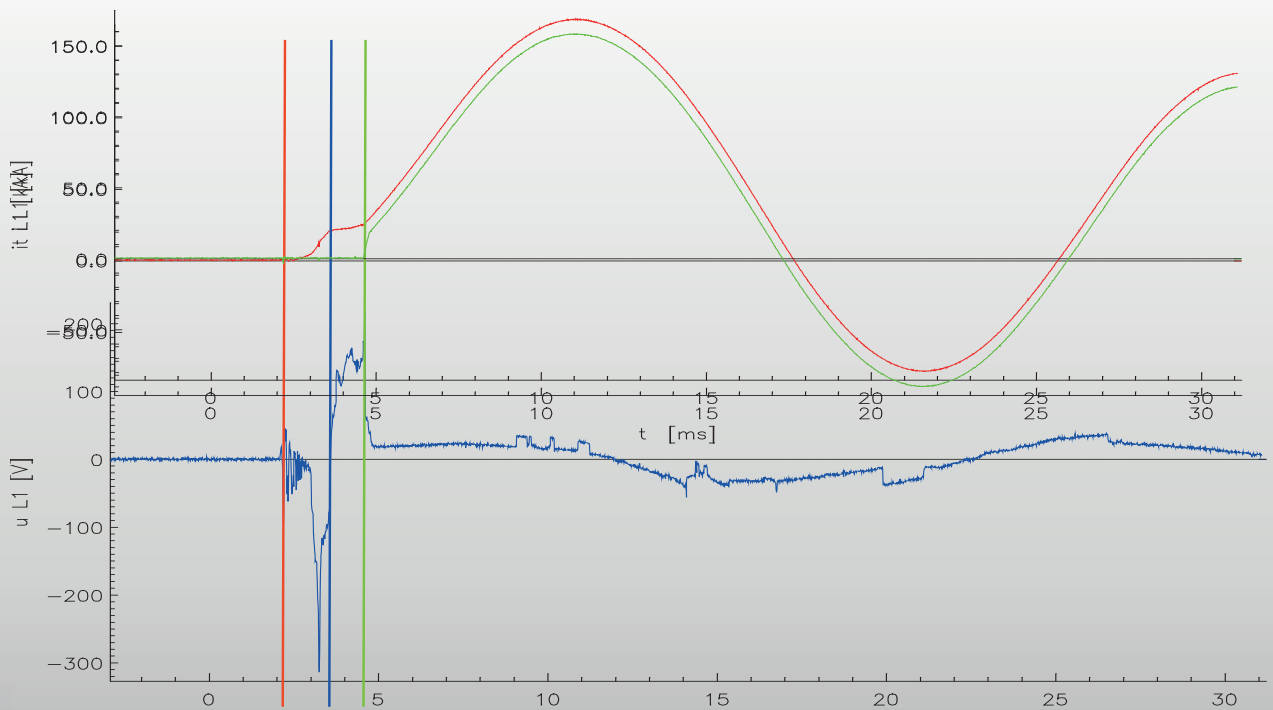
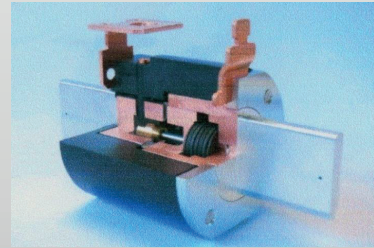


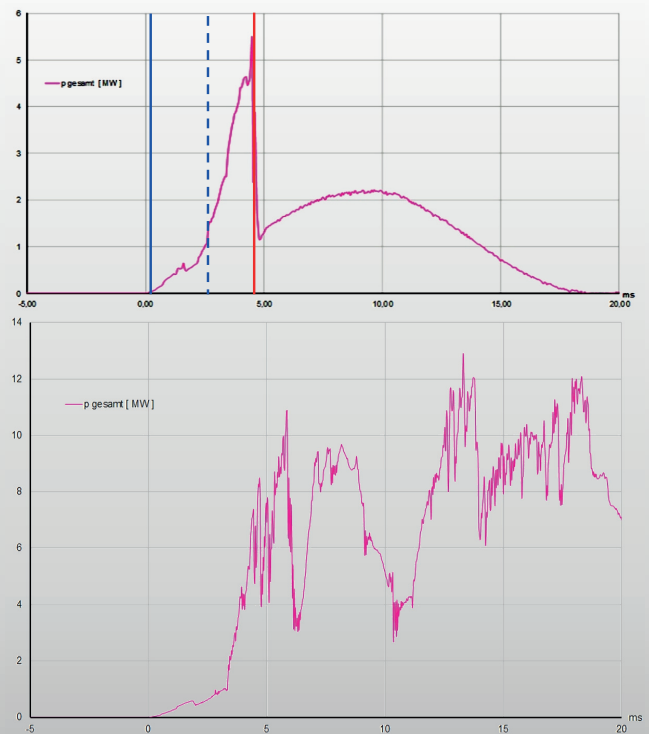
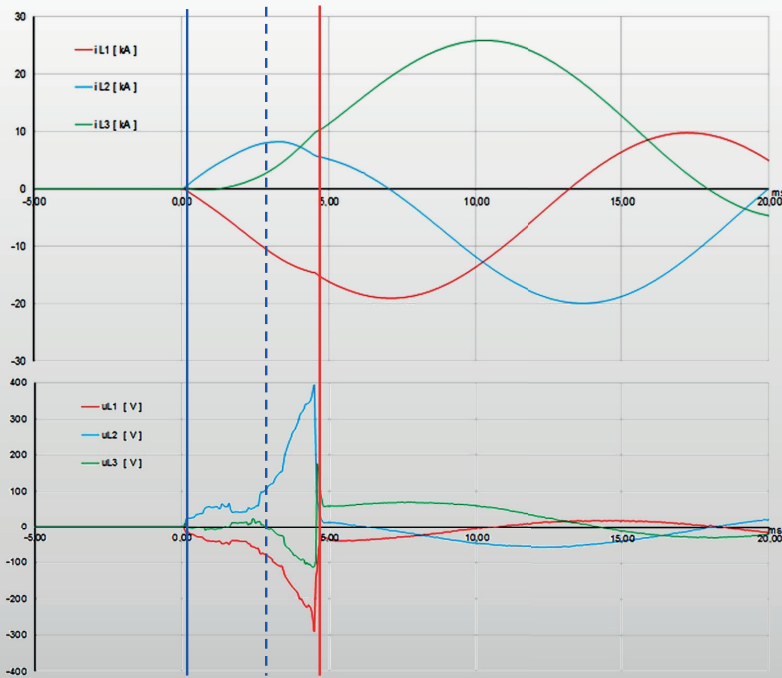
UFES von ABB



Arcon von EATON

DEHNARC von Dehn & Söhne





Störlichtbögen im Bereich der Niederspannung

- Schutz und Grenzen der Persönlichen Schutzausrüstung

Störlichtbogenereignisse in Anwesenheit von Personen sind seltene, aber im realen Ereignisse oft dramatische Vorgänge mit physischen und auch psychischen Folgen. Eine Abstufung der Gefährdung auf nur die thermischen Gefahren ist eine grober Verstoß gegen bestehenden Vorschriften.

Es ist inakzeptabel, dass die DGUV eine Information veröffentlicht, die einseitig und technisch fehlerhaft ist und den seit Jahrzehnten bekannten Stand der Technik ignoriert, ihn aber für ihre Seminare und Werbung nutzt. Auch ist es verantwortungslos wenn ohne jeden technischen Nachweis eine mit 400 V und 4 bzw. 7 kA einpolig geprüfte PSA für den Einsatz in Hochspannungsanlagen bis < 110 kV empfohlen wird.

Mit der vorliegenden DGUV Information 203-077 September 2020 ist den verantwortlichen Elektrofachkräften bei der Erstellung der notwendigen umfassenden Gefährdungsbeurteilung auf Grund der einseitigen Benennung der thermischen Gefährdung und auch von den Autoren in der Vorbemerkungen genannten weiteren Gefahren des Störlichtbogens nicht geholfen, ja sie begibt sich bei der kritiklosen Nutzung dieser Information im Falle einer Personenverletzung in ein kritisch Situation, da sie nicht den geforderten Stand der Technik beachtet hat.

INGENIEURBÜRO VOGLER

Unabhängiger Gutachter für
Hoch- und Niederspannungsanlagen
Untersuchung von Störungen und Havarien
Schulung und Beratung

Dammweg 91

12437 Berlin

030-5328659

IBV-Berlin@t-online.de

www.ibvberlin.de

www.lichtbogen-live.de

