

Manuskript eines Beitrages für den Elektropraktiker Heft 6/1981, dass für die Veröffentlichung vom Ministerium nicht freigegeben wurde, da durch die Darstellung von möglichen Fehlern und Schäden, angeblich das Ansehen der DDR im Ausland Schaden nehmen und den Export von NS-Anlagen vermeiden würde.

Störlichtbögen in Niederspannungs-Schaltanlagen

J. Vogler, KDT, Berlin



Der Lichtbogen, eine technisch vielfach genutzte Erscheinungsform des elektrischen Stromes, stellt, wenn er ungewollt in einer elektrotechnischen Anlage entsteht, eine Sach- und Personengefährdung dar, die jeder Fachmann aber auch jeder Laie, der mit elektrischen Anlagen und Geräten Umgang hat, kennen muss. Ursachen und Folgen der Lichtbogenstörungen im Bereich der Hoch und Mittelspannungsanlagen sind allgemein bekannt und in den entsprechenden Errichtungs-, Bedienungs- und Wartungsvorschriften sowie Standards für diese Anlagen berücksichtigt. Das Personal, das zu diesen Anlagen Zugang hat, wird regelmäßig im Rahmen der Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzbelehrungen auf die trotz aller technisch möglichen Schutzvorrichtungen verbleibende Restgefährdung hingewiesen, und es wird in den notwendigen Verhaltensanforderungen geschult.

Im Bereich der Niederspannungsanlagen wurde bisher die Möglichkeit einer Lichtbogenstörung im Allgemeinen ausgeklammert. In den letzten Jahren ist jedoch national als auch international ein Ansteigen der Lichtbogenstörungen in NS-Anlagen, verbunden mit teilweise erheblichen Personen- und Sachschäden, zu beobachten. Es war daher notwendig, dieser Tatsache Rechnung zu tragen und im Rahmen von Grundsatzuntersuchungen, Ursachen und Auswirkungen von; Lichtbogenstörungen in Niederspannungsanlagen näher zu betrachten, um durch technische Maßnahmen das Entstehen dieser Störlichtbögen zu verhindern bzw. dort wo - trotz aller technischen Maßnahmen - eventuell eine verbleibende Gefährdung der Werktätigen vorliegt, entsprechende Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln einzuführen sowie die Erkenntnisse in die Standards- und Errichtungs-, Bedienungs- und Wartungsvorschriften einfließen zu lassen.

Beachtet man, dass die NS-Anlagen - von der Hausverteilung bis zum leistungsstarken Industrieverteiler, - einschließlich der Schwerpunktlaststationen in den Kraftwerks-Eigenversorgungsanlagen - diejenigen sind, die in der Kette der Energieversorgung den zahlenmäßig größten Zugriff von Fachleuten und auch von Laien haben, so erhält der Lichtbogenschutz eine besondere Wichtung, die durch den humanistischen Grundgedanken des sozialistischen Arbeitsschutzes, bei dem der Schutz des Werktätigen im Mittelpunkt jeder Neu- und Weiterentwicklung steht, noch unterstrichen wird.

Die Existenz des NS-Störlichtbogens ist kein neues Problem unserer Tage, sondern seit jeher bekannt. Nur sind die Auswirkungen auf den Menschen und die Anlage durch die ständig steigenden elektrischen Leitungsdichten, verbunden mit dem Übergang zu industriell gefertigten, kleinräumigen Baueinheiten, wesentlich größer geworden. Auch haben die Forderungen der technologisch bedingten höheren Versorgungssicherheit zu veränderten Netzkonfigurationen geführt. Dadurch wurde besonders das Verfahren "Arbeiten an unter Spannung stehenden Niederspannungsanlagen" gefördert. Somit ist auch ein wesentlicher Unterschied zwischen den Hoch- und Mittelspannungsanlagen und den Niederspannungsanlagen aufgezeigt. Die Lichtbogenschutzforderungen und Risikobetrachtungen beziehen sich in der Mittelspannungsebene immer auf die geschlossene Baueinheit. In der Niederspannungsebene gilt es, neben diesen Ausgangsfaktoren auch noch das Tätigkeitsfeld der "Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlagen" sowie das Arbeitsgebiet der "Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Anlagen" mit einzubeziehen. Betrachtet man noch die Vielfalt der in den NS-Anlagen verwendeten Bauteile und deren Generationen – Hausanschlusskästen, Gussverteilungen, SNV-Kästen und verschiedene Varianten der fabrikgefertigten NS-Schaltfelder -, so ist zu erkennen, welche komplizierte Aufgabe es ist, eine allgemeingültige Regelung für den Lichtbogenschutz dieser Anlagen zu schaffen. Es ist daher notwendig, ausgehend von den möglichen Ursachen und Auswirkungen eines Störlichtbogens in der Niederspannungsebene, schrittweise das Risiko abzubauen.

Da der NS-Störlichtbogen keine erzeugnispezifische Erscheinung ist, sondern in allen Bauteilen der NS-Anlagen auftreten kann, wurden in Zusammenarbeit verschiedener Betriebe und

Institutionen im Institut "Prüffeld für elektrische Hochleistungstechnik" umfangreiche Untersuchungen über die Auswirkung und die Schutzmöglichkeiten bei NS-Störlichtbogen durchgeführt. Ziel der Arbeit war es, neben allen technischen Möglichkeiten zur Vermeidung von NS-Störlichtbogen, die Eignung von Körperschutzmitteln zur Abwendung von Gefährdungen zu testen.

1. Ursachen eines NS-Lichtbogens

Die Ursachen für das Entstehen eines Störlichtbogens in der Niederspannungsebene sind sehr unterschiedlich. Sie lassen; sich in drei Hauptgruppen einteilen, die überwiegend einzeln auftreten. Kombinationen von Ursachen für das Entstehen eines Störlichtbogens sind statistisch sehr unwahrscheinlich, deshalb werden Kombinationen vorerst aus den Betrachtungen ausgeschlossen.

Im Bild 1 sind diese drei Hauptgruppen in einer Verknüpfung der möglichen Auswirkungen eines NS-Störlichtbogens dargestellt. Im Gegensatz zu den Ursachen treten die Auswirkungen überwiegend in einer Kombination der aufgezeigten Gruppen auf. Zur weiteren Analyse der Ursachen-Auswirkungen-Beziehungen werden die jeweiligen Hauptgruppen in Untergruppen aufgeteilt.

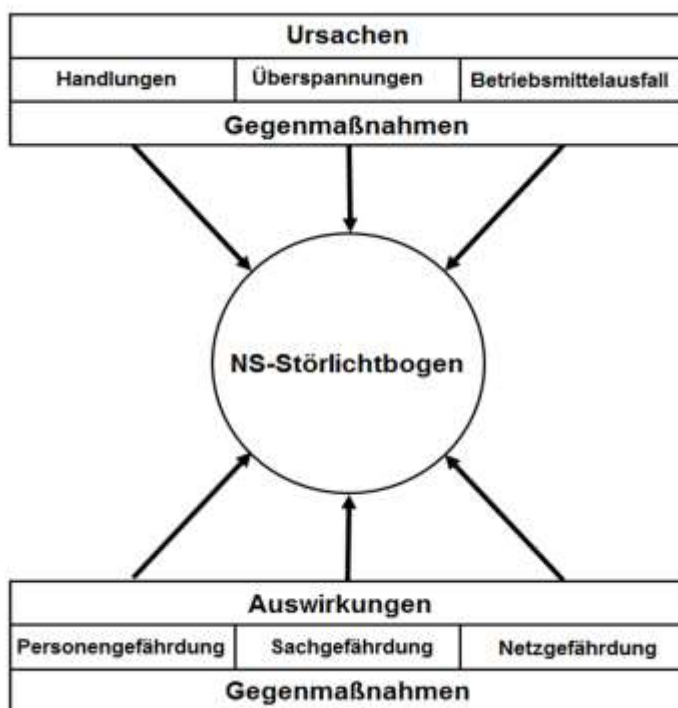


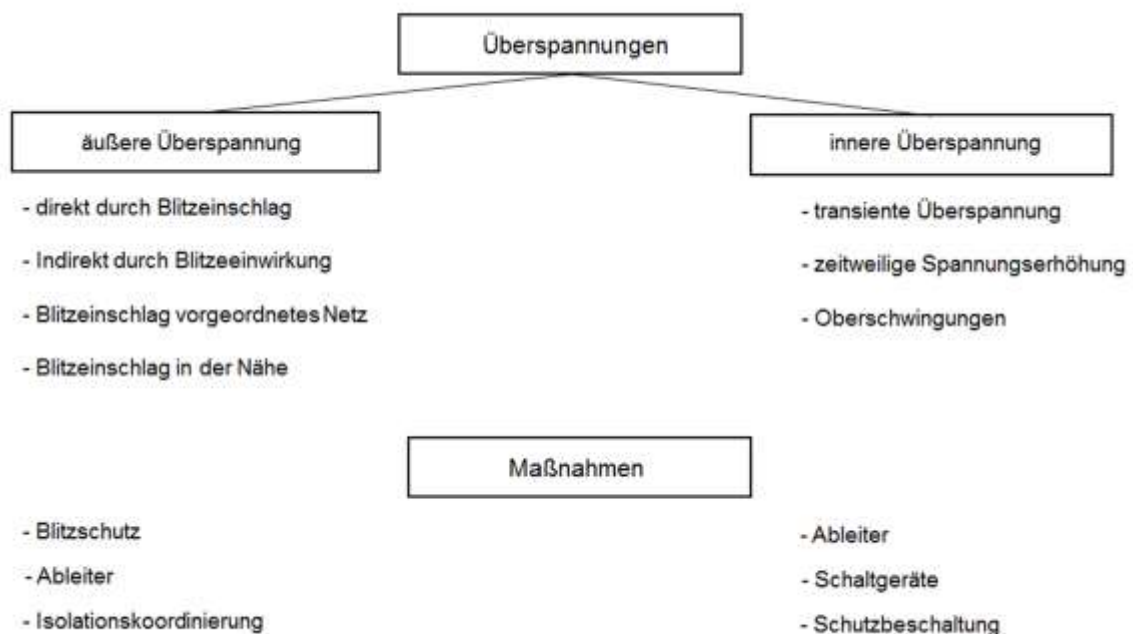
Bild 1 :Verbindung von Ursachen und Auswirkungen eines Niederspannung-Störlichtbogens.

Die Hauptgruppe der Handlungen wird in Tafel 1 näher dargestellt. In diesem Komplex sind die Tiere einbezogen worden, da sie den rein technischen Hauptgruppen nicht zuzuordnen sind. Tafel 2 zeigt den Komplex der Oberspannungen mit den Untergruppen der äußeren und inneren Oberspannungen, speziell auf dem Gebiet der inneren Überspannungen sind, bedingt, durch die veränderten Netzkonfigurationen, grundsätzliche Arbeiten notwendig, um eine technisch sinnvolle

und ökonomisch vertretbare Isolationskoordination den NS-Betriebsmitteln zu erhalten.



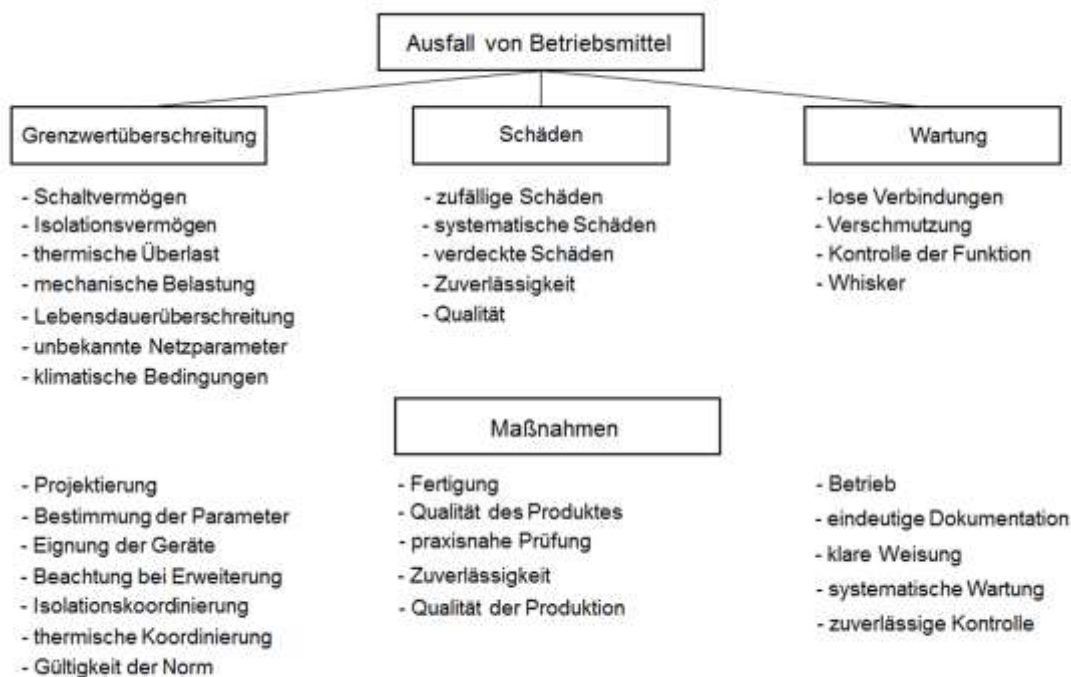
Tafel 1: Hauptgruppe und Unterteilung des Komplexes „Handlungen“



Tafel 2: Hauptgruppe und Unterteilung des Komplexes „Überspannungen“

Der Komplex "Ausfall von Betriebsmitteln" als dritte Hauptgruppe der Ursachen eines NS-Störlichtbogens wird in Tafel 3 wiedergegeben. In der Untergruppe "Grenzwertüberschreitungen" werden auch die Ausfälle von Betriebsmitteln mit einbezogen, die aufgrund von veränderten Netzkonfigurationen eine höhere Beanspruchung ergeben, als sie in den gültigen Prüfvorschriften festgelegt sind. Als letzte Position in der Untergruppe "Wartung" wird die Whiskerbildung genannt. Whisker sind dünne monokristalline Fäden-Einkristalle, die bei Metallen und Legierungen unter

spezifische Bedingungen wachsen können und besondere Eigenschaften hinsichtlich Zug- und Schubfestigkeit haben sowie eine gute elektrische Leitfähigkeit besitzen. Sie überbrücken die Luft- bzw. Durchschlagstrecken und leiten so einen Lichtbogen ein.



Tafel 3: Hauptgruppe und Unterteilung des Komplexes "Ausfall von Betriebsmitteln"

Die aufgezeigten Ursachenkomplexe für einen NS-Störlichtbogen sind keine Zusammenstellung aller möglichen theoretischen Ursachendetails, sondern im Wesentlichen die Hauptpunkte aus den Beobachtungen des Unfallgeschehens der letzten Jahre. Eine statistische Wahrscheinlichkeitsaussage ist mit den bisher gewonnenen Daten nicht möglich, wohl aber eine Wichtung hinsichtlich der notwendigen Schutzmaßnahmen zum Verhindern von Störlichtbögen in NS-Anlagen. Dabei steht der Ursachenkomplex "Handlungen" im Vordergrund, da ein durch Handlungen hervorgerufener Lichtbogen fast immer eine direkte Lichtbogeneinwirkung auf die handelnde Person zur Folge hat. Alle drei Ursachenkomplexe lassen sich bei strikter Einhaltung der bestehenden Errichtungs-, Prüf-, Wartungs- und Bedienvorschriften sowie guten konstruktiven Lösungen auf ein Minimum reduzieren. Absolut vermeidbar werden Lichtbogenstörungen in NS-Anlagen nie sein, da es keine absolut sichere Technik gibt und menschliches Versagen, trotz aller intensiven Schulungen, nicht ausschließbar ist.

Daraus folgt, dass der beste Schutz des Werk tätigen vor den Auswirkungen des Störlichtbogens gegeben ist, wenn er nur an einer spannungsfreien oder geschlossenen unter Spannung stehenden Anlage Handlungen ausführt. Lässt sich trotz aller organisatorischen und technischen Maßnahmen das an einer unter Spannung stehenden NS-Anlage nicht vermeiden, so müssen dem Werk tätigen zur Abwendung aller Gefahren geeignete Körperschutzmittel zur Verfügung gestellt werden.

2. Auswirkungen von Störlichtbögen

Die physikalischen Auswirkungen eines Störlichtbogens sind sehr vielfältig. Der Lichtbogen überbrückt als Elektronen-Ionen und Neutralteilchen enthaltendes und damit auf mindestens 5000 K erhitztes Gasvolumen den Raum zwischen den unter Spannung stehenden Leitern eines Stromkreises. Dabei wird an den Sammelschienen oder Drähten von den Lichtbogenfußpunkten mit einer Lichtbogenkerntemperatur von etwa 5 000 bis 15 000 K ständig Metall verflüssigt und verdampft.

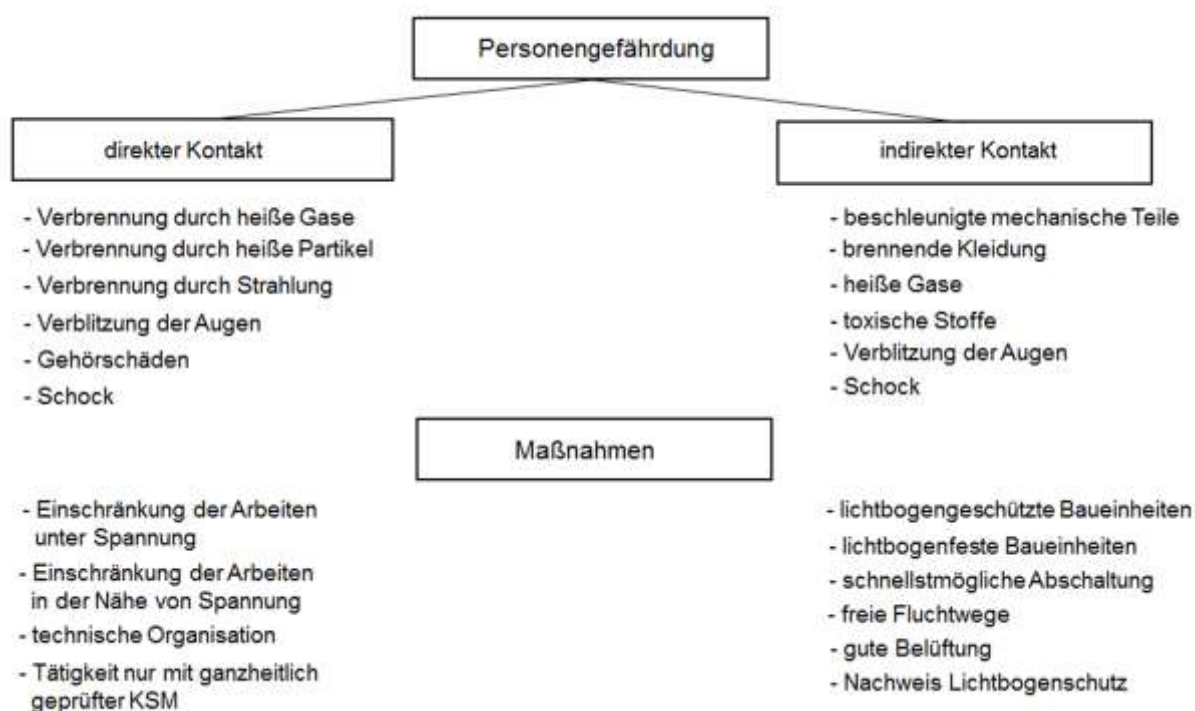
Durch die eigenmagnetische Wirkung des Stroms wird dieses Material beschleunigt und vom Entstehungsort wegtransportiert. Menge sowie Beschleunigung des verflüssigten und verdampften Materials sind vorwiegend vom Quadrat des Kurzschlussstroms und der Einwirkzeit abhängig. Neben diesen primären Verbrennungen werden alle in unmittelbarer Nähe des Lichtbogens befindlichen Konstruktionsteile und Isolationsmaterialien mehr oder weniger mit verbrannt. Die bei einem Störlichtbogen frei werdende elektrische Energie wird überwiegend in Wärme und Strahlung umgesetzt. Dabei entsteht im Gefäß (Schrank, Pult usw.) der NS-Baueinheit ein Druck, der in Abhängigkeit von den gegebenen konstruktiven Bedingungen ein Ausströmen des erhitzten Gases aus vorhandenen Öffnungen oder bei zu hohen Werten eine Zerstörung des Gefäßes bewirkt. Beide Faktoren stellen sowohl eine Personen- als auch Sachgefährdung dar.

Grundsätzlich muß bei diesen Betrachtungen zwischen NS-Anlagen, die über strombegrenzende Schaltorgane eingespeist werden und solchen, die in die Zeit-Strom-Kennlinie der Sicherungen oder in die Staffelzeiten des Primär- oder Sekundärschutzes fallen, unterschieden werden. Bei den erstgenannten Anlagen, die den umfangreichsten Teil aller vorhandenen NS-Anlagen darstellen, kann im Falle eines Störlichtbogens dieser nur bis zur Abschaltung durch das vorgeordnete Schaltorgan brennen. Die Gesamtausschaltzeit (t_{ag}) bestehend aus der Ausschaltverzugszeit (t_a) und der Lichtbogenlöschzeit des Schalters (t_{LB}) übersteigt bei den Schutzkennlinien der Sicherungen und EBL-Schalter nicht die 50-ms-Grenze. Ein Störlichtbogen in diesem Zeitbereich ist verbunden mit dem Auswurf von flüssigen, sehr stark beschleunigten Partikeln und einer heißen Gaswolke, die nur die unmittelbare Umgebung des Entstehungsortes aufheizt. Thermische Zerstörungen sowie eine Entflammung von Materialien konnten bisher bei diesen Störlichtbögen nicht beobachtet werden. Übersteigt die Lichtbogeneinwirkzeit diesen Zeitwert, so nehmen die thermischen Zerstörungen einen beachtlichen Umfang an. Anlagen, für die diese Gefahr besonders zutrifft, sind Schaltanlagen mit Primär- oder Sekundärschutzausrüstungen in der Industrie. Bei diesen kommt nicht nur das Problem der längeren Einwirkzeit, sondern, bedingt durch die höheren Leistungsanforderungen, auch noch das der größeren Kurzschlussströme hinzu.

Die längere Zeiteinwirkung hat auch bei den Anlagen, die durch die Zeit-Strom-Kennlinie der NH-Sicherungen geschützt werden, eine besondere Bedeutung (Einwirkzeiten des Lichtbogens liegen im Sekundenbereich). In diesem Fall sind es überwiegend Unterverteilungen oder speziell

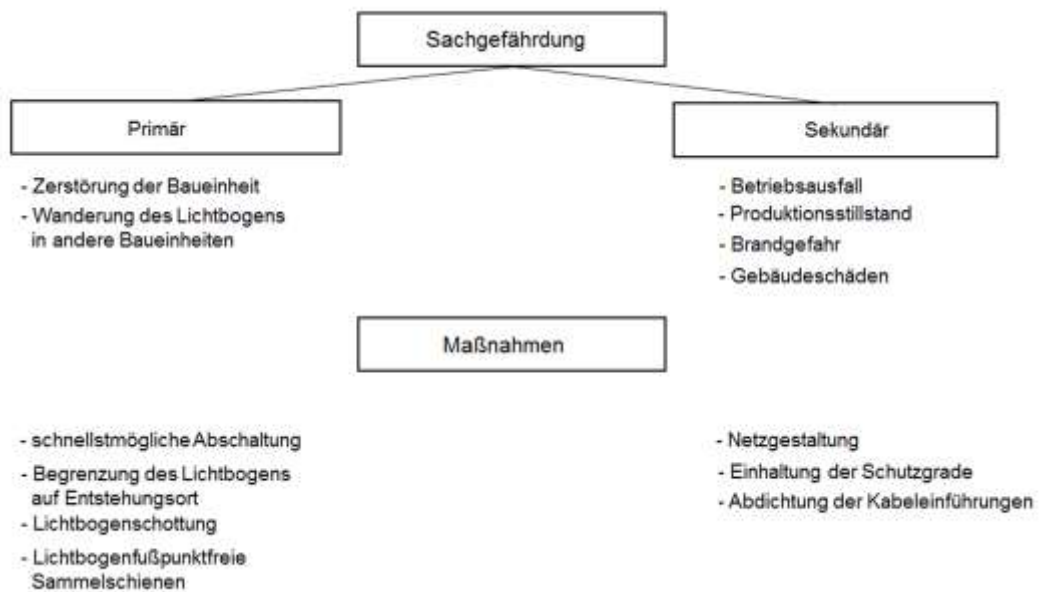
Hausanschlusskästen in dem Bereich der Energieversorgung. Erschwerend wirkt außerdem, dass beim Berechnen des kleinstmöglichen Kurzschlussstroms zum Festlegen des Auslösewerts des Schutzorganes bisher der Lichtbogenwiderstand nicht mit einbezogen wurde. Dieser hat aber einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf den tatsächlich fließenden Kurzschlussstrom, wodurch es zu einer Verlängerung der Auslösezeit kommt.

Aus den bisher durchgeführten Untersuchungen an NS-Schaltanlagen geht hervor, dass bei den gegebenen konstruktiven Bedingungen und den verwendeten Luft- und Kriechstrecken in allen Spannungsebenen größer 100 V mit der Existenz eines Störlichtbogens bis zur Abschaltung durch das vorgeordnete Schutzorgan gerechnet werden muß. Die Möglichkeit der Selbstverlöschung ist bei kleineren Betriebsspannungen vorhanden, bei Betriebsspannungen größer 500 V geht die Wahrscheinlichkeit der Selbstverlöschung jedoch gegen Null.

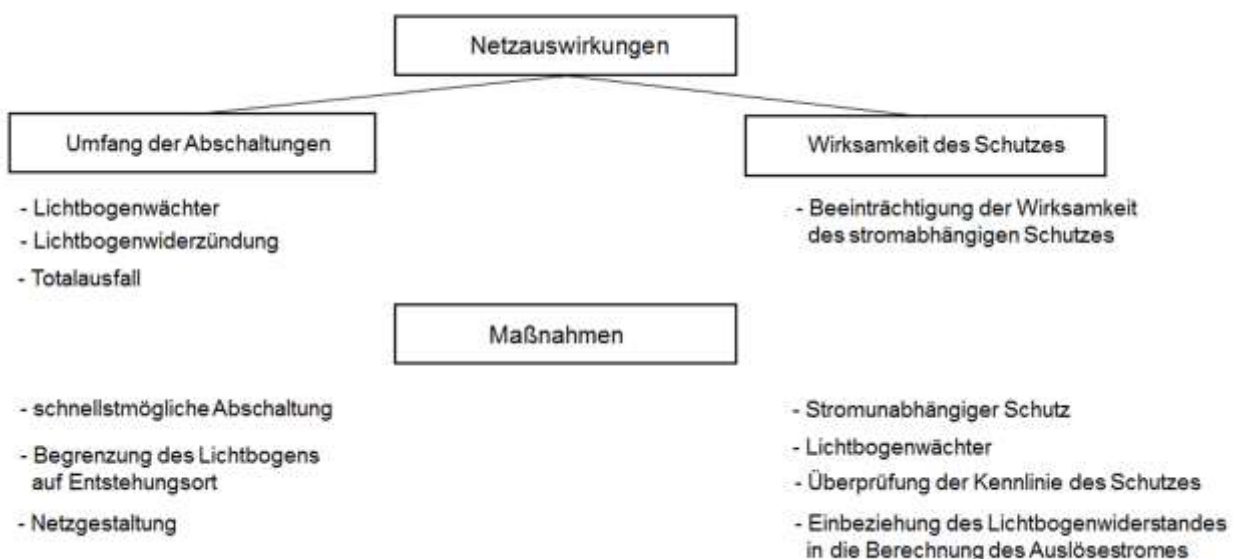


Tafel 4: Hauptgruppe und Unterteilung des Komplexes "Personengefährdung"

Von Bedeutung für die Existenz eines Störlichtbogens in NS-Anlagen ist außerdem die räumliche Umgebung. In einer offenen, weiträumigen Schaltanlage hat der Lichtbogen die Möglichkeit sich aufzuweiten und somit gute Voraussetzungen zum Selbstverlöschen. Sind aber Konstruktionselemente oder Wände in der Nähe, so wird das vom Lichtbogen stark ionisierte Gas an diesen Elementen reflektiert und es kommt ständig zu Neu- oder Wiederezündungen des Lichtbogens. Auch hier steigt mit kleiner werdendem Volumen und größeren Füllfaktoren die Wahrscheinlichkeit der Existenz des Lichtbogens.



Tafel 5: Hauptgruppe und Unterteilung des Komplexes "Sachgefährdung"



Tafel 6: Hauptgruppe und Unterteilung des Komplexes "Netzauswirkung"

Betrachtet man die Zusammenstellung der Auswirkungskomplexe in den Tafeln 4 bis 6, so steht, wie schon beschrieben, die Personengefährdung an erster Stelle. Dabei ist zwischen dem direkten Kontakt mit dem Lichtbogen bei Anwesenheit einer Person an der geöffneten Baueinheit und dem indirekten Kontakt an der geschlossenen Baueinheit zu unterscheiden.

Die Lichtbogenfestigkeit und der Personenschutz für die geschlossene Baueinheit kann analog zu den praktizierten Lösungen bei den Baueinheiten der Mittelspannungsebene erreicht werden. Entsprechende Forderungen sind in TGL 200-0645 "Fabrikgefertigte Baueinheiten für Nennspannungen bis 1000 V Ws und 1500 V Gs" enthalten und werden in den Blättern 20 "Lichtbogenschutzforderungen" und 21 "Lichtbogenschutzprüfung", die z.Zt als Entwürfe vorliegen, präzisiert.

3. Körperschutzmittel

Der Personenschutz an der geöffneten NS-Baueinheit für den Fall eines Störlichtbogens kann nur durch eine Körperschutzausrüstung, die der Werk tätige trägt, erreicht werden. Aufgrund der physikalischen Forderungen an die Körperschutzmittelausrüstungen, stellt das Anwenden derselben auf jeden Fall eine gewisse Erschwernis dar. Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlagen sollten deshalb auf das technisch und volkswirtschaftlich notwendige Minimum reduziert werden und alle anderen technischen und organisatorischen Möglichkeiten zum Vermeiden dieser genannten Arbeiten ausgenutzt werden. Sind Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlagen nicht zu umgehen, so sollte auf jeden Fall versucht werden, den Schutz auf die kleinstmögliche Auslösezeit zu stellen, um im Falle einer Lichtbogenstörung, die durch die Handlung des Arbeitsausführenden eingeleitet wird, eine sehr geringe Einwirkzeit des Lichtbogens zu erreichen.

Die Personengefährdung beim Auftreten eines Störlichtbogens in NS-Anlagen besteht in nachfolgenden Faktoren:

Verletzungs- und Verbrennungsgefahr durch vom Lichtbogen ausgehende feste, flüssige und dampfförmige, sehr heiße, stark beschleunigte Partikel.

Verbrennungsgefahr durch in Brand geratene Kleidungsstücke.

Da die Lichtbogenauswirkungen strom- und zeitabhängig sind, galt es, im Rahmen der Untersuchungen die Einsatzgrenzen der gebräuchlichen Arbeitsschutzkleidungen zu ermitteln. Es standen zwei Ausrüstungen zur Verfügung:

Kategorie 1

Schweißer-Schutzanzug aus Baumwolle (Arbeitsschutzanzug ASK-Nr. 351/352) und Gesichtsschutzschale aus Gölzalon 0,5 mm am Arbeitsschutzhelm ASK-Nr. 1021/1023 (entsprechend der Dokumentation des VEB Stickstoffwerkes Piesteritz) sowie Arbeitshandschuhe aus Leder bzw. Plast ASK-Nr. 1546, 138, 154, 143, 144, 152.

Kategorie 2

Isolierender Arbeitsschutzanzug für Arbeiten unter Spannung in NS-Anlagen bis 380 V, PUR gelb, ASK-Nr. 739 und Gölzalonschale 1,5 mm am Arbeitsschutzhelm (entsprechend der Dokumentation des VEB Stickstoffwerk Piesteritz) sowie Arbeitsschutzhandschuhe aus Leder bzw. Plast ASK-Nr. 1546, 138.

Die Untersuchungen erfolgten mittels einer Versuchspuppe, der die zu testende Arbeitsschutzkleidung angelegt wurde. Ein Schaltfeld-Phantom stellte die NS-Anlage dar (Bild 2).



Bild 2: Versuchsanordnung mit Schaltfeld-Phantom und Versuchspuppe.

Im Bild 3 sind die Auswirkungen eines Lichtbogens von 26 kA bei einer Einwirkzeit von 500 ms zu sehen. Deutlich die flüssigen Partikel zu erkennen, die bis zu 10 m weit fliegen. Die entstehende Qualmwolke hat ein großes Temperaturgefälle. In den Randzonen der Qualmwolke beträgt die Temperatur etwa 300 K und nur in einem kleinen Zentrum etwa 3000 K. Zur Darstellung dieser heißen Zone wurden Silhouettenaufnahmen während der Gasambelastungszeit eines Prüfstoßes angefertigt. Vom gleichen Kamerastandort wie für Bild 2 wurden Aufnahmen mit einem starken Graufilter angefertigt. In den Bildern 4 bis 6 sind Silhouetten bei den unterschiedlichen Licht-Bogenbeanspruchungen zu sehen. Die Abhängigkeit der Auswirkungen von der Stromhöhe und Einwirkzeit ist klar zu erkennen.



Bild 3:geöffnetes Schaltfeld mit Versuchspuppe während der Belastung mit 25 kA bei 660 V und 500 ms Einwirkzeit



Bild 4: Silhouette der Lichtbogenbeanspruchung mit 10 kA, 380 V, 55 ms



Bild 5: Silhouette der Lichtbogenbeanspruchung mit 17 kA, 380 V, 45 ms



Bild 6: Silhouette der Lichtbogenbeanspruchung mit 15 kA, 730 V, 120 ms

Als Beurteilungskriterium der Eignung der Körperschuttmittel wurden Materialdurchbrüche und die Entflammung des Materials angesetzt. Durch Variation des Stroms und der Belastungszeit ergab sich ein Kennlinienfeld für den Einsatz der geprüften Körperschuttmittel (Bild 16). Für die Ausrüstung der Kategorie 1 sind in den Bildern 7 und 8 die Ergebnisse von zwei unterschiedlichen Beanspruchungen zu sehen. Das Baumwollgewebe des Anzuges im Bild 7 ist oberflächlich angesengt. An den Innenflächen der Kleidung sind keine Durchbrüche und sonstigen

Auswirkungen erkennbar, Das gleiche Schadbild ist bei den Grenzbelastungen der Kategorie 1 in den Bildern 14 und 15 sichtbar. Die Ausrüstung in diesen beiden Bildern ist jeweils zweimal mit den gleichen Parametern beansprucht worden. Die Lichtbogenzündung erfolgte beim ersten Versuch im Gesichtsbereich und beim zweiten im Bauchbereich. Im Bild 14 ist eine ungewaschene Ausrüstung und im Bild 15 eine mehrfach gewaschene verwendet worden. Zwischen beiden gab es keine Unterschiede im Ergebnis. Bild 8 zeigt die Folgen einer Überbelastung.



Bild 7: Ausrüstung der Kategorie 1 Belastung 580 V, 3,3 kA, 400 ms

Bild 8: Überbeanspruchte Ausrüstung der Kategorie 1 Belastung 395 V, 3,9 kA, 710 ms



Bild 9: Ausschnitte aus einem Zeitlupenfilm Belastung mit 660 V, 2,1 kA, 2,1 s
a = 2ms, b = 700 ms, c = 1,4 s, d = 2,1 s

Die besondere Bedeutung der Einwirkzeit im Sekundenbereich wird in den Ausschnitten des Zeitlupenfilms (Bild 9) sichtbar. Bei einem Strom von 2,1 kA wurde ein Lichtbogen gezündet. Man erkennt im Bild 9a die sehr intensive Strahlung, die nach 2 ms der Lichtbogenzündung vorhanden ist, nach 700 ms wird diese Strahlung durch die Qualmwolke absorbiert, deutlich ist die einsetzende thermische Strömung des aufgeheizten Luftvolumens des Schaltfeldes in den Bildern 9b bis 9d zu erkennen. Die Beanspruchung der Körperschutzmittel erfolgt durch die längere Einwirkzeit und die dadurch bedingte Strömung nicht so punktförmig wie bei den Prüfungen die in den Bildern 5 bis 7 zu sehen sind.



Bild 10: Ausrüstung der Kategorie 2, Belastung mit 650 V, 2,0 kA, 2 s

Bild 11: Überbelastete Ausrüstung der Kategorie 2, Belastung mit 650 V, 2,0 kA, 2,5 s

Ein Vergleich der positiven und negativen Bewertung einer Prüfung der Ausrüstung der Kategorie 2 ist in den Bildern 10 und 11 wiedergegeben.

Die Auswirkungen einer Lichtbogenstörung an einem Hausanschlusskasten und bei einer Kabelmontage unter Spannung geben die Bilder 12 und 13 wieder.



Bild 12: Lichtbogen in einem Hausanschlusskasten mit 380 V, 2 kA, 260 ms



Bild 13: Lichtbogen in einer Kabelmuffe mit 380 V, 5 kA, 82 ms



Bild 14: Ausrüstung der Kategorie 1, Belastung mit 730 V, 17,2 kA, 142 ms. Zündung des Lichtbogens im Gesichtsbereich und im Bauchbereich



Bild 15: Ausrüstung der Kategorie 1, Belastung mit 400 V, 50 kA, 57 ms, Zündung im Gesichtsbereich und im Bauchbereich

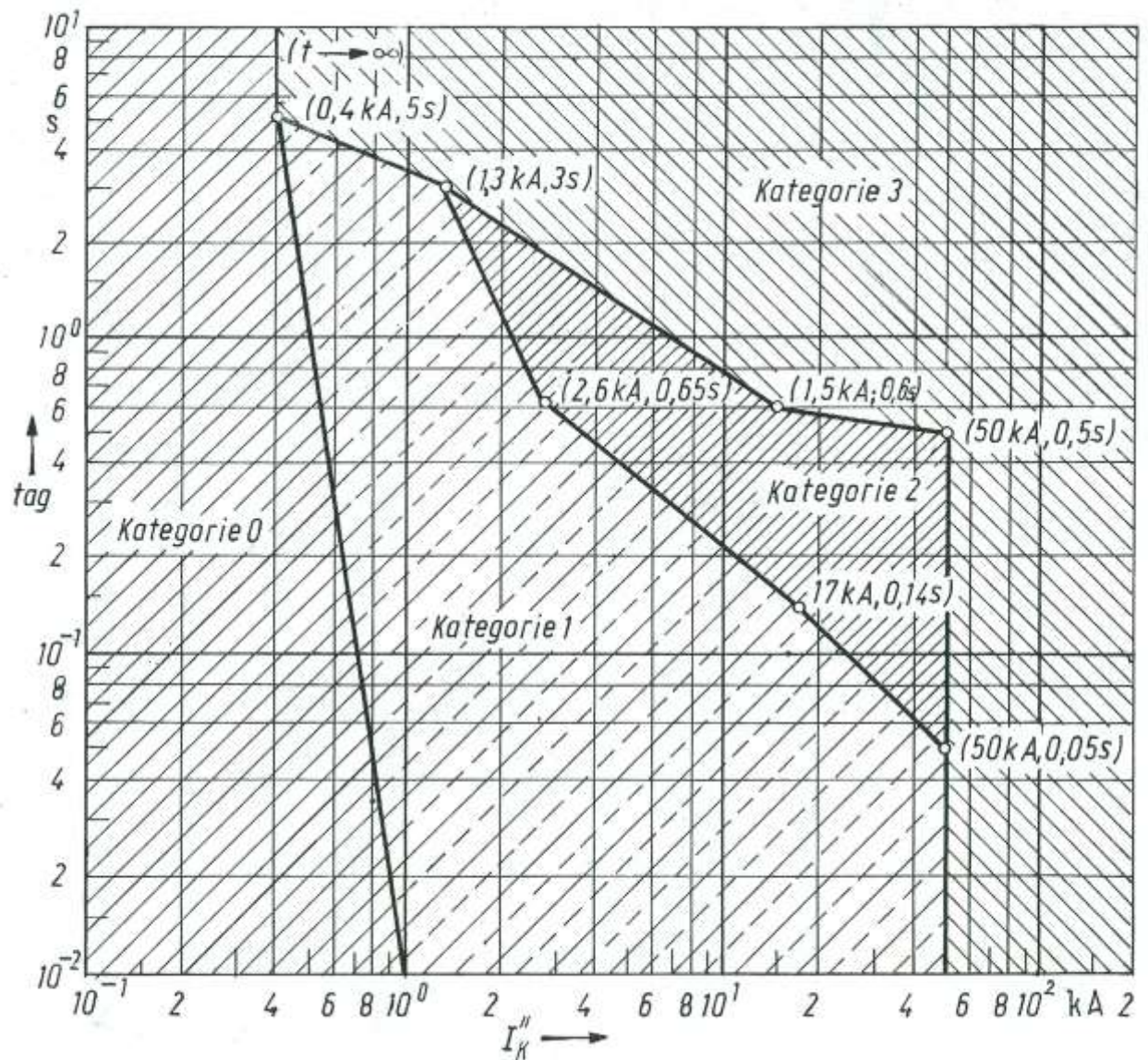


Bild16: Strom-Zeit-Kennlinie für die Beanspruchbarkeit von Körperschuttmitteln durch Lichtbögen in NS-Schaltanlagen ISA 2000

4. Zusammenfassung

Lichtbogenstörungen bei Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden NS-Anlagen sowie direkten Arbeiten unter Spannung sind mit absoluter Sicherheit nicht zu vermeiden.

Um den Werk tätigen bei diesen technisch und volkswirtschaftlich notwendigen Arbeiten vor eventuellen Schäden zu schützen, müssen neben allen technischen Möglichkeiten auch geeignete Körperschuttmittel zur Verfügung gestellt werden. Zum Ermitteln der Einsatzgrenzen vorhandener Körperschuttmittel wurden umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. Dabei ergaben sich Zeit-Strom-Kennlinien der beschriebenen Ausrüstungen sowie 4 Einsatzkategorien:

- Kategorie 0: Keine Körperschutzmittel notwendig (normaler Arbeitsanzug)
- Kategorie 1: Körperschutzmittel der Ausrüstung Kategorie 1
- Kategorie 2: Körperschutzmittel der Ausrüstung Kategorie 2]
- Kategorie 3: Kein Schutz durch Körperschutzmittel möglich

Mittels geprüfter Körperschutzmittel ist, unter Beachtung der Netzparameter an der Arbeitsstelle, ein sicherer Schutz vor den Auswirkungen eines eventuellen Lichtbogens, der bei Arbeitshandlungen entstehen kann, möglich. Körperschutzmittel sind aber in jedem Fall vollständig einzusetzen, d.h. allerdings Anwenden einer Gesichtsschale oder einer Handstulpe am Sicherungsgriff sind unzureichend.

Aus den umfangreichen Untersuchungen sind Forderungen für die Neu- und Weiterentwicklung von Körperschutzmitteln hergeleitet worden, die besonders hinsichtlich der Trageigenschaften notwendig sind. Über diese Weiterentwicklungen wird zu einem späteren Zeitpunkt berichtet.

Dipl.-Ing. Jürgen Vogler ist Fachgebietsingenieur im
Institut „Prüffeld für elektrischen Hochleistungstechnik“ Berlin