Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 74 (1983)

Heft: 12

Artikel: Unmittelbar durch Materialien bestimmte Unfälle in Elektrizitätswerken

Autor: Rösser, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904825

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bei der Auflistung beispielsweise der elektrischen Unfälle nach dem Unfallort wird unterschieden in Stromunfälle an elektrischen Leitungen und Geräten im Haushalt, in Stromunfälle in Elektrizitätswerken, dort in Verteilerstationen und an Hochspannungsleitungen sowie in Unfälle an elektrischen Leitungen, Geräten und elektrischen Maschinen in Industrie und (Handwerks-) Betrieben. Ausserdem werden die beiden Gruppen «Sonstige Stromunfälle» und «Nicht näher bezeichnete Unfälle durch elektrischen Strom» aufgeführt.

Grundlagen der Erhebung sind die von den Ärzten ausgestellten Leichenschauscheine sowie die von den Standesämtern ausgestellten Sterbefallzählkarten. In den Gesundheitsämtern werden die Leichenschauscheine hinsichtlich der Todesursachen überprüft. Bei den statistischen Landesämtern werden Sterbefallzählkarten und Leichenschauscheine zusammengeführt. Die Signierung der Todesursache auf der Sterbefallzählkarte erfolgt ab 1979 grundsätzlich nach der von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) beschlossenen Fassung der 9. Revision der internationalen Klassifikation der Krankheiten, Verletzungen und Todesursachen (ICD 9). Es handelt sich um eine laufende Erfassung, deren Daten monatlich, vierteljährlich und jährlich aggregiert werden und an das Statistische Bundesamt weitergeleitet werden.

Die Aufbereitung in den statistischen Landesämtern erfolgt mittels eines bundeseinheitlichen Programms; im Statistischen Bundesamt werden dann diese Daten nach der ausführlichen Version der ICD9 zum Bundesergebnis aufbereitet. Die Ergebnisse werden vierteljährlich und jährlich veröffentlicht.

Vierteljährlich werden die Sterbefälle an ausgewählten Todesursachen nach Geschlecht aufgelistet, jährlich werden alle Sterbefälle nach Todesursachen, Geschlecht und Altersgruppen aufgeschlüsselt mitgeteilt. Ebenfalls jährlich wird als Arbeitsunterlage ein sogenannter Einzelnachweis der Sterbefälle nach Todesursachen und Geschlecht erstellt.

Unmittelbar durch Materialien bestimmte Unfälle in Elektrizitätswerken

R. Rösser

Es wird zunächst eine Begriffsbestimmung dafür gegeben, welche Unfälle als direkt bzw. indirekt durch Materialien verursacht gelten sollen. Anschliessend werden, nach den Bereichen Energieerzeugung, Energieverteilung sowie Schutzausrüstungen und Geräte geordnet, typische Gefahrenpotentiale und Unfall-Beispiele geschildert. Die aus den Unfällen zu ziehenden Konsequenzen werden aufgezeigt.

L'article définit tout d'abord quels accidents sont respectivement dus directement et indirectement à des matériaux. Il décrit ensuite des potentiels de danger typiques et des exemples d'accidents, classés selon les domaines production, distribution, ainsi qu'équipements de protection et appareils. On présente enfin les conséquences qu'il faut tirer de ces accidents.

Adresse des Autors

R. Rösser, Dipl.-Ing., Hauptsicherheitsingenieur, Preussische Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, Tresckowstrasse 5, D-3000 Hannover 1.

1. Einleitung

Arbeitsunfälle haben im allgemeinen nicht nur eine Unfallursache, sondern beruhen in der Regel auf dem Zusammenwirken mehrerer Unfallursachen [1]. Besonders in sicherheitstechnisch hochentwickelten Arbeitssystemen, die im EW-Betrieb sicherlich vorliegen, tritt normalerweise bei Vorliegen eines einzelnen Sicherheitsmangels noch kein Unfall ein. Erst wenn eine Kombination oder eine Kette mehrerer Unfallursachen vorliegt, kommt es zum Unfall.

Ein Beispiel soll das verdeutlichen: Ein Leistungsschalter soll überholt werden. Er wird abgeschaltet und freigeschaltet. Durch einen Bruch des Schaltgestänges öffnet ein Pol eines Trennschalters nicht. Die Spannungsfreiheit wird nur einpolig festgestellt. Geerdet und kurzgeschlossen wird nur auf der freigeschalteten Seite des Leistungsschalters. Durch Bruch einer Leitersprosse verliert der Monteur seinen sicheren Stand, gerät an die unter Spannung stehende Seite des Schalterpols und verunglückt durch Stromeinwirkung. Diese Unfallursachenkette besteht aus vier Elementen. Wenn nur ein Element fehlen würde, hätte sich dieser Unfall nicht ereignet.

2. Begriffsbestimmung

Die unmittelbare Auslösung eines Unfalles durch Material ist streng genommen nur dann gegeben, wenn die Materialeigenschaft unmittelbar auf den Menschen einwirkt. Dieses ist nur bei den sogenannten «gefährlichen Arbeitsstoffen» der Fall. Hierauf soll in diesem Bericht aber nicht eingegangen werden.

Behandelt werden Unfälle, die unmittelbar durch Mängel in der Beschaffenheit des Materials bewirkt werden, aus dem der unfallauslösende Gegenstand besteht. Die Wirkung gilt dann als unmittelbar, wenn nach der Auslösung des Unfalls keine weiteren sicherheitswidrigen Umstände vorliegen, die den Körperschaden herbeiführen. Anders ausgedrückt liegt die Unmittelbarkeit immer dann vor,

wenn der Materialmangel das letzte Glied in der Kausalkette darstellt, die zu dem körperschädigenden Ereignis führt. An dem eingangs erwähnten Unfallbeispiel demonstriert, stellt der Bruch der Leitersprosse im Hinblick auf einen Elektrounfall nur die mittelbare Ursache dar, weil dieser Unfall nicht eingetreten wäre, wenn nach dem Abrutschen des Monteurs von der Leitersprosse nicht auch noch der Schalterkopf unter Spannung gestanden hätte. Hätte der Monteur statt des Stromunfalls einen Beinbruch erlitten, würde die morsche Leitersprosse als unmittelbare Unfallursache gelten.

3. Unfallbeispiele

3.1 Aufgliederung de Unfälle

Bei den folgenden Unfallschilderungen wird zunächst unterschieden zwischen Unfällen, die von Anlagen oder aber von Schutzausrüstungen ausgelöst wurden. Die von Anlagen ausgelösten Unfälle werden weiter nach den Bereichen Elektrizitätserzeugung und -verteilung aufgegliedert.

In der Bundesrepublik Deutschland müssen alle Unfälle dem Unfallversicherungsträger schriftlich angezeigt werden, bei denen ein Beschäftigter stirbt oder mehr als drei Tage arbeitsunfähig wird. Zur Analyse des Unfallablaufes werden

- Arbeitsbereich
- unfallauslösender Gegenstand
- Bewegung des Gegenstandes
- Tätigkeit des Verletzten und
- Bewegung des Verletzten

statistisch ausgewertet [2]. Auf das Material des unfallauslösenden Gegenstandes und auf die Materialbeschaffenheit wird dabei jedoch nicht eingegangen.

3.2 Energieerzeugung

Das grösste Gefahrenpotential im Bereich der konventionellen Energieerzeugung besteht aus dem unter hohen Druck stehenden Medium, das zur Energieerzeugung entspannt wird. In Dampfkraftwerken wird das Gefahrenpotential durch die hohen Temperaturen des Mediums Wasser weiter erhöht. In der Bundesrepublik Deutschland gehören Dampfkessel daher zu den sogenannten «überwachungsbedürftigen Anlagen». Die überwachungsbedürftigen Anlagen müssen entsprechend den für sie erlassenen staatlichen Verordnungen beschaffen sein und betrieben werden. Technische Einzelheiten sind in verbindlichen «Technischen Regeln» festgelegt. Unter anderem enthalten die Technischen Regeln für Dampfkessel umfangreiche Anforderungen an die Werkstoffe. Hierdurch wurde ein sehr hoher Stand der Sicherheitstechnik erreicht, so dass Arbeitsunfälle, die unmittelbar durch Materialfehler bestimmt sind, in diesem Bereich äusserst selten sind.

Anfang 1982 ist in einem Kraftwerk eine Heissdampfleitung (420 °C, 40 bar, Nennweite 250 mm), geborsten. Durch ausströmenden Dampf erlitten zwei Maschinisten tödliche Verbrennungen. Als Unfallursache wurde ermittelt, dass die Dauerstandfestigkeit des verwendeten Werkstoffes St 35.8 nicht ausreichend war.

Bereits zum Zeitpunkt der Errichtung der Anlage im Jahre 1962 entsprach dieser Werkstoff nicht den derzeit geltenden Vorschriften. Eine nachträglich durchgeführte Festigkeitsberechnung der Leitung hat eine theoretische Lebensdauer von 20 Jahren ergeben. Dieser Wert wurde exakt erreicht.

Dieser Unfall stellt ein negatives Musterbeispiel dafür dar, dass bei Beachtung der für Errichtung und Betrieb solcher Anlagen geltenden Vorschriften und Normen ein sicherer Betrieb gewährleistet ist.

Als wichtigste Vorschrift für die in Wärmekraftwerken Beschäftigten ist im Hinblick auf diesen Gefahrenbereich auf die 1977 in Kraft getretene Unfallverhütungsvorschrift «Wärmekraftwerke» hinzuweisen, derzufolge bei unkontrolliertem Ausströmen unter Druck stehender heisser Medien unverzüglich der Gefahrenbereich festzustellen und gegen Zutritt zu sichern und die Schadensstelle von der übrigen Anlage abzutrennen und zu entspannen ist.

Um einen unmittelbar materialbedingten Unfall in einer Wasserkraftanlage zu finden, sind rund 30 Jahre zurückzugehen. 1951 ereignete sich in einem Pumpspeicherwerk in Süddeutschland ein folgenschwerer Rohrbruch. Während der Inbetriebnahmephase platzte nach einer Vollastabschaltung der Turbine der zugehörige Rohrleitungsabzweig auf. Zwei in diesem Bereich Bechäftigte wurden, vermutlich durch die Druckwelle, tödlich verletzt.

Als Ausgangspunkt dieses Ereignisses wurde die Sprengung des Stahlgussringes des Gelenkflansches (Durchmesser 2,40 m) ermittelt, der mit dem Rohrstutzen des Abzweiges durch eine Rundnahtschweissung verbunden war. Der wärmebehandelte Stahlgussring wies eine grobkörnige Struktur auf, was auf eine nicht ordnungsgemässe Wärmebehandlung schliessen lässt. Ferner wurden Gussfehler (Lunker) und eine auf der Baustelle vorgenommene Ausbesserungsschweissung festgestellt. Der Riss verlief durch einen Lunker im Kragenteil um die Schweissung herum. Aus dem Rissverlauf ist zu schliessen, dass die Ausbesserungsschweissung auf der Baustelle nicht sachgerecht ausgeführt wurde.

Der neue Ring wurde aus Flussstahl gefertigt. Ähnliche Unfälle erscheinen heutzutage aufgrund verbesserter Gusstechniken und verbesserter Kontrollen durch zerstörungsfreie Werkstoffprüfungen kaum möglich.

3.3 Energieverteilung

Das Hauptgefahrenpotential des Bereiches Elektrizitätsverteilung liegt in der Elektrizität, wobei das Gefahrenpotential mit steigender Spannung zunimmt, ähnlich wie im Bereich Energieerzeugung beim unter Druck stehenden Wasser oder Dampf mit steigender Temperatur. Verglichen mit den Druckleitungen ist es für elektrische Leitungen aber technisch wesentlich einfacher und kostenmässig erheblich günstiger, die Isolierung aus Sicherheitsgründen in einem gewissen Masse überzudimensionieren. Ferner begann die Entwicklung elektrischer Maschinen später als die der Dampfmaschinen. Die Anwendung der elektrischen Energie ist von ihrer Geburtsstunde an von einem hervorragenden sicherheitstechnischen Regelwerk begleitet worden. Bittere Erfahrungen, die mit den ersten Dampfkesseln gemacht werden mussten, sind bei der Nutzbarmachung der Elektrizität erspart geblieben. Unmittelbar durch Materialien bestimmte Unfälle sind daher auf diesem Gebiet noch seltener. Die nachfolgend geschilderten Unfälle aus dem Bereich Energieverteilung haben deswegen mit einer Ausnahme auch nichts mit der Elektrizität zu tun.

Eine erhebliche Unfallgefahr besteht beim Besteigen von morschen Holzmasten. Nach der Unfallverhütungsvorschrift «Arbeiten an elektrischen Freileitungs-, Mast- und Kabelanlagen» dürfen Masten nur bestiegen werden, wenn ihre Standsicherheit gewährleistet ist. Holzmaste, bei denen im Verlauf von Arbeiten die auf den Mastzopf wirkenden Kräfte verändert werden, sind vor Beginn der Arbeiten

gegen Umstürzen zu sichern, es sei denn, dass sie nicht älter als zwei Jahre sind und nicht länger als drei Monate eingebaut sind oder waren. In den letzten Jahren sind in deutschen Elektrizitätswerken pro Jahr etwa zehn Unfälle durch umstürzende Holzmaste zu verzeichnen. Die umgestürzten Maste waren aber alle älter als zwei Jahre oder länger als drei Monate eingebaut. Die unmittelbare Unfallursache war daher nicht die Materialbeschaffenheit der Maste, sondern die fehlende Sicherung gegen Umstürzen.

Durch Strunkbrüche von Isolatoren sind Unfälle eingetreten, wenn Stützer abgebrochen sind, während Trennschalter von Hand betätigt wurden, wenn sich Monteure an ihnen festhalten wollten oder gar Leitern an die Stützer angelehnt haben.

Zur Abdeckung von Kabelkanälen sind bis vor wenigen Jahren vielfach Asbestzementplatten eingesetzt worden, weil sie recht gut manipulierbar und unbrennbar sind und als witterungsbeständig angesehen wurden. Als die Platten zunächst waagrecht aufgelegt wurden, sammelte sich in der Mitte Feuchtigkeit, die durch Algenbildung zu einer glitschen Oberfläche führte. Sturzunfälle waren die Folge. Durch eine leicht geneigte Auflage der Platten wurde diese Unfallgefahr beseitigt.

In den letzten Jahren sind mehrere Unfälle eingetreten, weil Monteure durch brechende Platten in Kabelkanäle gestürzt sind. Es wird vermutet, dass Asbestzementplatten doch nicht völlig witterungsbeständig sind. Auch die Anisotropie der Asbestzementplatte spielt eine Rolle. Um wenig Verschnitt zu bekommen, werden die Platten nicht immer so zugeschnitten, dass die grösste Spannung in Faserrichtung liegt.

Anstelle von Abdeckungen aus Asbestzementplatten werden daher auch im Hinblick auf die Gesundheitsgefahr durch Asbestfeinstaub die Kabelkanäle in Innenraumanlagen zunehmend mit mehrfachverleimten Industriesperrholzplatten und in Freiluftanlagen mit Paletten aus imprägnierten sägerauhen Holzbohlen abgedeckt.

Weiter ist die Gefahr zu erwähnen, die explodierende Wandler, Kabelendverschlüsse und Überspannungsableiter darstellen. Durch vermindertes Isoliervermögen von Isolierstoffen infolge von Alterung oder Eindringen von Feuchtigkeit kommt es zu einem Durchschlag, der einen Überdruck erzeugt, so dass das Gerät explodiert. Die wegfliegenden Teile besitzen eine so hohe kinetische Energie, dass sie über 50 m weit fliegen und erhebliche Beschädigungen an Geräten in ihrer Umgebung verursacht haben.

3.4 Schutzausrüstungen

Während die Vorschriften, die für die Anlagen zur Energieerzeugung und -verteilung gelten, nicht nur der Sicherheit des Menschen vor diesen Anlagen dienen, sondern auch der Betriebssicherheit der Anlagen selbst, sind die Vorschriften für Schutzausrüstungen und Werkzeuge allein zum Schutz des Menschen bestimmt. Da beim Versagen von Schutzausrüstungen in der Regel Personen unmittelbar gefährdet sind, muss der Sicherheitspegel hier noch höher liegen. Entsprechend selten sind Unfälle, die durch Mängel des Materials von Schutzausrüstungen unmittelbar verursacht wurden.

Zu den Schutzausrüstungen im weiteren Sinne sind zu zählen:

- Körperschutzmittel
- Schutzvorrichtungen zum Abdekken oder Abschranken
- Erdungsgarnituren und
- Geräte zum Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen.

Zu den Körperschutzmitteln gehören insbesondere Schutzhelme, Schutzkleidung und Schutzhandschuhe. Schutzhelme aus thermoplastischen Kunststoffen altern insbesondere unter der Einwirkung ultravioletter Strahlung. In Deutschland wird daher empfohlen, derartige Helme spätestens fünf Jahre nach der Herstellung auszumustern [3]. Unfälle durch versprödete Schutzhelme sind nicht bekannt.

In einem grossstädtischen EW ist ein Kabelmonteur durch einen Lichtbogen tödlich verletzt worden, der gerade in dem Augenblick entstand, in dem der Monteur den Kabelgraben zur Behebung einer Kabelstörung betreten hatte. Der normale Arbeitsanzug aus unbehandelter Baumwolle bot keinen ausreichenden Schutz vor dieser Einwirkung. Nach eingehenden Untersuchungen wurde ein besonders zugeschnittener Schutzanzug aus imprägnierter Baumwolle entwickelt, der immer dann über der normalen Arbeitskleidung getragen wird, wenn bei Arbeiten an Niederspannungsanlagen das Auftreten eines Störlichtbogens nicht ausgeschlossen werden kann. Dieser Schutzanzug hat sich in diesem Unternehmen gut bewährt [4].

Ein unmittelbar durch Materialien verursachter elektrischer Unfall in einem EW hat sich ereignet, als ein Monteur mit einem zweipoligen elektronischen Spannungsprüfer mit Spannungsbereichsanzeige einen Kurzschluss einleitete. Die Untersuchung der Unfallursache ergab, dass vermutlich eine Diode in der Elektronik durchlegiert war. In derartigen Spannungsprüfern wird künftig der Elektronik ein strombegrenzendes Bauteil vorgeschaltet, um die Einleitung eines Kurzschlusses auszuschliessen.

Zum Abschluss ist noch ein alltägliches Werkzeug, der Hammer, zu erwähnen. In einer Gruppe von 25 Sicherheitsingenieuren aus Elektrizitätswerken, die sich regelmässig zum Erfahrungsaustausch treffen, haben vier über Verletzungen durch Stahlsplitter berichtet, die von zu harten Hammerbahnen abgeplatzt sind. Ein 0,2 g schwerer Splitter ist durch Kleidung und Rippenfell ins Herz eines Schlossers eingedrungen und hat tödliche Verletzungen hervorgerufen. Daraufhin wurden in einem Elektrizitätswerk alle Hämmer überprüft und 400 Stück wegen Versprödung der Hammerbahn ausgemustert.

4. Schlussbemerkung

Abschliessend kann festgehalten werden, dass die EW-typischen Gefahrenpotentiale wie Heissdampf und Elektrizität sicher beherrscht werden. Dies gilt in ganz besonderem Masse für die Erzeugung von Elektrizität aus Kernenergie.

Literatur

[1] *R. Skiba:* Taschenbuch Arbeitssicherheit, 4. Auflage, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld, 1979.

[2] *W. Abt:* Unfallanalyse 1980, herausgegeben von Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Bonn 1982.

[3] Schutzhelmmerkblatt, herausgegeben von der Zentralstelle für Unfallverhütung und Arbeitsmedizin des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Bestell-Nr. ZH 1/242 beim Carl Heymanns Verlag, Köln 1982.

[4] *G. Lindner:* Schutzbekleidung für Arbeiten an oder in der Nähe von unter Spannung stehenden Teilen bis 500 Volt, Zeitschrift «Sicherheitsingenieur», Heft 7 (1981), Seite 24 f.