

Die Gefahren der Elektrizität

Autor(en): **Homberger, Edwin**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen**

Band (Jahr): **34 (1961)**

Heft 9

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-563068>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Verlagerungen beim Gegner zu spät entdeckt. Die eigenen Anstrengungen konzentrieren sich dann viel zu lange auf unrationell gewordene Gebiete. Man wird sich in diesem Zusammenhang an unsere Lage nach der Abwanderung der ausländischen Flugfunkdienste vom Kurzwellen- zum Ultrakurzwellengebiet nach 1942 erinnern.

Die Anlehnung unserer Flugfunkprozedur an ein ausländisches Muster (1939 an das deutsche) hat sich im letzten Weltkrieg als Tarnmassnahme gut bewährt. Trotz unzweifelhaften Mängeln, die sich unter anderem aus dem Dialekt und den Ortsbezeichnungen im Klartext ergaben, gelang es einer immerhin eingespielten Organisation wie jener des SFT nicht, eine sofortige Identifizierung unserer Netze durchzuführen. Auch die spätere Zweisprachigkeit als Indiz vermochte die Zweifel an der nationalen Zugehörigkeit der Netze nicht zu zerstreuen. Man kann also sagen, dass «kleine» Organisationen im Äther um so weniger auffallen, je weniger eigenständig sie sich hinsichtlich Prozedur und Terminologie benehmen, das heisst, je besser sie sich der «grossen» Umgebung anpassen. Es fragt sich deshalb, inwieweit neutralitätspolitische Überlegungen das Primat von dieser Tarnmassnahme auf lange Sicht beanspruchen sollen.

Abhorchorganisationen, die sich mit Flugfunk befassen, bedürfen gutausgebauter Meldewege und entsprechend hoher Prioritäten in deren Benützung. Taktische Funksprüche mit Bezug auf momentane Standorte, gegnerische Zielbezeichnungen am Boden, Aufklärungsergebnisse und Feuerleitung können auch heute noch von unschätzbarem Wert für eigene Verbände in der Luft und interessierte Bodentruppen sein, wenn es gelingt, das Zeitintervall zwischen Funkbefehl und Vollzug zu nutzen. Wenn es auch hier meist nur um Minuten geht, so besteht doch immer noch die Chance, mit guter Organisation der Horchverbindungen dem Feind die Überraschung zu versagen.

Die Nachrichtendienste der höheren Führung sind im Ernstfall nur dann imstande, Funkabhorchresultate zu beurteilen, in ihrer Bedeutung zu erkennen und den Horchdienst zweckmässig einzuweisen, wenn sich ihre Organe schon im Frieden mit diesem Aufklärungsmittel eng vertraut machen. Der Aufbau einer genügenden Zusammenarbeit

ist nicht nur eine Angelegenheit technischer Verbindungen zwischen Horschern und Generalstabsoffizieren, sondern wurzelt wesentlich tiefer. Improvisieren lässt sich wohl im Handwerklich-Technischen

noch dies oder jenes, nicht aber auf dem Gebiete des gegenseitigen Kennens und Vertrauens.

*Major i. Gst. Kurt Bolliger
(Allg. Schweizer Militärzeitschrift)*

Die Gefahren der Elektrizität

Im Bestreben, auf die Gefahren der Elektrizität hinzuweisen, veröffentlichen wir in den nächsten vier Nummern Beiträge zu diesem Thema. In einem ersten Teil bringen wir einen Artikel über die Ursachen, Wirkungen und Hilfsmassnahmen beim Elektro-Unfall, den uns Herr E. Homberger vom Eidg. Starkstrominspektorat freundlicherweise zur Verfügung stellte. In einem weiteren Aufsatz behandeln wir eingehend die Massnahmen zur Verhütung von Starkstromunfällen im Militärdienst, wie sie im sogenannten Starkstrombefehl (Reglement 58.18d) niedergelegt sind. Abschliessend wird Herr Dr. Baur von der Medizinischen Abteilung der Suval in zwei Fortsetzungen die medizinische Seite des Elektrounfalls und die Massnahmen zur Ersten Hilfe behandeln. Wir zweifeln nicht daran, dass unsere Leser an den Artikelserien Interesse finden werden und dass wir damit in bescheidenem Masse zur Unfallverhütung beitragen können.

Durch die Einwirkung des elektrischen Stromes verunfallen in der Schweiz jährlich gegen 300 Personen. Etwa 30 von ihnen verlieren das Leben und 15 werden so schwer geschädigt, dass sie ihre Erwerbsfähigkeit gänzlich oder teilweise einbüßen.

Wann gefährdet der elektrische Strom den Menschen?

Der menschliche Organismus kann durch Elektrizität direkt geschädigt werden, wenn der Strom durch den Körper fliesst. Nicht selten kommt es auch zu Körperverletzungen, die bloss indirekt auf die Einwirkung des elektrischen Stromes zurückzuführen sind:

- Nur leicht elektrisierte Personen verlieren durch den Schock das Gleichgewicht, und sie stürzen von Masten, Gerüsten usw. oder werden von rotierenden Maschinenteilen erfasst.
- Durch elektrische Lichtbogen können Verbrennungen entstehen, ohne dass der menschliche Körper vom Strom durchflossen wird (zum Beispiel durch Kurzschluss- oder Erdschlusslichtbogen).

Art und Ausmass einer Körperschädigung durch Elektrizität hängen von verschiedenen Faktoren ab. Ausschlaggebend ist in erster Linie die Stromstärke. Diese steht in Zusammenhang mit der Spannung und dem Widerstand, der dem Strom auf seinem Weg durch den Körper entgegentritt. Elektrische Einrichtungen bis zu 50 Volt gelten als Schwachstrom- oder Kleinspannungsanlagen (Telephananlagen

usw.). Bei Spannungen über 50 Volt spricht man von Starkstrom. Man unterscheidet niedergespannten Starkstrom mit weniger als 1000 Volt Spannung, zum Beispiel unsern Licht- und Kraftstrom, und hochgespannten Starkstrom mit mehr als 1000 Volt Spannung. Der Schwachstrom ist gewöhnlich ungefährlich, nicht aber der Starkstrom. Schon der Lichtstrom kann unter Umständen tödlich wirken.

Während die Spannung des einwirkenden Stromes im allgemeinen konstant ist, kann der Widerstand, der dem Strom entgegengesetzt wird, und damit die Stromstärke sehr verschieden sein. Der Widerstand des menschlichen Körpers ist vor allem abhängig

- von der Dicke und der Beschaffenheit der Haut;
- von der Grösse der den Stromleiter berührenden Körperfläche; umfasst man beispielsweise einen elektrischen Leiter mit der ganzen Hand, dann wird dem Strom ein kleiner Widerstand entgegengesetzt, es stellt sich eine verhältnismässig grosse Stromstärke ein;
- vom Stromweg durch den Körper;
- vom Feuchtigkeitsgrad der Haut; weil feuchte Haut besser leitet als trockene, ist man in nassen und heissen Räumen (Waschküchen, Badezimmer usw.) ganz besonders gefährdet.

Bei der Einwirkung eines elektrischen Stromes auf den Menschen leisten nicht nur der Körper einen Widerstand, sondern auch die im Stromkreis liegenden Kleidungsstücke, Böden usw. (Zusatz-

widerstände). Aufgeklebte Gummisohlen und Gummihandschuhe setzen ihm einen grossen Widerstand entgegen, nasse Ledersohlen und feuchte Holz-, Stein-, Beton-, Holzzement- oder gar Naturböden nur einen sehr kleinen. Ob und in welchem Ausmass der Körper geschädigt wird, richtet sich nach der Dauer der Stromeinwirkung. Die wichtige Rolle spielt schliesslich die Frequenz des Wechselstromes: Die Frequenz von 50 Hertz, welche der Licht- und Kraftstrom aufweist, gefährdet besonders das Herz. Gleichstrom ist unter gleichen Verhältnissen bei den gebräuchlichen Spannungen nicht so gefährlich wie Wechselstrom.



Abb. 2: Strommarken. Der Strom (550 Volt) trat bei einer Hand ein und bei der andern wieder aus. Herzkammerflimmern, Tod.

Wie kommt ein elektrischer Unfall zustande?

Wer mit jeder Hand je einen stromführenden Leiter (Polleiter) berührt, setzt sich einer Spannung aus: Der Strom fliesst durch den Körper. Unfälle, die auf einen solchen Vorgang zurückzuführen sind, ereignen sich selten, denn die Leitungen elektrischer Anlagen in Gebäuden sind im allgemeinen isoliert. Eine Ausnahme bilden die blanken Kran-Kontaktleitungen und Freileitungen, die schon vielen zum Verhängnis geworden sind.

Einflüsse wegen schadhaft geworden ist. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass ein Elektromotor auch weiterlaufen kann, wenn die ganze Maschine unter Spannung steht. Zum gleichen Vorgang kann es kommen, wenn man ungeschützte Fassungskewinde, schadhafte Apparate oder defekte Leitungsschnüre berührt.

Nähert sich jemand einer Hochspannungsleitung, dann schlägt der Strom von einer gewissen Distanz auf den Körper über. Bei einer Spannung in der Grössenordnung von 1000 V

gen usw. Wir verzichten an dieser Stelle auf weiter Ausführungen, bitten aber unsere Leser, die folgenden Verhaltensregeln und Ratschläge zu beherzigen:

Die Schaltungen elektrisch angetriebener, gesteuert oder beheizter Maschinen oder Apparate sind vor jedem Eingriff (Revision, Reinigung, Demontage usw.) durch Herausnehmen der vorgeschalteten Sicherungen oder durch Ausziehen der Stecker spannungslos zu machen. Man bedenke, dass die Schalter-Eingangsklemmen oder allfällige Steuerorgane auch an ruhenden Maschinen unter Spannung stehen. Aus Sicherheitsgründen soll man die Sicherungen an sich nehmen, damit sie nicht



Abb. 3: Folgen eines Flambogens (50000 Volt). Die Verbrennungen führten zum Tode.

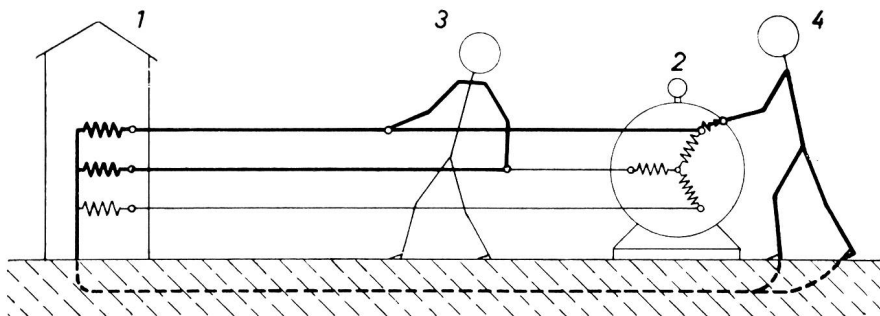


Abb. 1: 1 Transformatorstation
2 elektrischer Verbraucher, z. B. Motor
3 Elektrisierung, wenn zwei Polleiter berührt werden (Kurzschluss)

4 Elektrisierung, wenn der Strom von einem Polleiter über den Körper und die Erde zur Transformatorstation fliesst (Erdschluss)

Steht jemand auf elektrisch leitendem, mit der Erde verbundenem Material und berührt er zugleich einen Polleiter einer elektrischen Leitung, dann fliesst ein Strom durch seinen Körper und von da aus durch das Erdreich zur speisenden Transformatorstation. Dies geschieht vor allem dann, wenn das Gehäuse eines Elektromotors oder -apparates berührt wird, das unter Spannung steht, weil die Isolation eines Polleiters durch mechanische Einwirkung, durch Nässe oder chemischer

beträgt dieser Abstand einige Millimeter, bei 10000 V einige Zentimeter und bei 100000 V einige Dezimeter.

Schutzmassnahmen

Um elektrische Unfälle zu vermeiden, muss der Elektrofachmann schon beim Erstellen einer Anlage besondere Schutzmassnahmen treffen: Erdung oder Nullung der Apparate und Motorengehäuse, Anbringen von Isolierungen zwischen den Apparategehäusen und den Wicklungen, von Schutzschaltun-

durch Unbefugte vorzeitig wieder eingesetzt werden.

Schadhafte Teile elektrischer Apparate und Leiter sind durch einen Elektriker instandzustellen oder zu ersetzen. Jeder Nichtfachmann hüte sich davor, Eingriffe an elektrischen Einrichtungen selbst vorzunehmen, denn schon kleine Fehler wie das Verwechseln von Drähten können nicht wieder gut zu machende Folgen haben.

Blanke, an Maschinen befestigte oder im Erdboden verlaufende Kupferdrähte dürfen keinesfalls zerschnitten werden, denn sie haben eine sichernde Funktion.

Stecker soll man grundsätzlich nie an den Leitungsschnüren herausziehen, weil dabei nicht selten die Schutzader aus der Anschlussklemme gerissen wird und dadurch ihre schützende Wirkung verliert.

Bei allen Arbeiten an elektrischen Einrichtungen sollten ausschliesslich isolierte Handwerkzeuge verwendet werden. Auch dadurch, dass man sich auf eine isolierende Unterlage — z. B. ein

trockenes Brett oder eine Gummwalze – stellt, wenn man in einem Stromkreis zu arbeiten hat, wendet man die Isolierung als Schutzmassnahme an.

Wo die Gefahr besteht, mit gut leitenden Gegenständen in Berührung zu kommen (bei Arbeiten mit Elektro-

handwerkzeugen in und an Kesseln, Behältern, Rohrleitungen usw.), sollten Geräte für Kleinspannung verwendet werden. Meist wird die genormte Kleinspannung von 36 V gewählt.

Edwin Homberger
Eidg. Starkstrominspektorat

Radiowellen im Gebiete sehr niedriger Frequenzen

In jüngster Zeit haben elektromagnetische Wellen mit Frequenzen unterhalb 30 kHz zunehmende Bedeutung für Nachrichten- und Navigationszwecke erlangt. Sie zeichnen sich durch sehr konstante Ausbreitungsverhältnisse aus. Im Gegensatz zu Lang-, Mittel und Kurzwellen ist die in der Ionosphäre reflektierte Raumwelle weitaus weniger von der Tageszeit, der Jahreszeit und von Störungen abhängig.

Die Vorgänge der Längstwellenausbreitung lassen sich am besten in Analogie zur Fortpflanzung von Wellenmoden in einem Hohlleiter, wie er aus der Mikrowellentechnik bekannt ist, erklären. Dieser Vorstellung entsprechend stellt man sich das System Erdkugel und Ionosphäre als einen Wellenleiter für elektromagnetische Wellen sehr niedriger Frequenz vor. Die Ionosphäre ist für diese sehr niedrigen Frequenzen durch die untere Schicht, die sogenannte D-Schicht begrenzt. Sowohl die D-Schicht als auch die Erdoberfläche wirken niedrigen Frequenzen gegenüber wie ein Reflektor. Infolge dieser Eigenschaft können sich die Radiowellen mit sehr niedriger Frequenz zwischen Erde und Ionosphäre wie in einem Wellenleiter ausbreiten, der aus zwei kugelförmig leitenden Schichten besteht. Die Modetheorie der Längstwellenausbreitung beschreibt die möglichen Wellenmoden in diesem Hohlleiter, in dem das elektromagnetische Feld in nächster Nähe des Senders nach Wellenmoden entwickelt wird. Man erhält dann eine unendliche Summe von Moden, die das elektromagnetische Feld an jedem Ort des Wellenleiters Erdoberfläche – Ionosphäre darstellt.

Die möglichen Wellenmoden hängen von den elektromagnetischen Eigenschaften der Erde und der Ionosphäre ab. Unter der oben genannten Annahme, dass Erdoberfläche und Ionosphäre einen guten Leiter (und damit einen guten Reflektor) bilden, sollte

der Mode nullter Ordnung (TEM-Modus) zustande kommen, der eine horizontal fortschreitende ebene Welle repräsentiert. Die Ausbreitung elektromagnetischer Längstwellen mit diesem Wellenmodus ist weitgehend unempfindlich gegenüber Unebenheiten und Unregelmässigkeiten der Erdoberfläche, da diese grössenmässig in der Regel klein sind im Verhältnis zur Wellenlänge.

Das Feld E in der Entfernung d von der Strahlungsquelle wird in der Modetheorie auf das effektive Feld E_0 in der Entfernung von 1 Meile (1,609 km) von der Quelle bezogen. Das Verhältnis der Feldstärken E_0 in der Entfernung von 1 Meile zur Feldstärke E lässt sich darstellen durch die Näherungsformel

$$20 \log_{10} \frac{E_0}{E} = 8 + A \cdot d \cdot 10^{-3} + 10 \log_{10} f \cdot d$$

wobei d die Entfernung von der Strahlungsquelle in km, f die Frequenz in kHz und A ein Schwächungsfaktor ist, der in dB/1000 km angegeben wird.

Diese Formel für die elektrische Feldstärke bezieht sich auf die vertikal polarisierte elektrische Feldkomponente in grosser Entfernung von der Quelle (1000 bis 8000 km). Der Faktor A hat einen Kleinstwert von etwa 1 dB/1000 km bei einer Frequenz von der Grössenordnung 20 kHz und einen Maximalwert von etwa 20 dB/1000 km bei einer Frequenz von etwa 4 kHz.

Im Gebiete der sehr niedrigen Frequenzen begegnet man einer Reihe höchst bemerkenswerter Phänomene. Von besonderem Interesse sind die «Whistler». Es handelt sich hierbei um niederfrequente Störgeräusche, die in einem Verstärker als Pfeiftöne hörbar sind. Sie wurden erstmals von Barkhausen im ersten Weltkrieg beobachtet. Die Whistler entstehen aus impulsförmigen Störungen (Sferics), z. B. bei Blitzentladungen, die sich in grosser Höhe längs der erdmagnetischen Kraftlinien fortpflanzen. Die Störsignale treten hierbei also zunächst in die Iono-

sphäre ein, folgen dann dem Verlauf des Erdmagnetfeldes von Pol zu Pol, treten auf der anderen Erdhalbkugel wieder aus der Ionosphäre aus und erreichen die Erdoberfläche. Die Störsignale können infolge von Reflexion auch mehrere Male den Ausbreitungsweg zurücklegen. Auf den langen Ausbreitungswegen unterliegen die Störsignale beim Durchlaufen der Ionosphäre einer Dispersion, da bei niedrigen Frequenzen ihre Gruppengeschwindigkeit stark frequenzabhängig ist. Ein elektromagnetischer Impuls wird dadurch in den sinkenden Pfeifton eines Whistlers auseinandergezogen. Ihr Zustandekommen ist an eine ausreichende Elektronendichte entlang des gesamten Übertragungsweges geknüpft. Ausser von Blitzen können Whistler auch von Atomexplosionen und artverwandten Vorgängen ausgelöst werden.

Neben Whistlern werden bei Längstwellen noch andere niederfrequente Störungen beobachtet, die zum Teil mit Whistlern zusammenhängen, zum Teil jedoch auch selbständige Phänomene sind. So werden «Dawn-Chorus» beobachtet, die als Gemisch von Trillerlauten und kurzdauernden Pfiffen steigender Tonhöhe hörbar sind. Diese Störgeräusche zeigen eine bemerkenswerte Korrelation mit der erdmagnetischen Aktivität. Man vermutet, dass sie durch korpuskulare Ströme verursacht werden, die von der Sonne kommend, in die Erdionosphäre eindringen und entlang den erdmagnetischen Kraftlinien wandern. Die geladenen Teilchen emittieren bei ihrem Lauf die beobachteten elektromagnetischen Störgeräusche. Die Theorie ist allerdings nicht gesichert, und es gibt verschiedene Einwände gegen diese Erklärung.

Magneto-ionische Vorgänge ermöglichen den Längstwellen das Eindringen in die Ionosphäre. Das ist besonders bei Frequenzen um 3 kHz der Fall, wo die Ionosphäre gegenüber Frequenzen dieser Grösse ein «Fenster» hat. Ein wichtiger Gesichtspunkt, der die Anwendung von Längstwellen für Aufgaben der Weltraumtechnik befürwortet, ist, dass infolge der sehr grossen Wellenlängen diese Radiowellen an Planeten gebeugt werden und somit einen Funkempfang auch auf jenen Gebieten von Planeten ermöglichen, die auf der rückseitigen Halbkugel des betreffenden Planeten liegen.