

Kommentare zur Präsentation "Gefahren des elektrischen Stroms"

Dauer des Vortrages: ca. 90 min. mit Vorführungen, ca. 60 min ohne Vorführungen

Achtung: Bei verschiedenen der beschriebenen Vorführungen wird mit lebensgefährlichen Spannungen gearbeitet. Diese Vorführungen sollten daher nur von einem Fachmann durchgeführt werden.

2. & 3. Dia: Spannung & Strom

Zum Verständnis der Gefahren des elektrischen Stroms ist es wichtig zunächst den Begriff der elektrischen Spannung und des elektrischen Stroms zu erklären. Dies ist am einfachsten durch einen Vergleich mit einer Wasserförderung. Die elektrische Spannung (Volt) entspricht nämlich dem Wasserdruck (bar) und der elektrische Strom (Ampère) entspricht dem Durchfluss (l/min).

4. Dia: Elektrotechnisches Rätsel

Ja, es kann Spannung geben, ohne dass Strom fließt. An einem Pumpenausgang kann bei geschlossenem Ventil ja auch ein Druck aufgebaut werden, ohne dass Wasser fließt.

Nein, es kann, außer bei einem Supraleiter, kein Strom fließen, ohne dass eine Spannung anliegt. Es fließt ja auch kein Wasser, wenn kein Druck vorhanden ist. Selbst in Flüssen fließt das Wasser nur wenn ein Höhenunterschied vorhanden ist, was einem Druck entspricht. An einer Wassersäule von 10 m (Höhenunterschied) herrscht am unteren Ende ja bekanntlich ein Druck von 1 bar.

5. Dia: Einfacher geschlossener Stromkreis

(1. Vorführung: Einfachen geschlossenen Stromkreis praktisch vorführen.)

Die einfachste elektrische Schaltung besteht aus einer Spannungsquelle (Batterie oder Generator) einem Schalter und einem elektrischen Verbraucher. Der elektrische Verbraucher funktioniert nur dann, wenn der Stromkreis geschlossen ist, d.h. es besteht eine elektrisch leitende Verbindung von der Spannungsquelle zum Verbraucher und zurück.

Bei der Wasserförderung entspricht die Spannungsquelle einer Pumpe oder dem Wassernetz, die Kabel entsprechen den Schläuchen, der Schalter entspricht einem Ventil und der Verbraucher entspricht einer Lanze. Auch bei der Wasserförderung gilt im weitesten Sinne, dass sie nur im geschlossenen Kreis funktionieren kann (siehe Wasserkreislauf).

6. Dia: Übertragung elektrischer Energie

Elektrische Energie wird in Kraftwerken erzeugt. In den Kraftwerken befinden sich Generatoren in denen meistens mechanische Energie in elektrische Energie umgewandelt wird. Die elektrische Energie wird über Freileitungen (Hochspannungsleitungen) so nahe wie möglich an die Endverbraucher geführt. Zur Einsparung einer Leitung wird die Erde (\perp), die ebenfalls leitfähig ist, als Rückleiter benutzt.

Mit Hilfe von Transformatoren wird die Spannung auf 230 Volt verringert. Auf der Verbraucherseite des Transformators unterscheidet man 3 Leitungen:

1. L1 = Phase (braunes oder schwarzes Kabel)
2. N = Nullleiter (blaues Kabel)
3. PE = Schutzleiter (gelb/grün gestreiftes Kabel)

Der Nullleiter und der Schutzleiter sind mit Erde verbunden.

(Achtung: Bei dem beschriebenen Aufbau handelt es sich um eine vereinfachte Darstellung, die ausreichend ist um die Gefahren des elektrischen Stroms zu verdeutlichen. Praktisch würde eine solche Vorgehensweise unzulässig hohe Erdströme hervorrufen. In Wirklichkeit wird elektrische Energie mit drei Leitungen, dem sogenannten Drehstrom, übertragen. Bei symmetrischer Belastung wird der Erdstrom dann Null.)

7. Dia: 1. Gefahr: Berühren von Niederspannung

Berührt man direkt oder indirekt die Phase so entsteht ein geschlossener Stromkreis. Der Strom fließt dann vom Transformator über den Körper durch die Erde zurück zum Transformator. Körperströme über 50 mA (50 tausendstel Ampère) können zu tödlichem Herzkammerflimmern führen.

Mit FI-Schutzschaltern kann man sich vor solchen Fehlerströmen schützen.

8. Dia: FI-Schutzschalter

Der FI-Schutzschalter sieht ähnlich aus wie eine Sicherung, hat aber einen Testknopf über den man seine Funktionsfähigkeit testen kann. Er wird zwischen den Hausanschluss und die Verbraucher geschaltet und schaltet ab, wenn der Strom der über die Phase zu den Verbrauchern fließt ungleich dem Strom ist der über den Nullleiter zurückfließt. Körperströme fließen zum Beispiel über Erde zurück statt über den Nullleiter und lösen somit den FI-Schutzschalter aus. Siehe auch Dia 9.

10. Dia: FI-Schutzschalter

Achtung: FI-Schutzschalter sind nicht überall installiert. In Neuinstallationen sind sie nur für Feuchträume vorgeschrieben. Sie bieten also keinen verlässlichen Schutz für alle möglichen Einsatzsituationen.

11. Dia: 2. Gefahr: Berühren von abgeschalteter Hochspannung

- (2. Vorführung: 1. Überschlag beim Berühren von Hochspannung am Bandgenerator zeigen.
2. Versuchsperson mit Plexiglasplatte isolieren und Versuch 1 wiederholen.
3. Bandgenerator abschalten und Versuch 1 wiederholen.)

Direktes Berühren einer Hochspannung ist aus dem gleichen Grund wie bei der Niederspannung lebensgefährlich. Aufgrund der höheren Spannung ist die Gefahr aber um ein Vielfaches höher.

Auch wenn man isoliert steht, kann Hochspannung gefährlich sein. Beim Berühren kommt es zu einem Überschlag, da die Person noch nicht geladen ist. Man kann nicht selbstverständlich davon ausgehen, dass dieser Ladungsausgleich unbedenklich ist, auch wenn der dadurch entstehende Körperstrom wesentlich geringer ist, als beim direkten Berühren der Hochspannung. Auch Vögel erfahren diesen Ladungsausgleich, aber wegen der viel geringeren Kapazität der Vögel fällt auch der Effekt wesentlich geringer aus.

Durch den Versuch 3 wird deutlich, dass auch abgeschaltete Hochspannungsleitungen noch geladen, also lebensgefährlich, sein können. Dies ist der Grund warum z.B. bei Zugunfällen mit beschädigter Oberleitung erst dann vorgegangen werden darf, wenn die Oberleitung abgeschaltet UND geerdet ist.

12. Dia: Erden

Erden heißt eine leitende Verbindung zwischen den spannungsführenden Teilen und der Erde herstellen. Dies ist nicht so leicht wie es klingt und darf daher nur vom Fachmann durchgeführt werden, auch wenn es eine Stunde dauert bis der vor Ort ist.

13. Dia: 3. Gefahr: Kurzschluss

Ein Kurzschluss ist eine direkte Verbindung der beiden Anschlussklemmen einer Spannungsquelle ohne Verbraucher.

(3. Vorführung: Ungesicherten Kurzschluss vorführen, z.B. mit Phywe Trafobaukasten. Primärseite: Spule mit 600 Windungen an 230V. Sekundärseite: Spule mit 6 Windungen die über einen Nagel kurzgeschlossen sind.)

Durch den Kurzschluss fließen sehr hohe Ströme. Diese Ströme können Kabel so stark erhitzen, dass sie schmelzen und somit Brände auslösen können.

Kurzschlüsse in Hausinstallationen verlaufen meistens harmlos, da die Sicherungen sofort ansprechen und den Kurzschluss unterbrechen. Bei höher abgesicherten Leitungen kann es aber vor dem Abschalten noch zu explosionsartigen Lichtbögen kommen, bei denen eine Stichflamme entsteht und flüssiges Metall durch die Gegend spritzt.

(4. Vorführung: Video mit den Folgen eines Kurzschlusses im Hausanschlusskasten zeigen.)

Lichtbögen sind Ströme die durch ionisierte Luft fließen.

(5. Vorführung: Lichtbogen an Hörnerableiter vorführen, z.B. mit Phywe Trafobaukasten. Primärseite: Spule mit 600 Windungen an 230 Volt. Sekundärseite: Spule mit 12000 Windungen an die Hörnerableiter anschließen. **Achtung bei diesem Versuch herrscht eine Spannung von 4600 Volt an der Sekundärseite!**)

Die starke Hitzeentwicklung um den Lichtbogen erkennt man daran, dass der Lichtbogen mit der erhitzten Luft nach oben gerissen wird, obwohl dort der Widerstand für den Lichtbogen größer ist.

Bedingten Schutz vor Kurzschlüssen bieten Sicherungen.

14. Dia: 4. Gefahr: Schrittspannung

Fällt eine Hochspannungsleitung auf die Erde, kommt es nicht zwangsläufig zu einem Kurzschluss. Wenn der Boden zu trocken ist, kann es passieren, dass der Abschaltstrom der Hochspannungssicherung nicht überschritten wird. Es fließt dann ein hoher Strom in den Boden und dieser erzeugt dort einen sogenannten Spannungstrichter, d.h. am Kontaktpunkt der Hochspannungsleitung mit der Erde befindet sich eine hohe Spannung die mit zunehmendem Abstand vom Kontaktpunkt abnimmt.

15. Dia: 4. Gefahr: Schrittspannung

Betrifft man das Feld eines Spannungstrichters, stellt man mit beiden Beinen eine Verbindung zwischen zwei Punkten unterschiedlicher Spannung her. Man spricht auch von der Schrittspannung.

Die Schrittspannung kann wiederum zu einem lebensgefährlichen Körperstrom führen.

16. Dia: Arten von Freileitungen

Die Höhe der Spannung auf Freileitungen kann man vor allem an der Länge der Isolatoren abschätzen. Es gilt: Je länger der Isolator, um so höher die Spannung.

17. Einsatzrichtlinien in elektrischen Anlagen

Bei Einsätzen in elektrischen Anlagen gilt um so stärker der Grundsatz: "Eigenschutz vor Fremdschutz." Schaum ist hoch leitfähig und darf deshalb bei Bränden nicht benutzt werden. Auch Pulver kann mehr Schaden anrichten als verhindern, daher sollten alle Maßnahmen, wenn möglich mit dem Fachpersonal abgesprochen werden.

Mit einer C-Lanze im Sprühstrahlbetrieb, darf man bis zu einer Spannung von 380kV vorgehen, wenn man einen Abstand von 5 m einhält, da die Tropfen eines Sprühstrahls durch die Luft gegeneinander isoliert sind.