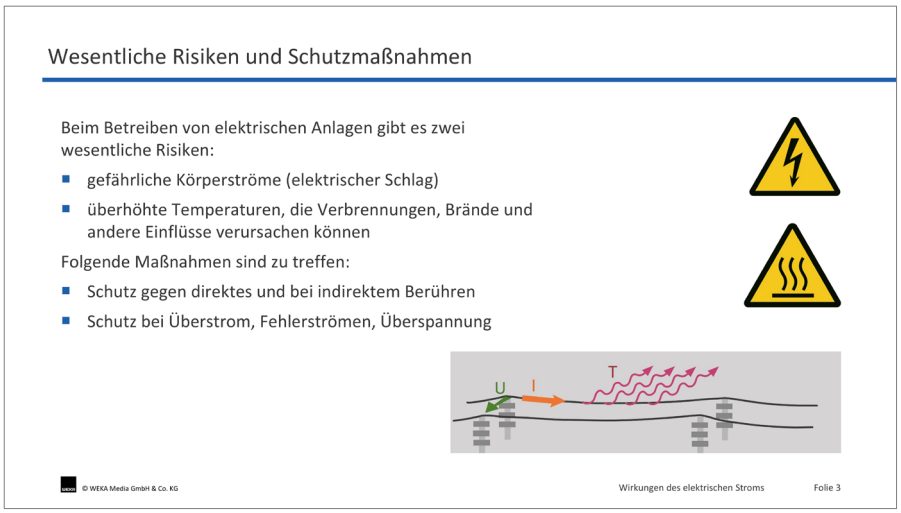


Lernziel:
Risiken des elektrischen Stroms, die bei üblichem Gebrauch elektrischer Anlagen entstehen können

Vorschriftenverweis:
VDE 0100-100:2009-06 Abschn. 131.1
DGUV Information 203-002

Beim Betreiben von elektrischen Anlagen gibt es zwei wesentliche Risiken:
- gefährliche Körperströme (elektrischer Schlag)
- überhöhte Temperaturen, die Verbrennungen, Brände und andere Einflüsse verursachen können

Die Risiken beim üblichen Gebrauch elektrischer Anlagen werden durch Maßnahmen zur Sicherheit von Personen, Nutztieren und Sachwerten minimiert.

Schutz gegen elektrischen Schlag (gefährliche Körperströme)
Personen und Nutztiere müssen vor Gefahren geschützt werden, die
- beim Berühren aktiver Teile der Anlage und
- beim Berühren von Körpern elektrischer Betriebsmittel im Falle eines Fehlers

entstehen können.

Folgende Maßnahmen sind zu treffen:
- Schutz gegen direktes Berühren
- Schutz bei indirektem Berühren

Schutz gegen thermische Auswirkungen (überhöhte Temperaturen)
Die elektrische Anlage muss so angeordnet sein, dass von ihr keine Gefahr der Entzündung brennbaren Materials infolge hoher Temperatur oder eines Lichtbogens ausgeht. Zusätzlich dürfen während des normalen Betriebs von elektrischen Betriebsmitteln Personen und Nutztiere keiner Gefahr von Verbrennungen ausgesetzt sein.

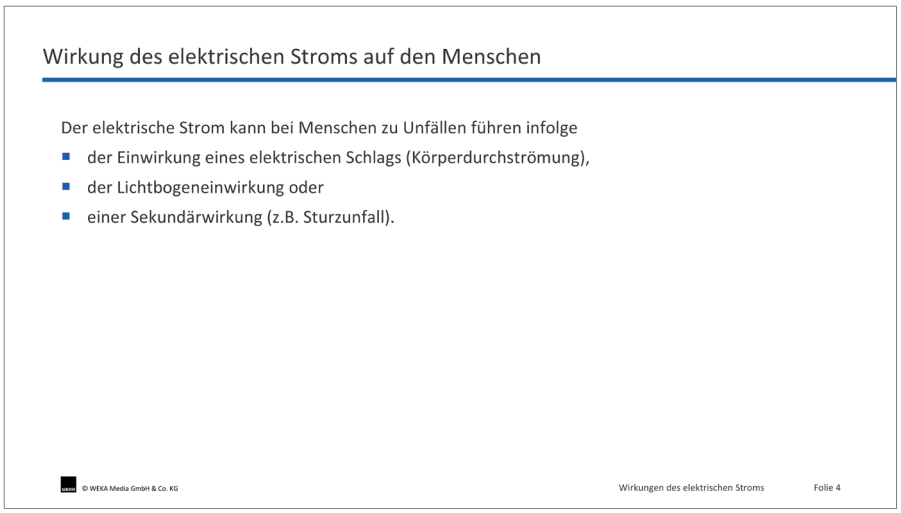
Folgende Maßnahmen sind zu treffen:
- Schutz bei Überstrom
- Schutz bei Fehlerströmen

NOTIZEN

- Schutz bei Überspannung

NOTIZEN

© WEKA Intelligence GmbH & Co. KG



Lernziel:
Gefahren des elektrischen Stroms für den Menschen

Vorschriftenverweis:
DGUV Information 203-002

Der elektrische Strom kann bei Menschen zu Unfällen führen infolge

- der Einwirkung eines elektrischen Schlags (Körperdurchströmung),
- der Lichtbogeneinwirkung oder
- einer Sekundärwirkung.

Der Grad der Verletzung ist vorher nicht abschätzbar. Deshalb sollten alle Hinweise auf schadhafte elektrische Anlagen und Betriebsmittel ernst genommen und mögliche Unfallursachen sofort beseitigt werden.

Einwirkung eines elektrischen Schlags (Körperdurchströmung)
Eine Netzspannung von 230/400 V mit einer Frequenz von 50 Hz kann zu tödlichen Unfällen führen.

Bei genügend großem Stromfluss verkrampft ein Muskel. Handelt es sich dabei um die Muskeln in der Hand, so kann man einen erfassten Gegenstand nicht mehr loslassen. Ist der Brustkorb betroffen, so tritt Atemstillstand ein. Es kann Herzstillstand ausgelöst werden oder der geregelte Ablauf der einzelnen Herzmuskelbewegungen wird durcheinandergebracht, sodass eine ungeordnete Bewegung ohne Pumpwirkung entsteht – das Herzkammerflimmern.

Lichtbogeneinwirkung
Lichtbögen entstehen z.B. bei Kurzschlüssen. Die Temperatur im Kurzschlusslichtbogen kann über 4.000 °C betragen. Dabei verdampfen Metallteile in Sekundenbruchteilen und werden durch die Blaswirkung des entstehenden elektromagnetischen Felds herausgeschleudert.

NOTIZEN

Typische Unfallfolgen sind das Verblitzen der Augen durch starke UV-Strahlung sowie Verbrennungen ersten und zweiten Grades der Haut.

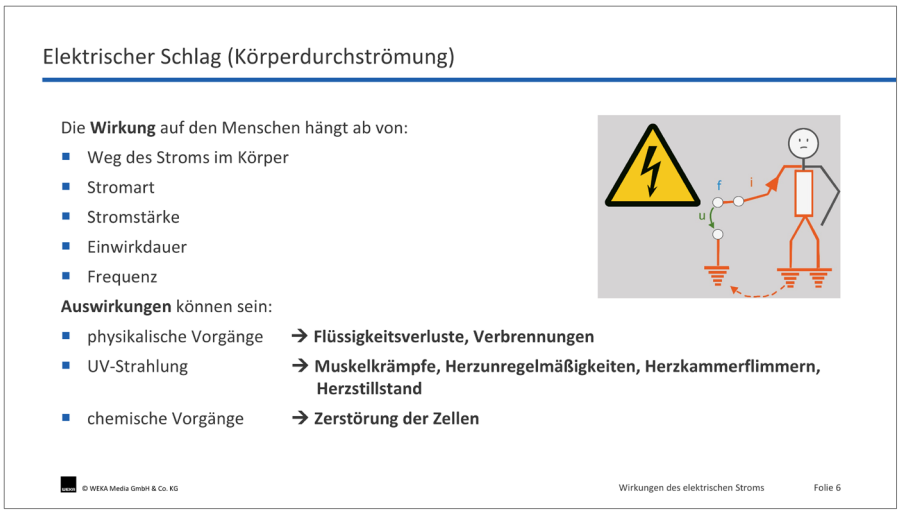
Kurzschlüsse entstehen häufig beim Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen.

Sekundärwirkungen des elektrischen Stroms
Unfall, der als ungewollte Reaktion auf ein vorangegangenes Ereignis passiert ist (vorrangig Sturzunfälle)

Eine elektrische Durchströmung kann dem Menschen auch indirekt schaden. Kommt es beispielsweise bei Stromstärken unterhalb der Loslassgrenzen zu einer Schreckreaktion und führt man unkontrollierte Bewegungen aus, kann man sein Gleichgewicht verlieren und stürzen. Sturzunfälle können schwerwiegende Folgen haben.

Beispiele:
- Der kurzzeitige Stromfluss löst ein Muskelzucken aus; der damit verbundene Schreck führt zu einem Sturzunfall.
- Die Schutzreaktion vor einem Lichtbogen führt zu einem Sturzunfall

NOTIZEN



Lernziel:
Gefahren des elektrischen Stroms für den Menschen (elektrischer Schlag)

Vorschriftenverweis:
DGUV Information 203-002

Die Gefahren für den Menschen durch den elektrischen Strom sind

- durch die hohe Empfindlichkeit gegenüber der elektrischen Durchströmung des Körpers (elektrischer Schlag) und
- durch das Fehlen der sinnlichen Wahrnehmung von unter Spannung stehenden Teilen oder von hohen Energiekonzentrationen

gekennzeichnet.

Der menschliche Körper erzeugt im Nervensystem Spannungsimpulse von bis zu 100 mV, die als Strom durch die Nervenbahnen zu den Muskelfasern übertragen werden. Durch diese Ströme wird die Muskulatur zu Tätigkeiten angeregt, mit denen Bewegungsabläufe gesteuert werden. Muskel- und Organfunktionen können durch unzulässig hohe Fremdströme in den natürlichen Abläufen nachteilig beeinflusst werden, u.a. auch die Herztätigkeit. Muskelverkrampfungen oder Atemlähmung können die Folge sein.

Die Wirkung auf den Menschen hängt ab von:

- Weg des Stroms im Körper
- Stromart
  Wechselstrom ist bei längerer Durchströmungsdauer, vor allem in Bezug auf Herzkammerflimmern, etwa dreimal gefährlicher als Gleichstrom.
- Stromstärke
- Einwirkdauer
  Je länger der Strom auf den Körper wirkt, desto stärker sind auch die Auswirkungen. So reicht bei einer Dauer von einigen Sekunden bereits eine Stromstärke von 50 mA aus, um einen Herzstillstand zu verursachen, wobei bei einer Dauer von einigen Millisekunden eine viel höhere Stromstärke dazu erforderlich ist.
- Frequenz

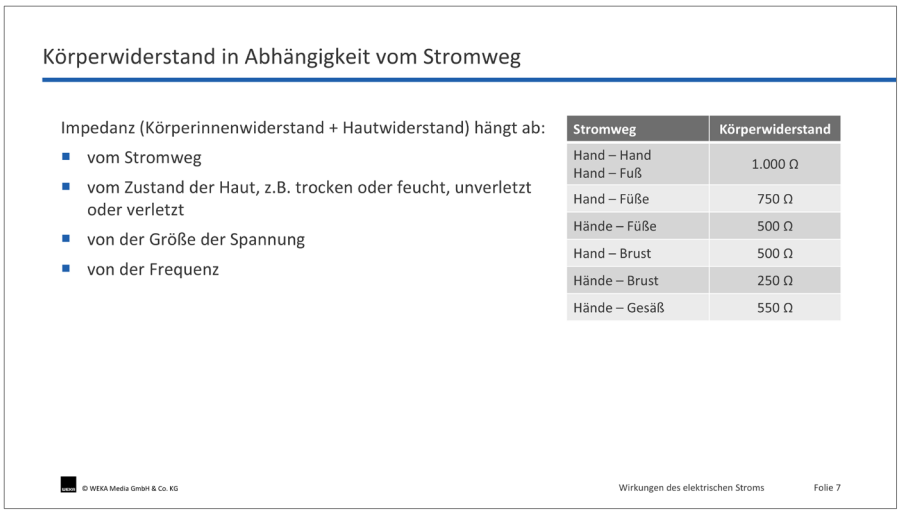
NOTIZEN

Auswirkungen können sein:

- physikalische Vorgänge
  - Flüssigkeitsverluste
  - Verbrennungen
- physiologische Vorgänge
  - Muskelkrämpfe
  - Herzunregelmäßigkeiten
  - Herzkammerflimmern
  - Herzstillstand
- chemische Vorgänge
  - Zerstören der Zellen

NOTIZEN

© WEKA Intelligence GmbH & Co. KG



Lernziel:
Einfluss des Körperwiderstands auf die Gefahren des elektrischen Stroms für den Menschen

Vorschriftenverweis:
DGUV Information 203-002

Der elektrische Widerstand des Menschen (Impedanz) hängt ab

- vom Stromweg,
- vom Zustand der Haut, z.B. trocken oder feucht, unverletzt oder verletzt,
- von der Größe der Spannung und
- von der Frequenz

und setzt sich aus Körperinnenwiderstand und Hautwiderstand zusammen.

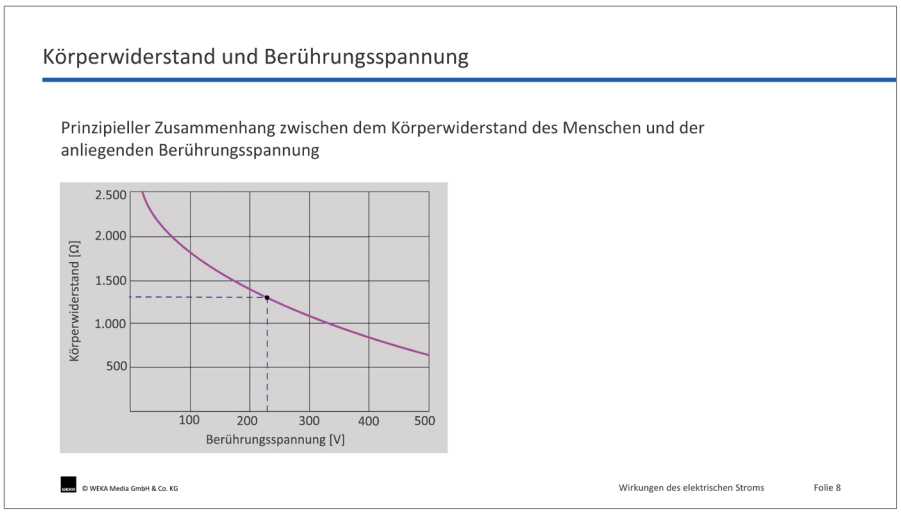
Bei einem Wechselstrom ab 230 V und 50/60 Hz ergibt sich eine Impedanz von etwa:

Stromweg	Körperwiderstand
Hand – Hand Hand – Fuß	1.000 Ω
Hand – Füße	750 Ω
Hände – Füße	500 Ω
Hand – Brust	500 Ω
Hände – Brust	250 Ω
Hände – Gesäß	550 Ω

Mit diesen Werten und mit der Berührungsspannung kann die Stromstärke abgeschätzt werden.

Das heißt, für den Stromweg Hand – Hand mit einem Widerstand von 1.000 Ω ergibt sich bei einer Berührungsspannung von 230 V die Stromstärke 230 mA.

NOTIZEN

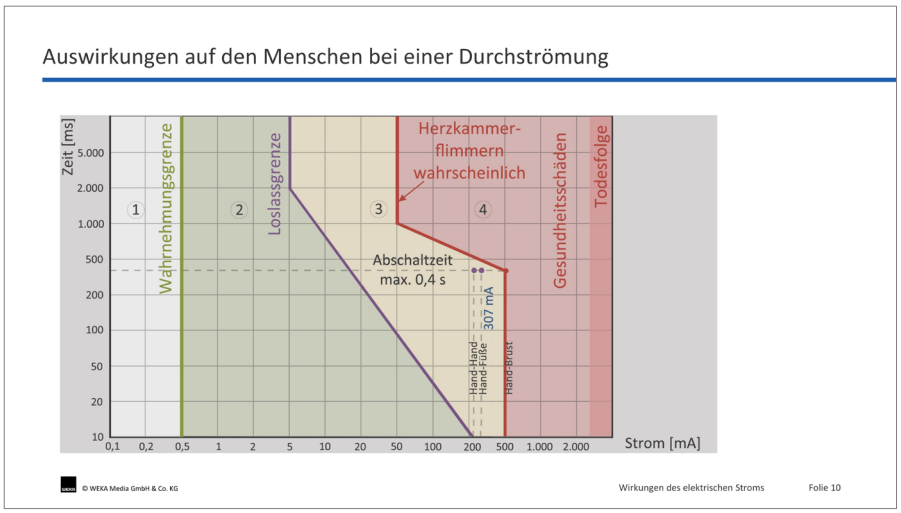


Lernziel:
Einfluss des Körperwiderstands auf die Gefahren des elektrischen Stroms für den Menschen

Vorschriftenverweis:
DGUV Information 203-002

Auf der Folie wird der prinzipielle Zusammenhang zwischen dem Körperwiderstand des Menschen und der anliegenden Berührungsspannung dargestellt.

NOTIZEN



Lernziel:
Gefahrenzonen in Abhängigkeit von Stromstärke und Einwirkdauer (Zeit)

Vorschriftenverweis:
DGUV Information 203-002

Der Stromweg im menschlichen Körper hat durch seine Länge und seinen Querschnitt Einfluss auf den Widerstand und damit auf die fließende Stromstärke. Vom Weg des Stroms im menschlichen Körper hängt auch entscheidend der Anteil des Stroms ab, der durch die Atemmuskulatur oder das Herz fließt.

Die Größe dieses Stromanteils und die Stromeinwirkungsdauer sind ausschlaggebend für die Reaktion von Atmung und Herzfunktion. Zwischen der Größe des für den menschlichen Körper noch ungefährlichen Stroms und der Dauer seiner Einwirkung besteht eine Beziehung, die nicht geradlinig verläuft. Bei kurzen Einwirkungszeiten bleiben vergleichsweise größere Stromstärken ohne schädliche Auswirkung als bei längerer Einwirkungsdauer. Jedoch können Stromstärken über 500 mA auch bei kurzen Einwirkungszeiten tödlich sein.

Bei Stromstärken oberhalb der Loslassgrenze stellt das Erreichen der Flimmerschwelle des Herzens den kritischen Wert dar. Es lassen sich Zeit-Stromstärke-Kurven erstellen, die auch die Schwelle für das Auftreten von Herzkammerflimmern angeben.

Die Zeit-Stromstärke-Abhängigkeit für das Herzkammerflimmern steht in engerem Zusammenhang mit den Erregungsabläufen im Herzen. Herzkammerflimmern ist dann auslösbar, wenn der Strom in die Phase der Erregungsrückbildung fällt.

In dieser Phase ist ein größerer Verband von Herzmuskelfasern in einem ungleich arbeitenden Erregungszustand. Bei Einwirkung eines genügend großen Stroms ist dann die Entstehung des Herzkammerflimmerns möglich.

NOTIZEN

Zone 1
normalerweise keinerlei Auswirkungen und Reaktionen bis zur Wahrnehmungsschwelle

Zone 2
normalerweise keine schädlichen physiologischen Wirkungen bis zur Loslassgrenze

Zone 3
Normalerweise sind keine organischen Schäden zu erwarten. Mit zunehmender Stromstärke und Zeitdauer der Stromeinwirkung sind reversible Störungen der Reizbildung und Reizleitung im Herzen zu erwarten, einschließlich Vorhofflimmerns und vorübergehenden kurzzeitigen Herzstillstands. Im Bereich längerer Einwirkungsdauer oberhalb der Loslassgrenze sind Muskelkontraktionen und Atemschwierigkeiten wahrscheinlich.

Zone 4
Herzkammerflimmern ist wahrscheinlich. Mit zunehmender Stromstärke und Einwirkungsdauer wirken pathophysiologische Effekte wie Herzstillstand, Atemstillstand und schwere Verbrennungen zusätzlich zu den Wirkungen in Zone 3.

NOTIZEN

© WEKA Intelligence GmbH & Co. KG