

Gefährdung des Menschen durch elektrische Energie (Gleichstrom, Wechselstrom)

A) Durchströmungsmöglichkeiten durch den menschlichen Körper

Im Prinzip gibt es für eine gefährliche Durchströmung des menschlichen Körpers die in Bild 1 dargestellten Möglichkeiten.

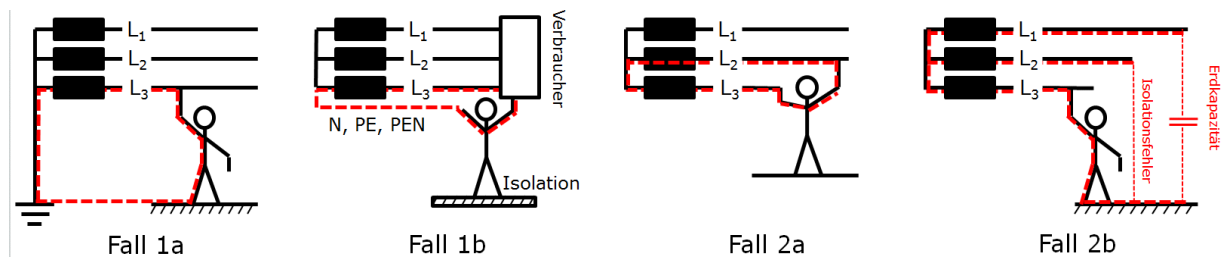


Bild 1: Möglichkeiten des Stromflusses durch den menschlichen Körper

1. Stromfluß Außenleiter - Erde

a. Strom fließt von einem unter Spannung stehenden Außenleiter durch den menschlichen Körper zur Erde bzw. zum N, PE oder PEN-Leiter. Unter Spannung stehen können auch leitend Teile von Maschinen, z. B. durch Isolationsfehler fehlender Erdung des Gehäuses

b. Strom fließt infolge Schießens des N, PE oder PEN-Leiters durch den menschlichen Körper. Wird beispielsweise eine Heizleitung vorschriftswidrig als PEN-Leiter benutzt und werden die Rohre bei Instandsetzungsarbeiten auseinandergeschraubt, so kann es bei Berührung mit beiden Rohrteilen zum Stromdurchfluß durch den menschlichen Körper kommen.

2. Stromfluß Außenleiter - Außenleiter

a. Stromkreis wird über den menschlichen Körper unmittelbar zwischen den Außenleitern geschlossen.

b. Stromkreis über menschlichen den Außenleitern über den menschlichen Körper mittelbar über die Erde und Isolationsfehler geschlossen. Selbst wenn kein Isolationsfehler (Erdverbindung) vorliegt, wird der Stromkreis durch die Erdkapazität langer Leitungen geschlossen (besonders bei hohen Spannungen).

B) Physiologische Wirkung des elektrischen Stromes

Einwirkzeit in ms

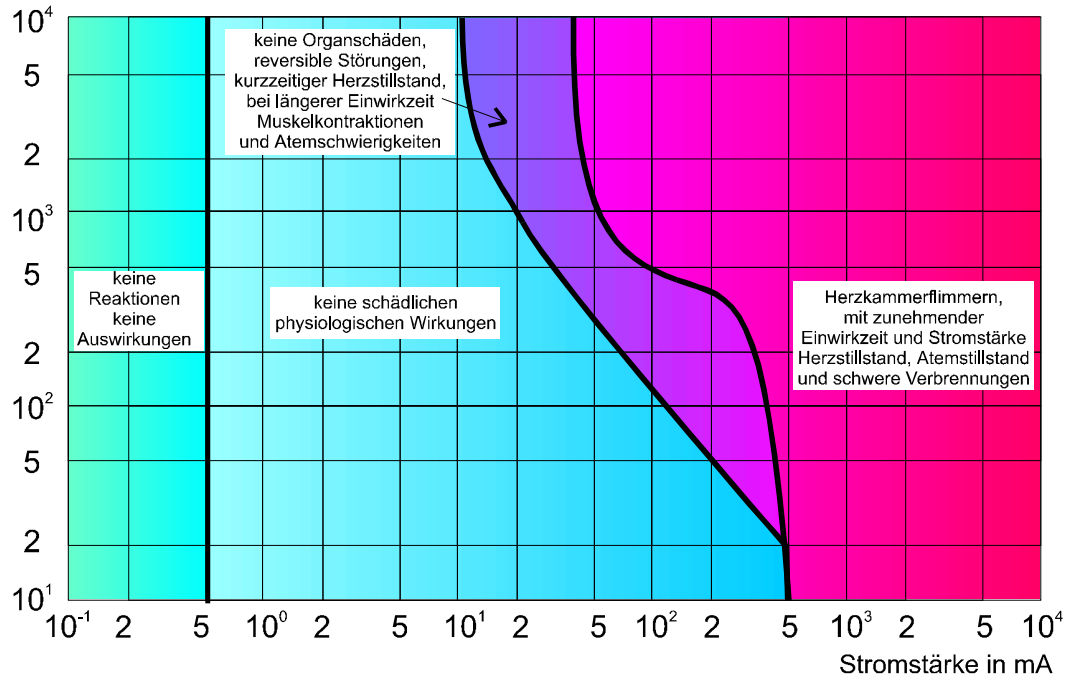


Bild 2: Physiologische Wirkungsbereiche von Wechselströmen bei Längsdurchströmung von Erwachsenen (IEC - Bericht 479, 1985)

Die Sicherheitskennlinie, bei deren Einhaltung gefährliches Herzkammerflimmern verhindert wird, beträgt für eine Einwirkungszeit > 1 s 10 mA. Die Angaben im Bild 2 gelten für eine Strombahn über das Herz in der Regel also von der Hand zum Fuß. Bei Strombahnen von Hand zu Hand gilt als Grenze zum Herzkammerflimmerbereich etwa der dreifache Wert, also etwa 30 mA bei > 1 s Einwirkzeit.

Unter normalen Umständen besitzt der menschlich Körper einen Widerstand (Körperinnenwiderstand und Widerstand der Haut) von etwa 5000 Ohm: es fließen nach dem Ohmschen Gesetz $U=R \cdot I$ bei 230 V etwa 46 mA durch den menschlichen Körper, die als Wechselstrom bereits tödlich wirken können. Beim Vorlegen von Feuchtigkeit (verschwitzte Haut, durchnäßte Kleidung) kann sich der Widerstand des menschlichen Körpers bis auf 500 Ohm erniedrigen, so daß maximal etwa 0,5 A durch den menschlichen Körper fließen können. Auch bei diesem Maximalwert wird üblicherweise eine 10- oder 16 A- Sicherung nicht ausgelöst, andererseits kann 0,5 A Stromdurchfluß bereits nach kurzer Zeit Todesfolge haben. All diese o. g. Tatsachen sollen darauf hinweisen, daß auch die im Labor herrschenden kleineren Spannungen bzw. Ströme nicht unterschätzt werden dürfen.

Gleichstrom ist bei längerer Einwirkung nicht so gefährlich wie Wechselstrom. Bei über 1 s Einwirkungsdauer ist bei Gleichstrom etwa die zwei- bis dreifache Stromstärke von Wechselstrom mit einer Frequenz von 50 Hz erforderlich, um einen Menschen zu gefährden.