

# Schutz gegen elektrischen Schlag: Abschaltung der Energieversorgung

04.06.2019, 06:25 Uhr

Kommentare: 0

Sicher arbeiten



Zur Vermeidung einer gefährlichen Durchströmung ist an elektrischen Anlagen eine zeitnahe Abschaltung der Energieversorgung vorzusehen.  
(Bildquelle: .shock/iStock/Getty Images)

## Wirkungen des elektrischen Stroms

Biochemische Wirkungen des elektrischen Stroms können die körpereigenen Stromimpulse und somit die Funktionsabläufe im menschlichen Körper erheblich stören. So kann es z.B. zu plötzlichen Muskelkontraktionen kommen, der Herzfrequenzgeber kann gestört oder die Atem- sowie die Herzmuskulatur gelähmt werden.

Die Wärmewirkung des elektrischen Stroms kann insbesondere bei länger andauernder Einwirkung oder höherer Stromstärke zu starken Verbrennungen an den Ein- und Austrittsstellen führen.

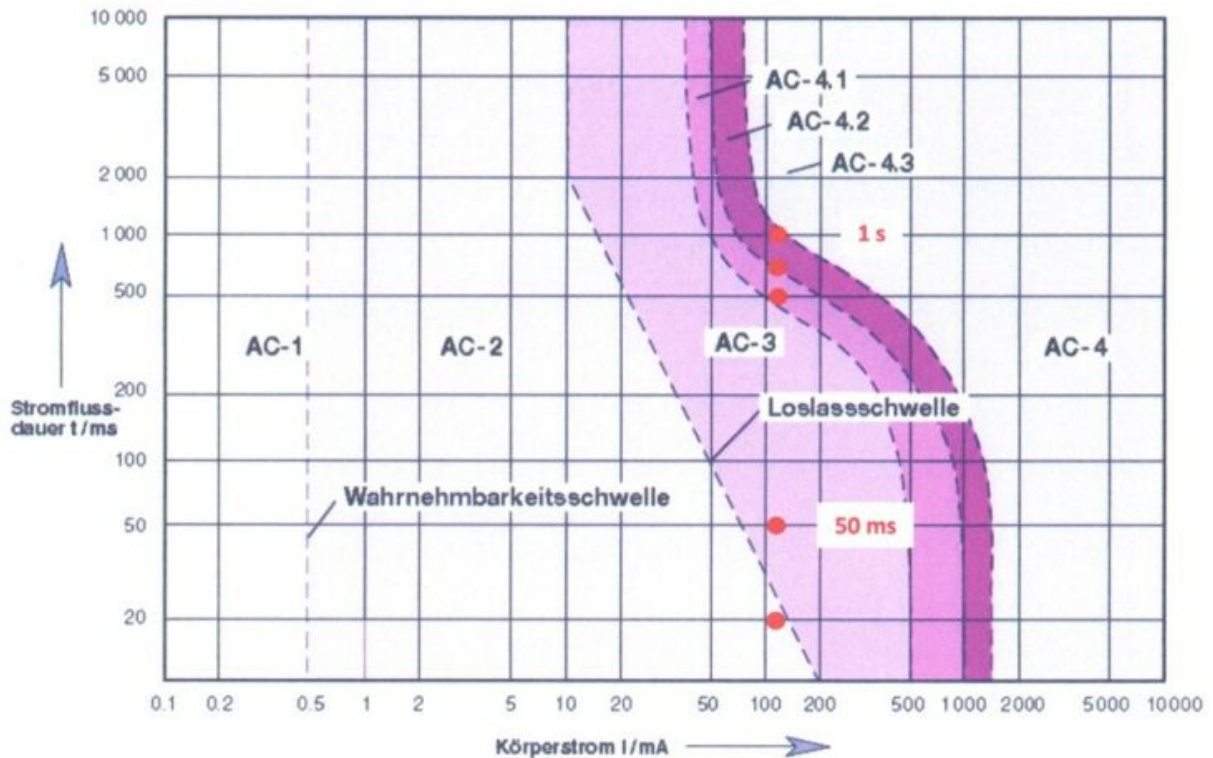
Bei länger anhaltender Durchströmung des menschlichen Körpers mit entsprechender Stromstärke steigt die Wahrscheinlichkeit des Herzkammerflimmerns. In diesem Fall bricht die Pumpwirkung des Herzens zusammen und als Folge bricht der Blutdruck ein. Es besteht akute Lebensgefahr.

Die Unfallstatistiken zeigen, dass sekundäre Schäden einen erheblichen Anteil ausmachen. Durch die zuvor genannten Wirkungen des elektrischen Stroms kommt es vermehrt zu Schreckreaktionen oder unkontrollierten Bewegungen, die anschließend in Stürzen oder Knochenbrüchen enden. Im Allgemeinen werden diese Unfälle anschließend in die Kategorie „Haushaltsunfall“ oder „Sturz“ eingeordnet.

## Auswirkungen auf den menschlichen Körper

Die folgende Abbildung zeigt die Wirkung des elektrischen Stroms in Abhängigkeit von der

Dauer des Einwirkens. Im gesamten Bereich „AC-4“ besteht die erhöhte Gefahr irreversibler organischer Schäden bis hin zu Herzkammerflimmern und dem Tod. Bereits bei einem Stromfluss mit der Stärke von 230 mA durch den menschlichen Körper mit einem ohmschen Widerstand von 1.000  $\Omega$  muss nach kürzester Zeit ( $< 1$  s) mit schweren Schäden gerechnet werden.



Wirkung des elektrischen Stroms in Abhängigkeit von der Dauer des Einwirkens (Bildquelle: Jörg Belzer, B.Eng., MBA)

AC-1 Normalerweise keine Reaktion

AC-2 Normalerweise keine schädlichen physiologischen Effekte

AC-3 Normalerweise wird kein organischer Schaden erwartet. Wahrscheinlichkeit von krampfartigen Muskelkontraktionen, Atemschwierigkeiten, Vorhofflimmern und vorübergehendem Herzstillstand zunehmend mit Stromstärke und Einwirkdauer.

AC-4 Wie AC-3, zusätzlich zunehmend mit Stromstärke und Einwirkdauer Herzstillstand, Atemstillstand und schwere Verbrennungen.

AC-4.1 Wahrscheinlichkeit von Herzkammerflimmern steigt auf etwa 5 %.

AC-4.2 Wahrscheinlichkeit von Herzkammerflimmern bis etwa 50 %.

AC-4.3 Wahrscheinlichkeit von Herzkammerflimmern über 50 %.

## Maßnahme: Abschaltung der Energieversorgung

Um Schäden am menschlichen Körper durch eine gefährliche Durchströmung zu verhindern, sind Schutzmaßnahmen zu treffen. Dazu gehören beispielsweise der Basis- und Fehlerschutz an elektrischen Anlagen, durch den ein Schutz bei direkter und indirekter Berührung gewährleistet wird (siehe Schutz gegen elektrischen Schlag innerhalb von Maschinen).

Eine weitere Schutzmaßnahme ist die zeitnahe Abschaltung der Energieversorgung. Für Stromkreise innerhalb elektrischer Anlagen ist gemäß VDE 0100-410 (Errichten von Niederspannungsanlagen, Teil 4-41: Schutzmaßnahmen - Schutz gegen elektrischen Schlag) eine Abschaltzeit von 400 ms gefordert (TN-Netz, Spannung: 230 V AC zwischen Außenleiter und Erde).

$U_0^a$ V	Abschaltzeit s
120	0,8
230	0,4
277	0,4
400	0,2
> 400	0,1

<sup>a</sup>  $U_0$  ist der Effektivwert der Nennwechselspannung gegen Erde.

Maximale Abschaltzeiten in TN-Systemen gemäß VDE 0113-1:2007-06, Anhang A1

Um die geforderten Abschaltzeiten erreichen zu können, ist die ordnungsgemäße Ausführung und Durchgängigkeit des Schutzleiters unabdinglich. Die Bedeutung des Schutzleiters wird innerhalb elektrischer Anlagen und besonders innerhalb der elektrischen Ausrüstung von Maschinen oftmals unterschätzt.

Jede Entstehung einer Übergangsimpedanz führt zu einer Herabsetzung des Kurzschlussstroms und somit zu einer verzögerten oder ausbleibenden Reaktion des vorgeschalteten Schutzorgans. Für dieses Schutzorgan und die Fehlerschleife des Stromkreises ist gemäß VDE 0100-410 folgender Zusammenhang zu beachten:

$$Z_S \leq \frac{U_0}{I_a}$$

$Z_S$  = die Impedanz der Fehlerschleife

$U_0$  = Nennwechselspannung Außenleiter gegen Erde

$I_a$  = Strom, der das automatische Abschalten der Abschalteinrichtung innerhalb der in Abschnitt 411.3.2.2 oder der in Abschnitt 411.3.2.4 angegebenen Zeit bewirkt

## Regelmäßige Prüfung der Anlage erforderlich

Der sichere Zustand einer Anlage im Falle eines Körperschlusses kann also nur durch das Zusammenspiel zwischen der Art des Erdungssystems, den Impedanzwerten des Schutzleitersystems sowie den Kennwerten des Auslösesystems erreicht werden. Die erforderlichen Rahmenbedingungen sind im Rahmen der regelmäßigen Prüfung der elektrischen Anlage gemäß der Norm VDE 0100-600 (Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 6: Prüfungen) und VDE 0113-1 (Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen) zu überprüfen.

### Autor:

[B. Eng., MBA Jörg Belzer](#)

Leiter der technischen Abteilung des Logistikzentrums einer Handelskette

Jörg Belzer leitet heute die technische Abteilung eines Logistikzentrums einer großen Handelskette.

Er absolvierte eine Ausbildung zum Energieanlagenelektroniker und



war anschließend mehrere Jahre in der elektrotechnischen Instandhaltung tätig. Nach dem anschließenden nebenberuflichen Ingenieurstudium konnte er die gesamttechnische Leitung des Unternehmens übernehmen.

---

**elektro**fachkraft.de empfiehlt:



## Schulungsvorlagen für die Elektrotechnik

Die Lösung für Unterweisungen in elektrotechnische Normen und Vorschriften

Normeninhalte verständlich unterweisen und zeitgemäß präsentieren – das gelingt Ihnen ganz leicht mit den „Schulungsvorlagen für die Elektrotechnik“.

Die Unterweisungen enthalten Folien zur Präsentation in PowerPoint sowie Leitfäden in Word als Unterstützung für den Referenten.



Bestellen Sie jetzt Ihre Online-Version  
**Best.-Nr. OL1071J**  
unter [weka.de/efk1171](http://weka.de/efk1171)  
oder telefonisch unter **0 82 33.23-40 00**

