

Sachinformationen für die Lehrkraft Teil 3

14 Der Elektromotor: Erzeugung von Bewegung	S. 1
15 Elektrische Generatoren	S. 4
16 Elektromagnetische Induktion	S. 5
17 Gleich- und Wechselspannung	S. 6
18 Der Transformator	S. 6
19 Elektrizitätsversorgung	S. 7
20 Die Brennstoffzelle - eine neue Möglichkeit der Elektrizitätsversorgung	S. 8
21 Die Gefahren des elektrischen Stromes	S. 8

14 Der Elektromotor: Erzeugung von Bewegung

Zwischen den magnetischen Polen eines Hufeisenmagneten besteht ein Magnetfeld, dessen Linien vom Nord- zum Südpol verlaufen. Ein Draht hänge lose senkrecht zu den Magnetlinien herab. Lassen wir nun einen Strom durch den Draht hindurchfließen, wird der Draht je nach Stromrichtung nach außen oder nach innen bewegt.

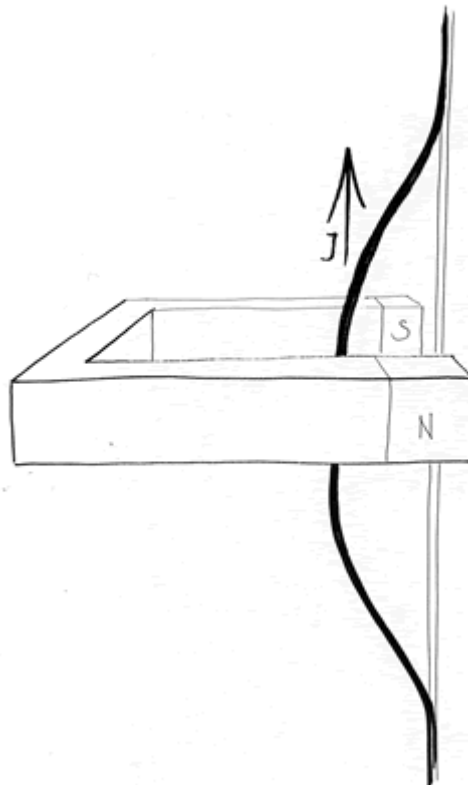


Abb. 23a:
Kraftwirkung auf einen stromdurchflossenen Leiter in einem Magnetfeld

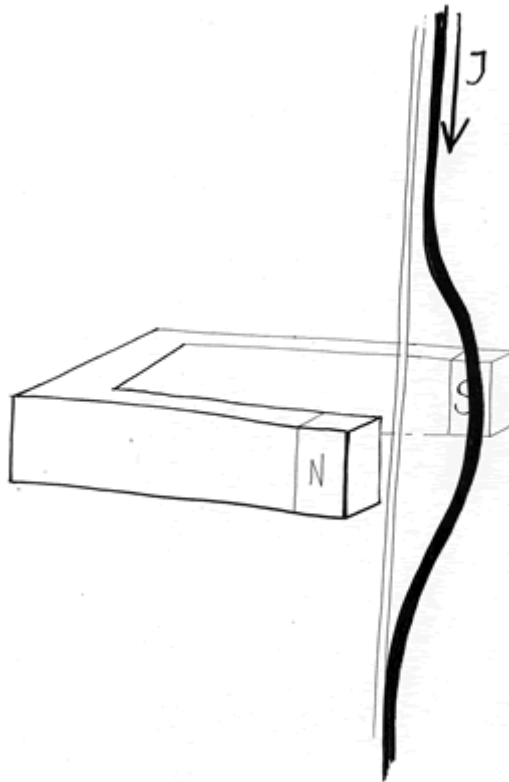


Abb. 23b:
Kraftwirkung auf einen stromdurchflossenen Leiter in einem Magnetfeld

Um eine kontinuierliche Drehbewegung zu erreichen, geht man folgendermaßen vor: In das Magnetfeld wird eine Leiterschleife gebracht. Auf die beiden senkrechten Seiten wirken Kräfte nach hinten bzw. vorne (Abb. 24a), die die Leiterschleife drehen, bis sie senkrecht zu den Magnetlinien steht (Abb. 24b).

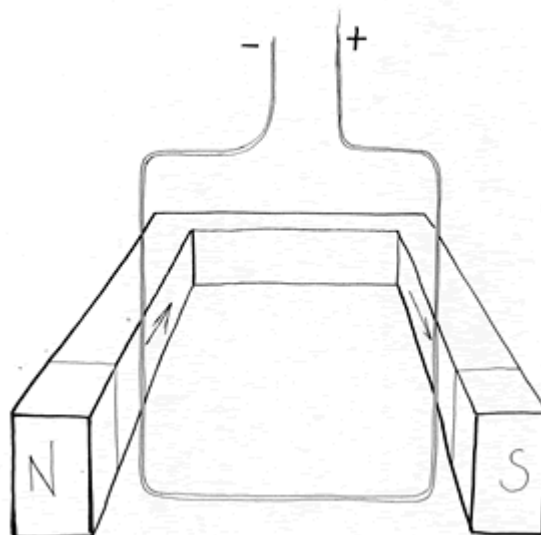


Abb. 24a:
Kraftwirkung auf eine Leiterschleife in einem Magnetfeld

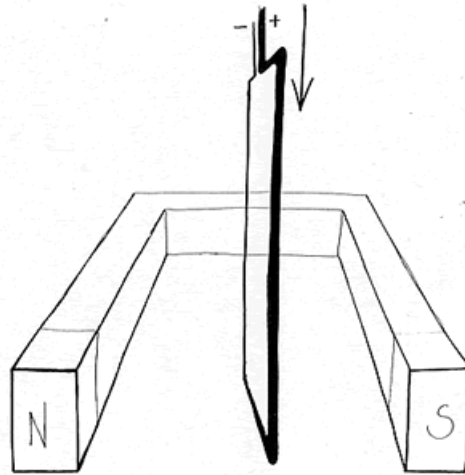


Abb. 24b:
Kraftwirkung auf eine stromdurchflossene Leiterschleife in einem Magnetfeld

In dieser Stellung ziehen die beiden Kräfte auf die beiden Seiten der Drahtschleife noch immer jeweils nach außen, aber es erfolgt keine Drehung mehr. Nun kommt der Trick: Wenn man in dem Moment, in dem die Leiterschleife die zu den Magnetfeldlinien senkrechte Position erreicht hat, die Stromrichtung in der Schleife ändert, wirken erneut Kräfte und zudem noch in die passende Richtung, so dass sich die Schleife weiterdreht.

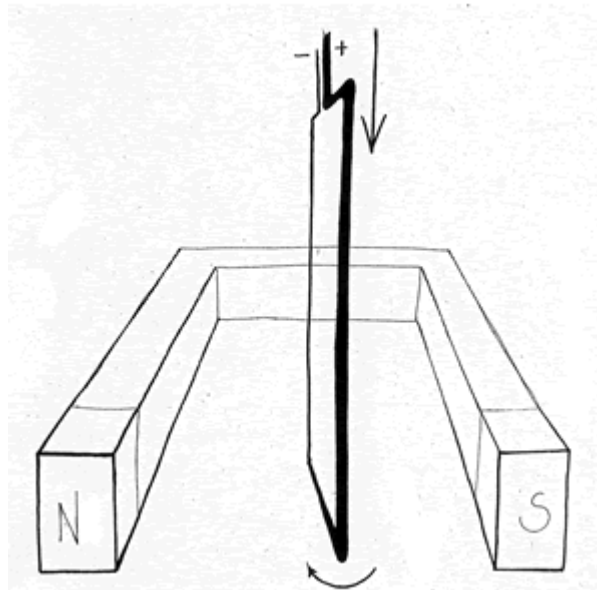


Abb. 24c:
Aufgrund der Trägheit dreht sich die Leiterschleife etwas über die zu den Feldlinien senkrechte Stellung und nun können nach Umpolen die beiden Kräfte die Leiterschleife um 180° weiterdrehen. Dann muss wieder umgepolt werden.

Das Umpolen erfolgt mit Hilfe eines so genannten Kommutators (Abb. 25): Zwei Halbzylinderringe sind mit den Anschlüssen der Leiterschleife verbunden. Die beiden Halbringe sind gegeneinander isoliert. Zwei Schleifkontakte sind mit der Batterie verbunden. Nach Drehung um jeweils 180° werden die Anschlüsse umgepolt.

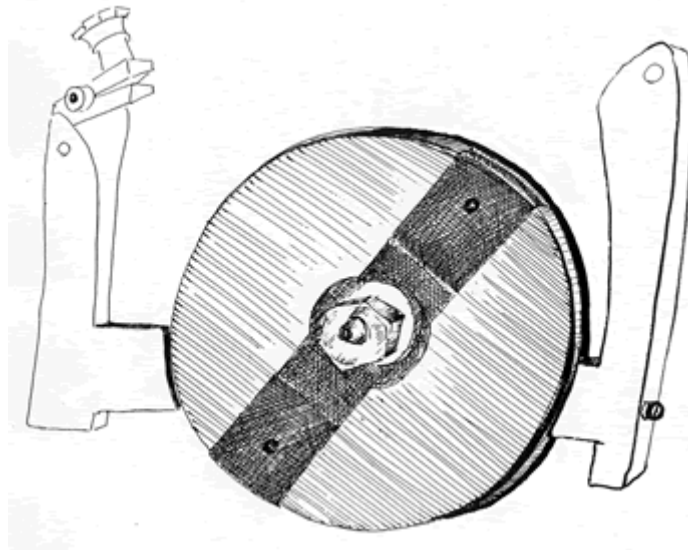


Abb. 25:
Ein Kommutator

Bei richtigen Motoren wird nicht eine Leiterschleife verwendet, sondern eine Spule auf einem Eisenkern. Dadurch werden die drehenden Kräfte sehr viel stärker.



Abb. 26:
Elektromotor

15 Elektrische Generatoren

Ein elektrischer Strom in einem Elektromotor führt dazu, dass sich der Motor dreht. Es gilt auch die Umkehrung: Dreht man einen Motor und schließt an seine Anschlüsse z.B. ein Lämpchen an, dann fließt durch Lämpchen und gedrehten Motor ein elektrischer Strom. Ein für diesen Zweck optimierter Motor wird Generator genannt.

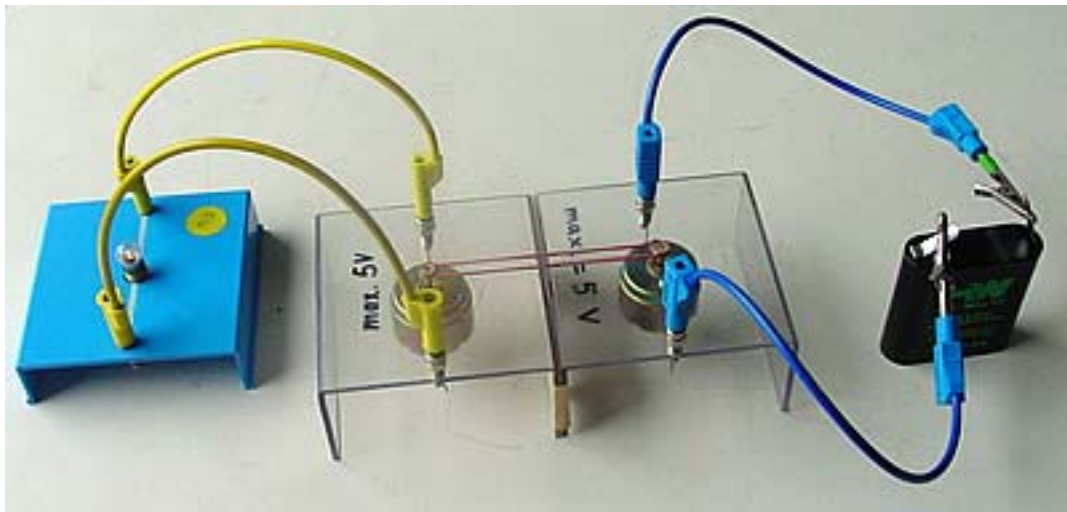


Abb. 27:

Die Achsen zweier kleiner Elektromotoren sind über einen Gummiring miteinander verbunden. Der erste Motor ist an eine Batterie angeschlossen und wird somit als Motor betrieben. Der zweite Motor ist mit einem Lämpchen verbunden und arbeitet als Generator.

Ein kleiner Generator ist der Fahrraddynamo. Eine Verbindung zwischen Dynamo und Lampe ist der gut sichtbare Draht. Die zweite Verbindung ist nicht ganz so offensichtlich, sie wird durch den Metallrahmen des Fahrrades hergestellt.

16 Elektromagnetische Induktion

Die Erzeugung einer elektrischen Spannung durch einen Generator lässt sich auf ein noch allgemeineres Prinzip zurückführen, das elektromagnetische Induktion genannt wird.

Eine Spule mit hoher Windungszahl sei mit einem Glühlämpchen verbunden. Schiebt man sehr rasch einen starken Magneten in die Spule (oder zieht ihn rasch heraus), dann leuchtet das Lämpchen auf, und zwar so lange, wie sich der Magnet in der Spule bewegt. Je schneller der Magnet bewegt wird, desto heller leuchtet das Lämpchen auf, oder was gleich bedeutend damit ist, desto größer ist die Spannung am Lämpchen.

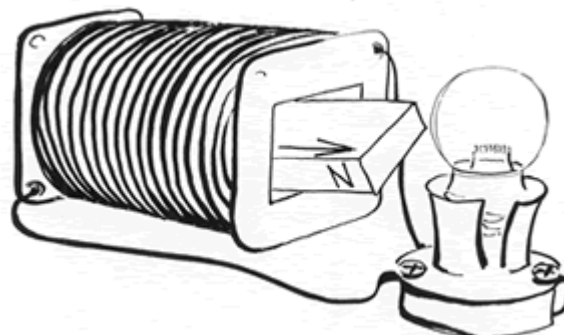


Abb. 28:

Beim raschen Herausziehen des Magneten leuchtet das Lämpchen auf: zwischen den Anschlüssen der Spule ist eine Spannung „induziert“ worden

Durch die Bewegung des Magneten ändert sich am Ort der Spule das Magnetfeld. Ein wichtiges Gesetz besagt, dass ein sich zeitlich veränderndes Magnetfeld von ringförmig um das Magnetfeld herum wirkenden elektrischen Kräften umgeben ist. Diese elektrischen Kräfte wirken auf die elektrischen Ladungen im Spulendraht und verschieben sie entlang des Drahtes.

Für einen dauerhaften und effektiven Betrieb lässt man einen Magneten zwischen zwei Spulen rotieren oder eine Spule zwischen den Polen eines Magneten.

17 Gleich- und Wechselspannung

Schließt man ein Lämpchen an eine Batterie an, fließt die Elektrizität immer in die gleiche Richtung (so lange man nicht umpolt). D.h. auch, dass sich die Spannung in ihrer Richtung nicht ändert. Anders ist es bei den beschriebenen Generatoren. Dort ändert sich jeweils nach einer Drehung von 180° die Richtung der Spannung und damit die Richtung des Stroms. In diesem Fall spricht man von Wechselspannung bzw. Wechselströmen. In unserem Stromnetz wechselt der Strom 50-mal in einer Sekunde seine Richtung.

18 Der Transformator

Wechselspannungen haben einen großen Vorteil: Es ist technisch sehr leicht möglich, ihren Wert herauf- oder herunter zu transformieren. Dazu benutzt man so genannte Transformatoren. Diese bestehen aus zwei Spulen mit einem gemeinsamen Eisenkern, der die magnetische Wirkung gut von einer Spule zur anderen überträgt. An die erste Spule wird eine Wechselspannung U_1 angeschlossen, es fließt in der Spule ein Wechselstrom. Deshalb ändert sich das Magnetfeld zeitlich ständig und dies ändert sich auch in der zweiten Spule. Deshalb wird in dieser zweiten Spule eine elektrische Spannung „induziert“.



Abb. 29:

Zwei Spulen auf einem gemeinsamen Eisenkern bilden einen Transformator, mit dem Wechselspannungen herauf- oder herunter transformiert werden können

Die Höhe der induzierten Spannung U_2 hängt von dem Verhältnis der Windungszahlen n_1 , n_2 der beiden Spulen ab.

Es gilt annähernd $n_1/n_2 = U_1/U_2$.

Viele unserer Elektrogeräte (Handy, Telefon,) werden mit einer kleineren Spannung als die Netzspannung von 230V betrieben. Ein zwischengeschalteter Transformator sorgt für die kleinere Spannung.

19 Elektrizitätsversorgung

In den Kraftwerken stehen riesige Generatoren, die Wechselspannungen von etwa 20 000 V erzeugen und elektrische Ströme von 10 000 A fließen lassen können. Das Antreiben der Generatoren kann durch Wasser, das eine Turbine durchströmt, erfolgen. Dazu muss ein Höhenunterschied vorliegen. In Deutschland werden die Generatoren in der Mehrzahl durch Wasserdampf betrieben, der unter hohem Druck eine Dampfturbine durchströmt, die den Generator dreht. Zur Dampferzeugung wird Kohle, Erdöl, Erdgas oder Müll verbrannt, oder die Wärmeentstehung bei Kernspaltung ausgenutzt.

Über so genannte Hochspannungsleitungen sind die Stromnetze der Dörfer und Städte und der Fabriken mit den Kraftwerken verbunden. Um die Verluste in den Zuleitungen möglichst gering zu halten, transformiert man die Spannung zunächst auf 220 000 V. Dann ist die Stromstärke relativ niedrig, die man benötigt, um eine bestimmte Energiemenge zu den Nutzern zu liefern. In Nähe der Nutzer transformiert man in mehreren Schritten die Spannung auf 230 V herab, die uns in unserer Wohnung als Netzspannung zur Verfügung steht.

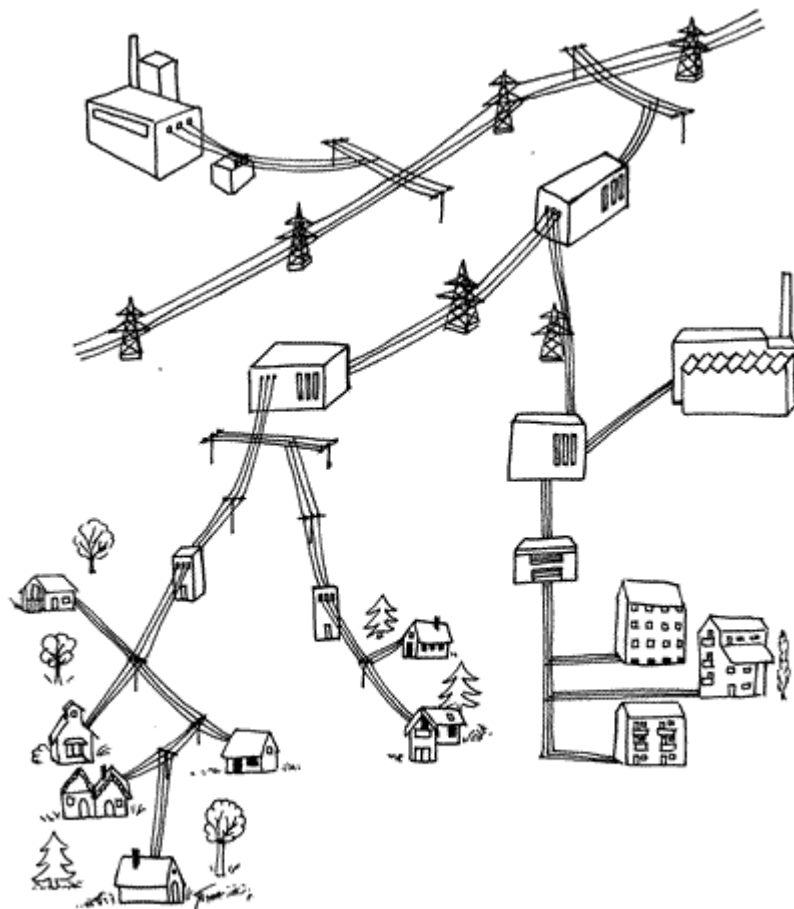


Abb. 30:
Schema der Elektrizitätsversorgung

20 Die Brennstoffzelle - eine neue Möglichkeit der Elektrizitätsversorgung

Intensive Entwicklungsarbeit wird gegenwärtig in die so genannten Brennstoffzellen investiert, in denen direkt ohne Umwege chemische Energie in elektrische Energie umgewandelt wird. Im Vergleich zu Wärmekraftwerken hat dieser Weg prinzipiell erhebliche Vorteile, denn bei Wärmekraftwerken hat man grundsätzlich immer hohe Verluste an Abwärme.

In einer Brennstoffzelle wird meist Wasserstoff auf eine bestimmte Art mit Sauerstoff zu Wasser umgesetzt. Dies geschieht im Wesentlichen folgendermaßen: Zwei Elektroden sind durch eine Membran voneinander getrennt. Eine Elektrode, an der sich ein Katalysator befindet, wird von gasförmigem Wasserstoff umspült. Durch den geeignet ausgewählten Katalysator werden die Wasserstoffmoleküle H_2 in Protonen (positiv geladene Wasserstoffkerne) und Elektronen aufgespalten. Die Protonen können durch die Membran hindurch diffundieren und gelangen zur zweiten Elektrode, die von Luft umspült wird. Dort reagieren die Protonen mit dem Sauerstoff und Elektronen zu Wasser. Die erste Elektrode wird negativ aufgeladen, die zweite positiv. In einer Außenverbindung bewegen sich Elektronen von der ersten Elektrode zur zweiten, es fließt ein elektrischer Strom.

21 Die Gefahren des elektrischen Stromes

Auch durch den menschlichen Körper kann elektrischer Strom fließen. Neben der Wärmewirkung, die bei hohen Strömen auch zu schweren Verbrennungen führen kann, löst der durch den Körper fließende Strom Reize auf Nerven und Muskeln aus. Besonders gefährlich sind die Reize auf den Herzmuskel, dessen Fasern sich dann unregelmäßig und nicht mehr koordiniert zusammenziehen (Herzkammerflimmern) und dessen Pumpleistung dadurch reduziert wird. Wenn also ein Strom von einer Hand über das Herz zur anderen Hand fließt, ist die Gefahr besonders groß.

Die Gefährdung hängt also ab von dem Weg des Stromes durch den Körper, aber auch von der Stärke des Stromes und von der Einwirkungsdauer. In Abbildung 31 sind für Wechselstrom mit 50 Hz (entspricht der Frequenz bei unserer Netzspannung) die verschiedenen Bereiche mit den unterschiedlichen Wirkungen voneinander abgegrenzt, und zwar in Abhängigkeit von der Einwirkungsdauer und der Stromstärke.

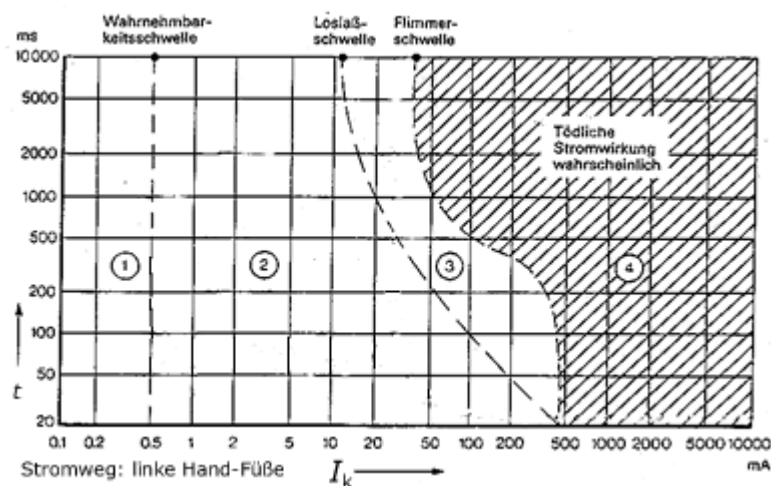


Abb. 31: Gefährdungsbereiche für den Stromweg „linke Hand – Füße“. Nach links ist die Stärke des durch den Körper fließenden Stromes, nach oben die Einwirkungsdauer aufgetragen.

Im Bereich 1 (Stromstärke bis zu 0,0005 A) sind praktisch keine Einwirkungen wahrnehmbar, und dies ist auch unabhängig von der Einwirkungsdauer.

Im Bereich 2 spürt man ein leichtes Kribbeln und vielleicht auch leichte Muskelverkrampfungen.

Schäden gibt es noch nicht.

Im Bereich 3 gibt es starke Verkrampfungen, die verhindern, dass man z.B. den Stromleiter loslässt. Es kann schon zu dem gefährlichen Herzflimmern kommen. Die so genannte Loslassschwelle hängt von der Einwirkungszeit ab. Je länger diese dauert, desto kleiner darf die Stromstärke nur sein.

Im Bereich 4 ist eine tödliche Stromwirkung zu erwarten.

Die Stärke des Stromes hängt von dem Körperwiderstand und den Übergangswiderständen (z.B. gut isolierende Schuhe, feuchte oder trockene Haut) ab.