

1 Stromversorgung am Fahrrad:



Der Hinweg:

Vom Dynamo (Elektronen-Pumpe) geht nur eine Leitung weg (eine für jede Lampe), diese transportiert den Strom (die Elektronen) zu den Lampen.

Der Rückweg der Elektronen führt durch den Rahmen des Fahrrades. Dieser Rückweg sieht folgendermaßen aus: Die Elektronen verlassen die Glühlampe (im Rücklicht) durch die Befestigungs-Schraube, wandern durch das metallische Schutzblech, durch die Befestigung des Schutzbleches am Rahmen, durch die Kugel-Lager am Lenker zur Vorderrad-Gabel, dann endlich zum Dynamo wo sie dann mit "neuem Schwung" wieder auf die Reise geschickt werden...(durch das Kabel zum Rücklicht...).

Man spart durch diese Art und Weise der Strom-Führung ein Kabel ein. Der Nachteil bei dieser Sache ist, dass der Rückweg der Elektronen leicht gestört wird. Zwei typische Fehler sind:

- Der Kontakt des Dynamos zur Gabel ist mangelhaft, dieser Fehler kann durch ein festes Anziehen der "Lack-Zerstörungs-Schraube" (siehe Bild) behoben werden. Die Schraube durchbohrt dann die isolierende* (den Stromfluss unterbrechende) Lackschicht. Dieser Fehler entsteht nur beim Montieren des Dynamos, zB. wenn ein neuer Dynamo befestigt wird.

- Der Kontakt vom Rücklicht zum Schutzblech ist mangelhaft, weil mit der Zeit diese Kontaktstelle verrostet (korrodiert) ist. Der Strom kann durch diese Rostschicht, die meist auch mit Schmutz vermischt ist, nicht fließen. Die Elektronen brauchen einen direkten Kontakt von der einen metallischen Oberfläche zur anderen (Befestigungs-Schraube und Schutzblech). Dieser Fehler ist unter Umständen wesentlich schwieriger zu beheben. Wenn man Glück hat, braucht man nur die Mutter an der Befestigungs-Schraube nachziehen (der Fehler wird dann aber nach gewisser Zeit wieder auftreten). Gründlicher wäre die Reparatur, wenn das Rücklicht abgebaut, die Kontaktflächen gereinigt, gefettet und dann wieder verschraubt werden würden.

Diese Art der Korrosion (Kontakt-Korrosion), im Volksmund (umgangssprachlich) als "Rosten" bezeichnet, entsteht immer dann, wenn zwei verschiedene Metalle miteinander verbunden sind und mit einer bestimmten Flüssigkeit (Elektrolyt) befeuchtet oder umspült werden. Diese Flüssigkeit kann zB. einfaches Regenwasser sein. Wenn also diese Umstände gegeben sind (2 verschieden Metalle und Regenwasser) wird eins der beiden Metalle aufgelöst (etwas, nicht vollständig).

2 Öffentliche Stromversorgung

Der Transport der elektrischen Energie vom Kraftwerk zu uns nach Hause funktioniert folgendermaßen:

Vom Generator* im Kraftwerk führt eine Leitung zu uns nach Hause, durch diese kommen die Elektronen zu uns, und den Weg zurück nehmen sie durch das Erdreich, dadurch spart man sich eine Leitung. (Dieses ist nur die halbe Wahrheit, genau genommen sogar nur ein Viertel, die ganze Wahrheit kommt später...).

Damit die Elektronen den Weg durch das Erdreich nehmen können, wird ihnen der Weg durch Metallstangen (Stab-Erder) leicht gemacht. Diese Metallstangen müssen so tief in die Erde getrieben werden (mit einem großen Vorschlaghammer), dass sie bis in die feuchten Schichten kommen. Nur dort, wo die Erde feucht ist, leitet sie den Strom so richtig gut.

Also, durch diese Technik spart man eine Leitung ein. Der Nachteil ist, dass wir ständig mit der Erde, die ja jetzt den Strom leitet, in Kontakt (in Berührung) sind. Wir haben also ständig mit einem Pol des Generators im Kraftwerk Kontakt.

Wir brauchen nur noch den anderen Kontakt zu berühren und schon fließt durch uns ein Strom.

Fahrrad	Öffentliche Stromversorgung
Fahrrad - Dynamo	Generator im Kraftwerk
Stromkabel zu den Lampen	Stromkabel zur Steckdose 230V
Rahmen (Fahrrad-Gestell) als Rückweg der Elektronen zum Dynamo	Die Erde als Rückweg der Elektronen zum Kraftwerk
Lack-Zerstörungs-Schraube für den guten Kontakt zum Rahmen	Stab-Erder für den guten Kontakt zur Erde
Gute Isolation des Kabels, damit der Strom nicht durch zufälligen Kontakt zum Rahmen den kürzesten Weg zurück zum Dynamo nimmt	Gute Isolation der Stromleitungen, damit der Strom nicht durch zufälligen Kontakt zur Erde den kürzesten Weg zurück zum Generator im Kraftwerk nimmt

* Generator ein anderes Wort für Dynamo (Elektronen-Pumpe)

Anders als beim Fahrrad (Kleinspannung), dort hatten wir ja auch einen Pol am Rahmen, ist hier die Spannung so hoch, dass es lebensgefährlich werden kann.

Der Fahrrad-Dynamo erzeugt ungefähr eine Spannung von 6V. Falls wir also während der Fahrt den Rahmen (oder den Lenker) berühren und gleichzeitig den anderen Pol, liegt an uns ungefähr eine Spannung von 6V.

es fließt dann also folgender Strom durch unseren Körper:

$$i = \frac{u}{R}$$

$$\text{mit } R_{\text{ges}} = 2500\Omega + 840\Omega + 15\Omega + 125\Omega + 460\Omega + 2500\Omega = 6426\Omega$$

$$R_{\text{ges}} = \underbrace{2500\Omega}_{\text{RÜbergang am Bein (Haut)}} + \underbrace{840\Omega}_{R_{\text{Bein}}} + \underbrace{15\Omega}_{R_{\text{Bauch}}} + \underbrace{125\Omega}_{R_{\text{Brust}}} + \underbrace{460\Omega}_{R_{\text{Arm}}} + \underbrace{2500\Omega}_{\text{RÜbergang an der Hand (Haut)}}$$

Wie ihr seht, hat der Übergangswiderstand (Haut) den größten Wert. Dieser Übergangswiderstand ist der Übergang von unserem Körper zu einer elektrischen Leitung oder zur Lenkerstange am Fahrrad, oder zu irgend einem anderen elektrischen Leiter. Dieser Übergangswiderstand wird durch den Zustand unserer Haut bestimmt, er hängt davon ab, ob die Haut trocken oder nass ist. Je trockener die Haut, desto größer ist der elektrische Widerstand, desto kleiner der Strom der fließen kann. Trockene Haut bedeutet also kleinere Gefahr.

Je feuchter die Haut, desto mehr Strom kann fließen, desto größer die Gefahr. Ob die Haut trocken oder feucht ist, hängt von ganz unterschiedlichen Faktoren (Umständen) ab, da spielt zB. der seelische Zustand (Angst, Freude) eine Rolle.

Die Haut schützt uns (so lange sie heil und trocken ist) **etwas** vor dem elektrischen Strom.

Hier wird jetzt errechnet, wie groß der Strom ungefähr ist, den ein Fahrrad-Dynamo durch uns treiben kann.

$$i = \frac{6V}{6,426 \text{ k}\Omega} = 0,00093756A \approx 0,94mA$$

----- Welche Wirkung hat dieser Strom bei einem Menschen?-----

(Lösung: Siehe Tabelle auf Seite 4)

<u>Stromstärke</u> in mA (milli Ampere) <u>Wechselstrom (aus der Steckdose)</u>	<u>Wirkung beim Menschen</u>
0 bis 0,5 mA	fast nichts zu spüren
0,5 bis 2 mA	etwas Kribbeln (jetzt merkt man schon etwas)
2 bis 10 mA	Schwacher Muskelkrampf mit Lähmungen (Zucken, man kann gerade noch loslassen) Normalerweise keine schädigende Wirkung
10 bis 25 mA	Blutdruck-Anstieg bis zur Bewusstlosigkeit
25 bis 50 mA	Starker Muskelkrampf mit Lähmungen (Man kann nicht mehr loslassen) Übelkeit, unregelmäßige Herzschlag möglich
über 50 mA	Herzkammerflimmern Herzstillstand Tod

Der elektrische Strom der durch unseren Körper fließt, bewirkt hier Verschiedenes:

- das Spektakulärste (das Auffälligste, das Aufregendste, das Dramatischste) ist zweifellos die **tödliche Wirkung**. (Mord in der Badewanne..., davon später mehr).

Unser Körper steuert das Herz mit Elektro-Impulsen (winzige Stromstöße). Jeweils ein kleiner Stromstoß sagt dem Herzen: „**Jetzt einmal zusammenziehen und dann wieder loslassen.**“ Dann ist ein Augenblick Ruhe, dann kommt der nächste Stromstoß, und das Herz muss wieder einmal schlagen. Das passiert ungefähr **3 Mal in 2 Sekunden**. Das Herz schlägt (pumpt) also etwas häufiger als einmal in der Sekunde. Es gibt auch Umstände, in denen es schneller pumpt (Dauerlauf, Aufregung, Freude, Angst), dann schlägt es ungefähr 120-mal in der Minute, also 2-mal in der Sekunde.

Diese ganz winzig feinen Stromstöße bemerken wir nie!

--Wie groß darf die Stromstärke (dieser kleinen Stromstöße) höchstens sein?-----

Wenn wir jetzt Kontakt mit einem fremden elektrischen Impulsgeber (Stromstoßgeber) bekommen, weiß das Herz nicht so richtig, welche Impulse jetzt die richtigen sind und richtet sich nach den Stärksten. Wenn jetzt der Strom aus der Steckdose zu groß wird, dann richtet sich das Herz nach den Stromstößen aus der Steckdose.

-----Wie groß ist die Stromstärke dann ungefähr?-----

(Lösung: Siehe Tabelle oben)

Das Herz versucht jetzt also im Takt der Wechselspannung zu schlagen. Die Wechselspannung hat eine Frequenz von 50 Hz, das bedeutet, dass die Stromrichtung 100 mal in der Sekunde wechselt. Das Herz versucht jetzt 100-Mal in der Sekunde zu schlagen (pumpen), das kann das Herz nicht, es versucht es aber, fängt dabei an zu **flimmern** (kraftlos winzige Bewegungen zu machen) und es pumpt dabei überhaupt kein Blut mehr.

**Wenn das Herz kein Blut mehr pumpt, stirbt der Mensch.
Das kann Dir auch passieren!**

Ich habe es während meiner Schulzeit als Lehrer schon zweimal erlebt, dass ein Auszubildender wegen eines Stromschlages 24 Stunden im Krankenhaus in der Intensivstation gelegen hat!!

Der elektrische Strom hat auch eine Wärme-Wirkung, die an unserer Haut starke Verbrennungen verursachen kann. Diese Wirkung ist nicht etwa mit der "verbrannten Haut" nach einem Sonnenbrand zu verwechseln. Beim Kontakt mit dem elektrischen Strom kann es Verbrennungen geben, bei denen die Haut an den Kontaktstellen völlig verschwindet. Es gibt dann tiefe Wunden, die in das darunter liegende Fleisch hinein reichen.

Das öffentliche Versorgungsnetz (das, was aus der Steckdose kommt) hat eine Spannung von 230V.

Unser Körper hat unter ungünstigen Bedingungen ungefähr einen Widerstand von nur noch 1kΩ
(unter sehr sehr ungünstigen Bedingungen nur noch 50Ω).

Das liegt daran, dass wenn die Haut erst einmal verbrannt ist, der Widerstand sehr gering wird. Unter der Haut hat der elektrische Strom sofort Kontakt zum Blut, und das Blut ist ein sehr guter elektrischer Leiter. Da im Blut sehr viel Salz enthalten ist, leitet diese Flüssigkeit sehr gut. Destilliertes Wasser (verdampftes Wasser, das wieder kondensiert (verflüssigt) wurde) leitet den elektrischen Strom fast gar nicht.

Wenn wir den ungünstig kleinen Widerstand von 1kΩ annehmen, errechnet sich folgender Strom:

$$i = \frac{u}{R}$$
$$i = \frac{230V}{1000\Omega} = 0,230A = 230mA$$

----- Welche Wirkung hat dieser Strom bei einem Menschen?-----
(Lösung: Siehe Tabelle auf Seite 4)

Damit ein elektrischer Strom fließen kann, muss ein Stromkreis vorhanden sein. Das heißt, dass zB. ein Strom durch eine Glühbirne erst dann fließen kann, wenn diese Glühbirne zwei Verbindungen (Adern) zu einer Spannungsquelle hat, durch die eine Verbindung (Ader) fließt der Strom zur Lampe hin, durch die andere Ader fließt er zurück zur Stromquelle.

Aufgaben:

- 1** Weshalb reicht beim Fahrrad schon ein einzige Ader aus, um den Stromkreis zu schließen?
 - 2** Welche Funktion hat die "Lack-Zerstörungs-Schraube"??
 - 3** Wie ist die Spannungsversorgung in PKWs aufgebaut?
 - 4** Wie groß ist die Spannung der Stromversorgung im Pkw?
 - 5** Wie groß ist die Zündspannung im Motor ungefähr?
 - 6** Eine Spannungsmessung an einer Steckdose (230 V) wurde mit zwei Messgeräten und einem Prüfgerät durchgeführt:
 - Bei der Messung mit dem **Duspol** flossen **9,5 mA** (Milli-Amperé).
 - Bei der Messung mit dem digitalen **Multimeter** flossen **23 µA** (Mikro-Amperé)
 - Bei der Prüfung mit dem **Phasenprüfer** flossen einmal **15 µA** (trockene Haut, Lenoleum-Boden-Belag, 4.Stock, Neubau)
 - und einmal **172 µA** (direkte Verbindung zum Schutzleiter an der selben Steckdose).
- A) $\frac{23 \mu\text{A}}{1000} = \text{? m A}$
- B) $\frac{15 \mu\text{A}}{1000} = \text{? m A}$
- C) $\frac{172 \mu\text{A}}{1000} = \text{? m A}$
- D) Bei welcher Messung (Prüfung) würden wir etwas spüren, wenn der Strom durch uns fließen würde? (Lösung: Siehe Tabelle auf Seite 4)
- E) Weshalb heißt es bei der Benutzung des Duspol und des Multimeters „Messen“.
- F) Weshalb heißt es bei der Benutzung des Phasenprüfers „Prüfen“?