

Elektrischer Strom: Physik, Nervenimpulse & Faktencheck

Autor: Wolfram Klatt

Veröffentlicht am: 10.08.2026

Dokument generiert über Gesundheitsmythen.de

ZUSAMMENFASSUNG (ABSTRACT)

Elektrischer Strom ist die gerichtete Bewegung von Ladungsträgern. Der Artikel erklärt Ampere, Bändermodell, Driftgeschwindigkeit, biologische Ionenströme in Nerven sowie einen respektvollen Faktencheck zu Sorgen vor elektromagnetischen Feldern und Konzepten der Bioresonanz.

Strom: Die fundamentale Dynamik der elektrischen Ladung und das unsichtbare Netzwerk der Natur

Der elektrische Strom ist weit mehr als das, was aus der Steckdose kommt, um unsere Laptops zu laden oder unsere Wohnzimmer zu beleuchten. Er ist eine der fundamentalsten und gleichzeitig faszinierendsten Erscheinungen des Universums. Strom durchdringt alles – vom Leuchten weit entfernter Sterne über die Funktionsweise moderner Supercomputer bis hin zu dem exakten Nervenimpuls, der es Ihnen genau in diesem Moment ermöglicht, diese Worte zu lesen und zu verstehen.

Um elektrischen Strom in seiner wahren Tiefe zu begreifen, müssen wir die alltäglichen Konzepte hinter uns lassen und auf die Ebene von Atomen, Quantenfeldern und zellulären Membranen hinabsteigen. In diesem Artikel beleuchten wir nicht nur die physikalischen

Grundlagen, sondern auch die biologische Relevanz des Stroms und werfen einen respektvollen, aber wissenschaftlich klaren Blick auf verbreitete Sorgen im Zusammenhang mit elektrischen Feldern.

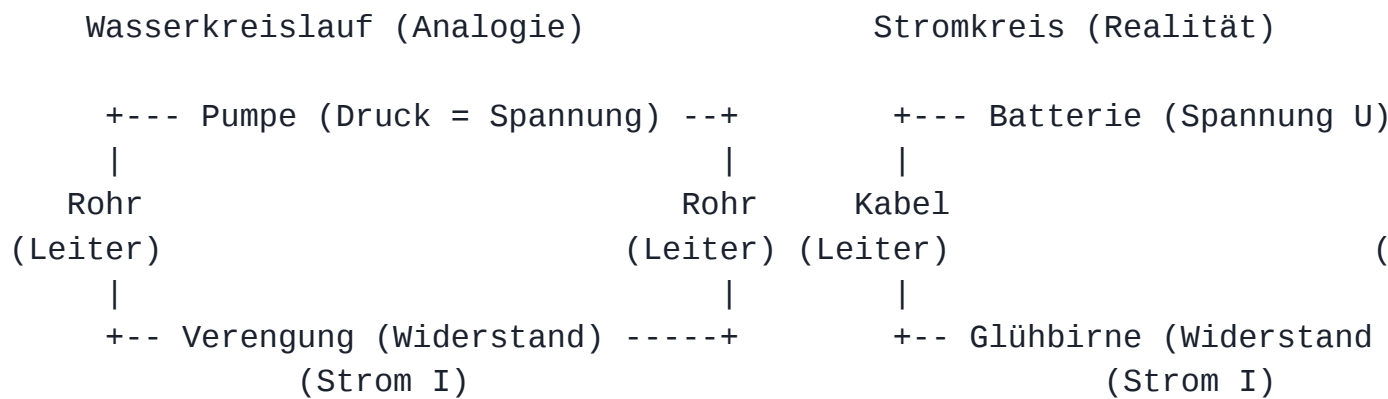
1. Definition und Grundlagen (Der Einstieg)

In seiner reinsten, physikalischen Definition ist **elektrischer Strom** die gerichtete Bewegung (Drift) elektrischer Ladungsträger. Diese Ladungsträger können negativ geladene Elektronen in einem Kupferkabel sein, positiv oder negativ geladene Ionen in einer Flüssigkeit (Elektrolyt) oder sogar sogenannte "Elektronenlöcher" (Defektelektronen) in Halbleitermaterialien wie Silizium.

Die Wissenschaft beschreibt Strom und die damit verbundenen Phänomene durch drei fundamentale Kenngrößen. Um diese greifbar zu machen, bedient man sich in der Didaktik oft der **Wasserkreislauf-Metapher**. Auch wenn diese Metapher quantenmechanische Aspekte ausklammert, ist sie für das Grundverständnis hervorragend geeignet:

- **Die Stromstärke (\$I\$):** Sie wird in Ampere (A) gemessen und gibt an, wie viel elektrische Ladung (gemessen in Coulomb) pro Zeiteinheit durch den Querschnitt eines Leiters fließt. In der Wasser-Analogie entspricht dies der Wassermenge, die pro Sekunde durch ein Rohr strömt. Ein Strom von 1 Ampere bedeutet, dass pro Sekunde etwa 6,24 Trillionen Elektronen durch den Leiterquerschnitt fließen.
- **Die elektrische Spannung (\$U\$):** Gemessen in Volt (V). Sie ist der eigentliche "Antrieb" für den Stromfluss. Spannung ist eine Potenzialdifferenz – also das Bestreben der Ladungsträger, von einem Ort mit Ladungsüberschuss zu einem Ort mit Ladungsmangel zu fließen, getrieben durch das elektrische Feld. Dies entspricht dem Wasserdruck in einer Rohrleitung.
- **Der elektrische Widerstand (\$R\$):** Gemessen in Ohm (\$\Omega\$). Jeder Stoff setzt dem Fluss der Elektronen einen gewissen Widerstand entgegen, weil die bewegten Ladungsträger auf ihrem Weg mit den Atomen des Leitermaterials kollidieren. Ein sehr enges oder verstopftes Rohr bietet dem Wasser mehr Widerstand als ein breites.

Der Zusammenhang zwischen diesen drei Größen wird im berühmten **Ohmschen Gesetz** ($U = R \cdot I$) ausgedrückt. Es besagt: Wenn der Widerstand eines Leiters konstant bleibt, steigt die Stromstärke proportional zur anliegenden Spannung.



2. Der naturwissenschaftliche Mechanismus (Die Tiefe)

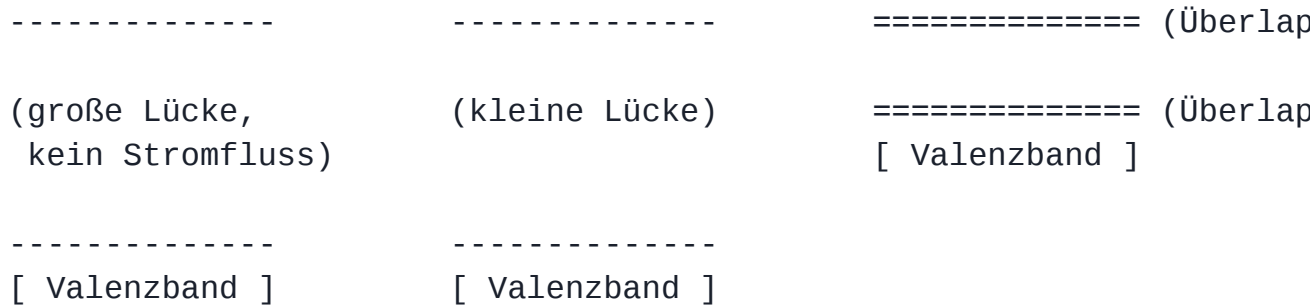
Um wirklich zu verstehen, warum bestimmte Materialien Strom leiten und andere nicht, reicht die klassische Physik nicht mehr aus. Wir müssen die mikroskopische, quantenmechanische Ebene der Materie betrachten – hier hilft uns das **Bändermodell** der Festkörperphysik.

Atome bestehen aus einem positiv geladenen Atomkern und negativ geladenen Elektronen, die den Kern in bestimmten, diskreten Energieniveaus umkreisen. Die äußersten Elektronen, die sogenannten Valenzelektronen, sind für die chemischen und elektrischen Eigenschaften eines Materials verantwortlich. Wenn sich in einem festen Körper (etwa in einem Stück Kupfer) Milliarden von Atomen zusammenschließen, besagt das Pauli-Prinzip, dass nicht alle Elektronen exakt denselben Energiezustand einnehmen dürfen. Die Energieniveaus verschmelzen daher zu breiten, eng gestaffelten "Energiebändern". Für die Elektrizität sind zwei Bänder entscheidend:

1. **Das Valenzband:** Hier befinden sich die Elektronen, die stark an ihre jeweiligen Atome gebunden sind. Sie können nicht zur Stromleitung beitragen.
2. **Das Leitungsband:** Befinden sich Elektronen in diesem Band, haben sie sich von ihren Ursprungsatomen gelöst und können sich völlig frei durch das gesamte Material bewegen.

Der Unterschied zwischen Materialien liegt im energetischen Abstand – der "Bandlücke" – zwischen diesen beiden Bändern.

Isolator	Halbleiter	Metall (Leiter)
[Leitungsband]	[Leitungsband]	[Leitungsband]



Bei **Isolatoren** (wie Gummi, Holz oder Glas) ist die Bandlücke so groß, dass Elektronen sie unter normalen Bedingungen nicht überwinden können. Daher fließt kein Strom. Bei **Metallen** (wie Kupfer, Silber, Gold) hingegen überlappen sich Valenz- und Leitungsband. Die Valenzelektronen bilden ein sogenanntes **Elektronengas**. Sie flitzen chaotisch und mit hoher Geschwindigkeit zwischen den Atomrümpfen des Metallgitters umher.

Dieses chaotische Flitzen ist jedoch noch kein elektrischer Strom, da sich die Bewegungen in alle Richtungen im Durchschnitt aufheben. Erst wenn wir von außen eine elektrische Spannung anlegen, entsteht ein elektrisches Feld. Dieses zwingt den Elektronen zusätzlich zu ihrer chaotischen Wärmebewegung eine gerichtete Bewegung auf: die **Driftgeschwindigkeit**.

Hier stoßen wir auf einen verblüffenden Fakt: Die Driftgeschwindigkeit der einzelnen Elektronen in einem typischen Kabel ist extrem gering. Sie beträgt oft nur wenige Bruchteile eines Millimeters pro Sekunde. Ein Elektron bräuchte Stunden, um von Ihrem Lichtschalter bis zur Glühbirne an der Decke zu "kriechen". Warum geht das Licht dann ohne merkliche Verzögerung an?

Die Antwort liefert die Metapher des **Güterzugs**: Stellen Sie sich einen unendlich langen, straff gekoppelten Güterzug vor. Wenn die Lokomotive anzieht, bewegt sich das Signal – also der Zug der Kupplungen – mit der Schallgeschwindigkeit von Metall durch den Zug. Alle Waggons setzen sich fast gleichzeitig in Bewegung, auch wenn der Zug selbst sehr langsam fährt. Ähnlich ist es beim Strom: Nicht das einzelne Elektron transportiert die Energie vom Schalter zur Lampe, sondern das **elektromagnetische Feld**. Wenn Sie den Schalter betätigen, breitet sich das Feld mit nahezu Lichtgeschwindigkeit im Kabel aus. Die Elektronen in der Glühbirne beginnen fast zeitgleich zu driften wie jene am Schalter.

Zudem unterscheidet die Technik zwischen **Gleichstrom (DC)**, bei dem die Elektronen stetig in eine Richtung driften (wie bei Batterien), und **Wechselstrom (AC)**, der unser Stromnetz dominiert. Beim europäischen Wechselstromnetz (50 Hertz) polt sich die Spannung 100-mal pro Sekunde um. Die Elektronen fließen hierbei nicht wirklich durch das gesamte Kabel, sondern

vibrieren mikroskopisch auf der Stelle hin und her. Sie geben ihre Bewegungsenergie als Impuls an den Verbraucher weiter, ähnlich wie sich eine Welle im Wasser fortpflanzt, ohne dass das Wasser selbst über weite Strecken fließt.

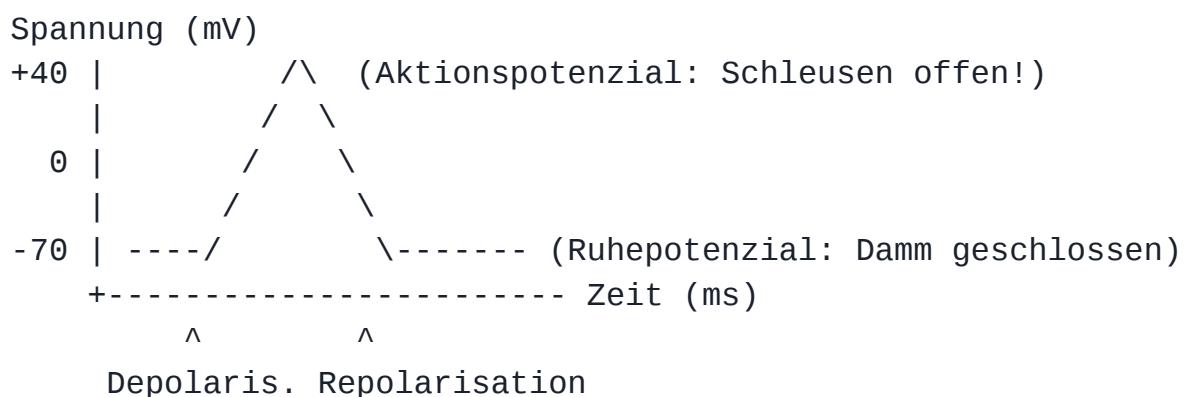
3. Bedeutung für Natur, Körper und Alltag (Die Relevanz)

Ohne die Meisterschaft über den elektrischen Strom gäbe es keine moderne Zivilisation. Durch die Entdeckungen von Forschern wie Michael Faraday und James Clerk Maxwell lernten wir, wie sich Bewegung in Elektrizität umwandeln lässt (der Generator) und umgekehrt (der Elektromotor). Nahezu unsere gesamte globale Infrastruktur und Kommunikationstechnologie basiert auf diesen Prinzipien.

Noch beeindruckender ist jedoch die Biologie: **Das Leben selbst nutzt Elektrizität, allerdings nicht in Form von Elektronen in Drähten, sondern als Ionenströme in Flüssigkeiten.**

In unserem Körper herrscht eine unablässige elektrische Aktivität. Jede Nervenzelle (Neuron) funktioniert wie eine winzige Batterie. Um dies zu verstehen, nutzen wir die **Staudamm-Metapher**: Die Zellmembran fungiert als gewaltiger Staudamm (Isolator). Spezielle Proteine, die *Ionenpumpen*, arbeiten unermüdlich daran, elektrisch geladene Atome (Ionen, wie Natrium oder Kalium) auf eine Seite des Damms zu pumpen. Das erzeugt einen "Druck" – das sogenannte Ruhepotenzial von etwa -70 Millivolt.

Wenn nun ein Reiz erfolgt – etwa weil Sie den Entschluss fassen, einen Finger zu bewegen –, öffnen sich plötzlich winzige Schleusen im Damm, die *Ionenkanäle*. Die gestauten Ionen schießen auf die andere Seite der Membran. Das Potenzial verändert sich schlagartig. Diesen elektrischen Funken nennt man **Aktionspotenzial**.



Dieses Aktionspotenzial rast wie eine Welle mit bis zu 120 Metern pro Sekunde über die Nervenbahn. Das menschliche Gehirn ist ein gigantisches Netzwerk aus rund 86 Milliarden solcher feuernenden Neuronen. Das Elektrokardiogramm (EKG) beim Arzt misst die präzise elektrische Welle, die den Herzmuskel zum Schlagen bringt, und das EEG misst die summierten Gehirnströme an der Kopfhaut. Unser Bewusstsein, unsere Bewegungen und unser Herzschlag sind im Kern hochkomplexe bioelektrische Symphonien.

4. Häufige Missverständnisse und Halbwissen (Die Aufklärung)

Kaum ein naturwissenschaftliches Konzept ist mit derart vielen Fehlannahmen behaftet wie der elektrische Strom. Es lohnt sich, die häufigsten Irrtümer aufzuklären:

- **"Wir verbrauchen Strom."** Das ist physikalisch unmöglich, denn der Erhaltungssatz der elektrischen Ladung verbietet es. Die Elektronen fließen von der Steckdose durch Ihr Gerät und fließen vollständig in das Stromnetz zurück. Es geht kein einziges Elektron verloren. Was tatsächlich "verbraucht" (oder besser: umgewandelt) wird, ist die elektrische *Energie*. Diese wird dem elektrischen Feld entnommen und beispielsweise in Licht, Wärme oder mechanische Arbeit umgewandelt.
- **"Strom und Spannung sind dasselbe / Spannung fließt."** Strom *fließt* (Ampere). Spannung (Volt) ist der *Druck*, der anliegt. Auch wenn kein Gerät angeschlossen ist, liegt an einer Steckdose die volle Spannung von 230 Volt an. Sie wartet gewissermaßen nur darauf, dass der Stromkreis geschlossen wird, damit der Elektronenfluss beginnen kann.
- **"Der Strom nimmt immer den Weg des geringsten Widerstands."** Dieses Sprichwort ist im Alltag beliebt, physikalisch aber unpräzise. Wenn sich ein Stromkreis verzweigt, teilt sich der Strom auf *alle* möglichen Wege auf (nach den Kirchhoffschen Regeln). Es fließt zwar der größte Teil des Stroms durch den Weg mit dem geringsten Widerstand, aber auch der Weg mit hohem Widerstand erhält einen Anteil. Deshalb ist es lebensgefährlich, eine spannungsführende Leitung zu berühren, selbst wenn man auf einem gut isolierenden Boden steht.
- **"Statische Elektrizität ist Strom."** Wenn Sie einen Luftballon an den Haaren reiben, sammeln sich Ladungsträger an, die nicht abfließen können. Es entsteht eine enorme Spannung (oft mehrere tausend Volt), aber es fließt solange kein nennenswerter Strom,

bis es zu einem plötzlichen Funkenüberschlag kommt (die Entladung).

5. Alternative Erklärungsmodelle und gesundheitliche Bedenken (Ein faktischer Blick)

Weil elektrischer Strom und die ihn begleitenden elektromagnetischen Felder (EMF) unsichtbar sind, lösen sie bei vielen Menschen verständlicherweise Verunsicherung aus. Gleichzeitig wecken sie die Hoffnung auf neuartige, alternative Heilmethoden. Es ist aus Sicht der Gesundheitskommunikation wichtig, diese Sorgen und Hoffnungen sehr ernst zu nehmen und sie behutsam mit dem aktuellen Stand der Wissenschaft abzugleichen.

Die Sorge vor elektromagnetischen Feldern (WLAN, 5G, Stromleitungen) Viele Menschen berichten von diffusen Beschwerden wie Kopfschmerzen oder Schlaflosigkeit, die sie auf das Vorhandensein von niederfrequenten Stromleitungen, WLAN-Router oder 5G-Masten zurückführen. Diese Sorgen sind real und die Symptome verursachen bei den Betroffenen echtes Leiden. Umso wichtiger ist es, die physikalischen Zusammenhänge zu betrachten: Die Funkwellen, die von Alltagsgeräten ausgehen, gehören zur sogenannten *nichtionisierenden* Strahlung. Die Energie der einzelnen Photonen in diesem Bereich ist millionenfach zu schwach, um Atome zu verändern oder gar chemische Bindungen in der menschlichen DNA aufzubrechen (ein Effekt, der bei energiereicher *ionisierender* Strahlung wie Röntgen- oder Gammastrahlung auftritt). Unzählige unabhängige Studien der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und großer Forschungsinstitute konnten bislang keinen biophysikalischen Mechanismus nachweisen, der bei Einhaltung der strengen gesetzlichen Grenzwerte Gewebeschäden verursacht.

Auf der Suche nach Sicherheit greifen einige Menschen zu Produkten, die Felder "harmonisieren" oder abschirmen sollen – wie etwa spezielle Steine, Kristalle oder Aufkleber für Smartphones. Aus der Perspektive der Physik interagieren diese Objekte jedoch nicht mit elektromagnetischen Wellen und bieten daher keinen messbaren Schutz. Gleichwohl können sie manchen Menschen ein subjektives Gefühl von Kontrolle und Sicherheit vermitteln, was psychologisch wertvoll sein kann. Ein tatsächlicher physikalischer Schutz wäre nur durch Barrieren wie einen "Faradayschen Käfig" möglich, was im Alltag aber weder praktikabel noch notwendig ist.

Bioresonanz und elektrische Verfahren in der Alternativmedizin Daneben existieren alternativmedizinische Ansätze (wie Bioresonanzgeräte oder Zapper), die davon ausgehen, dass

Krankheitserreger oder Beschwerden durch das Anlegen spezifischer elektrischer Frequenzen über die Haut behandelt werden können. Der tiefe Wunsch nach sanften, nebenwirkungsfreien Behandlungsformen ist äußerst nachvollziehbar, besonders wenn die konventionelle Medizin an ihre Grenzen stößt.

Trotzdem muss hier wissenschaftlich differenziert werden: Die zugrundeliegenden Konzepte dieser Therapieformen konnten nach aktuellem Stand der Forschung nicht durch biophysikalische Messungen bestätigt werden. Wie im Abschnitt zu biologischen Strömen dargestellt, ist die zelluläre Signalübertragung ein hochkomplexer, chemisch hochselektiver Ionenprozess über Membranen hinweg. Dieser Prozess lässt sich durch das unspezifische Zuführen von leichtem Wechselstrom über die Haut – die zudem einen exzellenten elektrischen Isolator darstellt – nicht zielgerichtet steuern. Fachgesellschaften mahnen bei solchen Behandlungen deshalb zur Vorsicht, da für sie kein wissenschaftlicher Wirknachweis vorliegt. Die größte Sorge der medizinischen Gemeinschaft ist dabei nicht das Gerät selbst, sondern die Gefahr, dass betroffene Menschen im festen Vertrauen auf diese sanften Verfahren möglicherweise auf nachweislich wirksame und potenziell lebensrettende Therapien verzichten.

6. Faszination Wissenschaft (Der Wow-Effekt)

Betrachtet man die Elektrodynamik und Quantenmechanik im Detail, wird schnell klar, dass die messbare physikalische Realität ohnehin weitaus faszinierender ist als viele alternative Modelle.

Ein atemberaubendes Beispiel ist die **Supraleitung**. Kühlt man bestimmte Materialien auf Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt ($-273,15\text{ °C}$) ab, ereignet sich etwas, das den Regeln unseres Alltags vollkommen zu widersprechen scheint: Der elektrische Widerstand fällt schlagartig auf *exakt Null*. Die Elektronen stoßen nicht mehr gegen das Atomgitter, sondern schließen sich quantenmechanisch zu sogenannten Cooper-Paaren, die ungehindert durch den Raum gleiten. Ein einmal in Gang gesetzter Strom in einem supraleitenden Ring würde theoretisch über Milliarden Jahre ohne Energieverlust weiterfließen – ein ewiger, perfekter elektrischer Fluss, wie man ihn heute schon in Kernspintomographen (MRT) nutzt.

Auch die Tierwelt hat Erstaunliches hervorgebracht: Fische wie der Zitteraal (*Electrophorus electricus*) haben im Laufe der Evolution das Wunder vollbracht, ganze Gewebeverbände (sogenannte Elektropilax-Zellen) in Serie zu schalten, ganz ähnlich wie die Batterien in einer Taschenlampe. Durch die perfekte zeitliche Synchronisation ihrer biologischen Ionenströme können diese Tiere Spannungen von bis zu 860 Volt und Ströme von 1 Ampere im Wasser

abgeben.

In der modernen Medizin wiederum nutzen wir die Beherrschung der Elektrizität, um die Grenzen des Körpers zu überwinden. Herzschrittmacher geben lebensrettende, getaktete elektrische Impulse an den Herzmuskel ab. Mit der Tiefenhirnstimulation (dem "Hirnschrittmacher") werden präzise Ströme genutzt, um das Zittern bei Parkinson-Patienten zu lindern. Und an der vordersten Front der neurologischen Forschung decodieren *Brain-Computer-Interfaces* (BCIs) die schwachen bioelektrischen Signale des Gehirns. Dies ermöglicht es schwer gelähmten Menschen, Computerbildschirme oder Roboterarme allein durch die elektrische Kraft ihrer Gedanken zu steuern. Das ist keine Science-Fiction mehr – es ist das reale, nutzbar gemachte Prinzip des elektrischen Stroms.