

glauben wir — wird der elektrische Strom der alles beherrschenden Dampfkraft würdig, ja rivalisirend mit ihr im Einfluss auf die Kultur, zur Seite stehen.

Wo liegt diese enorme Bedeutung des elektrischen Stromes? Klein und unbedeutend sind scheinbar die Ursachen derselben. Die Physiker hatten lange zu suchen, bis die Wirkungen des Stromes und die Bedingungen für seine Entstehung soweit gefunden und ergründet waren, wie wir sie heute kennen.

Wir wollen versuchen, die Wirkungen des Stromes in Kürze nur vorzuführen, besonders insofern, als sie für das Leben und die elektrische Technik von Bedeutung sind. Es wird dabei vieles Wichtige über die Entstehung des Stromes sich nebenbei ergeben.

Zunächst bedürfen wir zum Operiren einer Elektrizitätsquelle. Die Elektrisirmaschine liefert uns Funken und hohe Spannungen der Elektrizität, aber sehr geringe Mengen derselben. Sie ist für die Technik bisher werthlos. Wir wollen lieber ein galvanisches Element benützen, und zwar in der nach ihrem Erfinder benannten Bunsen'schen Form.

In einem Glasbecher steht ein cylindrisches, unten geschlossenes Gefäss aus porösem Thon, ausserhalb desselben in verdünnter Schwefelsäure ein Cylinder aus starkem Zinkblech, in dem Thoncyliner ein massives Stück Retortenkohle oder künstlich gepresster Kohle in Salpetersäure. Man nennt das Zink den negativen Pol des Elementes, die Kohle den positiven. Verbindet man durch einen Kupferdraht das Zink mit der Kohle, so nennt man den Kupferdraht die äussere Leitung der durch Element und Draht gebildeten Kette, und sagt, der elektrische Strom, der im Element entsteht, fliesse durch die äussere Leitung vom positiven zum negativen Pol, von der Kohle zum Zink.

Wir werden sehen, dass ein elektrischer Strom Arbeit leisten, Maschinen treiben kann, und wir wissen, dass wir solche Arbeitsleistung niemals umsonst erhalten, dass das „perpetuum mobile“ ein Hirngespinnst ist. Die nächstliegende Frage ist demnach, was wenden wir auf dafür, dass in unserem Draht ein Strom entsteht? — und die Antwort: Wir oxydiren — verbrennen — das Zink des Elementes zu Zinkvitriol und oxydiren gleichzeitig die Salpetersäure. Das Zink löst sich auf und die Salpetersäure wird mit der Zeit unbrauchbar. Der Verbrennungsprozess, die Oxydation, im galvanischen Element ist die Ursache des Stromes, der Element und Leitungsdraht durchfliesst; dem Verbrennungsprozess verdankt der elektrische Strom sowol, wie die Dampfmaschine ihre Arbeitsfähigkeit.

Nach längerer Zeit der Wirksamkeit des Elementes ist das Zink verbrannt, ist an Stelle der Schwefelsäure eine Lösung von Zinkvitriol entstanden, die Salpetersäure ist wirkungslos geworden. Der Strom zirkulirt nicht mehr. Aber als Ersatz für das verbrannte Material finden wir einen Theil der Verbrennungswärme in unserem Kupferdraht wieder. Der Strom hat den Draht erwärmt.

Wir verbinden nun die Kohle eines neuen Elementes mit dem Zink desselben — schliessen das Element — durch einen dünneren Draht als vorher; er wird so heiss, dass wir ihn mit der Hand nicht mehr berühren mögen. Wir wählen einen noch feineren Draht, er wird hellglühend und fällt schliesslich in Tröpfchen ab. Dem Schmelzen können wir leicht abhelfen. Platin ist ein ausserordentlich dauerhaftes, schwer schmelzbares Metall und einen dünnen Draht aus Platin erhalten wir, mit unserem Element lange Zeit auf heller Weissgluth.

Damit ist die Entdeckung des Glühlichtes gemacht; es handelt sich nur noch um ein geeigneteres und billigeres Glühmaterial als das Platin. Wir kennen es schon, es ist die feine Faser aus Pflanzen- (oder Papier-) Kohle, welche in den elektrischen Glühlampen verwendet wird. Schicken wir den Strom unseres Elementes hindurch durch eine solche Kohlenfaser! Wir erwarten ein helles Licht — aber es erfolgt gar nichts, die Kohle glüht nicht, wird nicht einmal warm.

Wir müssen den Gesetzen, denen der elektrische Strom gehorcht, etwas näher treten, um übersehen zu können, warum der dünne Kupferdraht schmilzt, der dicke nicht, warum der

feine Platindraht glüht, und warum die ebenso feine Kohlenfaser nicht einmal warm wird.

Es gibt Stoffe, welche den elektrischen Strom durchlassen — leiten; zu den Leitern des Stromes gehören vor allem die Metalle, dann auch die Kohle. Andere Stoffe — Glas, Hartgummi, Seide, Wolle, Harz etc. — leiten den Strom nicht. Man nennt sie Isolatoren. Die Metalle leiten verschieden gut, Silber und Kupfer am besten, die Kohle leitet ziemlich schlecht. Das bedeutet: Unser Bunsen'sches Element liefert in Silber einen starken, in Kupfer einen etwas schwächeren, in Kohle einen sehr schwachen Strom, vorausgesetzt, dass alle drei Materialien von gleicher Länge und gleichem Querschnitt (Dicke) verwendet werden.

Man pflegt die Verhältnisse kurz so auszudrücken, dass man sagt, Kupfer habe einen geringen Leitungswiderstand für den elektrischen Strom, Silber einen noch kleineren, dagegen Kohle habe einen sehr beträchtlichen Widerstand. Denken wir nun einmal, wir könnten ohne weiteres die Stärke eines Stromes in einem Kupferdrahte sehen, so würden wir finden, dass der Strom um so kräftiger ist, je grösser der Querschnitt des Drahtes und je geringer seine Länge ist. Und darum müssen wir nun konsequenter Weise sagen, der Leitungswiderstand eines Drahtes von bestimmtem Material sei proportional der Länge des Drahtes, dividirt durch seinen Querschnitt.

Machen wir noch einen weiteren neuen Versuch! Statt des einen Bunsen'schen Elementes wollen wir mehrere aufstellen und so miteinander verbinden, dass die Elemente alle hintereinander geschaltet sind, das heisst, das Zink eines jeden an der Kohle des folgenden festgeklemmt ist. Dreissig solcher Elemente wollen wir uns hintereinander aufgestellt denken und nun den an dem einen Ende freibleibenden Kohlepol durch eine solche feine Kohlenfaser, von denen wir oben sprachen, mit dem freien Zinkpol am anderen Ende der Elemente verbinden. Sofort leuchtet die Faser hell auf und leuchtet mit gleichmässigem Lichte fort. Jetzt dürfen wir sogar (warum, werden wir sehr bald sehen) mehrere Kohlenfasern nebeneinander als Schliessung der Kette verwenden, sie glühen alle. Die Erklärung dieser verschiedenen Erscheinungen liegt in folgendem:

In einem Bunsen'schen Element wird infolge der Verbrennung des Zinkes, der Oxydation der Salpetersäure u. s. w. eine gewisse elektromotorische Kraftspannung der Elektrizität an den Polen erzeugt.

Diese elektromotorische Spannung ist bei jedem nach der Bunsen'schen Form zusammengestellten Elemente stets die gleiche, bei Elementen von anderer Zusammensetzung eine andere, aber für jede Art der Elemente eine ganz bestimmte. Schaltet man nun mehrere Elemente hintereinander, so addiren sich die Spannungen dieser Elemente, das heisst die Spannung der ganzen Kette vermehrt sich in gleicher Proportion, wie die Anzahl der Elemente. Also unsere 30 Elemente repräsentiren eine dreissigmal so hohe Spannung als ein Element, und infolge dieser dreissigmal so hohen Spannung an den freien Polen der Elementreihe erhalten wir nun auch in der Kohlenfaser die etwa dreissigfache Stromstärke eines Elementes in derselben Faser; eine Stromstärke welche genügt, um die Faser glühend zu erhalten.

Es ist nämlich die Wärmemenge, die in der Leitung eines Stromes durch denselben hervorgebracht wird, proportional dem Widerstande der Leitung multipliziert mit dem Quadrat der Stromstärke und multipliziert mit der Zeit, während welcher der Strom durch die Leitung fliesst. Ausserdem folgt aus den oben angestellten Betrachtungen, dass die Stromstärke in der Leitung proportional ist der Spannung der Elektrizität im Element dividirt durch den gesamten Widerstand der Leitung.

Unter dem gesamten Widerstand der Leitung haben wir den Leitungswiderstand innerhalb der Elemente — den inneren Widerstand — mitzuverstehen, einen Widerstand, welcher wesentlich durch die Natur der Flüssigkeit in den Elementen, sowie durch die Grösse und den Abstand z. B. unseres Kohlepoles und Zinkpoles bestimmt ist.