

**Nachweisung eines Ueberganges von dem
Gesetze der Elektricitätsverbreitung zu
dem der Spannung;**

von

G. S. Ohm.

In dem Anhange zur „galvanischen Kette“ (S. 234) habe ich den Satz ausgesprochen, daß die Größe der elektrischen Spannung zwischen zwei Körpern erstlich der Differenz ihrer gebundenen elektroskopischen Kräfte und dann einer von der Größe, Lage und Gestalt der Körpertheilchen, welche an der Berührungsstelle auf einander einwirken, abhängigen Function proportional sey. Damals hatte dieser Satz für mich noch keinen höhern Werth, als den einer vorläufig aufgestellten Hypothese, die den Umstand für sich hat, daß die aus der Erfahrung bis jetzt hergeleiteten Eigenthümlichkeiten der Spannung aus ihr eine leichte Erklärung erhalten; seitdem habe ich mich jedoch überzeugt, daß das bis dahin hypothetische Gesetz mit dem Gesetze der Elektricitätsleitung in einem innigen Zusammenhange stehe, den ich jetzt darlegen werde.

Das Gesetz der Elektricitätsverbreitung, wie ich es in der „galvanischen Kette“ (S. 91 — 108) ent-

wickelt habe, besteht wesentlich in Folgendem: Die Stärke des Ueberganges der Elektrizität von einem Elemente zum andern ist abhängig von der Differenz der in beiden Elementen befindlichen elektrischen Kräfte, und richtet sich ausserdem noch nach der Gröfse, Gestalt und Lage der beiden Elemente. Dieses von der Gröfse, Gestalt und Lage der beiden Elemente abhängige Bestimmungsstück des Elektrizitätsüberganges ist unter allen Umständen jedesmal dem direct proportional, was wir in dem Ausdrucke Leitungsvermögen (von Stelle zu Stelle im Innern eines Körpers) zusammenfassen, und umgekehrt proportional der Entfernung beider Elemente von Mitte zu Mitte, wie ich am angezeigten Orte auf eine einfache Weise dargethan zu haben glaube, und zwar für jede mögliche Gestalt und Lage der beiden Elemente, diese Elemente mögen durch Zwischenräume von einander getrennt, oder stetig an einander grenzend existiren. Bezeichnen wir demnach mit k das zwischen beiden Elementen herrschende Leitungsvermögen, mit s die Entfernung der Mitten beider Elemente von einander und mit u und u' die in ihnen befindlichen elektrischen Kräfte, so drückt

$$\frac{k(u' - u)}{s}$$

die Stärke aus, womit der Elektrizitätsübergang zwischen beiden Elementen sich bildet, und

$$\frac{k(u' - u) dt}{s} \quad (1)$$

drückt sonach die in der Zeit dt , während welcher die Kräfte u' und u als unveränderlich angesehen

üb. Elektrizitäts-Verbreitung u. Spannung. 3

werden können, von einem Elemente zum andern übergegangene Elektrizitätsmenge aus.

Bei dieser Bestimmung habe ich in der erwähnten Schrift die Kräfte u und u' immer nur als solche angesehen, die aus dem in den beiden Elementen gerade vorhandenen Antheile von freier Elektrizität herrühren; nun aber wollen wir den Fall in Untersuchung nehmen, wo ausser den freien und wandelbaren elektrischen Kräften u und u' in den beiden Elementen noch andere Kräfte v und v' vorkommen, die zum Wesen der Elemente gehören, und eben deshalb unveränderlich und unauflöslich an die Elemente gebunden gedacht werden müssen, so lange wenigstens, als nicht die Grundnatur dieser Elemente selbst aufgehoben gedacht wird; übrigens aber sollen diese letztern Kräfte in Betreff ihrer Wirkung in die Ferne noch ganz denselben Gesetzen wie die vorigen gehorchen, und mit diesen völlig gleichen Antheil nehmen an der zwischen beiden Elementen sich bildenden Elektrizitätsvertheilung. Dies vorausgesetzt müssen wir die Wirkung beider Elemente auf einander, welche vorhin durch die Kräfte u und u' bestimmt worden ist, jetzt von andern Kräften U und U' abhängig machen, welche zusammengesetzt sind, einerseits aus den freien und veränderlichen Kräften u und u' und andererseits aus den gebundenen und konstanten Kräften v und v' , so daß man also hat:

$$U = u + v \quad \text{und} \quad U' = u' + v'.$$

Der Elektrizitätsübergang von dem einen Elemente zum andern, welcher vorhin lediglich durch Kräfte u und u' bewirkt worden ist, wird jetzt durch die

Kräfte U und U' ganz in derselben Art bewirkt werden, weswegen jetzt

$$\frac{k(U' - U) dt}{s} \quad (II)$$

die in der Zeit dt von dem einen Elemente zum andern übergeführte Elektrizitätsmenge zu erkennen giebt. Die Art, wie man sich diesen Elektrizitätsübergang zu denken habe, ist, wie sich von selbst versteht, der Vorstellungsweise, die man in Beziehung auf beide Elektrizitäten wählt, subordinirt, und verschieden, je nachdem man sich zu der Franklin'schen oder Symmerschen Hypothese bekennt.

Zuvörderst läßt sich nun schon aus dem Gesagten folgender äusserst wichtige Schluß ziehen. Wenn nemlich beide Elemente völlig einerlei innere Beschaffenheit haben, so daß die aus ihrer bleibenden Natur hervorgehenden Werthe v und v' in beiden einander völlig gleich sind, so wird $U' - U = u' - u$ seyn, und der Ausdruck (II) geht also wieder in den Ausdruck (I) zurück, von welchem sonach die Elektrizitätsverbreitung auch in diesem Falle noch immer und ganz so abhängig bleibt, wie es in der „galvanischen Kette“ nachgewiesen worden ist. Die Gesetze der Elektrizitätsverbreitung im Umfange eines homogenen Körpers bleiben mithin ganz dieselben, dieser Körper mag zu jenen gehören, die man indifferent nennt, oder er mag nach der einen oder nach der andern Seite in beliebiger Weite von dem indifferenten Zustande sich entfernen, und als positiv oder negativ elektrischer Körper von gewisser Stärke sich geltend machen. Wenn hingegen die beiden Elemente nicht von einerlei Art sind, so wird

üb. Elektrizitäts-Verbreitung u. Spannung. 5

im Allgemeinen nicht mehr $v = v'$ angenommen werden können, der Ausdruck (II) wird nicht mehr in den Ausdruck (I) übergehen, und die Elektrizitätsverbreitung wird daher nach andern Gesetzen sich richten müssen, als die sind, welche in dem Umfange eines homogenen Körpers Statt finden. Die Natur spricht die dann erfolgende Aenderung des Leitungsgesetzes in jener Erscheinung aus, die wir mit dem Namen Spannung zu belegen pflegen, deren Natur ich in meiner Schrift noch als ein aus der Erfahrung entlehntes Gesetz der Rechnung zum Grunde gelegt habe. Dasselbst habe ich dieses Gesetz der Spannung nach genauer Berücksichtigung aller dahin gehörigen, bekannten Thatsachen so aussprechen zu müssen geglaubt (galv. Kette S. 111): „Verschiedenartige Körper, welche sich berühren, behaupten an der Berührungsstelle fortwährend einen und denselben Unterschied ihrer elektrischen Kräfte.“ — Wohl wissend, daß viele Physiker das Wesen der Spannung in ein gleichzeitiges Auftreten von gleich starken und entgegengesetzten Elektrizitäten diesseits und jenseits der Berührungsstelle legen, fügte ich zur näheren Motivirung jener Darstellungsweise noch folgende Bemerkungen hinzu: „So ausgesprochen steht der Satz, ohne an Einfachheit zu verlieren, in einer Allgemeinheit da, die ihm angehört, weil man auf sie fast durch jede einzelne Erscheinung immer wieder hingewiesen wird.“ „Auch wird obiger Satz in seiner ganzen Allgemeinheit bei der Erklärung der elektroskopischen Erscheinungen, an Volta's Säule stets, wenn nicht ausdrücklich, doch stillschweigend, von allen Physikern angenommen.“

Inzwischen blieb die genaue von der Natur selbst redigirte Bestimmung des in Rede stehenden Gesetzes dadurch freilich immer noch mehr oder weniger zweifelhaft, und in der That scheint meine Definition der Spannung jenem Recensenten meiner Schrift, dessen Humanität und Gründlichkeit mir in gleichem Maasse eine jede nur erdenkliche Berücksichtigung seiner Ausstellungen zur Pflicht machen, anstößig gewesen zu seyn. Darum ist es mir doppelt lieb, diesen Punkt jetzt noch von einer andern Seite her beleuchten zu können, wodurch vielleicht aller Zweifel darüber völlig gehoben werden kann.

Es läßt sich nemlich das Gesetz der Spannung auch unabhängig von der Erfahrung aus dem der Elektricitätsverbreitung auf eine streng nöthigende Weise ableiten. Indem ich nun diese Ableitung unternehme, werde ich von der Betrachtung einer bestimmten galvanischen Kette ausgehen, und dann erst zur allgemeinen Ansicht mich erheben, um so der Betrachtung möglichste Klarheit zu verschaffen. Zunächst wollen wir uns daher zwei prismatische Körper A und B vorstellen, die einen und denselben Querschnitt besitzen, und sich einander an zweien Endflächen M und M' von Punkt zu Punkt berühren; diese beiden Körper wollen wir uns ferner mittelst beliebiger anderer, an ihre noch offenen Endflächen stoßender Körper zu einer galvanischen Kette verbunden denken; endlich wollen wir in dieser Kette den bleibenden Zustand, als bereits schon eingetreten, voraussetzen, so daß also in einer und derselben Zeit von Querschnitt zu Querschnitt überall dieselbe Elektricitätsmenge überströmt, so lange die

Elektrizitätsbewegung lediglich auf den Umfang der Kette beschränkt wird. In der so gedachten Kette sollen u_m und u'_m die unbekanntes in den beiden Endflächen M und M' mit welchen die Körper A und B zusammenhängen, befindlichen freien und veränderlichen elektrischen Kräfte bezeichnen, während v und v' die in allen Theilen der Körper A und B thätigen, an ihr Wesen gebundenen und deshalb unveränderlichen Elektrizitäten vorstellen sollen, und es sey $U = u_m + v$ und $U' = u'_m + v'$; so drücken U und U' die gesammten in den materiellen Flächen M und M' thätigen elektrischen Kräfte aus, und man erhält nach der weiter oben schon geschehenen Auseinandersetzung für die in der Zeit dt von einer der Endflächen zur andern überströmende Elektrizitätsmenge den Ausdruck

$$\frac{k_m (U' - U) dt}{s_m}$$

wobei k_m das zwischen diesen Flächen herrschende Leitungsvermögen und s_m die unendlich kleine Entfernung der Mitten dieser Flächen von einander vorstellt. Allerdings setzt die hier gewählte Betrachtungsweise voraus, daß die materiellen Endflächen M und M' der Körper A und B als kontinuierliche Ganze gedacht, und eben darum als Elemente der Körper A und B betrachtet werden können. Wollte man indessen jene materiellen Endflächen selbst wieder aus unendlich vielen, diskontinuirlich an einander gelagerten Elementen bestehend annehmen, so würde man für je zwei solche, einander gegenüber liegende materielle Punkte einen dem vorigen ähnlichen

Ausdruck erhalten, und die Summe aller dieser Differenzialausdrücke würde dann die von Fläche zu Fläche überströmende Elektrizitätsmenge hergeben. Man wird aber sogleich gewahr werden, daß diese Summe sich stets wieder als ein Ausdruck von gleicher Form und Bedeutung, wie der vorige, darstellen läßt, so daß es uns unbenommen bleibt, obige einfachere Betrachtungsweise hier und in dem Folgenden, als eine allgemein zulässige, beizubehalten. — Bezeichnet man ferner die freien Elektrizitäten zweier, unmittelbar neben einander und in beliebiger Entfernung von der Endfläche M liegender Querschnitte des Körpers A durch u_a und u_a , das zwischen diesen Querschnitten herrschende Leitungsvermögen durch k_a , und die unendlich kleine Entfernung der Mitten beider Querschnitte von einander durch s_a , so drückt

$$\frac{k_a (u_a' - u_a) dt}{s_a}$$

die in der Zeit dt von einem dieser Querschnitte zum andern überströmende Elektrizitätsmenge aus, weil schon oben ermittelt worden ist, daß die gebundene elektrische Kraft v , welche allen Elementen des Körpers A in gleicher Weise angehört, bei dieser Bestimmung ohne allen Einfluß bleibt. — Bezeichnet man endlich durch u_b und u_b die freien Elektrizitäten zweier, im Umfange des Körpers B und in beliebiger Entfernung von dessen Endfläche M' , jedoch unmittelbar neben einander liegender Querschnitte, durch k_b das zwischen ihnen Statt findende Leitungsvermögen, und durch s_b die unendlich kleine Ent-

üb. Elektrizitäts-Verbreitung u. Spannung. 9

fernung der Mitten beider Querschnitte von einander, so drückt auf gleiche Weise

$$k_b (\overset{s_b}{u_b} - u_b) dt$$

die in der Zeit dt von dem einen Querschnitte zum andern in dem Körper B übergeführte Elektrizitätsmenge aus.

Da wir nun zunächst blos denjenigen Zustand der Kette ins Auge fassen wollen, bei welchem die von einem Querschnitte in den unmittelbar daran liegenden überströmende Elektrizitätsmenge an allen Orten der Kette stets dieselbe bleibt, so müssen wir eben deswegen auch die drei erhaltenen Ausdrücke in ihrer ganzen Allgemeinheit einander gleich setzen, woraus folgt, daß seyn müsse

$$k_m (\overset{s_m}{U} - U) = k_a (\overset{s_a}{u_a} - u_a) = k_b (\overset{s_b}{u_b} - u_b)$$

Es stellen aber k_m , k_a und k_b die Leitungsfähigkeiten vor, welche zwischen den Endflächen M und M' , und im Innern der beiden Körper A und B getroffen werden; diese Größen müssen daher als endliche und mit einander vergleichbare Werthe betrachtet werden, insofern es gestattet ist, den Fall einer absoluten Nichtleitung, als nicht hieher gehörig, von unserer Betrachtung auszuschließen*). Ferner bezeich-

*) Absolut nichtleitende Körper giebt es wohl überhaupt nicht in der Natur. Das hier zu entwickelnde Gesetz der Spannung kann aber selbst bei noch so schlechten Leitern keine Ausnahme machen, wovon man sich am deutlichsten wird Rechenschaft geben können, wenn man

nenn s_m , s_a und s_b unendlich kleine Größen von derselben Dimension, und sowohl u_a und u_a als u_b und u_b stellen die elektrischen Zustände zweier, im Umfange eines und desselben homogenen Körpers liegenden Elemente vor. Diese Zustände können mithin nur unendlich wenig von einander verschieden seyn, weil ausserdem ein plötzlicher Sprung in der elektrischen Beschaffenheit zweier, unmittelbar neben einander liegender, gleichartiger Stellen eines in seinem Innern nirgends durch eine äussere Kraft angefochtenen Körpers, dem Gesetze der Stetigkeit zuwider, Statt finden müßte; folglich müssen auch $u_a - u_a$ und $u_b - u_b$ unendlich kleine Größen seyn. Wenn aber k_m , k_a und k_b endliche und unter sich vergleichbare Größen, s_m , s_a und s_b unendlich kleine Größen von derselben Dimension, und $u_a - u_a$ sowohl als $u_b - u_b$ ebenfalls unendlich kleine Größen sind, so zieht die Bedingung

für diesen Fall die folgenden Betrachtungen noch besonders wiederholt. Der einzige Ausnahmefall tritt dann ein.

wenn $\frac{k_m}{s_m} = 0$ ist, d. h. wenn die Leitung zwischen den

Endflächen M und M', sey es durch zu grossen Abstand ihrer Theile von einander, oder durch irgend ein besonderes physisches Verhalten derselben zu einander völlig aufgehoben würde; denn nur dann kann $U' - U$ einen endlichen Werth annehmen.

Ohm.

$$k_m(U' - U) = k_a(u_a - u_a) = k_b(u_b - u_b)$$

nothwendig nach sich, daß auch $U' - U$ einen unendlich kleinen Werth annehmen müsse, weil im Gegentheile die drei vorstehenden Ausdrücke nicht gleiche Werthe annehmen könnten. Man erhält so nach, wenn man die 0 statt der unendlich kleinen Größe setzt, die Gleichung

$$U' - U = 0,$$

oder, wenn für U' und U ihre vorhin angezeigten Werthe genommen werden, die Gleichung

$$u_m - u_m = v - v',$$

worin nachstehendes Gesetz sich ausspricht: Wenn zwei prismatische Körper von ungleichem elektrischem Werthe sich einander mit ihren einen Enden berühren, während ihre andern Enden durch andere Körper zu einer galvanischen Kette verbunden sind, so muß, nachdem diese Kette in ihren bleibenden Zustand gekommen ist, auf beiden Seiten der Berührungsstelle ein Unterschied von freier Electricität sich zeigen, der dem Unterschiede der zu ihrem Wesen gehörigen und deshalb an sie gebundenen Electricitäten gleich ist. — Nebenbei spricht sich in der gefundenen Gleichung $u_m - u_m = v - v'$ noch die besondere Eigenthümlichkeit aus, daß auf der Seite, wo während der Berührung die dadurch erregte freie Electricität sich positiver zeigt, der seinem Wesen nach negativere Körper zu suchen sey, und umgekehrt.

Die besondern Umstände, von welchen wir bei unserer Betrachtung ausgingen, sind Schuld, daß das eben ausgesprochene Gesetz noch mit allerlei unnöthigen Beschränkungen behaftet ist, die sich jedoch alle leicht wegschaffen lassen. Zuvörderst ist die Bedingung, daß die offenen Enden der beiden Körper A und B durch andere Körper zu einer geschlossenen Kette vereinigt seyen ganz überflüssig. Denn sind die Körper A und B, mit Ausnahme ihrer wechselseitigen Berührungsstellen, überall von Nichtleitern umgeben, so fordert der bleibende elektrische Zustand in beiden Körpern offenbar, daß jede von den drei, weiter oben bestimmten Elektrizitätsmengen an sich der null gleich sey. Nun behalten aber auch in diesem neuen Zustande der beiden Körper sowohl die Größen k_m , k_a und k_b als auch die s_m , s_a , s_b noch ganz ihre vorigen Werthe bei; es muß demnach in diesem Falle jede der Größen $U' = U$, $u_a = u_a$ und $u_b = u_b$ an sich und ganz und gar verschwinden, und die erstere von diesen drei Bestimmungen führt wieder zu der alten Gleichung hin, die jetzt so lautet: Wenn zwei prismatische heterogene Körper von gleichem Querschnitte einander mit ihren einen Grundflächen berühren, so zeigen sich, nachdem der bleibende Zustand eingetreten ist, auf beiden Seiten der Berührungsstelle freie Elektrizitäten, deren Unterschied dem Unterschiede der diesen Körpern eigenthümlich zukommenden gebundenen Elektrizitäten gleich ist.

Aber auch die Bedingung, daß zum Erscheinen

der vollen Spannung der bleibende elektrische Zustand in den vereinigten Körpern eingetreten seyn müsse, ist noch überflüssig. Denn wollte man annehmen, daß die Differenz $U' - U$ zu irgend einer Zeit einen noch so kleinen, aber doch endlichen Werth angenommen hätte, so müßte man zugleich auch annehmen, daß die durch

$$\frac{k_m (U' - U) dt}{s_m}$$

ausgedrückte Elektrizitätsmenge unendlich größer sey, als die durch

$$\frac{k_a (u_a - u_a) dt}{s_a} \quad \text{und} \quad \frac{k_b (u_b - u_b) dt}{s_b}$$

ausgedrückten; es müßte sonach an der gemeinschaftlichen Grenze der beiden Körper A und B ein Elektrizitätsübergang vorhanden seyn, der an der Stärke den im Innern der beiden Körper und zwar, was wohl zu merken ist, in jeder beliebigen Entfernung von der Grenze auftretenden unendlich viele Male überträte, was wohl im ersten Augenblicke der Berührung, da wo wegen der an der Grenze beider Körper sich geltend machenden Diskontinuität noch Klüfte auszufüllen sind, sich denken läßt, aber schon nach Ablauf der kleinsten Zeitfrist, nachdem die anfänglich noch tumultuarische Bewegung in eine ruhigere und nur einigermaßen geordnete übergegangen ist, als völlig unstatthaft verworfen werden muß. Auf eine ganz ähnliche Weise kann man sich auch noch überzeugen, daß die Gleichung $U' - U = 0$ nicht aufhören könne wahr zu seyn, wenn gleich die Form der einander berührenden Körper keine pris-

matische mehr ist, wie bis jetzt vorausgesetzt wurde, sondern irgend eine andere in der äussern Natur vorkommende. Es läßt sich folglich das Spannungsgesetz allgemein so aussprechen: Wenn zwei differente Körper von beliebiger Gestalt einander in irgend einer Stelle berühren, so zeigen sich auf beiden Seiten zunächst an der Berührungsstelle in beiden Körpern freie Elektricitäten, deren Unterschied dem Unterschiede der zu diesen Körpern gehörigen gebundenen Elektricitäten gleich ist.

Es ist unstreitig höchst merkwürdig, wie auf solche Weise aus dem Leitungsgesetze und der Voraussetzung, daß den verschiedenen Körpern ein bestimmter Grad von elektrischer, auf andere Körper nicht übertragbarer Thätigkeit inwohne (vermöge welcher sie nach aussen wirken, denselben Gesetzen gemäß, die sich uns an, mit übertragbarer Elektricität versehenen Körpern zu erkennen gegeben haben), das Gesetz der Spannung mit der strengsten Nothwendigkeit hervorgeht und in solcher Allgemeinheit, daß es die beiden oben erwähnten zugleich in sich faßt. Das so durch Schlüsse erhaltene Spannungsgesetz stimmt, in so weit, es die freien Elektricitäten angeht, ganz mit dem überein, wie ich es in meiner Schrift aus der Erfahrung entnehmen zu müssen geglaubt habe, aber die Art, wie wir hier zu ihm gelangt sind, giebt ihm eine höhere Bedeutung, indem sie die obersten Gesetze der Elektricitätslehre mit einander in innige Verbindung bringt. Wir werden so allmählig in den Stand gesetzt, das ganze weite Gebiet der elektrischen Erscheinungen von einigen

wenigen allgemeinen Standpunkten aus vollständig zu überblicken, und sicher zugleich, weil der eine dem andern immer zur Kontrolle dient. Gestützt auf die vorangegangenen Betrachtungen stehe ich schon nicht mehr an zu behaupten, daß gleiche und entgegengesetzte elektrische Zustände diesseits und jenseits der Berührungsstelle zweier Körper durchaus nicht zum Wesen der zwischen ihnen sich bildenden Spannung gehören, sondern da, wo sie sich zeigen, blos secundäre, aus andern Umständen abzuleitende Erscheinungen sind, wie ich bereits schon in meiner Schrift ausgesprochen habe. Vielleicht scheint Jemanden das von mir zum Grunde gelegte Leitungsgesetz noch zu prekär, und deshalb auch meine hier ausgesprochene Behauptung noch zu voreilig, diesem zur Beruhigung will ich daher die Bemerkung hinzufügen, daß alle oben aus diesem Gesetze gezogenen Folgerungen noch ihre volle Gültigkeit behalten, wenn man, anstatt die Stärke des Elektricitätsüberganges von einem Elemente zum andern einfach dem Unterschiede ihrer elektrischen Kräfte proportional zu setzen, jene Stärke als eine beliebige Funktion von diesem Unterschiede anzusehen für gut halten sollte, mit der Einschränkung jedoch, daß diese Funktion mit dem Unterschiede zugleich, und nur in diesem Falle, verschwinde. Daß aber die Stärke des Ueberganges als eine solche Funktion von der Differenz der elektrischen Kräfte angesehen werden müsse, gehet schon daraus hervor, weil der reelle Uebergang mit der Differenz der elektrischen Kräfte zugleich, und nur in diesem Falle, verschwindet, vorausgesetzt, daß man, wozu die Natur solcher Betrachtungen zwingt, das für

jede mögliche Entfernung gültige Gesetz vor Augen habe.

Jetzt, nachdem sich das Wesen der Spannung mit mehr, wenn nicht mit voller Sicherheit angeben läßt, findet auch ein von Herrn Hofrath Pfaff (Proteus B.I. H. 2. S. 370) angeregter Punkt hinsichtlich der von Luft umgebenen und durch sie afficirten galvanischen Kette, worüber ich bereits in einem Briefe an Denselben (Kastner's Archiv B. XIV. H. 4. S. 475) umständlicher, wiewohl noch immer ohne fest gefasste Meinung mich erklärt habe, seine endliche Erledigung. Der in Rede stehende Punkt betrifft nemlich folgenden Umstand: Wenn man, nichts weiter als das Leitungsgesetz berücksichtigend, den elektrischen Zustand für eine mit Luft umgebene und dadurch abgeänderte, aber schon in den bleibenden Zustand gekommene galvanische Kette aufsucht, so erhält man den verlangten elektrischen Zustand durch eine Gleichung ausgedrückt, in welcher noch zwei unbestimmte, jedoch constante Größen vorkommen, deren Werth in jeder besondern Aufgabe aus den besondern Bedingungen, welchen die Elektrizitätsverbreitung in diesem Falle unterworfen wird, jedesmal erst zu bestimmen ist. Diese besondern Bedingungen sprechen sich entweder dadurch aus, daß die elektrische Beschaffenheit einzelner Stellen der Kette, in welcher die Elektrizitätsverbreitung vor sich geht, irgend wie bedingt wird, sey es nun durch die Natur einer eintretenden Spannung oder indem man einer Stelle der Kette einen von der Elektrizitätsverbreitung unabhängigen Zustand vorschreibt; oder es ergeben sich solche besondere Bedingungen aus dem Umstande,

daß

dafs man Stellen eines oder mehrerer Körper, die im Allgemeinen aus einander liegend gedacht werden, an einander grenzen läfst, wodurch dann an solchen Stellen ein Elektricitätsübergang sich gestalten wird, auf den die allgemeine Betrachtung noch nicht Rücksicht genommen hat, dessen Hinzutreten aber besondere Beziehungen in der Art des Stromes an solchen Stellen nothwendig machen, wodurch im Allgemeinen jene noch unbestimmten constanten Gröfsen eine nähere Bestimmung erhalten.

Es wird zum bessern Verständniß des Folgenden gut seyn, wenn ich das eben Gesagte noch durch ein Beispiel erläutere, wozu ich die Art der Elektricitätsverbreitung in einem einzigen, homogenen und prismatischen Körper unter der Voraussetzung wähle, dafs von der in diesem Körper vorhandenen oder darin sich erst erzeugenden Elektricität nichts über seine Seitenwände hinaus in das ihn umgebende Mittel gelangen könne. Unter dieser Voraussetzung läfst sich durch bloße Anwendung des Leitungsgesetzes nachweisen, dafs wenn man durch die Abscisse x die Lage irgend einer Stelle des Körpers und durch u den elektrischen Zustand dieser Stelle bezeichnet und dabei blos den mit der Zeit sich nicht mehr abändernden Zustand des Körpers vor Augen hat, unter allen

Umständen seyn müsse $\frac{d^2 u}{dx^2} = 0$, woraus man auf

bekanntem Wege findet $u = fx + g$, wobei f und g völlig willkührliche, jedoch constante Gröfsen vorstellen. Um nun entscheiden zu können, welchen Werth man den Gröfsen f und g beizulegen habe, hat man besondere Umstände zu berücksichti-

gen, die in der vorigen, ganz allgemein gehaltenen Betrachtung noch nicht zur Sprache gebracht worden sind. Denkt man sich z. B. den prismatischen Körper an seinen beiden Enden für Elektricität verschlossen, so dafs auch hier, wie vorhin blos an seinen Seitenwänden bedingt worden ist, Elektricität weder ein noch ausgehen kann, und erwägt man, dafs die Gröfse des Stroms, wie ich in meiner Schrift (S. 120 u. 121) dargethan habe, an jeder Stelle der Kette blos von

dem dahin gehörigen Werthe $\frac{du}{dx}$ und bestimmt ge-

gebenen Gröfsen abhängt, so überzeugt man sich leicht, dafs unter solchen Umständen $f = 0$ und so-
nach $u = g$ seyn müsse; d. h. der elektrische Zu-
stand einer jeden Stelle dieser Kette ist überall der-
selbe, nemlich gleich g , und der einem speciellen Falle
entsprechende Werth von g wäre noch, entweder aus der
ursprünglich in dem Körper vorhandenen Elektrici-
tätsmenge, oder aus dem bekannten Endzustande ir-
gend einer seiner Stellen zu bestimmen. Denkt man
sich hingegen das eine Ende des prismatischen Kör-
pers ableitend berührt, so dafs für diese Stelle unter
allen Umständen $u = 0$ ist, und denken wir uns,
um unsern Vorstellungen eine gröfsere Bestimmtheit
zu geben, den Anfang der Abscissen in dieselbe Stelle
gelegt, wo $u = 0$ ist, so zeigt sich auf der Stelle,
dafs unter den obwaltenden Umständen nothwendig
 $g = 0$ seyn müsse, und dem zufolge $u = fx$; d. h.
in diesem Falle mufs die elektrische Beschaffenheit
des prismatischen Körpers von dem Ende, wo $u = 0$
ist, bis zu seinem andern Ende stetig und gleichmä-
fsig sich abändern; die Stärke dieser Abänderung bleibt

üb. Elektricitäts-Verbreitung u. Spannung. 19

unbekannt, so lange f noch nicht bestimmt ist, sie wird aber sogleich erkannt, so wie man die elektrische Beschaffenheit des Körpers an seinem andern Ende zu Rathe zieht; wäre nemlich sein anderes Ende, wie im vorigen Falle, verschlossen, oder, wie jetzt, das erste Ende, mit einer Ableitung versehen, so müßte in beiden Fällen $f = 0$ werden, und so nach $u = 0$ seyn, die gleichmäßige Abänderung in dem elektrischen Zustande des Körpers von dem einen Ende zum andern bestünde demnach jetzt darin, daß sich die elektrische Beschaffenheit überall um Nichts ändert, welches Ergebniß dem im vorigen Falle gefundenen gleich kommt, wiewohl aus andern Gründen; wäre aber dem andern Ende des prismatischen Leiters ein von aussen zu unterhaltender und fortwährend sich gleich bleibender elektrischer Zustand, von der Stärke e vorgeschrieben worden, so müßte in Folge dieser Bedingung an dem andern Ende $u = e$, und dem gemäß, wenn man die ganze Länge des prismatischen Körpers mit l bezeichnet, $e = fl$ seyn, dieß giebt $f = \frac{e}{l}$, und nun hat man

allgemein $u = \frac{e}{l}x$; die stetige und gleichmäßige Abänderung des elektrischen Zustandes im prismatischen Körper ist folglich dahin bestimmt worden, daß sie auf seine ganze Länge l den Werth e beträgt. Denkt man sich endlich, und hierin spricht sich der eigentliche Charakter galvanischer Ketten aus, die Enden des prismatischen Körpers dergestalt mit einander vereinigt, daß von dem einen zum andern ein ungehinderter Elektricitätsübergang Statt fin-

den kann, so tritt eben wegen dieser, bei der Bildung der allgemeinen Gleichung noch gar nicht berücksichtigten Besonderheit der Umstände eine neue Bedingung ein, nemlich die, daß unter Voraussetzung des bleibenden Zustandes der Kette die Größe des Elektrizitätsüberganges zunächst an der neu entstandenen Vereinigungsstelle auf beiden Seiten dieselbe sey. Die an dieser besondern Stelle geforderte Gleichheit der Stromesgröße liegt aber schon in dem allgemeinen Charakter solcher Ketten, von welchen hier die Rede ist, weil man aus der ihnen zukommenden Gleichung $u = fx + g$ findet $\frac{du}{dx} = f$, so

daß also die von dem Werthe $\frac{du}{dx}$ und übrigens unveränderlichen Größen abhängige Stromesgröße hier von x ganz unabhängig, d. h. an allen Orten des prismatischen Körpers dieselbe ist. Aus diesem Grunde ist bei der jetzt betrachteten Kette obige besondere Bedingung, die Stromesgleichheit an der Vereinigungsstelle betreffend, gar nicht weiter zu berücksichtigen, indem sie schon in Folge der allgemeinen Natur solcher Ketten in Erfüllung geht, so lange wenigstens, als man sich die Kette nur aus einem einzigen homogenen Körper gebildet vorstellt. Ja selbst in dem Falle, wo eine Kette der hier gedachten Art aus mehreren heterogenen Theilen gebildet wird, ist immer eine von diesen an den Vereinigungsstellen erforderlichen besondern Bedingungen eine nothwendige Folge aller übrigen, so daß stets eine von diesen Bedingungen bei der Bestimmung der Constanten ohne allen Einfluß bleibt. In dieser sehr beachtens-

wertigen Eigenthümlichkeit solcher galvanischer Ketten, auf welche die Luft keinen fühlbaren Einfluss hat, ist der Grund zu suchen, warum zur Bestimmung der in ihren Gleichungen vorkommenden Constanten ausser den an jeder Vereinigungsstelle hervortretenden besondern Eigenthümlichkeiten auch noch die elektrische Beschaffenheit eines beliebigen, im Innern eines ihrer Theile liegenden Querschnittes zugezogen werden kann; jene besondern Eigenthümlichkeiten lassen nemlich stets noch eine der Constanten unbestimmt. Daraus erklärt sich der in meiner Schrift bei solchen Ketten eingehaltene Gang, und eben diese mit solchen Ketten vollkommen verträgliche äussere Einwirkung auf eine ihrer Stellen (so zwar, daß dadurch ihr allgemeines Sein nicht im Mindesten beengt oder zerstört wird) verbreitet über die daran geknüpften Erscheinungen den dabei beobachteten so zauberischen Wechsel derselben: jene willkührliche Gesetzmässigkeit oder gesetzmässige Willkühr.

Aber ganz anders verhält sich die Sache, wenn es sich um solche Ketten handelt, auf welche die Luft Einfluss hat. Die einer solchen Kette zukommende Gleichung enthält zwar immer noch zwei willkührliche Constanten, aber die aus der allgemeinen Gleichung sich ergebende Stromesgrösse ist nicht mehr, wie vorhin, von x unabhängig, und deswegen ist sie an verschiedenen Orten der Kette verschieden, wenn gleich man immer noch blos den bleibenden Zustand der Kette vor Augen behält. Die Bedingung der Gleichheit des Stromes auf beiden Seiten der Vereinigungsstelle darf also hier nicht mehr, wie eben, bei der Bestimmung der Constanten unberück-

sichtigt bleiben, vielmehr werden jetzt durch sie und durch die etwa vorhandene Spannung an der Vereinigungsstelle beide Constanten der Gleichung völlig bestimmt, so daß also bei Ketten dieser Art keine im Innern eines ihrer Theile liegende Stelle irgend einer besondern Bedingung mehr unterworfen werden kann. Jede äussere Einwirkung thut sonach einer solchen Kette stets Gewalt an, und zieht nothwendig eine Störung ihres vorigen Charakters nach sich. Hier aber wirft sich gar bald die Frage auf, durch welche Kräfte die Kette einem solchen von aussen auf sie einwirkenden Zwange begegnen werde. Hilft sie sich durch ein Nachlassen oder durch ein Steigern ihrer Spannung, oder wird sie dadurch zu einer veränderten Elektricitätsverbreitung bestimmt? Gestattet sie der äussern Kraft, die ihr an einer ihrer Stellen eine elektrische Beschaffenheit von bestimmter Stärke gegen ihren Willen aufbürden will, diese Absicht ganz oder nur zum Theile zu erreichen? Lauter Fragen, die ich mir zur Zeit, als ich die galvanische Kette niederschrieb, nicht mit Zuverlässigkeit zu entscheiden getraute, weswegen ich mir vorgenommen hatte, darüber erst die Erfahrung selbst um Rath zu fragen; in meiner Schrift aber habe ich an dieser Stelle den natürlichen Gang der Untersuchung geradezu verlassen, und einstweilen eine blos willkührliche, von physikalischer Bedeutung fast ganz entblöste Bestimmung der Constanten vorgenommen, die meinen fähigen und aufmerksamen Recensenten zu der Aeusserung am angeführten Orte veranlaßt hat, daß es ihm scheine, als ob die Fundamentalgleichung $kwdu = k'w'du'$, d. h. die Gleichheit des Stromes auf bei-

den Seiten Berücksichtigung erheische. Diese Bemerkung hat ohne Zweifel ihre volle Richtigkeit, und obgleich ich seitdem noch nicht im Reiche dahin gekommen bin, wo die Erfahrung aufzufinden wäre, so glaube ich jetzt doch auch ohne sie in den Stand gesetzt zu seyn, die wahre und naturgemäße Behandlung jener Aufgabe (galv. Kette S. 165—170) angeben zu können. Nachdem sich nemlich im Verlaufe obiger Betrachtungen der unveränderliche und feste Charakter der Spannung siegreich behauptet hat, und da die Annahme einer Ungleichheit des Stromes auf beiden Seiten der Vereinigungsstelle (vorausgesetzt, daß man zur GröÙe des Elektricitätsüberganges nicht bloß den Theil Elektricität rechnet, der in den nächsten Querschnitt, sondern auch den, der in die Luft übergeht) zu völlig unhaltbaren Folgerungen führt; da ferner die physische Möglichkeit eines von aussen bedingten elektrischen Zustandes irgend einer Stelle der Kette eben so wenig in Zweifel gezogen werden kann, so bleibt schließlich für die Behandlung des bleibenden Zustandes einer von ihrer Umgebung affectirten Kette nur noch ein einziger Weg offen. Ist nemlich diese Kette sich selber überlassen, so hat man die noch willkührlichen Constanten der allgemeinen Gleichung aus der Angabe der Spannung und aus der Gleichheit des Stromes auf beiden Seiten der Vereinigungsstelle zu bestimmen. Wird aber irgend eine Stelle dieser Kette durch eine äussere Veranlassung fortwährend in einem elektrischen Zustande von bestimmter Stärke erhalten, so hat man für jeden der beiden Theile, die von dieser Stelle bis zur Vereinigungsstelle der beiden Enden reichen, eine

gesonderte allgemeine Gleichung aufzustellen, und die in beiden Gleichungen erscheinenden vier Constanten folgenden vier Bedingungen gemäß zu bestimmen:

- 1) Die elektrische Beschaffenheit des einen Theiles muß da, wo er in die durch Zwang in einem gegebenen elektrischem Zustande erhaltene Stelle übergeht, die dort von aussen geforderte seyn.
- 2) Die elektrische Beschaffenheit des andern Theils muß da, wo er in dieselbe Stelle übergeht, ebenfalls die dort äusserlich bedingte seyn.
- 3) Die Differenz der elektrischen Kräfte in beiden Theilen zunächst an der Vereinigungsstelle muß der dort befindlichen Spannung gleich seyn.
- 4) Der elektrische Strom in beiden Theilen zunächst an ihrer Vereinigungsstelle muß gleich groß seyn.

Die hier vorgeschriebene Behandlungsweise will im Grunde nichts anders sagen, als das in einer von aussen angegriffenen Kette der Art die beiden diesseits und jenseits der angegriffenen Stelle liegenden Theile der Kette, welche einem und demselben Körper angehören, als für sich bestehende Ganze aufgefaßt werden sollen, die bloß durch die an ihren gemeinschaftlichen Grenzen auftretenden gemeinsamen Bestimmungen in eine gerade nur dadurch bewirkte Abhängigkeit zu einander gekommen sind. Dieses Ergebniss hat an sich nichts Auffallendes, da es mit dem in ähnlichen Fällen üblichen Verfahren vollkommen übereinstimmt, aber es wird wegen des Gegensatzes sehr beachtenswerth, in dem es mit dem an

der zuvor betrachteten Kette gefundenen steht, weil sich in diesem Gegensatze ein charakteristisches Unterscheidungszeichen beider Ketten von einander ausspricht.

Es wäre vielleicht hier der Ort noch, einige Andeutungen über das Verhältniß obiger Betrachtungen zu verwandten Vorstellungsweisen hinzuzufügen, und insbesondere die innige Verkettung derselben mit der von Ampere uns gewordenen höchst sinnreichen Hypothese über die Einleitung und den Fortgang der galvanischen Wirkung nachzuweisen. Da ich mir es aber, durch junge Philosophien gewitzigt, zur Pflicht gemacht habe, die Schwelle der Erfahrung nicht eher zu überschreiten, bis ich alle Anstalten zu einem sichern Rückzuge über diese Brücke, falls der Kampf mit überirdischen Mächten, wie zu fürchten steht und ziemt, schlimm enden sollte, getroffen haben werde, so sehe ich mich zur Zeit noch veranlaßt, von einem solchen Unternehmen abzustehen, und kann daher die Gesetze der Leitung und Spannung einstweilen für nichts weiter ausgeben, als für den einfachen Ausdruck dessen, was an der Grenze unserer Wahrnehmung sich zeigt, ohne dadurch der Art, wie dieses Etwas durch das Walten der Geister jenseits der Schranken dorthin gestellt worden ist, irgend wie vorgreifen zu wollen.

Ergänzender Nachtrag zu dem in diesem
 Archive (B. XVII. H. 1. S. 1—25) er-
 schienenen Aufsätze,

von
 G. S. Ohm.

In diesem Aufsätze, der den innern Zusammen-
 hang zwischen dem Gesetze der Elektricitätsverbrei-
 tung, dem der Spannung, und jener das Wesen der
 Körper konstituierenden Besonderheit, die wir ihre
 elektrochemische Differenz zu nennen pflegen, darzu-
 legen beabsichtigt, habe ich (S. 1—4) eine Formel
 aufgestellt, wodurch der Elektricitätsübergang von
 einem Körperelemente zu dem andern, seiner Art und
 Stärke nach und in solcher Allgemeinheit festgesetzt
 wird, daß ein und derselbe Ausdruck auf Körperele-
 mente von verschiedenem Stoffe noch eben so gut
 anwendbar bleibt, als er es auf Elemente von der-
 selben Art ist. Diese Formel ist dort im Sinne eines
 Postulats hingestellt worden, aus dem alles Uebrige
 daselbst (S. 4—25) Gesagte mit Nothwendigkeit sich
 folgern läßt. Jetzt hingegen will ich mich bemühen,
 veranlaßt durch einen weiter unten näher besproche-
 nen Umstand, eine Zergliederung jener Formel in
 ihre entferntern physikalischen Bestandtheile zu un-
 ternehmen, wobei ich der von Ampère uns gewor-
 denen Vorstellungsweise über die Entstehung und
 Fortbildung der galvanischen Wirkung Schritt vor
 Schritt nachzugehen getrieben werde.

Denken wir uns zu diesem Ende einen materiellen, homogenen Körper, dessen kleinste Theilchen (Atome, Molecules) seine chemische Natur bestimmen, und legen wir in die Natur dieser kleinsten Theilchen eine Kraft, vermöge welcher die Atome auf die in ihrer Nähe gerade vorhandenen entgegengesetzten Elektricitäten anziehend und abstofsend zu wirken im Stande sind; nennen wir ferner die Stärke dieser in die Atome unabänderlich eingepflanzten Kraft den elektrischen Werth des Körpers, so folgt, daß die kleinsten Theilchen eines Körpers, dessen elektrischer Werth nicht null ist, oder mit andern Worten, der nicht völlig indifferent für Elektricität ist, ununterbrochen dahin streben werden, die eine Elektricität in ihre Nähe hinzuziehen, die andere dagegen aus ihrer Nähe zu entfernen. Sind nun die Atome mit der Eigenschaft begabt, nichts Aeußeres in sich aufzunehmen, und darum auch die Elektricität auf keine Weise in ihr Inneres gelangen zu lassen, so wird die in die Nähe der kleinsten Theilchen hingezogene Elektricität eine Hülle um dieselben bilden, und das Geschäft dieser Hüllenbildung wird sich so lange fortsetzen, bis dadurch das elektrische Gleichgewicht wieder hergestellt worden ist.

Wir wollen uns zunächst, der größern Deutlichkeit halber, das den Körper umgebende Mittel als völlig wirkungslos vorstellen, so zwar, daß wenn irgendwo in diesem Mittel durch Mittheilung oder Vertheilung eine elektrische Thätigkeit geweckt werden sollte; diese, in soweit nicht der Körper selbst sie in sich aufnimmt, fortwährend immer sogleich

wieder durch andere in dem Mittel angebrachte Ableitungen weggeführt wird. Unter der gemachten Voraussetzung ist leicht einzusehen, daß die Einwirkung des Körpers auf das ihn umgebende Mittel nicht eher entkräftet seyn wird, bis die Summe aller aus dem Innern der Atome strömenden Wirkungen der Summe aller Wirkungen, welche von den die Atome umschließenden Hüllen ausgehen, gleich und entgegen gesetzt ist. Diesen Zustand des Körpers nun, in welchem eine jede elektrische Aeusserrung desselben auf seine Umgebung gänzlich aufgehoben ist, indem sich die ursprüngliche, seine chemische Natur ausmachende, elektrische Einseitigkeit des Körpers an den um seine kleinsten Theilchen gelagerten elektrischen Hüllen bereits schon abgestumpft hat, wollen wir seinen natürlichen Zustand nennen, weil es derjenige ist, in welchem uns der Körper am gewöhnlichsten erscheint. Aus dem bisherigen Gange unserer Darstellung gehet aber jetzt von selbst hervor, daß jeder Körper nur in dem Maasse äusserlich eine elektrische Wirkung auszuüben vermag, als sein jedesmaliger Zustand sich von dem natürlichen entfernt hält; er kann begreiflich nur in sofern nach aussen wirken, als die seine Theilchen umlagernde Elektrizität stärker oder schwächer wirkt als jene, wobei die aus den Atomen hervorgehende Wirkung der den Hüllen entströmenden Gegenwirkung gerade gleich ist. Dieses Mehr oder Minder von Elektrizität, welches allein Gegenstand unserer sinnlichen Wahrnehmung seyn kann, werden wir von jetzt an immer freie Elektrizität nennen, und gebundene Elektrizität diejenige, welche zur Bildung

des natürlichen Zustandes in den die Atome umschliessenden Hüllen gefordert wird. Die gebundene Elektrizität ist folglich an Intensität dem elektrischen Werthe des Körpers gleich, der Art der Wirkung nach aber gerade entgegengesetzt; und die gebundene Elektrizität gehört offenbar so gut wie der elektrische Werth zum Wesen des Körpers in seinem natürlichen Zustande sowohl, als auch im Allgemeinen, weil jede Abweichung von dem natürlichen Zustande stets nur durch die freie Elektrizität angezeigt wird.

Die gebundene Elektrizität verbirgt uns in den meisten Fällen das polare Verhalten der Körper zu einander, indem sie unserer unmittelbaren Wahrnehmung den elektrischen Werth der Körper entzieht; sie beschränkt im Allgemeinen die chemische Einwirkung der Körper auf einander, ja sie würde der specifiken Thätigkeit der Stoffe gänzliche Vernichtung drohen, wenn nicht in der Art und Weise ihres Zusammenseyns mit den Atomen zugleich das Mittel gegeben wäre, eine durch das All fortlaufende Gleichförmigkeit zu verhindern und unmöglich zu machen. Das Mittel aber, dessen sich die Natur bedient, um den endlichen Untergang aller Thätigkeit von sich abzuhalten, scheint in nichts Anderm zu bestehen, als eben darin, daß sie die Gegensätze nicht in einander, sondern bloß an einander wirksam seyn läßt. In einander wirkende Gegensätze zehren sich selber auf, ihr Produkt ist der leibhafte Tod; denn man kann sich wohl eine absolute, gegenseitige Durchdringung zweier entgegengesetzt Wirksamen A und B

zu einem Produkte C denken, aber es läßt sich durchaus nicht einsehen, durch welchen Akt, es sey denn durch das Werde, aus dem Produkte C rückwärts wieder die in ihm nirgends und auf keine Weise mehr für sich existirenden Bestandtheile A und B einzeln hervorgerufen werden sollen. In dem besondern Falle, der uns gegenwärtig beschäftigt, wird der chemische Tod, womit die Atome durch die sich ihnen nähernde gebundene Elektrizität bedroht werden, dadurch von ihnen abgehalten, daß die kleinsten Theilchen ein Eindringen der Elektrizität in ihr Inneres nicht gestatten. Widerständen die Atome nicht einem Eindringen der Elektrizität in den Raum, welchen sie erfüllt haben; wäre die Elektrizität fähig die kleinsten Theilchen der Körper wieder wie größere Massen ohne Aufhören im vollsten Sinne des Wortes zu durchdringen, so würde dadurch nothwendig der elektrische Werth der Körper geändert, und als Folge dieser Aenderungen müßte zuletzt jede Differenz der Körper zu Grunde gehen; es entstünde eine allgemeine Kraftlosigkeit oder doch wenigstens, was aber auf dasselbe hinaus läuft, eine allgemeine Kraftgleichheit. Wenn aber, wie wir anzunehmen uns bewogen sahen, die gebundene Elektrizität die kleinsten Theilchen der Körper bloß umhüllt, ohne in sie einzudringen, so ist damit zugleich auch die unter Umständen erfolgende Wiederbelebung der, durch die gebundene Elektrizität in einen Scheintod gehüllten Atome gegeben, wie sogleich umständlicher entwickelt werden wird; die Atome werden durch eine solche Anordnung zwar befriedigt, indem ihrem Wesen durch die

sie umhüllende Elektrizität fortwährende Beschäftigung gereicht wird, aber dadurch wird keineswegs ihr Untergang herbei geführt.

Um das Wiedererwachen der Atome zu ihrer ursprünglichen Thätigkeit recht deutlich beschauen zu können, wollen wir uns zwei in ihrem natürlichen Zustande befindliche Atome von verschiedenem elektrischen Werthe vorstellen. In diesem Zustande ist jedes der beiden Atome mit einer elektrischen Hülle umgeben, und die Elektrizität ist in beiden Hüllen von verschiedener Stärke, deswegen, weil wir in beiden Atomen einen verschiedenen elektrischen Werth vorausgesetzt haben. So lange nun beide Atome, sammt ihren Hüllen vollständig aus einander gehalten werden, so lange werden sie auch völlig wirkungslos auf einander seyn, weil überall Wirkung und Gegenwirkung sich einander das Gleichgewicht halten; so wie aber die Hüllen beider Atome in einander greifen, (für welchen Umstand unsere Sinne kein anderes Maafs als das der Berührung besitzen), in demselben Augenblicke wird an den Stellen, wo die von ungleicher Beschaffenheit seienden Hüllen an einander gränzen und sich gegenseitig zu verdrängen streben, eine Ausgleichung der verschiedenen Beschaffenheit dieser Hüllen sich einleiten, und in dem Maasse als diese Ausgleichung weiter fortschreitet, wird auch die ursprüngliche Differenz der Atome wieder hervortreten, weil ihre Ungleichheit jetzt nicht mehr durch die entgegengesetzte Ungleichheit ihrer Hüllen verdeckt wird. Man sieht, wie auf solche Weise blos an den gegenseitigen Berührungsstellen zweier Körper die

Möglichkeit einer chemischen Wechselwirkung zwischen ihnen gegeben ist, die sich dann unter den dazu erforderlichen Umständen von selbst in's Innere der Körper nach und nach fortpflanzen kann. Ohne aber die chemischen Erscheinungen hier weiter verfolgen zu wollen; wenden wir vielmehr unsere ganze Aufmerksamkeit wieder der zwischen den differenten Hüllen begonnenen Ausgleichung zu, die den eigentlichen Gegenstand unserer jetzigen Bemühung ausmacht.

Zuvörderst unterliegt es nun wohl keinem Zweifel, daß das Gesetz, nach welchem sich diese Ausgleichung richtet, von der Besonderheit der Atome gänzlich unabhängig ist; denn an den Stellen, wo die beiden sich einander verdrängenden Hüllen unmittelbar an einander grenzen, geschieht das Geschäft der Ausgleichung mit solcher Kraft, daß es durch keine, von entferntern Punkten ausgehende und deshalb unvergleichlich schwächer geschehende Einwirkungen gestört werden kann, und überdies muß sich der an diesen Stellen eingetretene Erfolg auf eine und dieselbe Weise über alle übrigen Stellen beider Hüllen ausdehnen. Ist aber dem so, so sind wir befugt, die zwischen diesen Hüllen Statt findende Ausgleichung, d. h. den Elektrizitätsübergang von der einen zur andern, demselben Gesetze zu unterwerfen, welches in der „galvanischen Kette“ für die Verbreitung der freien Elektrizität im Umfange eines und desselben homogenen Körpers aufgestellt und in dem angeführten Aufsätze (S. 2.) unter der mit (I) bezeichneten Formel angezeigt worden ist. Bezeichnen wir demnach jetzt durch U und U' die Intensitäten

der in beiden Hüllen von zwei, der Art nach von einander verschiedenen Körpertheilchen vorhandenen Elektricität, durch k das zwischen beiden Elementen herrschende Leitungsvermögen, und durch s die mittlere Entfernung beider Elemente von einander, so wird die in dem Zeittheilchen dt von dem einen Elemente zum andern übergeführte Elektricitätsmenge ausgedrückt durch:

$$\frac{k (U - U')}{s} dt$$

Man gelangt also auf solche Weise augenblicklich zu der in dem Aufsätze (S. 4.) mit (II) bezeichneten Formel, wobei nur noch zu erwägen bleibt, daß die Intensitäten U , U' der Elektricität, wovon die Atome im Allgemeinen umhüllt werden, als aus zwei von einander wohl zu unterscheidenden Antheilen zusammengesetzt, angesehen werden müssen; der eine dieser Antheile hat die, einer jeden Hülle eigenthümlich zukommenden, gebundenen Elektricitäten, welche v und v' heißen mögen, auszudrücken, der andere dagegen die noch ausserdem in jeder Hülle etwa vorhandenen freien Elektricitäten, welche u und u' heißen sollen, so daß man noch hat

$$U = u + v \text{ und } U' = u' + v'.$$

Nach dieser sorgfältigen Zergliederung der Formel (II), auf welche sich der ganze Inhalt jenes Aufsatzes stützt, in ihre einfachen, physikalischen Momente gehe ich zu der vollständigen Erklärung einer dort vorkommenden Stelle über, deren undeutliche Abfassung Manchen zu einer falschen Auslegung derselben verleiten könnte. Es steht die hier angeregte Stelle in dem Aufsätze (S. 11. zu Ende) und lautet

wörtlich so: „Nebenbei spricht sich in der gefundenen Gleichung $u'_m - u_m = v - v'$ noch die besondere Eigenthümlichkeit aus, daß auf der Seite, wo während der Berührung die dadurch erregte Elektrizität sich positiver zeigt, der seinem Wesen nach negativere Körper zu suchen sey, und umgekehrt.“ — Zwar scheint dieser Satz mit den elektrochemischen Ansichten, wie sie aus Versuchen entnommen worden sind, in direktem Widerspruche zu stehen; geht man indessen auf die Gleichung $U'_m - U_m = v - v'$ wieder zurück, aus welcher er gebildet worden ist, so wird man sich ohne alle Mühe überzeugen können, daß diese Gleichung im Grunde bloß sagt: daß auf der Seite der Berührungsstelle, wo die freie Elektrizität sich dem Grade nach positiver zeigt, diejenige gebundene Elektrizität zu suchen sey, welche dem Grade nach die negativere ist, und umgekehrt. Man ersieht hieraus, daß die angezogene Stelle des Aufsatzes nur unter der Bedingung das ausdrückt, wozu sie durch die ihr zum Grunde liegende Gleichung berechtigt wird, wenn man zuvor darin überein gekommen ist, denjenigen Körper den positiveren zu nennen, dessen gebundene Elektrizität die dem Grade nach positivere ist. Nun ist aber, in Folge der in diesem Nachtrage mitgetheilten weitem Entwicklung der Begriffe, die einem Körper angehörige gebundene Elektrizität seinem elektrischen Werthe stets gleich und entgegengesetzt, woraus folgt, daß derjenige Körper, in welchem die positivere gebundene Elektrizität getroffen wird, eben deshalb den negativern elektrischen Werth besitzt, und umge-

kehrt, so daß sich obige Gleichung auch so aussprechen läßt: Auf der Seite der Berührungsstelle, auf welcher die dem Grade nach positivere, freie Elektrizität sich zeigt, ist auch derjenige Körper zu suchen, der einen positivern elektrischen Werth hat. Es ist aber dem herkömmlichen Sprachgebrauche angemessener, denjenigen Körper den positivern zu nennen, dessen elektrischer Werth den positivere, dessen gebundene Elektrizität mithin die negativere ist; darum wird die angezogene Stelle, dem schon herrschend gewordenen Sprachgebrauche gemäß, gerade umgekehrt, nämlich so lauten müssen: „Auf der Seite, wo während der Berührung die dadurch erregte freie Elektrizität sich positiver zeigt, ist zugleich der seinem Wesen nach positivere Körper zu suchen, und umgekehrt.“

Man überzeugt sich so leicht, daß ein und derselbe Gedanke sich in einer gerade entgegengesetzten Form zu erkennen giebt, je nachdem man das dem Körper beizulegende Prädikat von seiner gebundenen Elektrizität, oder von seinem elektrischen Werthe entlehnt, weil beide einander gerade entgegengesetzt sind, obgleich jedes für sich fähig ist, die Natur des Körpers auf das Bestimmteste zu bezeichnen. Ich liefs damals der Benennung des Körpers nach der dort zunächst liegenden gebundenen Elektrizität ohne weitere Prüfung ihren freien Lauf, und ahnete nicht, daß ich dadurch bald gegen meinen Willen gezwungen werden würde, in ein Gebiet zu streifen, das von der Erfahrung entlegener ist, als sich mit meinen jetzigen Arbeiten und Absichten noch gut vertragen will. Lediglich um ein Mißverständnis zu verhüten, wozu die dort nicht scharf genug bestimmte Stelle hätte Anlaß geben können, konnte ich mich zu diesem Nachtrage entschließen.



Datum
7.4.2006

HINWEIS

University of Applied Sciences

Quelle: Archiv für die gesammte Naturlehre ; 17.1829, Seite 1-25

Dieser Aufsatz wurde an der Hochschulbibliothek der Fachhochschule Nürnberg mit einer Auflösung von 300 dpi eingescannt. Das Original des Zeitschriftenbandes stammt aus den historischen Altbeständen der Bibliothek. Signatur: 903/8.3953 / 1 XVII a

This article was scanned at the University of Applied Sciences Library Nuremberg (resolution: 300 dpi). The journal is part of the historic collection of the library. Book number: 903/8.3953 / 1 XVII a

<http://www.fh-nuernberg.de/bibliothek>

Georg-Simon-Ohm-Fachhochschule
Hochschulbibliothek
Keßlerplatz 12
90489 Nürnberg