

---

# ANNALEN DER PHYSIK.

---

SECHSTER BAND, VIERTES STÜCK.

---

## I.

### ERLÄUTERUNG

*der Vorstellung vom Einschlagen des  
Blitzes und der Sicherheit von  
Ableitern,*

von

Dr. J. A. H. REIMARUS.

Wenn man bei dem Aufsatze Haldane's in den *Annalen der Physik*, V. B., 2. St., zuerst den Kupferstich, Taf. III, vor Augen bekommt, so möchte man meinen, er handle von einer wirklichen Erfahrung, da der Blitz neben einem Ableiter noch hier und da eingeschlagen hätte. Man beruhige sich aber; es ist nur eine Voraussetzung, daß es so geschehen könnte. Wir wollen indessen des Verfassers Gründe für seine Vermuthung untersuchen.

Was er von der Ladung einer Luftschicht mit einer sehr zusammengesetzten Zurüstung undeutlich und unvollkommen zeigt, das stellt Kirchhoff's schwebende Tafel viel einfacher, begreiflicher und

*Annal. d. Physik.* 6. B. 4. St.

Bb

anpassender vor. \*) Es wird dabei auch noch mehr, als Haldane's Zurüstung zeigen kann, dar-

\*) Herr Kirchhoff selbst hat diesen seinen sehr einfachen Apparat zur Nachahmung der Gewitter-Electricität in Kupfer streichen lassen. Taf. IV, Fig. 1 ist ein verkleinerter Nachstich desselben, den ich, um diesen Apparat aufs neue in das Andenken der Freunde electricischer Versuche zu bringen, nach dem Wunsche des Hrn. Dr. Reimarus, sammt folgender Beschreibung, aus Lichtenberg's *Götting. Magazin*, B. I, S. 322, entlehne. Er kann zum Veranschaulichen der herichtigten Vorstellungen in gegenwärtigem interessanten Aufsatze dienen, welchen schon mehrere Leser, die mit Recht an Haldane's Aeußerungen Anstoß genommen hatten, sich gerade aus der Hand des Hrn. Dr. Reimarus wünschten, dem sie schon so manche Aufklärung über Gewitter-Electricität und Gewitterableiter verdankten. d. H.

„Erklärung der Kirchhoff'schen Zurüstung, Taf. IV, Fig. 1. *a* Ein mit Zinnfolie bekleideter Tisch. — *b* Ein messingner Knopf in der Mitte desselben, an dessen Stelle auch eine Spitze eingeschoben werden kann. — *c* Die Ableitungskeite zum Fußboden. — *d* Eine mit Zinnfolie überzogene 15 Zoll hoch über dem Tische schwebende Tafel, welche eine electriche Wolke vorstellt. — *ee* Seidne Schnüre, wodurch sie isolirt ist. — *f* Eine eiserne Stange an dem einen Arme eines Wagebalkens hängend, welche unten mit einer in die Runde sich bewegenden Querstange verbunden ist, an deren Haken die Tafel gehängt wird, und durch die sie sich parallel mit dem Tische stellen läßt. — *g* Das Ge-

gestellt, nämlich die Anziehung des gegenseitig electrifirten Körpers. Die Sache aber ist in so weit

gengewicht am andern Arme des Wagebalkens. — *h* Eine krumm gebogene messingene Stange, welche in den Conductor der Electrificir-Maschine geschraubt ist, und sich mit einem Knopfe endigt. Von ihrem obern Ende hängt ein vergoldeter silberner Spiraldraht, (Cantille,) herab, mit deren unterm Ende ein auf der Tafel liegender Ring umwunden ist. Durch diesen Draht wird die Tafel aus dem Conductor der Maschine mit Electricität geladen. — *i, k*, Zwei kleine von feiner Pappe gemachte Thürme, statt des bisher gebräuchlichen sogenannten Donnerhauses. Der eine ist mit einem Ableiter versehen, der andere ohne denselben. — *l* Einer dieser Thürme im Durchschnitte, darin 1. eine kleine messingene Stange, unten mit einem Knopfe, oben mit einer Spitze; 2. ein Stück Pappe, um die Stange in gerader Richtung zu erhalten; 3. eine kleine Stellschraube, die Stange höher oder niedriger zu stellen, und zu verhindern, daß sie sich nicht senkt; 4. eine Kugel mit einem Loche, oben auf die Spitze zu stecken.

So bald die Tafel *d* electrifirt wird, fängt sie an sich gegen den Tisch zu senken. Ist der Knopf *b* aufgesteckt, so schlägt sie, in der Entfernung von etwa 1 Zoll, Funken auf ihn, und zieht sich nach jedem Schlage wieder zurück. Wird die Spitze aufgesteckt, so senkt sich die Tafel zwar auch, bleibt aber, ohne einen Funken zu geben, in einer Entfernung von  $1\frac{1}{2}$  Zoll darüber stehn, und die Electricität wird durch die Spitze in der Stille abgeleitet. Auch die verstärkte Electricität laßt sich

richtig gefolgert, — „dafs durch einen electrifirten Körper ein anderer, gegen über befindlicher, durch einen zwischenliegenden Nichtleiter abgefonderter, in die gegenseitige Electricität versetzt wird: dafs dieses folglich bei einer electrifirten Wolke und der darunter befindlichen Oberfläche der Erde, mittelst der dazwischen befindlichen Luftschicht geschieht, und dafs der Blitz gleich dem Schläge ist, welcher von der einen Electricität zur gegenseitigen durchbricht.“

So habe ich es auch, (in den *neuern Bemerkungen vom Blitze*, §. 76,) vorgestellt, und daher die Einbildung einer zuvor hier oder da in der Erde vor-

hierbei gut brauchen. Man darf nur eine Ladungsflasche am Conductor auf den mit Zinnfolie beklebten Tisch setzen. Um den Versuch mit den Thürmchen anzustellen, bringt man den Thurm *l* über den Knopf *b*, so dafs sein unterer Knopf etwa  $\frac{1}{2}$  Zoll von diesem absteht, legt zwischen beide etwas in warmen Weingeiste getränkte Leinwand, und verstärkt die Electricität der Tafel mittelst einer Ladungsflasche, auf die eben beschriebne Art. Beim Schläge entzündet sich die Leinwand, welches nicht geschieht, setzt man statt des Thurms *l*, den mit dem Ableiter *k* hin. Wie geschickt dieser Apparat ist, eine Menge von Versuchen anzustellen, die Theorie des Blitzes zu erläutern, wird man leicht aus gegenwärtigem Aufsatze schliessen. Man vergleiche auch des Herrn Dr. Reimarus Beschreibung der Kirchhoffschen Zurüstung im *Deutschen Museum*, Oktober 1779.“

handenen gehäuften Electricität, oder eines allgemeinen Electricitäts-Behältnisses in der Erde, widerlegt. Electricität kann ja nur an einem durch Nichtleiter abgeforderten Körper angehäuft werden. Das ist die Wolke mittelst der Luft: nicht aber die Erde, welche überall ein, wiewohl unvollkommen zusammenhängender Leiter ist. Ich folgerte also daraus, daß die Electricität sich an der Oberfläche der Erde nur so weit erstreckt, als die Ladung der Luftschicht unter der Wolke darauf wirkt, und daß sie von einer Stelle zur andern vorübergehe, so wie die Wolke sich darüber hinbewegt. —

Den einfachen Funken sollte der Verfasser auch nicht als eine wesentlich unterschiedene Erscheinung ansehen: Es ist derselbe Fall mit dem Entladungsschlage, nur im Kleinen; denn auch hier wird der gegen über stehende, durch die Luft abgeforderte Körper immer zuvor, ehe der Funke durchbricht in gegenseitige Electricität versetzt. — S. 126 versteht sich Haldane nur im Ausdrucke, als ob die *untere Fläche* der geladenen Luftschicht über den Gebäuden schwebte. Allein, diese untere Fläche liegt ja, wie er selbst S. 128 sagt, auf der Erde und den darauf hervorstehenden Körpern. Die Unterfläche der Wolke hingegen liegt auf der Oberfläche der geladenen Schicht. Die Wolke stellt also die eine Belegung, und die Erdoberfläche die gegenseitige vor. Der Durchbruch der einen zur andern geschieht ja auch selbst bei unsern Versuchen, zuweilen mitten durch eine Glasscheibe oder Flasche, da, wo sich

eine schwache Stelle, als etwa eine Blase, darin befindet; noch leichter folglich durch einen flüssigen Körper, wie die Luft ist. Es ist also, gleichwie einerseits die verschiedene Hervorragung der Körper auf der Erde, so anderseits die verschiedene Lage und Gestalt der Wolke, als Belegung der obern Fläche jener Luftschicht, welche Anlaß giebt, daß der Schlag eher hier als dort durchbricht. So kann also die Wolke nicht allein mit einem Ende niedriger hängen, sondern auch eine ungleiche Unterfläche haben, und folglich der Zwischenraum der Luftschicht irgendwo dünner seyn, und daher ein Anlaß zum Durchbruche des Strahls an dieser oder jener Stelle entstehen. Ferner kaun auch, wenn gleiche Anlockung von oben oder von unten vorhanden ist, entweder ein getheilter Strahl auf mehr als Einen Gegenstand fallen, oder es könnte aus der über einer weiten Strecke schwebenden Wolke an verschiedenen Stellen zugleich ein Ausbruch geschehen. (*Erstere Abhandlung vom Blitze*, §. 111. *Neuere Bemerkungen*, §. 30.) So ereignen sich zuweilen gleichzeitige Schläge auf ein Paar von einander entfernte Thürme.

Eine ableiten der Gegenelectricität hervorragende *Spitze* erleichtert den Durchbruch. Dieser erfolgt daher in größerer Entfernung, als die Schlagweite auf einen stumpfen Körper seyn würde: er geschieht auch allmählig und ohne Schlag, wenn nur eine geringe und allmähliche Anhäufung von Electricität vorhanden ist. Aber selbst bei unsern

Verfuchen sehen wir schon, daß, wenn die Electricität nur irgend beträchtlich, oder wenn sie nicht ganz langsam gesammelt oder genährt wird, auch auf scharfe Spitzen merkliche, ja wohl noch stärkere Schläge als auf stumpfe Körper erfolgen. (*Neuere Bemerkungen vom Blitze*, §. 104.) Es war also sehr übereilt, daß man sich vorstellte, metallene Spitzen würden auch vermögend seyn, die ungeheure Ladung einer Wetterwolke ohne Schlag im Stillen abzuleiten. Noch sonderbarer ist es, daß Manche, ungeachtet schon mehrere Erfahrungen von Wetterschlägen auf zugespitzte Auffangungsstangen das Gegentheil gezeigt haben, noch auf dieser Einbildung beharren. So ist noch, (wie in den *Transact. of the American philos. society*, Vol. III, p. 521, gemeldet wird,) die Erfindung einer Künsteley mit einem öffentlichen Preise beehrt worden. Der Vorschlag ist: man solle oben auf die Stange die Spitze von einem guten Bleyluthe einfügen, weil diese nicht, wie eine metallene Spitze, vom Blitze geschmolzen, und also der beabsichtigte Vortheil noch fürs Künstige erhalten würde. Allein, daß dieser gewünschte Vortheil der allmählichen Ableitung durch eine Spitze bei Gewittern nicht zu erwarten sey, zeigten ja die angeschmolzenen metallenen Spitzen; der Nachtheil aber, die Anlockung des Schlages aus größerer Entfernung, bleibt bei der großen Ladung wie bei einer geringen. Es wird also die Bleyluthe Spitze, so wenig als eine andere, den Schlag verhüten, und überdies, sie mag schmelzen oder

nicht, wird sie, bei dem Uebergange des Strahls von ihr zu der Stange, gewiß abgesprengt werden.

Der Unterschied eines größern oder geringern Abstandes eines Metalles von der Wolke scheint zwar bei der großen Entfernung wenig zu betragen; die Erfahrung lehrt aber doch, daß es, bei übrigen gleichen Umständen, allerdings darauf ankomme, und daß der Blitz sowohl seinen ersten Anfall, als auch die Sprünge, welche er unterweges macht, wo oft der Unterschied des Abstandes sehr geringe ist, offenbar darnach richte. Wenn aber Haldane meint, daß neben einem zusammenhängenden Ableiter, andere Stellen im Gebäude, wo sich etwa zugespitzte Metalle befinden, gleichwohl getroffen werden könnten, wenn sich die geladene Luftschicht oder Wetterwolke darüber hin erstreckte, so hat er sich die Umstände des Durchbruches vom Blitze nicht recht vorgestellt. Die Ladung an der Unterfläche der Wolke, und folglich die entgegengesetzte Electricität an der Erde, ist zwar weit und breit ausgedehnt; aber jene sowohl, als diese, müssen doch, wie die Erfahrung zeigt, zusammenhängende Leiter vorstellen, und also, gleichwie die Belegungen unserer Flaschen, bei dem Durchbruche an einer Stelle, eine Entladung der ganzen Fläche verursachen. Wäre dieses nicht, haftete die obere Electricität nur zerstreut, als an einem Nichtleiter ohne Belegung, so müßten, gleich dem Funken von einer geriebenen Glas- oder Harzscheibe, von jeder Stelle besondere Blitze ausfahren: es müßte also



von der ganzen Unterfläche der überhinziehenden Wolke ein dichter Regen von Feuerstrahlen auf die Erde herabstürzen. Glücklicher Weise aber ist es nicht so beschaffen; die Wolke wird durch einen Schlag oder Durchbruch fürs Gegenwärtige entladen, und braucht erst einige Minuten, um wieder auf neue Electricität aus der Luft zu sammeln. Zugleich wird also auch die verhältnißmäßig in gegenseitige Electricität gesetzte Oberfläche der Erde überall entladen.

Dieses hat der Verfasser nicht deutlich erwogen, da er, (S. 127 u. f.) meint, „1. die Entladung durch den Ableiter wirke nur dann im Umkreise, wenn die untere Fläche der geladenen Luftschicht sich über keinen Theil des Gebäudes weiter erstrecke; und 2. sie fände nur da statt, wo der Blitz mit entgegengesetzter Electricität in Verbindung käme, sonst würde er fortwirken, bis er an den Ort dieser entgegengesetzten Electricität gelangt wäre.“ — Was das erste betrifft; wie können wir uns den Umkreis der Gewitterladung irgend so eingeschränkt vorstellen, daß sie sich nur über eine gewisse Stelle des Gebäudes, wo der Ableiter läge oder nicht läge, erstreckte? Ein anderes ist es mit dem Durchbruche oder Blitzschlage: dieser, wie gesagt, braucht nur auf einer Stelle, wo sich die Veranlassung dazu befindet, zu entstehen, so werden, wie bei unsern Flaschen, beide entgegengesetzte Flächen entladen; sonst müßte ein Gebäude von jeder darüber schwebenden Wetterwolke immer überall getroffen wer-

den. — Was das zweite anlangt, so ist es ja, seiner eigenen Vorstellung nach, allemahl die Ursache und Wirkung eines Schlages, daß der Blitz zur entgegengesetzten Electricität gelange, die er also nothwendig dort, wo er durchbricht und hintrifft, suchen und finden muß.

Wir wollen indessen das, worauf es hier eigentlich ankommt, nämlich *in wie fern ein Ableiter Schutz gezühre*, nach zuverlässigen Beobachtungen und Folgerungen erwägen. Daß der Blitz eine zur Erde führende Strecke Metall, die mag zufällig vorhanden oder mit Fleiß angelegt seyn, vorzüglich ergreife, und sich so daran halte, daß er von andern Körpern, die ihm mehr Widerstand darbieten, (Luft, Holz und Steinen,) abgeleitet werde, ist doch jetzt nicht mehr eine bloße, nach electricischen Versuchen gedachte Voraussetzung, sondern schon durch vielfältige Erfahrungen, dergleichen man nur ehemals nicht beachtet hatte, genügend bestätigt. Wir müssen aber nicht vergessen, den *ganzen Weg*, welchen er von der Wolke bis zur Erde, als seinem Ziele, zu durchlaufen hat, in Erwägung zu ziehen. Der Blitz streift nämlich nicht ins Blinde umher, oder sucht nur hier und da ein Stück Metall auf; sondern er nimmt nur diejenigen in seine Bahn mit, welche ihn am leichtesten zu seinem Ziele führen. Ueberhaupt aber muß diese Bahn nothwendig dahin gehen, wo in dem ganzen Wege zwischen der Wolke und der Erde die *Summe* des Widerstandes durch die *Summe* der anlockenden Körper überwogen

wird. Darnach lassen sich die verschiedenen Fälle beurtheilen.

1. Der Blitz würde also sicherlich dem Ableiter folgen, wenn er ihn erreicht hätte. Wenn aber irgend eine andere nicht vom Ableiter beschützte Stelle eines Gebäudes getroffen wird, so kann dieses nur da geschehen, wo der Widerstand der Körper, welche er in dem Wege zur Erde zu durchdringen hatte, weniger betrug, als wenn der Strahl durch die Luft weiter hin den Ableiter zu erreichen gesucht hätte. So z. B. wenn die Wolke von der andern Seite herkommt, besonders, wenn sie einer vorstehenden Ecke entgegenkommt, (*Neuere Bemerk.*, §. 11,) und wenn der Strahl daselbst noch eine gute Strecke Metall zur Herunterleitung findet, (wie in den Erfahrungen, *Erstere Abhandl.*, 159 b, und 150, *Neuere Bemerk.*, §. 14.) Bei solchen Fällen, die mir bekannt geworden, war die Auffangungsspitze des Ableiters nicht mit getroffen worden: doch läugne ich nicht, daß es auch, wo die besagten Umstände sich das Gleichgewicht halten, mittelst eines getheilten Strahls geschehen könne. Aus eben dergleichen Ursachen, vielleicht auch mittelst eines tiefer herabhängenden Zipfels der Wolke, oder einer Zwischenwolke, kann auch ein anderes, sonst niedrigeres Gebäude, in einiger Entfernung von dem Ableiter getroffen werden. — Genug, man kann doch ein Gebäude von allen Enden beschützen, wenn man nur, wie bei uns in Hamburg geschieht, die ganze First mit einem Me-

tallstreifen bedeckt, der zu dem Ableiter hinführt; und also dem Strahle, er mag auffallen wo er will, eine unschädliche Leitung zur Erde darbietet. Darin hatte man es aber in Amerika und in England verfehlen, daß man zu viel auf die Anlockung einer zugespitzten Auffangungsstange getrauet, und die Sicherung anderer Enden des Gebäudes verfäümt hatte.

2. Obwohl der Blitz, wie gesagt, sicherlich einem Ableiter, der bis zur Erde herabgeht, folgt; so ist es doch möglich, wenn dieser nicht von zureichendem Umfange ist, daß noch ein Theil des Strahls einen *Nebenweg* suche. Dies geschieht zwar nicht, wo er umher zu vielen Widerstand antrifft: denn so finden wir, daß er sich oft auch an zu dünne Metalldrähte, die selbst dadurch verzehrt wurden, im ganzen Wege gehalten hat, ohne davon abzuspringen und durch Holz oder Mauerwerk zu fahren: auch vertheilt er sich nicht auf andere nahe, wenn gleich größere Metalle, die ihm nicht in Fortsetzung seiner Bahn zur Erde dienen. Wenn aber neben dem Ableiter noch eine andere zur Erde führende, zumahl vorzüglichere Strecke Metall so nahe vorhanden ist, daß er sie ohne zu vielen Widerstand, nach Verhältniß seiner Stärke, erreichen kann, so springt wohl ein Theil des Strahls dahin von dem Ableiter seitwärts ab. (Voigt's *Magaz. der Physik*, X.B., S. 24.) Ich sage: *ein Theil*: denn, wie sich vermuthen läßt, und wie auch die Spuren gezeigt haben, ist doch der Blitz nicht ganz von

dem Ableiter abgewichen, sondern das Uebrige des Strahls ist demselben, so wie sonst, bis zu Ende herab gefolgt. Vor diesen Nebenwegen habe ich, weil dabei der Durchbruch des Strahls durch brennbare Körper gefährlich seyn könnte, besonders gewarnt, und Anweisung gegeben, wie sie so viel möglich zu verhüten wären. (*Neuere Bemerk.*, §. 117, und was die Klingelröhre betrifft, in *Voigt's Magazin*, XI. B., S. 75.)

3. Wenn der Strahl nun zur Erde, als seinem Ziele, gelangt ist, so breitet er sich allerdings auf der ganzen Fläche aus, welche nach Verhältniß der Wolke in gegenseitige Electricität versetzt war. Die Leitung ist hier freilich etwas unvollkommen oder unzusammenhängend. Daher kann man oft dem Wege der Flamme nachspüren. Auf gepflastertem, zumahl feuchtem Boden, pflegt alsdann der Strahl nur an der Oberfläche einher zu fahren und einen Schein sehen zu lassen; auf offenem Felde aber reißt er auch wohl Furchen ein und sprengt den Ralen auf, indem er sich unter demselben in der Feuchtigkeit ausbreitet, dergleichen Beispiele ich, (in der *ersten Abhandlung vom Blitze*, 40. Erf., S. 89, und in *Voigt's Magazin*, XI. B., 1. St., S. 75,) angeführt habe. Die Wirkung einer solchen Ausbreitung des Strahls ist und bleibt indeffen da, wo die gegenseitige Electricität gelagert war, d. i. an der Oberfläche der Erde. — Wo der Blitz durch Feuchtigkeit, oder durch Metall, in etwas unter die Oberfläche hineingelockt wird, da verunmachtet er

eine Auffprengung des Bodens: keinesweges sollten wir also das Ende unrer Ableiter, wie ehemahls angerathen ward, in die Erde, oder, wie Haldane S. 117 meint, bis unter die Grundmauer des Gebäudes, einfenken. (*Neuere Bemerk.*, §. 121, 122.) An der Oberfläche kann der sich ausbreitende Blitz noch ein und anderes umwerfen. Menschen, die sich in dem Umfange befinden, werden zwar erschüttert, ihnen auch zuweilen die Schuhe aufgerissen und die Füße etwas versengt; aber erschlagen werden sie nicht. Der Blitz fährt nicht wieder aufwärts zu derselben Wolke: die bloße *Rückkehr* der Gegenelectricität zu ihrem Gleichgewichte ist unbedeutend und giebt keinen *Rückschlag*. Von diesem seltenen Falle, dem wirklichen Rückschlage, der durch eine Nebenwolke entstehen könnte, hat man sich nur ganz irrige Vorstellungen gemächt. (*Neuere Bemerk.*, §. 78 — 82.)

Aus obiger richtigen Vorstellung der Gewitterladung und des Durchbruches vom Blitze sieht man auch, daß positive oder negative Electricität an der einen oder andern Seite, darin und in der Wirkung eines Ableiters keinen Unterschied machen.

Ich wünsche und hoffe demnach, daß gegenwärtige einfache Erläuterung der Umstände die etwa noch übrigen oder zurückgerufenen Zweifel in Ansehung der Ableiter lösen, und also diese so nützliche und wichtige Anstalt weiter zu empfehlen dienen möge. *Hamburg* den 5ten Sept. 1800.

R.