

2. Die durch Veränderungen in dem Aggregat-Zustande und in der Gemischten Constitution der Körper erzeugte Electricität. Atmosphärische Electricität.

§. 22.

Entstehungsart. Elektro-Chemie.

Auf eine noch unerforschte und nicht durch Reibung, wie man früher glaubte, zu erklärende Art wird bei allen Veränderungen, welche die Aggregatform der Körper treffen, Electricität

Funken, die man mittelst einer, statt des Kegels auf den Direktor geschraubten (anfänglich metallenen, später hölzernen) Kugel auf die angegebene zweifache Weise aus dem leidenden Theile zieht; bei dem schwarzen Staare aus den Augenbogen, aus den geschlossenen Lidern, und zuletzt aus dem geschlossenen Auge selbst; bei rheumatischem Zahnweh aus dem Backen, bei Taubheit aus dem innern Ohrgang, bei Rheumatismen und dergleichen Lähmungen aus dem vorher mit Flanell umwickelten Gliede, auf dem man die Kugel des Direktors hin und her schiebt. Zu dieser, wie zu den drei vorhergehenden Methoden ist eine Maschine, deren Conduktor wenigstens 3" lange Funken schlägt, erforderlich. 5) Elektrische Schläge aus der Leidner Flasche, die heftigste Art der elektr. Behandlung und erst nach vergeblichen Versuchen mit den mildern Methoden indicirt, bei der man sich, um die Stärke der Schläge in der Gewalt zu haben, des Lane'schen Auslade-Elektrometers (Fig. 6.) bedient. Höchstens 15 Schläge werden hinter einander durch den kranken Theil geführt, deren Intensität, nach Erforderniß, noch durch einen unvollkommenen Leiter, z. B. nassen Bindfaden, mit dem man die Leitungskette des Ausladers unterbricht und dadurch die Entladung der Flasche verzögert, gesteigert werden kann (§. 18.^o). Bei dem schwarzen Staare werden schwache Schläge durch den Vorderkopf, vom Nacken aus nach der Supra-orbital-Gegend oder vom Hinterkopfe durch das Auge selbst geleitet, bei Taubheit von der Cusack'schen Röhre durch den äußern Gehörgang, indem man mittelst einer Glasröhre einen vorn abgestumpften in jene und einen zweiten ebenso in diesen einführt; bei Krämpfen durch das Rückenmark und bei dem Ausbleiben der Katamenien, dessen Ursache in Atonie des Uterus liegt, von dem Kreuzbein aus nach vorn durch das Becken. Bei den am Bandwurm Leidenden wird durch quer durch den Unterleib geführte Ladungsschläge dieser so gelähmt, daß er durch gleich darauf gebrauchte Abführungsmittel leicht fortgeschafft werden kann. M. vergl. Sunitelin, Anleitung zur Anwendung der Electricität und des Galvanismus. 8. Berlin, 1822.

frei und thätig. So schwierig es in den meisten Fällen ist, das Freiwerden der Electricität bei dergleichen Vorgängen, wegen der leicht möglichen Einmischung fremdartiger Electricitäts-erregung, z. B. durch das Warmwerden der zu prüfenden Körper, zu beobachten: so ist doch das Hervortreten elektrischer Erscheinungen auf dem bezeichneten Wege durch wiederholt gemachte genaue Beobachtungen erwiesen. Gerinnendes Wachs, Schwefel, Chokolade und andre leicht schmelzbare Substanzen werden nach ihrer Erstarrung (Krystallisation) oft so stark elektrisch, daß sie auf leichte Körper, die man ihnen nähert, sich anziehend äußern; eben so auch in Glasbehältern erkaltendes (krystallisirendes) Blei und Zinn. Besonders stark entwickelt sich diese Electricität, wenn man die genannten Substanzen so heiß als möglich in gläserne, mit Metall belegte Schalen gießt. Nach dem Erkalten herausgenommen, zeigt sich ihre Electricität oft in so hohem Grade, daß selbst (im Dunkeln sichtbare) Funken sich aus ihnen ziehen lassen und sie, einem Elektrophore gleich, noch eine geraume Zeit hinterher elektrisch bleiben. Wenn aus einer saturirten Lösung von irgend einem Salze (vorzüglich aber von schwefelsaurem Kali) Krystalle sich ausscheiden, so bemerkt man oft, daß ein elektrisches Licht aus ihnen hervorschießt, was aber ausbleibt, wenn die Krystalle wiederum aufgelöst werden und die Lösung von Neuem zum Krystallisiren hingestellt wird, ohne vorher der Einwirkung des Lichtes und der Luft ausgesetzt gewesen zu seyn. Umgekehrt wird Electricität frei, wenn manche Krystalle, namentlich oralsaures Silberoryd, in der Wärme durch Verpuffung zersezt werden. Es ist diese an einem condensirenden Elektrometer nachweisbar, wenn man an die Scheibe des letztern einen starken Platindraht befestigt und diesen an seinem freien Ende zur Aufnahme eines kleinen Platinschälchens in einen Ring umbiegt. Man bringt in das Schälchen einige Gran des Silberorydes und bewirkt dessen Detonation durch Erhizung mit der Flamme einer Weingeistlampe. Döbereiner, Beitr. zur physik. Chemie, Heft 1, S. 104. — Nach Grotthuß bekommt eine elektrische nicht isolirt stehende Verstärkungsflasche, in der man Wasser schnell gefrieren läßt, sogleich eine schwache Ladung + E, die sich, wenn man das Eis schnell wieder aufthaut, in — E verwandelt. — Daß diese Electricitäten nicht durch Reibung, mit welcher das Schmelzen und Festwerden der Substanzen wegen der dabei Statt

findenden Ausdehnung und Zusammenziehung ihrer Theile verbunden ist, erzeugt werden, ist durch genaue Versuche, deren sich der eben genannte Physiker unterzog, widerlegt. — Wenn ferner Wasser verdampft, so wird das Gefäß, in welchem es enthalten ist, negativ, der Dampf selbst hingegen positiv elektrisch. Ein Elektrometer, das mit dem während des Versuches isolirten metallenen Gefäße in Verbindung ist, geht (wenn man eine recht schnelle Verdampfung des Wassers aus diesem dadurch bewirkt, daß man auf eine stark glühende Kohle, die darin liegt, ein wenig Wasser gießt, sogleich) mit negativer Electricität aus einander; umgekehrt zeigt dagegen ein Elektrometer + E, das man mit einer großen isolirten Platte in Berührung bringt, an welcher sich der von kochendem Wasser aufsteigende Dampf verdichtet. Armstrong beobachtete an dem, aus dem Sicherheitsventil eines Dampfkessels, mit Heftigkeit ausströmenden Dampfstrahl eine so starke Electricitäts-Erregung, daß nicht nur ein in dessen Atmosphäre gebrachtes Elektrometer stark (positiv) divergirte, sondern selbst eine elektrische Verstärkungsflasche damit geladen werden konnte, und daß er unter Entstehung eines hellen elektrischen Funkens eine merkliche Erschütterung in den Armen empfand, als er die eine Hand in den Dampfstrahl hielt und mit der andern den Deckel des Kessels berührte. Die Menge der Electricität schien mit der Stärke des Druckes, dem der Dampf in dem letztern ausgesetzt war, zu- und abzunehmen *). Das Wasser, aus dem sich der Dampf entwickelte, war unrein und hatte die innere Wand des Dampfkessels mit einer dicken Kruste von (meistens schwefelsaurem) Kalk überzogen. Pfaß, der die Armstrong'schen Versuche an einem Papinianischen Topfe wiederholte, leugnet die Electricitäts-Erregung bei dem Verdampfen des Wassers, bei dem Drucke einer Atmosphäre, und sieht die von ihm in stärker gespannten Wasserdämpfen beobachtete Electricität nicht für die Folge der Formveränderung des Wassers, sondern für die des von den Dämpfen auf das Wasser ausgeübten Druckes an (§. 28).

*) Von Pouillet wird, diesen Erfahrungen entgegen, die Electricitäts-Erzeugung beim Verdampfen von reinem Wasser noch immer bestritten und bloß für den Fall zugestanden, wenn das Wasser dabei sich von einem andern Körper trennt, der das Gefäß, aus dem es verdampft, chemisch verändert.

Auffälliger und unzweideutiger, als bei bloßen Formveränderungen der Körper, wird bei chemischen Processen Electricität erzeugt, z. B. beim Aufgießen von verdünnter Schwefelsäure auf Eisen; ferner bei dem Akte der Verbrennung, wo der verbrennende Körper — E und die in der Flamme aufsteigenden Gase + E annehmen; nach Becquerel selbst bei dem Vorgange der Haarröhrchenanziehung, als dem geringsten, durch Flächenanziehung sich charakterisirenden Grade von chemischer Verwandtschaft; und so sind fast alle Operationen, durch die zwei mit einander in Conflict gerathene Substanzen in ihrer chemischen Beschaffenheit verändert werden, und wo durch Anziehung verschiedenartiger Stoffe neue Verbindungen entstehen, mit elektrischen Erscheinungen vergesellschaftet, indem alle Mal die zwei Körper, welche eine wechselseitige Verbindung mit einander eingehen, diese damit beginnen, daß sie entgegengesetzt elektrisch werden. Berzelius hat hierauf eine neue Theorie, die elektrochemische, gegründet; nach welcher alle chemischen Verwandtschaften nur Resultate elektrischer Kräfte sind, und nach der die sogenannten einfachen Grundstoffe in gewissen Abstufungen elektrische Anziehung zu einander haben, so daß durch die Größe des elektrischen Gegensatzes zwischen ihnen die Stärke ihrer Affinität bestimmt wird. An dem äußersten Ende der negativen Seite steht hiernach der Sauerstoff, an dem der positiven Seite das Kalium (die Basen). Berzelius, über die chemischen Wirkungen der Electricität. Dresden, 1820. Nach dieser Theorie wird z. B. das Freiwerden von Licht und Wärme, welches mit dem Verbrennungsproceß verknüpft ist, aus der schnellen elektrischen Neutralisation der sich beim Verbrennen (Drydiren in der Hitze) gegenseitig anziehenden Stoffe erklärt, welche vermöge ihrer heterogenen chemischen Natur sich wie positiv — und negativ — elektrisch zu einander verhalten; und es ist hiernach das Feuer eine elektrische Erscheinung, welche eben so entsteht, wie der Blitz oder der Funke bei dem Entladen einer elektrischen Verstärkungsflasche (S. 7. u. 13.). — Grundriß der Elektro-Chemie von Lampadius, 1817. — Elemente der Electricität und Elektro-Chemie von G. J. Singer, aus dem Engl. von C. H. Müller, Breslau, 1819.

Die meisten und belehrendsten Versuche über Electricitäts-Erregung auf chemischem Wege sind von Becquerel und Pfaff, besonders über die chemische Einwirkung von Flüssigkeiten auf Metalle,

angestellt, und dabei wiederholt als Gesetz bestätigt worden, daß bei diesen Proceuren die Metalle negativ, die Flüssigkeiten dagegen positiv elektrisch werden. Die Stärke der Elektrizität ist nach der Natur der Metalle und der auf sie wirkenden Fluida verschieden. Befestigt man eine kleine, mit einer stark reagirenden Flüssigkeit, z. B. mit Schwefelsäure oder auch einer Aetzkalklösung gefüllte Schale von Platin (welches Metall bekanntlich von diesen Flüssigkeiten nicht angegriffen wird) auf den Deckel eines Bohnenberger'schen Elektrometers, oder bringt man dieselbe sonst, isolirt, in leitende Verbindung mit diesem, und taucht ein Metallstäbchen in die Flüssigkeit, das von dieser angegriffen wird: so zeigt sich die Flüssigkeit durch das Elektrometer positiv, das Metall selbst aber, wenn es isolirt geprüft wird, negativ elektrisch. Nimmt man statt der Schale von Platin eine von Glas, so kann man nur die Elektrizität des eingetauchten Metalles untersuchen. Die bei dergleichen Versuchen erhaltene Elektrizität ist in der Regel nicht sehr stark, da sich die erregten entgegengesetzten Elektrizitäten, wegen des guten Leitungsvermögens der Flüssigkeit und des Metalles, leicht ausgleichen und man daher nur zur Beobachtung bekommt, was nach ihrer Vereinigung in der Flüssigkeit übrig bleibt. Indessen kann die in dem Metalle erzeugte — E selbst bis zum Funkengeben angehäuft werden, wenn man die Flüssigkeit gleich nach ihrem Conflict mit dem Metalle durch Abtröpfelung auf erhitzte Metallplatten in Dampfform entweichen läßt. Daher kommt es auch, daß sich so starke elektrische Erregung in dem Metalle offenbart, wenn man einen gasförmigen Körper auf ihn chemisch wirken läßt. Taucht man zwei verschiedene Metalle isolirt in dieselbe Flüssigkeit, so wird ein jedes negativ elektrisch, (das am stärksten angegriffene am stärksten) und die Flüssigkeit noch stärker positiv; giebt man einem der Metalle oder beiden eine Ableitung, z. B. durch Berührung mit dem Finger, so geht die Elektrizität der Flüssigkeit zu dem am wenigsten angegriffenen Metalle über, und dieses erscheint daher positiv elektrisch. Da die elektrische Erregung in diesen Fällen so lange anhält, als die chemische Einwirkung unterhalten wird, so läßt sich auch dieselbe mit Leichtigkeit durch den Condensator prüfen. Man füllt eine zweischenklige Glasröhre mit der Flüssigkeit an, senkt Drähte von $\frac{1}{2}$ Linie Dike mit dem einen Ende, das spiralförmig aufgewickelt ist, in diese ein, und führt das andere Ende zu dem

Condensator, der auf einem Bohnenbergerschen Elektrometer steht, hin. Auf diese Art wurden von Pfaff Versuche mit Hilfe zweier Condensatoren, von denen der kleinere auf dem Elektrometer stand, angestellt. Karsten, über Contact-Electricität. Berl. 1836. S. 2. — In Bezug auf die Electricitätsquelle, welche durch die chemische Wirkung zweier Flüssigkeiten auf einander eröffnet wird, gilt der Satz, daß bei der Verbindung einer Säure mit einem Alkali oder jedem andern sich basisch verhaltenden Stoffe, die erstere allemal positiv, der letztere negativ elektrisch wird. Eben so verhält sich auch eine stärker gesättigte Salzauflösung zu einer schwächern. Wie die so erregte Electricität durch magnetische Reaction, nämlich durch Ablenkung der Magnetnadel erkannt werden kann, werden wir aus §. 76. ersehen.

§. 23.

Luft-Electricität. Prüfungsmittel derselben. Elektro-Meteore.

Am Großartigsten geben sich die elektrischen Erscheinungen, welche als Begleiter der Formveränderungen der Körper vorzukommen pflegen, in dem Dunstkreis der Erde, in unserer Atmosphäre, zu Tage. In ihm werden, durch die von der Sonnenwärme eingeleitete Verdunstung und die mit dieser ununterbrochen wechselnde Verdichtung des in großer Menge vorhandenen Wasserdampfes, unaufhörlich Störungen des elektrischen Gleichgewichts ange regt, in deren Folge mehr oder weniger elektrische Materie (Luft-Electricität) in Freiheit kommt, deren Daseyn sich durch verschiedene elektrische Erscheinungen — Elektro-Meteore — bekundet, — ohne daß aber in irgend einem Falle ein Gesetz, nach welchem jene elektrischen Erregungen erfolgen, aufzufinden möglich geworden ist. Wahrscheinlich haben zugleich chemische Prozesse, so wie die nach *Donne's*, *Pouillet's* und Anderer Beobachtung von elektrischen Erregungen begleitete Entwicklung der Pflanzen-Organismen auf der Erdoberfläche, mit denen die Luft durch die mit ihren Spitzen aufwärts gerichteten Bäume und durch die Gipfel der Berge in elektrischer Wechselwirkung steht, an der Erzeugung der Luft-Electricität und an den durch sie bedingten Meteoriten Antheil (§. 27. u. 76.). — Nach den Untersuchungen *Saussure's*, *Volta's* und *Cavallo's*

ist, sowohl bei bedecktem als bei wolkenlosem Himmel, außer den Zeiten, wo elektro-meteorische Erscheinungen (z. B. Gewitter, Regen) sich ereignen, stets freie Elektrizität in der Luft zugegen, die aber fortwährend großen Veränderungen ihrer Art und Stärke nach unterworfen ist. Bei heittrer, reiner Atmosphäre ist sie meistens positiv, bei trüber und während eines Regens negativ; in der Nacht ist sie am schwächsten, mit Sonnenaufgang (beim Fallen des Thaues) wird sie stärker; gegen Mittag nimmt sie wieder ab, steigt sodann, wenn die Sonne sinkt (beim Eintritt der Dämmerung) und vermindert sich abermals zur Nachtzeit, so daß sie folglich täglich einen periodischen Wechsel zeigt und zwei Mal ein Maximum und ein Minimum erreicht. Außerdem ist sie in höhern Regionen und im Winter (bei heiterm Frostwetter) stärker, als in der Tiefe und im Sommer, bei Windstille stärker als bei bewegter Luft. Ersmann hat Zweifel gegen die Annahme freier Luft-Elektrizität erregt, und sucht die Verhältnisse, welche auf dieselbe hindeuten, nicht für Wirkungen eines eigenthümlichen elektrischen Zustandes der Luft, sondern vielmehr des Erdbodens an. *Gilb. Ann. Bd. 15. S. 337.*

Erforscht werden die elektrischen Zustände der Atmosphäre:

1) Nach Dalibord (in Frankreich) durch hohe, oben mit einem Metallstifte versehene, Stangen, die entweder im Freien oder auf dem Giebel eines Hauses aufgerichtet sind und durch herabhängende Drähte mit einem Goldblatt-Elektrometer oder mit einem Elektrophanten oder selbst mit einem Galvanometer (S. 89.) in Verbindung stehen *).

2) Nach Cavallo durch eine Art von Angelruthe, die man in dem höchsten Fenster des Beobachtungslokales in die Luft hinaushält. *Cav. ausführl. Hdb. der Experimental-N. Erf. 1806. B. 4. S. 100.*

3) Nach Franklin und de Romas (zu Lille), besonders in sehr hohen Regionen, durch den elektrischen Drachen, der sich

*) Dalibord verband sogar mit dem untersten Ende der Stange, die bis in sein Zimmer reichte, ein Glockenspiel, das zu spielen anfing, sobald die Stange durch die Luft elektrisch wurde. — Das Galvanometer wurde vorzüglich von Colladen und Peltier als Elektrometer angewendet (S. 89.).

von dem gewöhnlichen papiernen Drachen der Kinder nur dadurch unterscheidet, daß das Papier, um das Eindringen des Regens abzuhalten, mit Del getränkt — in die Schnur, um diese zu einem guten Leiter zu machen, ein Metalldraht oder ein mit dünnen Kupferblättchen überzogener Faden eingeflochten ist, und die Stangen des Gerippes zu sicherer Aufnahme der Electricität mit Metallspitzen versehen sind. Beim Steigen des Drachen wird das untere Ende der Schnur durch eine 2 bis 3 Fuß lange seidne Schnur oder durch eine Glasröhre isolirt und irgendwo befestigt. Es lassen sich, nach Franklin's Versicherung, zu jeder Tageszeit Funken aus der Schnur des Drachens ziehen, mit diesen eine Flasche laden u. s. w.

4) Nach Saussure durch eine in die Höhe geworfene Bleifugel, die mit einem Elektrometer durch eine biegsame 80 Fuß lange Drahtschnur in Verbindung ist — und nach Becquerel auf ähnliche Weise durch einen abgeschossenen Pfeil, der durch einen Goldlahnfaden mit dem Elektroskope communicirt — eine Methode, die aber von Rieß nicht bewährt gefunden worden ist, da der dabei gebrauchte Faden, auch wenn er nicht über 80 Fuß lang ist, sich bei dem Abschneiden des Pfeils auf seiner Unterlage (von Wachstafel) leicht verwirrt oder, indem er sich an nahen Gegenständen anhängt, leicht zerreißt. Dove, Repert. Bd. 2. S. 87. Bd. 6. S. 301. Während eines Sturmes oder Gewitters sind alle Versuche dieser Art gefährlich; wie das unglückliche Beispiel des Pr. Richmann (zu Petersburg) beweist, der am 6. Aug. 1753 durch einen starken Funken aus dem isolirten Metalldraht, in den er die Electricität aus einer vorüberziehenden Gewitterwolke geleitet hatte, erschlagen wurde.

§. 24.

Das Gewitter. Blitzröhren (Fulguriten). Herenringe.
Der Blitzableiter.

Das heftigste, aber auch zugleich das erhabenste und prächtigste Elektrometeor ist das Gewitter. Die dasselbe begleitenden Erscheinungen sind bekannt. Es entsteht durch die in Folge elektrischer Vertheilung zwischen einer Wolke und der Erde (oder zwischen zwei Wolken unter sich) entstandene Spannung der entgegengesetzten Electricitäten (§. 14.), wodurch die zwischen der Wolke und der Erde

stagnirende Luftschicht ebenso geladen wird, wie das Glas einer Leidner Flasche. Allem Vermuthen nach steigert sich die Vertheilung der Electricität in der Gewitterwolke in einem einzigen Augenblicke bis zur vollständigen Ladung dieser, und es wiederholt sich dieses vor jeder einzelnen Entladung. Die Entladung selbst erfolgt, sobald die elektrische Wolke der Erde nahe genug gekommen ist und die elektrische Spannung ihren höchsten Grad erreicht hat. Die beiden Electricitäten durchbrechen dann, um sich zu $O E$ zu vereinigen, die schlecht leitende Luft (eben so wie dieß zuweilen bei einer überladenen oder bei einer Flasche von zu dünnem Glase von selbst geschieht) mit großer Gewalt und mit einem starken Funken, dem Blitze (Wetterstrahl), der wegen der großen Entfernung der beiden Belege (der Wolke und der Erde) gewöhnlich zackenförmig erscheint (§. 7.) und wie der Funke einer entladenen Flasche mit einem heftigen Knalle, dem Donnerschlage, verbunden ist. Das eigenthümliche ab- und zunehmende Rollen und das Verhalten des Donners wird verschieden erklärt. Einige schreiben es dem Wiederhall des Donners von der Erde und den Wolken und dem Miterbeben der erstern zu. Andere leiten es von der plötzlichen Zersetzung der vielen Dunstbläschen in der Gewitterwolke her, die als Regentropfen herabfallen und leere Räume zurücklassen, in welche dann die umgebende Luft hineinstürzt. Hierdurch sollen zugleich die bei Gewittern bemerkbaren heftigen Stürme erregt werden. Noch andere suchen die Ursache desselben in der durch den Blitz bewirkten chemischen Zersetzung des Wassers und der dadurch erzeugten Knallluft, die durch den Blitz mit einer Explosion entzündet wird (§. 21, 3.). Am wahrscheinlichsten ist, daß die Länge des Weges, welchen der Blitz bei seinem Ausbruch zurücklegt und auf welchem er an jeder Stelle die Luft zusammenpreßt und erschüttert (§. 7. *), so wie die Langsamkeit, mit der diese einzelnen schallenden Erschütterungen der Luft wegen der geringen Schnelligkeit, mit der der Schall im Vergleich zu dem Lichte sich fortpflanzt *),

*) Die Langsamkeit, mit der der Schall im Vergleich mit dem Lichte sich durch die Luft bewegt, macht es möglich, die Entfernung eines Gewitters zu beurtheilen. Gehen zwischen Blitz und Donner 12 Sekunden oder Pulsschläge (welche fast Sekunden schlagen) hin: so ist, da der Schall in einer Sekunde 1038 Fuß zurücklegt, das Gewitter noch $12 \times 1038 = 12456$ Fuß oder, da 24000 Fuß auf eine deutsche Meile gerechnet wer-

unser Ohr erreichen, das Rollen des Donners hervorbringt, und daß daran zugleich die bei der Entladung der Gewitterwolke mit erfolgende Entladung benachbarter Wolken, welche durch Vertheilung von jener mit elektrifirt waren, Antheil hat. Vielleicht findet dabei zugleich auch, wie Kämg vermuthet, eine akustische Interferenz Statt.

— Die Entladung einer Gewitterwolke auf einen Gegenstand der Erde erfolgt um so leichter, je mehr dieser, durch die gut leitende Beschaffenheit seiner Materie und seiner Verbindung mit dem Erdboden und besonders durch seine Gestalt (Hervorragungen und Spitzen), die vertheilende Wirkung der Wolke begünstigt und den Durchbruch des Blitzes erleichtert (S. 6. u. 7.). Daher schlägt der Blitz auf die Ecken und Giebelspitzen eines Hauses leichter ein, als auf höher liegende aber platte Stellen des Daches. Dem ohngeachtet läßt sich nicht behaupten, daß durch spitze Körper die Gewitterwolken angelockt würden. Es hängt der Gang derselben von andern noch unbekanntem Umständen in der Atmosphäre ab, die auch Ursache sind, daß in manchen Jahren die Gewitter ihren Zug nach einer Gegend mehr als nach einer andern nehmen. In manchen Gegenden theilen sich die Gewitter an den Bergen, die man deßhalb Wettercheiden nennt. —

Der Blitz verhält sich im Uebrigen ganz wie der Entladungspunkte einer Leidner Flasche, nur daß er an Intensität denselben übertrifft. Er durchfährt die Luft im Zickzack, und verfolgt von der Stelle an, wo er auf einen Gegenstand schlägt, immer die beste Leitung für die Elektricität, indem er nicht etwa den kürzesten, sondern denjenigen Weg wählt, auf welchem er die besten und am Innigsten verbundenen Leiter findet, und auf welchem er folglich am leichtesten zu seinem Ziele, d. h. zu seiner Vereinigung mit der entgegengesetzten Elektricität des Erdbodens, gelangen kann. Sobald er dieses Ziel erreicht hat, hören alle seine Wirkungen auf. Diese äußern sich überhaupt nur da, wo er schlechte oder Leiter von zu geringer Capacität für ihn antrifft, oder solche, die schlecht unter einander zusammen-

den, noch etwas über eine Stunde von uns entfernt; bei 6 Pulsschlägen noch etwas über $\frac{1}{2}$ Stunde, bei 3 noch $\frac{1}{3}$ Stunde. Werden Blitz und Donner zusammen vernommen, so ist der Einschlag ganz in unsrer Nähe geschehen.

hängen und die er deshalb überspringen und durchbrechen muß. Er tödtet in solchen Fällen Menschen und Thiere, schmelzt und verkalft Metalle, zertrümmert Gebäude und andere feste nicht leitende Körper, reißt sie aus einander und wirft sie nach allen Richtungen umher; er entzündet leicht Feuer fangende Stoffe, raubt dem Magnete seine Kraft oder kehrt seine Pole um, giebt unmagnetischem Eisen Polarität u. s. w., — lauter Erscheinungen, die wir im Kleinen auch durch unsere Maschinen-Elektricität hervorbringen können (S. 21.). Das letzte Ziel des Blitzstrahles ist gewöhnlich die feuchte Erde oder ein Wasser. Zuweilen aber geht die Vereinigung der beiden entgegengesetzten Elektricitäten schon in der Luft vor sich, und dann verliert er sich in dieser. Wie für den elektrischen Funken sind auch für den Blitz die besten Leiter Metalle, Feuchtigkeit und der nervenreiche und saftige thierische Körper. Daher sind Fahnen und eiserne Kreuze auf Kirchen und Thürmen dem Einschlagen vorzüglich exponirt, und darum streicht er so häufig an Klingelzügen, Vergoldungen und andern metallischen Belegungen hin, die er, wenn sie sehr dünn sind, schmelzt oder wenigstens durchlöchert und sonst vernichtet. Schlägt er in Bäume ein, so fährt er gewöhnlich in dem saftreichen Zwischenraume zwischen Rinde und Splint herab, und trifft er ein Gebäude, dessen Außenseite vom Regen benäßt ist, so verfolgt er seinen Weg an dieser herunter, ohne in das Innere desselben einzubringen. Ist ein Mensch in der Nähe, so zieht er die Leitung durch diesen jeder andern vor, indem sein Strahl an der Oberfläche des Körpers im Zickzack herabfährt, die Haare an dieser versengt, die Oberhaut durch Brand zerstört, und durch die gewaltsame Erschütterung der Nerven und durch völlige Verzehrung der natürlichen Reizbarkeit den Tod herbeiführt, ohne eigentlich die Organisation der innern Theile des Körpers zu verletzen. Diese zerstörende Wirkung auf das thierische Leben äußert der Blitz vorzüglich dann, wenn er von andern Körpern auf den menschlichen zu-, oder von diesem auf andere abspringt, oder wenn fest anliegende Kleider seine freie Ausbreitung an der Oberfläche des Körpers verhindern. Doch lehrt die Erfahrung, daß der Blitz nicht leicht eine 3 bis 6 Fuß dicke trockene Luftschicht durchbricht, um feinvwärts befindliche Menschen zu erreichen. Bäume, Getraidehaufen u. s. w. aber, an denen Menschen Schutz suchen, werden eher als andere von ihm getroffen. Am schlechtesten leiten den Blitz trotz-

kene Luft, Verglasungen und Harze. An den Pfosten und Bekleidungen offener Thüren und Fenster zieht er daher herunter, ohne durch die Oeffnungen nach Innen zu fahren. Eben so streicht der Blitz an der Oberfläche überfenister oder mit Oelfarbe bemahlter Gegenstände herab, ohne diese selbst zu berühren. Oft werden dabei die Anstriche abgeschält und zerstäubt. Da der Blitz auf seinem Laufe immer die Richtung nimmt, in welcher er, nicht bloß an einzelnen Stellen, sondern überhaupt in dem ganzen Raume, der zwischen seiner Anfangsstelle und seinem Ziele liegt, die beste und geräumigste Leitung oder den geringsten Widerstand findet: so erklärt sich, warum er nicht leicht auf eine einzelne isolirte Metallmasse, die sich ihm auf oder unter dem Dache eines Gebäudes darbietet, z. B. nur selten in die Glocken eines Thurmes, schlägt, dagegen oft durch Nichtleiter hindurch sich einen Weg bahnt, um zu einem guten Leiter zu kommen, der ihn zu seinem Ziele weiter führen kann; und daß er häufig eine gute Leitung, die aber in ihrem fernern Verlaufe ihn nicht ohne Hinderniß zu der Vereinigung mit der entgegengesetzten Electricität auf die Erde, sondern erst durch schlecht leitende Materien, z. B. Glas oder die freie Luft, dahin führen würde, verläßt und auf eine andere selbst unvollkommene Leitung überspringt, wenn diese in ihrem weitern Verlaufe durch unvollkommene oder Nichtleiter weniger unterbrochen ist, und eine größere Summe der guten Leitung im Ganzen offerirt, als seine erste. Eine solche ununterbrochene und deshalb bequeme Leitung für den Blitz giebt in Gebäuden besonders der Rauchfang ab, namentlich, wenn Rauch in ihm aufsteigt, der durch seinen großen Gehalt an Kohlenstoff (den Begleiter eines jeden unvollkommenen Verbrennungsprocesses) die Länge und Güte der Leitung noch vermehrt. Dem Entladungsfunken einer Flasche gleich, theilt sich der Blitz mitunter in mehrere Strahlen. Man beobachtet diese Theilung am häufigsten beim Einschlagen des Blitzes in Kirchen und Wohnungen, wo oft an den entferntesten Stellen Spuren des zugleich dagewesenen Blitzes anzutreffen sind. Eine solche Spaltung erfährt der Blitz, wenn er seinen Weg durch schlechte Leiter nehmen muß; wenn der gute Leiter, an welchem er hinstreicht, nicht Capacität genug für ihn hat, und andere gute Leiter in dessen Nähe sich befinden, auf die er überspringen kann, oder wenn derselbe bei hinreichender Geräumigkeit zugleich mit mehreren andern guten, besonders metalli-

schen, sich weit erstreckenden Leitungen in unmittelbarer Verbindung steht, oder endlich, wenn überhaupt der Blitz keine vollkommene Leitung, sondern mehrere durch Nichtleiter in gleichem Maasse unterbrochene Leitungen zugleich antrifft *). Auf ähnliche Art mögen andere, oft wunderbare, Wirkungen des Blitzes zu erklären seyn, daß er z. B. den Degen in der Scheide schmilzt, ohne diese zu beschädigen. Die starke Hitze und entzündende Kraft des Blitzes schreibt sich von dem zusammengepreßten Zustande her, in welchem er sich durch die schlecht leitende und nicht schnell genug vor ihm ausweichende Luft oder durch Leiter von sehr geringem Umfange einen Durchgang erzwingen muß. Daher leiten nicht unter $\frac{1}{2}$ Zoll starke Metalldrähte den Blitz durch sich fort, ohne kaum zu erwärmen, und ohne daß Schießpulver und andere leicht Feuer fangende Körper, durch welche sie hindurch gehen, bei dem Durchfahren des Blitzes entzündet werden, während dünnere Drähte sogleich durch die Hitze desselben schmelzen und die Entzündung der sie berührenden brennbaren Stoffe nicht zu verhüten vermögen. Auf diese Art schmilzt auch der Blitz, wenn er in sandigen Boden schlägt, den Kiesel sand bis zu einer beträchtlichen Tiefe und bildet die bekannten Blitzröhren (Fulguriten oder Blitzsinter), d. h. schlangenförmig gebogene, inwendig verglaste und glatte, und außen durch fest aufsteigende geschmolzene Sandkörner rauhe Röhrenstücke, die in der Dicke einer Federkiele und stärker und von 1 bis 20 Fuß Länge, auf den Sandhügeln hoch gelegener Gegenden, z. B. auf der Senner Haide (bei Baderborn), gefunden werden *). Die Herenringe auf Wiesen, wie man kreisförmige

*) Zuweilen geschieht es, daß ein unter einer Gewitterwolke stehender Mensch von dieser bei dem Einschlagen derselben getödtet wird, ohne daß ihn der Blitz selbst trifft. In der elektrischen Atmosphäre der Wolke befindlich, wird er nämlich durch Vertheilung elektrisirt und dadurch eine beträchtliche Menge Elektricität in seinem Körper angehäuf, welche, wenn sie bei der erfolgenden Entladung der Wolke plötzlich in die Erde zurücktritt, oder richtiger durch Zufließen der entgegengesetzten Elektricität aus der Erde neutralisirt wird, diesen tödtlich erschüttert. Man nennt diese Wirkung des Blitzes einen Rückschlag oder Seitenschlag. (§. 95.)

*) Prof. Weidant hat den elektrischen Ursprung dieser Röhren, den man früher in Zweifel zog, dadurch nachgewiesen, daß er selbst dergleichen durch eine starke elektrische Batterie bildete. *Silb. Annal. d. Ph. Bd. 55.*

Stellen auf diesen nennt, an welchen das Gras ein üppigeres Grün zeigt, als an andern, werden ebenfalls von Einigen für eine Wirkung des Blitzes gehalten, der hier wegen Abwesenheit von Hervorragungen auf Ein Mal in großer Masse nieder fiel; allein wahrscheinlicher ist, daß diese Ringe einer größern Feuchtigkeith und einer besondern Beschaffenheit des Bodens an diesen Stellen ihre Entstehung verdanken. Gilb. Annal. d. Ph. Bd. 19. S. 351.

Um Wohnungen und andere hohe Gebäude gegen die nachtheiligen Wirkungen des Blitzes zu schützen, dienen die von Franklin (1753) erfundenen Blitzableiter oder Wetterstangen, deren Einrichtung auf den Erfahrungssatz sich gründet, daß der Blitzstrahl durch eine gut verbundene metallische Leitung von hinreichender Capacität ruhig und ohne Schaden für benachbarte Gegenstände zur Erde abgeleitet wird, und von denen es, der Form nach, zwei Hauptarten giebt: 1) Spitzige (offensive nach Franklin), welche, weil sie als die spitzigsten und hervorragendsten Theile des Gebäudes leichter durch Bertheilung aus der über diesen hinziehenden Gewitterwolke elektrisirt werden als die übrigen schlechter leitenden Theile desselben, den Blitz gleichsam anziehen, und, indem sie durch Zufließen entgegengesetzter Electricität aus der Erde die Electricität der Wolke allmählich sättigen, also wie Saugspitzen wirken (S. 6.), seiner plötzlichen und gewaltsamen Entladung vorbeugen, und so die Gewitter-*Electricität* sanft und unschädlich in die Erde abführen sollen *), und

61. 68. 71. u. ff. Ribbentrop, über Blitzröhren, Braunschweig, 1830. Arago, in *Forrier's* neuen Notizen. April 1839. No. 205.

*) Da aller Wahrscheinlichkeit nach die in einer Gewitterwolke bestehende elektrische Spannung jedes Mal erst in dem Augenblicke oder höchstens wenige Augenblicke vorher, wo der Blitz hervorbricht, sich ausbildet, und in dieser kurzen Zeit die der Wolke zugekehrte Spitze der Auffangstange des Ableiters ohnmöglich schnell genug die entgegengesetzte Electricität ihr zufließen kann, und die Erfahrung lehrt, daß eine Wolke, unter der sich ein spitziger Ableiter befindet, dennoch häufig blizt und selbst in die Spitze einschlägt: so kann die Vorstellung, daß spitzige Ableiter die Electricität der Wolken an sich ziehen, sie geräuschlos entladen und dadurch unfähig machen, einzuschlagen, nicht als richtig angenommen werden. Ihr Nutzen beschränkt sich vielmehr darauf, daß sie dem Blitze, wenn dieser das Gebäude trifft, durch die dargebotene gute Leitung eine unschädliche Richtung

2) Stumpfe, oben mit einer Kugel von Metall versehene (Defensive nach Franklin), welche die Bestimmung haben, den Gewitterschlag in seiner ganzen Stärke aufzunehmen und in die Erde fortzuleiten, indem sie vermöge ihres geräumigen Umfanges einer Beschädigung ihrer selbst dabei nicht leicht ausgesetzt sind. — Beide Arten von Blitzableitern bestehen, ihren einzelnen Theilen nach, aus den Auffangestangen, die 5 bis 30 Fuß über den höchsten Theil des Gebäudes emporragen, und aus den Communicationsstangen, die über das Gebäude horizontal hinlaufen und in senkrechte Ableitungstangen endigen, die in die Erde herabreichen. Reimarus, der die Auffangestangen an Blitzableitern für ganz entbehrlich hält, empfiehlt als Blitzableiter die Belegung der Dachungen mit bloßen Metallstreifen nach einer gewissen Ordnung, und von Yelin statt dieser aus dünnen und überfirnißten Metalldrähten zusammengewundene Seile. Gilb. Annal. Bd. 77. Ueber die Blitzableiter, ihre Vereinfachung u. s. f. von Dr. Plieninger. Stuttg. 1835. Reimarus, Vorschriften zur Anlegung einer Blitzableitung an allerlei Gebäuden. Hamburg, 1778. Dessen neue Bemerkungen vom Blitze, dessen Bahn, Wirkung, sichere und bequeme Ableitung. Hamburg, 1794. 8. — Sicherheitsmaßregeln, um die eigene Person gegen Verletzungen durch den Blitz zu sichern, lassen sich leicht aus dem oben Gesagten heraus finden.

§. 25.

Das Wetterleuchten. Das St. Elmsfeuer und das Nordlicht. Tromben.

Geräuschlosere Elektro-Meteore als der Blitz sind das Wetterleuchten, das St. Elmsfeuer und das Nordlicht. Ersteres, ein schnell wie der Blitz vorübergehender Lichtschimmer ohne Donner, ist entweder die Wirkung einer mit Electricität überladenen Luftschicht oder Wolke, welche, weil kein leitender Gegenstand innerhalb ihrer Schlagweite vorhanden ist, mit dem sie sich ins Gleichgewicht setzen kann, die elektrische Materie (den aus den Hervorragungen eines stark elektrisirten Conductors fahrenden Strahlenbüscheln ähnlich) von

geben. Nur bei kleinern Wolken mögen sie im Stande seyn, durch stille Entladung derselben die Heftigkeit des Schlages zu mildern.

Zeit zu Zeit in die umgebende Luft ausströmt, oder der Widerschein des Blitzes eines entfernten Gewitters, dessen Donner von uns noch nicht gehört wird, das aber meistens in der darauf folgenden Nacht noch über den Horizont heraufsteigt. — Gleichen elektrischen Ursprungs ist das St. Elmsfeuer, Wetter- oder Helenenlicht, welches man bei stark elektrischer Atmosphäre, z. B. während eines heftigen Gewitters, in Gestalt eines flimmernden Strahlenpfeils an spitzen, über die Erde hervorragenden Gegenständen, z. B. an den Spitzen der Mastbäume, hoher Thürme, an den Ohren der Pferde, den Bajonetten und Lanzenspitzen der Soldaten (Castor und Pollux der Alten) sieht. — Das in den nördlichen Ländern der Erde sich zeigende Nordlicht (Nordschein, nördliche Morgenröthe) stellt sich am nördlichen Horizonte, in der Regel nach Sonnenuntergang, seltener nach Mitternacht oder gegen Morgen, als eine hell glänzende, oft hochrothe, einer fernem großen Feuersbrunst täuschend ähnliche Lichterscheinung dar, aus der in unbestimmten Zwischenräumen helle, in bunten Farben spielende Lichtstreifen hervorschießen, die zuweilen bis zum Zenith hinauf reichen, hier eine farbige Lichtkrone bilden und nicht selten noch weiter nach Süden hin sich ausbreiten. Im hohen Norden, z. B. in Grönland, ist die Erscheinung von einem zischenden, knisternden Geräusch begleitet, welches auf das Vorhandenseyn starker Luft-Electricität hinzudeuten scheint, deren Ursprung sich auch aus der verhinderten Einströmung der atmosphärischen Electricität in die Erde, die an den Polen fortwährend mit Eis (einem schlechten Leiter) bedeckt ist, erklären läßt. Während seiner Dauer werden die Magnetnadeln unruhig und ändern ihre Declination (S. 68.), weshalb es jetzt fast allgemein für eine elektro-magnetische Erscheinung angesehen wird. Gilb. Annal. Bd. 67. S. 40. Mit dem Nordschein verwandt ist die in hohen südlichen Breiten vorkommende Erscheinung des Südlichtes und des zwischen den Wendekreisen fast in jeder Nacht erscheinenden Thierkreis- oder Zodiacal-Lichtes. — Durch nahe an der Erde hingehende Gewitterwolken werden zuweilen große Mengen Sand, Wasser und andere leichte Körper wirbelnd in die Höhe gehoben und mit fortgerissen. Dadurch entstehen die oft so verheerenden Sandwirbel (Sand- oder Wetterssäulen) und die von den Schiffen so sehr gefürchteten Wasserhosen oder Tromben.