

Name der einfachen Körper.	Chem. Zeichen.	Mischungsgewichte.	
		O = 100	H = 1
Nickelmetall, Niccolum	Ni.	369,68	29,6
Kobaltmetall, Cobaltum	Co.	368,99	29,5
Eisenmetall, Ferrum	Fe.	339,21	27,2
Braunsteinmetall, Manganum	Mn.	345,89	27,7
Ceriummetall, Cerium	Ce.	574,70	46,0
Thorerdemetall, Thorium	Th.	744,90	59,3
Zirconerdemetall, Zirconium	Zr.	420,20	33,5
Yttererdemetall, Yttrium	Y.	402,51	32,1
Beryllerdemetall, Beryllium	Be.	331,36	17,6
Alaunerdemetall, Aluminium	Al.	171,17	13,6
Bittererdemetall, Magnesium	Mg.	158,35	12,6
Kalkerdemetall, Calcium	Ca.	256,02	20,5
Strontianerdemetall, Strontium	Sr.	547,29	43,8
Baryt- oder Schwererdemetall, Ba- ryum	Ba.	856,88	68,3
Lithionmetall, Lithium	L.	80,33	6,3
Sodametall, Natrium, Sodium	Na.	290,90	23,3
Potaschenmetall, Kalium, Potassium	K.	489,92	39,2

Zehnter Abschnitt.

Inponderabilien.

Schon S. 126 wurde bemerkt, daß es auch eigenthümliche Wesen gebe, die weder in einen bestimmten Raum eingeschlossen werden können, noch einen Druck auf ihre Unterlage ausüben (d. h. keine Schwere besitzen), man nennt sie deshalb auch uneinschließbare Körper (Incoercibilia), oder unwägbare Körper (Inponderabilia). Wir können sie nur an ihren Erscheinungen wahrnehmen, die sie auf die sinnlich wahrnehmbare Materie ausübt. Obwohl die Erscheinungen, die die Inponderabilien auf die Körper ausüben, in verschiedener Weise vorkommen, so haben sie doch vieles mit einander gemein, so daß wir, wie schon Berzelius bemerkt, wohl anzunehmen berechtigt sind, daß sie sämmtlich nur

Modificationen eines uns noch unbekanntes Agens sind; und obgleich uns wohl ihr Wesen unerforschlich bleiben wird, so können wir uns doch dieselben als eigenthümliche Grundstoffe denken.

Die Inponderabilien, wohin das Licht, die Wärme, Electricität und der Magnetismus gehören, bedingen die chemische Thätigkeit, ja wir müssen in ihnen gewifs allein den letzten Grund aller chemischen Erscheinungen suchen, und deswegen mag eine kurze Erörterung derselben, hier nicht überflüssig erscheinen.

I. D a s L i c h t.

Dasjenige Agens, was in unserm Gesichtsorgan das Phänomen des Sehens hervorbringt, wodurch wir uns von der Lage, Figur, Gröfse und Bewegung der Gegenstände überzeugen können, nennen wir Licht. Was aber das Licht eigentlich sei, darüber sind die Meinungen der Naturforscher noch getheilt. Newton betrachtete das Licht als von einem eigenen Stoffe *) herrührend, welcher von der Sonne und allen selbstleuchtenden Weltkörpern ausstrahle; man nennt dies die Emanationstheorie. Euler dagegen glaubte: das Weltall sei mit einem feinen Stoffe, Äther, angefüllt, der, so lange er sich in Ruhe befinde, für unsere Sinne unbemerkbar sei, aber durch's Erzittern leuchtend werde; dies nennt man die Oscillations- oder Undulationstheorie.

Als Hauptquelle des Lichts, der wir Erdbewohner unser Licht verdanken, müssen wir 1) die Sonne oben anstellen; obschon auch die übrigen Himmelskörper Licht zu uns senden, so findet dies nur in geringem Grade statt; 2) entsteht Licht durch Reibung, Stofs, Druck; reibt man daher im Dunkeln zwei Stücken Zucker anein-

*) Wäre das Licht etwas Materielles, so würde, wenn man die Schnelligkeit berücksichtigt, mit der sich das Licht bewegt, nach den Berechnungen von Thomson noch ein Milliontheilchen eines Granes hinreichend seyn, Alles zu zerschlagen, gegen welches es aufschlüge, demnach müfste unser Planet schon längst in tausend Trümmer zerschlagen worden seyn.

ander, so entwickelt sich Licht; 3) durch Steigerung der Wärme werden die Körper leuchtend, z. B. wird ein Kreidekugelchen in Knallgas (ein Gasgemenge von zwei Raumtheilen Wasserstoffgas und einem Raumtheil Sauerstoffgas) erhitzt; so verbreitet das Kreidekugelchen ein so glänzendes Licht, daß wir kaum im Stande sind, selbiges mit unsern Augen zu beobachten. Man wendet daher auch diese intensive Lichtentwicklung bei microscopischen Untersuchungen an, um die Gegenstände stark zu erleuchten. Manche Körper entwickeln Licht schon durch bloßes Erwärmen, was sich schon leicht an einem Stückchen Flußspath (Fluor + Calcium) beobachten läßt, wenn dasselbe nur mäßig erwärmt wird. 4) Selbst wenn gewisse Körper auch nur kurze Zeit von dem Sonnenlichte beleuchtet werden, nehmen sie solches auf, und erhalten dadurch die Eigenschaft, im Dunkeln zu leuchten; solche Körper, die durch Insolation Phosphore (Lichtträger) werden, nennt man Lichtsauger, Lichtmagnete. Das Licht, welches solche Körper verbreiten, erscheint theils weiß, bei einigen Phosphoren aber auch röthlich, gelblich, grünlich oder bläulich. Zu diesen Körpern, an welchen sich dieses Phänomen beobachten läßt, gehören, aufser dem Diamant, das Chlorcalcium (Hombergischer Phosphor), das Schwefelbaryum (Bononischer Leuchstein), das Schwefelcalcium (Cantons Phosphor), das Schwefelarsenicalcium u. A. Umfassendere Zusammenstellungen über die Phosphorescenz der Körper siehe vorzüglich in Placid. Heinrich, über die Phosphorescenz. Nürnberg, 1814—20, 5 Abhandlungen in 4. Desaignes in s. J. Bd. 8. S. 70 u. 115. Grotthufs, daselbst Bd. 14. S. 133. Bd. 15. S. 171. 5) durch Ausgleichung der negativen und positiven Electricitäten; dahin möchte wohl auch die Lichtentwicklung im Dunkeln durch Reiben des Zuckers und anderer Körper zu rechnen seyn, vielleicht auch die Lichtentwicklung, die man häufig bei Krystallisation wahrnimmt, welche man gewöhnlich von dem Übergang der Körper in ein dichteres Medium herzuleiten sucht. 6) durch organische Thätig-

keit, Thiere, als Insekten, besonders aber solche Thiere, die den niedern Classen angehören, als Mollusken *), Strahlenthier, Quallen (Medusen) u. a. m. Auch viele Pflanzen von lebhaftem Colorit, wie z. B. *Calendula officinalis*, *Tropaeolum majus* **) haben die merkwürdige Eigenschaft am Abend, besonders nach sehr schwülen Sommertagen, schnell vorübergehende Lichterscheinungen zu zeigen. Eben so verbreiten mehrere Rhizomorpharten, wie z. B. *Rhizomorpha subterranea* im Dunkeln ein grünliches Licht. *Treviranus* (vergl. *Tiedemann's Zeitschrift für Physiologie* Bd. 3. S. 261.) konnte indess kein Leuchten dieser Pflanzen beobachten. Endlich 7) wird Licht durch die chemische Thätigkeit der Körper erzeugt, und tritt um so intensiver hervor, je mehr sich der electriche Gegensatz bei den zu verbindenden Körpern geltend macht, wenn sich daher Körper, mit ausgezeichneten Verwandtschaftskräften begabt, mit einander verbinden. Hier gehört noch das Verbrennen brenn-

*) Davon mag gewiß das allen Seefahrern bekannte Leuchten des Meeres zur Nachtzeit herrühren. Die schönste Erscheinung des Meerleuchtens beschreibt *Forster*, welcher sie in der Nacht von dem 29. auf den 30. October 1772, als er mit *Cook* die Welt umsegelte, in der Nähe des Vorgebirges der guten Hoffnung beobachtete. „Kaum war es dunkel geworden“ — sagt er — „so schien die See gleichsam überall in vollem Feuer zu stehen; jede Welle, die sich brach, hatte einen leuchtenden Saum, und wo das Schiff die See berührte, zeigten sich Lichtstreifen. So weit das Auge in die Ferne reichen konnte, stellte sich uns überall dieselbe Erscheinung dar, selbst die Abgründe des unermesslichen Oceans schienen mit Licht geschwängert zu seyn. Ein solcher Anblick des unermesslichen Weltmeeres mit Myriaden kleiner Stäubchen angefüllt, denen der Schöpfer Leben, Bewegung und Wanderungskraft, nebst dem Vermögen ertheilt, im Finstern entweder zu leuchten, oder ihr Licht nach Willkür zurückzuhalten, und alle Körper, die sie berühren, zu erleuchten, muß gewiß mehr Erstaunen und Ehrfurcht erwecken, als sich es eben mit Worten ausdrücken läßt.“

**) Dieses Leuchten wurde zuerst am *Tropaeolum majus* von *Linne's* Tochter beobachtet.

barer Körper, wohin namentlich das Leuchten des Phosphors zu rechnen ist, welches als eine langsame Verbrennung auf Kosten des in der atmosphärischen Luft befindlichen Sauerstoffs anzusehen ist; die Fäulnis. — Das Licht, verbreitet sich von dem leuchtenden Punkte aus nach allen Richtungen in graden Linien und zwar mit der größten Schnelligkeit; es gelangt von der Sonne zur Erde in 8 Minuten 13,2 Secunden. Demnach bewegt sich es anderthalb Millionenmal schneller als eine abgeschossene Kannonenkugel, und 750000 mal schneller als der Schall; daher kommt es, wenn man aus einer gewissen Entfernung eine Flinte abschliessen läßt, man zuerst das Licht und dann den Schall wahrnimmt. Aus eben diesem Grunde erfolgt erst nach dem Blitze der Donner.

Gestatten die Körper den Lichtstrahlen einen Durchgang, so nennt man sie durchsichtig; andere gestatten jenen Lichtstrahlen keinen Durchgang, in diesem Falle nennt man sie dunkel oder undurchsichtig. Fällt das Licht in schiefer Richtung auf die Oberfläche durchsichtiger Körper, so wird es von seiner ursprünglichen Richtung mehr oder weniger abgelenkt, d. h. gebrochen. Diese Brechung des Lichtes findet besonders bei den brennbaren Körpern, wie bei dem Diamant (reiner Kohlenstoff), Wasserstoff u. s. w. statt.

Die auffallendste Art der Brechung des Lichts ist die Entstehung des prismatischen Farbenbildes. Läßt man nämlich in einem dunklen Raum durch eine kleine Öffnung auf ein Glasprisma die Sonnenstrahlen fallen, und hält in einer gewissen Entfernung ein weißes Papier dahinter, so bemerkt man auf demselben ein längliches Farbenbild, welches die sieben Farben eines Regenbogens und zwar in folgender Ordnung: roth, orange, gelb, grün, hellblau, dunkelblau und veilchenblau darstellt.

Bringt man in jede dieser sieben Farben ein Thermometer, sowie auch auferhalb derselben an die abgerundeten Enden des Farbenbildes, so bemerkt man, daß der Stand des Thermometers in violettem Lichte sowie

auch der dessen, welcher sich auferhalb des Farbenbildes befindet, nicht wesentlich verändert wird, d. h. keine Steigerung der Wärmegrade wahrzunehmen ist, wogegen man schon ein Steigen im Blauen, noch mehr im Grünen wahrnimmt; im Orangefarbenen und Rothen nimmt die Erwärmung immer mehr und mehr zu, so daß am rothen Ende des Farbenbildes die Temperatur am höchsten steigt. Demnach werden die Sonnenstrahlen bei ihrem Durchgehen durch das Prisma in leuchtende gefärbte, und in nichtleuchtende erwärmende Strahlen getheilt. Ebenso zeigt das verschiedene farbige Licht auch in chemischer Hinsicht auffallende Verschiedenheit. Um dieses zu beweisen, oder vielmehr sich davon zu überzeugen, bestreiche man ein Papier mit Chlorsilber *). Läßt man dann das farbige Bild auf das mit Chlorsilber bestrichene Papier fallen, so findet man, daß dasselbe in dem rothen Lichte nicht verändert wird, wogegen aber das Chlorsilber, was am äußersten Ende des violetten Farbenbildes liegt, am meisten geschwärzt wird. Es haben demnach die beiden äußersten Enden des prismatischen Farbenbildes auch entgegengesetzte Eigenschaften, das violette Ende wirkt reducirend, das rothe hingegen oxydirend.

Das Licht ist das mächtige Agens, dessen sich die Natur zur Erhaltung und Gedeihen aller thierischen und pflanzlichen Organismen bedient; wie würde ein Thier oder eine Pflanze ohne Licht leben? dieß beweisen uns unendliche Erscheinungen, die sich täglich beobachten lassen. Thiere und Pflanzen, die dem Lichte entzogen sind, sehen mißfarbig, hager aus, während die dem Lichte ausgesetzten kräftig werden und ein schönes Ansehen (d. h. gefärbt sind) erhalten; daher kehrt jede Pflanze ihre Zweige, Blätter, Blumen nach der Lichtseite zu; die Acacien, die ihre Blätter beim Sonnenuntergange neigen, richten

*) Erhält man als einen weissen käsigen Niederschlag, wenn zu irgend einer Silberauflösung, z. B. Höllenstein (salpetersaures Silberoxyd) in Wasser gelöst, entweder verdünnte Salzsäure oder eine Kochsalzlösung gesetzt wird.

bei Tagesanbruch ihre Blätter wieder in die Höhe. Das Licht ertheilt sowohl den Thieren, als auch den Pflanzen die Farbe, daher finden wir in den Tropenländern das schönste Colorit der Thiere und Pflanzen. Die Farbe der Nachtvögel und überhaupt der sich mehr im Dunkeln aufhaltenden, z. B. der Lerche sieht misfarbig, erdartig, um dem Späherblick der Raubthiere zu entgehen. Der Apfel oder andere Früchte, die der Lichtseite mehr ausgesetzt waren, sehen farbig, wie beim Apfel, roth aus, während die andere Seite, die weniger dem Lichte ausgesetzt war, gewöhnlich nur blafsgrün erscheint. Die Blätter der Blatt- und Blumenknospen sehen, noch ehe sie den Knospen entsprossen sind, farblos aus, während sie nach ihrer Entfaltung, und dem Sonnenlicht ausgesetzt, gefärbt erscheinen. Auch der Geruch und Geschmack hängt von der Lichtintensität ab, z. B. der Spargel, noch ehe er der Erde entsprossen, sieht weifs aus und hat einen angenehmen Geschmack, während er, dem Lichte schon ausgesetzt war, grün erscheint und einen bitterlichen Geschmack erhält. Daher finden wir auch in den Tropenländern die schönsten und kräftigsten Gewürze, die feinsten und schönsten ätherischen Öle in den Pflanzen entwickelt, so auch die zuckerreichsten Pflanzen, und obwohl zwar alle jene Tropengewächse bei uns acclimatisirt werden können, so erinnern sie indess hinsichtlich ihrer Qualität und Quantität immer an ihre heimathliche Gegend. So, um dieß durch einen Beleg zu zeigen, hatte ich Gelegenheit Indigopflanzen, die in der Umgegend Jena's cultivirt waren, zu erhalten, um den Ertrag derselben und so auch ihren Gehalt an Indigo zu prüfen, wodurch ich zwar an Qualität einen ziemlich guten Indigo erhielt, indess das quantitative Verhältniß des gewonnenen Indigos verhielt sich ungefähr zu jenen in der Heimath cultivirten Indigopflanzen wie 2:6, so dafs also, obwohl man die größtmöglichste Aufmerksamkeit auf den Bau der Indigopflanzen verwenden wollte, dennoch den Ertrag nicht erzielte, den man in jenen heimathlichen Ländern bekommt.

Auch in chemischer Hinsicht ist das Licht von der größten Wichtigkeit, denn es bewirkt nicht allein Zersetzungen, sondern auch Verbindungen; so zerlegt, wie schon bemerkt wurde, das Licht unter Ausscheidung von metallischen Silber, das Chlorsilber, ferner die Goldauflösung u. s. w., besonders dann, wenn gleichzeitig organische Körper zugegen sind; bringt man daher die Auflösung an die Epidermis (die Oberhaut des Menschen), so erscheint im erstern Falle die Oberhaut nach einiger Zeit schwarz, im letztern dagegen violett; daher gebraucht man besonders die Silbersalze zum Schwarzfärben *). Es müssen aber auch jene Präparate, alle die von edlen Metallen, wohin auch die Quecksilberpräparate gehören, so wie auch mehrere organische Stoffe, wie Blausäure u. s. w., um sie vor der zersetzenden Wirkung des Lichtes zu schützen, in vor dem Lichte geschützten Räumen aufbewahrt werden. Zu diesem Zwecke werden gewöhnlich schwarz beklebte Gläser angewandt, vortheilhafter aber eignen sich zur Aufbewahrung solcher Präparate, wie auch schon S. 24 in einer Note bemerkt wurde, Gläser von gelbem Glase. Fast noch schneller wie das Chlorsilber wird, wie ich gezeigt habe, das Quecksilberjodür von dem Einflusse des Lichtes zersetzt, ja selbst bei der Darstellung der Tinct. nerv. Bestuscheffii ist, wenn eine Eisenchloridauflösung mit Alkohol und Äther vermischt, dem Licht ausgesetzt wird, letzteres (der Einflusse des Lichtes) nothwendig, um dem Eisenchlorid $\frac{1}{3}$ seines Chlors zu entziehen und den Äther in Chloräther zu verwandeln, wodurch die vorher gelbgefärbte Flüssigkeit farblos erscheint. Auch sehen wir täglich, dafs, wenn besonders mit organischen Farben gefärbte Zeuge dem

*) Aus diesem Grunde ist es daher sehr zu tadeln, wenn man den Höllenstein (das geschmolzene salpetersaure Silberoxyd), um das Licht abzuhalten, unter semen psyllii aufbewahrt. Untersucht man die Saamen nach einiger Zeit, so findet man die Oberfläche derselben ganz metallglänzend, herrührend von auf den Saamen ausgeschiedenem Silber.

Sonnenlichte ausgesetzt sind, sie gebleicht werden, besonders erfolgt dieß Bleichen durch Anwendung von Wasser, und es scheint nicht unwahrscheinlich zu seyn, daß der durch den Einfluß des Lichtes aus dem Wasser freigewordene Sauerstoff oxydirend auf jene Pigmente wirkt und so die Zeuge bleicht. Am Auffallendsten zeigt sich diese Erscheinung, wenn man eine grüne weingeistige Tinktur des Sambucus nigra, aus frischen Blättern bereitet, dem Lichte aussetzt, wodurch schon nach einigen Minuten die grüne Tinktur farblos erscheint.

Daß auch das Licht Verbindungen bewirkt, habe ich schon theilweise bei der Bereitung der Tinctura nervina Bestuscheffii gezeigt, indem bei der Verwandlung des Eisenchlorids in Eisenchlorür das Drittel freiwerdenden Chlors zur Bildung von Chloräther verwendet wird. Indes noch schneller, fast momentan, unter Explosion bewirkt das Licht eine Verbindung, wenn man z. B. gleiche Raumtheile Chlor und Wasserstoffgas in einer Glocke dem Sonnenlichte aussetzt, wodurch Salzsäuregas gebildet wird, welches von dem Wasser absorbiert, so flüssige Salzsäure bildet.

2. Die Wärme.

Dasjenige Agens, welches in unsern Nerven das Gefühl von Ausdehnbarkeit hervorbringt, nennt man Wärme; was das Gegentheil bewirkt, ist Kälte.

Die Wärme ist entweder frei oder gebunden, und wird 1) besonders durch die Sonnenthätigkeit dann erzeugt, wenn das Licht auf undurchsichtige Körper mit rauher Oberfläche fällt; dann verschwindet das Licht und tritt als Wärme auf. Daher schmilzt der Schnee unter einem schwarzen Tuche weit schneller, als unter einem weißen; aus demselben Grunde trocknen schwarze Tücher weit eher, als weiße. Ein schwarzer Boden ist daher weit wärmer und daher fruchtreicher, als ein heller. Lampadius gelang es sogar durch Überstreuen von Kohlenpulver in der Gegend von Freiberg Melonen im Freien zu ziehen. Eben so sollten wir uns im Winter nur

mit dunklen Kleidern bedecken, während wir uns in heißen Sommertagen heller oder weißer Kleider bedienen müßten. 2) durch mechanische Ursachen, als Reibung, Stofs; werden z. B. Metalle mit dem Hammer anhaltend geschlagen, so erhitzen sie sich in einem hohen Grade, auch werden dieselben bei dem Feilen, Bohren, Sägen, Schleifen u. s. w. oft bis zum Glühen erhitzt, z. B. bei dem Ausbohren der Kanonen. Gleichfalls entsteht durch die Friction der Räder an den Axen Wärme, wenn der Wagen in anhaltend schneller Bewegung ist, und diese Erhitzung steigt oft bis zur wirklichen Entzündung. Auch beruht hierauf die bekannte Methode einiger wilden Völker, sich durch schnelles Reiben einiger Holzarten mit Leichtigkeit Feuer zu verschaffen. So bekannt nun zwar alle diese und jene Erscheinungen sind, so wenig ist man der Ursache nachgekommen, welche in diesen Fällen die Wärme hervorbringt; indess läßt sich mit Wahrscheinlichkeit annehmen, daß diese Wärmeentwicklung in einer Verdichtung der Körpertheilchen seinen Grund habe. Aus diesem Grunde entwickeln Körper, welche keiner Reibung und keiner merklichen Verdichtung fähig sind, wohin die tropfbarflüssigen Körper gehören, keine Wärme, wogegen gasförmige Körper und besonders die atmosphärische Luft beim raschen Zusammendrücken eine so große Wärme entwickeln, daß selbst brennbare Körper, wie der gewöhnliche Feuerschwamm u. s. w., entzündet werden. Hierauf gründet sich die gewöhnliche Einrichtung des Wollaston'schen Feuerzeuges. 3) durch chemische Thätigkeit differenten Arten der Materie, z. B. beim Contact der gebrannten Magnesia mit Schwefelsäure wird eine solche Temperaturerhöhung erzeugt, daß die Mischung in das Glühen kommt; ebenso auch bei der Verbindung der Metalle mit Sauerstoff und Chlor u. s. w., bei der Fäulniß thierischer und vegetabilischer Körper. 4) bei der Ausgleichung der entgegengesetzten Electricitäten, und 5) durch organische Thätigkeit, bedingt durch die Respiration, welche als Hauptquelle der thierischen Wärme anzusehen ist. Ferner wird Wärme durch den

Vegetationsprocefs entwickelt, und Lamarck, Senne-
 bier und Hubert haben beobachtet, dafs besonders ver-
 schiedene Species von Arum während ihrer Befruchtungs-
 periode um so viel wärmer als die umgebende Luft wer-
 den, dafs diese Wärme nicht allein durch das Thermome-
 ter, sondern auch schon durch das Gefühl wahrzunehmen
 ist. Saussure brachte eine Blüthe von einer Arumspec-
 ies, welche sich in diesem Erwärmungszustand befand,
 in eine Glasglocke, welche das 166fache ihres Volumens
 atmosphärischer Luft enthielt; wenige Augenblicke nach
 ihrem Einbringen unter die Glocke beschlug sich das Glas
 inwendig mit einem Thau von der Ausdünstung der war-
 men Blume, und nachdem er nach 24 Stunden die in der
 Glocke befindliche Luft einer chemischen Untersuchung
 unterwarf, fand er nur noch 1 Procent Sauerstoffgas,
 während das Übrige in Kohlensäuregas verwandelt war.
 Ob diese Wärmeentwicklung als eine Folge der dabei
 stattfindenden Kohlensäurebildung, oder als ein Product
 eines zugleich vor sich gehenden eigenthümlichen organi-
 schen Processes, wie bei den Thieren, zu betrachten ist,
 kann absolut nicht entschieden werden, doch sind wir be-
 rechtigt, aus Analogien zu folgern, dafs, da dabei eine
 Kohlensäurebildung stattfindet, folglich der Sauerstoff
 sich mit Kohlenstoff verbindet und so eine langsame Ver-
 brennung bewirkt wird, die Wärmeentwicklung der da-
 bei stattfindenden Verbrennung wohl zuzuschreiben wäre.

Die Wärme verbreitet sich wie das Licht nach allen
 Richtungen in geraden Linien, und indem die Wärme
 der Körper ausstrahlt, theilt sie andern Körpern dieselbe
 mit, und sucht sich mit jenen in das Gleichgewicht zu
 setzen. Indefs erfolgt diese Ausstrahlung der Wärme der
 Körper, die sie zu ihrer Abkühlung bis zu der Tempera-
 tur der sie umgebenden Luft nöthig haben, nicht auf
 gleiche Weise. Auf die Fähigkeit der Körper, Wärme
 auszustrahlen, hat nämlich, wie Leslie durch höchst
 interessante Versuche gezeigt hat, die Oberfläche der
 Körper einen wesentlichen Einfluß. Polirte Flächen strah-
 len die wenigste, unebene, rauhe und besonders beruste

Flächen dagegen die meiste Wärme aus, weil sie bei gleichem Quadratinhalte eine grössere Oberfläche, als glatte Körper darbieten. Aus diesem Grunde müssen Öfen und deren Röhren, wenn sie die Wärme schnell in dem Zimmer verbreiten sollen, mit erdigen Farben angestrichen, oder mit Graphit geschwärzt werden, um sie dadurch rauh zu machen; das Glasiren von Stubenöfen ist daher als unzweckmässig zu verwerfen, wogegen Geschirre, in welchen Flüssigkeiten längere Zeit warm gehalten werden sollen, eine glatte Oberfläche haben müssen, und wenn sie von Metall sind, müssen sie fein polirt seyn. Um sich überhaupt zu überzeugen, welches Verhältniß bei der Ausstrahlung der Körper stattfindet, bereite man sich einen hohlen Würfel von Eisenblech, der oben geöffnet werden kann, und polire die eine Seite möglichst gut, die zweite belege man mit einer Glasscheibe, die dritte lasse man matt und überziehe die vierte mit Ruß, dadurch, daß man sie in den Rauch eines Öl- oder Talglichtes hält. Füllt man hierauf den so vorgerichteten Würfel mit kochendem Wasser und hängt ihn dann vor einen Hohlspiegel, in dessen Brennpuncte die Kugel eines Thermometers steht, so auf, daß seine polirte Fläche gegen den Spiegel gerichtet ist, so wird das Thermometer sogleich steigen, endlich aber auf einem gewissen Puncte stehen bleiben. Hierauf wende man nun nach und nach erst die Glasseite, dann die matte, und endlich die beruste Fläche dem Spiegel entgegen; bei jeder dieser Veränderungen wird das Thermometer wieder bis zu einem gewissen Puncte steigen, und endlich durch die Strahlen der berusten Fläche auf dem höchsten Stande erhalten werden.

Nicht minder hat auf die Herstellung des Gleichgewichtes der Wärme die Leitungsfähigkeit der Körper einen großen Einfluß. Es haben nämlich einige Körper die Eigenschaft, die Wärme sehr schnell fortzuleiten, andere langsamer, bei andern endlich macht sich dieses Leitungsvermögen für Wärme nur noch in höchst geringem Grade geltend. Dies läßt sich leicht durch folgendes

Experiment beweisen: setzt man zwei gleich lange und starke Stäbchen, das eine von Metall, das andere von Glas, einer gleichmäßigen Wärme aus, so findet man, daß das Metallstäbchen sehr schnell, das Glasstäbchen dagegen langsamer erwärmt wird. Man theilt deshalb auch in Bezug der verschiedenen Leitungsfähigkeit für Wärme die Körper: in gute, halbe und schlechte Wärmeleiter; zu den erstern gehören die Metalle, zu den Halbleitern die Steine, Erden, endlich zu den schlechten Wärmeleitern gehören die Luft, Wolle, Haare, Holz, Kohle u. s. w.

Nach von Despretz angestellten genauen Versuchen läßt sich das relative Wärmeleitungsvermögen folgender Körper durch die beigefügten Zahlen ausdrücken:

Gold	1000,0	Zink	363,0
Silber	973,0	Zinn	303,9
Kupfer	898,0	Blei	179,6
Platin	381,0	Marmor	23,6
Eisen	374,3	Porcellan	12,2

Mauerstein-Thon 11,4.

Die Anwendung dieser verschiedenen Wärmeleitfähigkeit der Körper ist sowohl im gemeinen Leben, sowie auch in den Künsten höchst mannichfach, und gewährt den größten Nutzen; so lassen sich z. B. die heißesten Metalle, wenn sie mit hölzernen Griffen versehen sind, noch bequem handhaben. Wir umgeben Körper, um sie vor der Einwirkung der Wärme und Kälte, ebenso auch vor der Fortleitung der Wärme zu schützen, mit schlechten Wärmeleitern; Bäume und Brunnen umgiebt man deshalb mit Stroh und der Schnee schützt deshalb die junge Saat vor dem Frost. Auf gleiche Weise ist es an heißen Sommertagen unter einer wohleingerichteten Strohhütte kühler, als in einem Hause von Mauerwerk, im Winter dagegen ist es unter Strohdächern wärmer, als unter Ziegeldächern. Um die Dampfleitungsröhren bei Dampfmaschinen u. s. w. vor der Wärmeausstrahlungsfähigkeit zu schützen, damit sie die nöthige Spannkraft und Wärme behalten, würde man besser seinen Zweck dadurch errei-

chen, daß man die Röhren zunächst mit Leim anfeuchtete, dann mit Kohlenpulver umgäbe, welches mit grobem Leinenzeug noch festgehalten würde. Bezweckt man, wie dieß bei den gewöhnlichen Stubenöfen der Fall ist, eine schnelle Mittheilung der Wärme, so sind sie am besten von Eisen anfertigen zu lassen. Soll dagegen der Ofen in seinem Innern einen hohen Grad von Hitze erhalten, wie dieß z. B. bei den Schmelzöfen u. a. erforderlich ist, so müssen sie entweder von schlechten Wärmeleitern, als Ziegeln, Lehm u. s. w. ganz erbaut, oder wie bei den tragbaren Öfen von schlechten Wärmeleitern (vergl. S. 34) umgeben seyn. Auch die Anwendung doppelter Wände und Doppelfenster gründet sich darauf, daß das zwischen den Wänden und den Doppelfenstern befindliche Medium, die atmosphärische Luft, zu den schlechten Wärmeleitern gehört. Kommt ein guter Leiter, z. B. ein Metall oder ein geflochtenes Drathnetz, mit einem heißen Körper oder einer brennenden Kerze in Berührung, so wird die Wärme, indem das Metall erwärmt wird, gebunden, so daß die weitere Verbreitung und Mittheilung an andere weniger gutleitende Körper, und ebenso auch die Entzündung derselben bis zu einem gewissen Grad verhindert wird; darauf gründet sich die Construction und Anwendung der Day'schen Gruben-Sicherheitslampe. Hält man daher z. B. in eine Weingeistflamme ein feines Drahtgewebe, so müßte, wenn die Metalle keine guten Wärmeleiter wären, die Flamme durch die Öffnungen hindurchgehen; es findet aber gerade das entgegengesetzte statt, denn es wird sich die Flamme nur an dem Drahtgewebe unterhalb verbreiten, und die Flamme und somit die Entzündung findet dann erst statt, wenn das Drahtgitter die Temperatur der Flamme angenommen hat. Auch Flüssigkeiten, wie z. B. das Wasser, leiten nicht schnell fort; aus dem Grunde wird das Wasser in einem Geschirre nicht gleichmäßig erwärmt. Um sich davon zu überzeugen, kann man folgendes leicht anzustellende interessante Experiment machen: Man fülle einen hohen Glascylinder mit Wasser, und stelle in diesen ein

Thermometer so, daß die Quecksilberkugel nach oben gerichtet ist, und das Wasser etwa eine Linie hoch über dieselbe zu stehen kommt. Auf die Wasserfläche gieße man eine leicht brennbare Flüssigkeit, z. B. Schwefeläther, zünde diesen an, und beobachte nun den Stand des Quecksilbers am Thermometer. So hohe Hitze sich auch bekanntlich beim Verbrennen des Äthers entwickelt, so wird der Quecksilberstand des Thermometers doch kaum eine merkliche Erwärmung der Wasserschicht anzeigen, die mit dem brennenden Äther zunächst in Berührung steht. Taucht man nach dem Verlöschen des Äthers einen Finger in die Flüssigkeit, so empfindet man ebenfalls recht deutlich, daß nur eine äußerst dünne Schicht, fast nur die äußerste Oberfläche des Wassers erwärmt ist, während die untern Schichten an der Erwärmung nicht Theil genommen haben.

Hat man einen Ring, wodurch genau eine Kugel geht, erwärmt man aber jene Kugel mit Hülfe einer Weingeistflamme, so wird sich das Volumen der Kugel vergrößern, und die Kugel, welche in nicht erwärmtem Zustande durch den Ring hindurchging, wird nicht mehr hindurchgehen. Demnach dehnt die Wärme die Körper aus; durch diese Ausdehnung der Körper, als der atmosphärischen Luft, des Weingeistes, des Quecksilbers messen wir die verschiedenen Wärmegrade, und die Instrumente, an welchen man die einzelnen Wärmegrade beobachten kann, nennt man Wärmemesser, Thermoscope, Thermometer (von dem griechischen τὸ θερμόν, die Wärme, und μετρεῖν, messen). Der Erste, welcher ein solches Instrument, ein Luftthermometer, construirte, war Cornelius Drebbel aus Alkmar in Nordholland.

Ein Thermometer besteht aus einer feinen Glasröhre, welche an dem einen Ende zu einer Kugel ausgeblasen, und bis zu einer gewissen Höhe mit irgend einer Flüssigkeit, z. B. Alkohol, Quecksilber u. s. w. angefüllt ist, und über welcher sodann die Röhre luftleer gemacht und zugeschmolzen wird. Gewöhnlich wählt man als thermoscopische Substanz Quecksilber oder Weingeist, beson-

ders dann, wenn höhere Kältegrade gemessen werden sollen, da der Alkohol bei keinem bis jetzt hervorgebrachten Kältegrad zum Gefrieren gebracht worden ist. Die zugeschmolzene Röhre oder vielmehr die Kugel wird hierauf in schmelzenden Schnee getaucht und der Punct, bis zu welchem das Quecksilber herabsinkt, mit 0° bezeichnet. Nun bringt man das Instrument in siedendes Wasser und bezeichnet den Stand, wo das Quecksilber zur Ruhe kommt, d. h. wenn es sich nicht mehr ausdehnt. Hierauf wird der Raum von 0° dem Gefrierpunct an, bis zum Siedpuncte in gleiche Raumtheile getheilt, und zwar nach Reaumur in 80° , nach Celsius *) in 100° , so dafs also der Siedpunct nach Reaumur $= 80^{\circ}$, und der Gefrierpunct $= 0^{\circ}$, dagegen bei der Celsius'schen Scala der Siedpunct $= 100^{\circ}$, und der Gefrierpunct ebenfalls $= 0^{\circ}$ ist. Bei dem Fahrenheit'schen Thermometer ist der Temperaturgrad, bei welchem das Eis aufthaut (der natürliche Gefrierpunct), mit $+ 32^{\circ}$, und der Siedpunct mit 212° bezeichnet, folglich ist der Raum vom Gefrierpuncte bis zum Siedpuncte in 180 gleiche Theile getheilt.

Den verschiedenen Grad der Erwärmung eines Körpers nennt man seine Temperatur. Die Grade über 0 werden mit +, die unter 0 mit - bezeichnet. Wollte man daher 20 Grad Wärme oder Kälte ausdrücken, so müfste im erstern Falle $+ 20^{\circ}$, im letztern dagegen $- 20^{\circ}$ gesetzt werden. Vergleicht man die verschiedenen Temperaturgrade nach den verschiedenen Scalen, so findet man, dafs 9° F. (Fahrenheit) $= 5^{\circ}$ C. (Celsius) und $= 4^{\circ}$ R. (Reaumur), und folglich 1° F. $= \frac{5}{9}^{\circ}$ C. $= \frac{4}{9}^{\circ}$ R., und 1° C. $= 1\frac{4}{5}^{\circ}$ F. $= \frac{4}{5}^{\circ}$ R., und 1° R. $= 2\frac{1}{4}^{\circ}$ F. $= 1\frac{1}{4}^{\circ}$ C. ist. Gesetzt, man hätte an einem Reaumur'schen Thermometer 12° beobachtet, und wollte wissen, wie viel diese 12° R. nach Celsius betrügen, so hat man die 12° R. mit 5 zu multipliciren $= 60$, und in dieses Product mit 4

*) Des Celsius'schen oder Centesimalthermometers bedienen sich vorzüglich die französischen, schwedischen und deutschen Chemiker.

zu dividiren = 15, so wird in diesem Falle die 15 genau die Grade nach der Celsius'schen Scala angeben, die 12° R. gleich sind. Wollte man umgekehrt die Celsius'schen Grade in die Reaumur'schen verwandeln, so müßte man die Celsius'schen Grade mit 4 multipliciren und in das Product dann mit 5 dividiren. Ferner um endlich noch die Reaumur'schen und Celsius'schen Grade in die Fahrenheit'sche Scala zu verwandeln, werden in beiden Fällen die Grade mit 9 multiplicirt, und bei der Übertragung der Reaumur'schen Grade das Product mit 4, dagegen bei der Übertragung der Celsius'schen Grade mit 5 dividirt, und zu dem in beiden Fällen erhaltenen Quotienten 32 addirt; die dadurch entstandene Zahl ist dann die nach der Fahrenheit'schen Scala, z. B. es soll berechnet werden, wie viel 12° R. nach der Fahrenheit'schen Scala betragen, so wird also $12 \cdot 9 = 108 : 4 = 27 + 32 = 59$, folglich sind 12° R. = 59° F. Ausführliche Vergleichungstabellen der Fahrenheit'schen, Reaumur'schen und Celsius'schen Scala siehe in Geiger's Handb. d. Pharmac. neueste Aufl. v. Liebig Bd. I. S. 88—89.

Da das Quecksilber bei einer Temperatur von 360° in das Kochen geräth, so läßt sich das Quecksilber als thermoscopische Substanz, um hohe Hitzgrade zu bestimmen, nicht mehr anwenden. Man erfand daher eigene Instrumente, welche Feuermesser, Pyrometer (von τὸ πῦρ, das Feuer, und μετρεῖν, messen) genannt werden. Das erste war von Wedgwood erfunden, und gründete sich auf die Eigenschaft des Thons, in der Hitze zusammen zu sintern. Der Nullpunct dieses Wedgwood'schen Pyrometers ist bei $598\frac{2}{3}^{\circ} \text{C.} = 1077^{\circ} \text{F.}$; jeder Grad dieses Pyrometers ist gleich $72\frac{2}{3}^{\circ} \text{C.} = 130^{\circ} \text{F.}$ Das Zusammensinken des Thons erfolgt jedoch nicht so gleichförmig, daher auch die Temperaturgrade darnach nur annäherungsweise bestimmt werden können; Guyton-Morveau schlug deshalb auch schon einen Platinapyrometer vor. Nach seinen Erfahrungen soll 1 Grad des Wedgwood'schen Pyrometers = $62,5^{\circ} \text{C.}$, und der Nullpunct = 517°F. seyn. Das am meisten zu techni-

schen Zwecken anwendbare Pyrometer ist das von Prinssep. Dasselbe besteht aus einer Anzahl kleiner Metallplatten aus Legirungen von Gold und Platina in verschiedenen Verhältnissen, deren Schmelzpunkte durch genaue Versuche ausgemittelt wurden. Den Nullpunkt der ganzen Reihe bildet das Gold, den höchsten Grad das im Ofenfeuer unschmelzbare Platina; die zwischen beiden liegenden Mischungen aus beiden Metallen sind immer um so strengflüssiger, je mehr sie Platina enthalten. Man setzt dann diese Legirungen auf einem Thonscherben dem Feuer aus, und beobachtet, bis zu welchem Gliede die Legirungen geschmolzen werden, wodurch man die Temperatur erfährt.

Unter den Körpern, welche durch die Wärme ausgedehnt werden, zeichnen sich besonders die Gasarten aus. Sie werden sämmtlich nach Dalton's und Gay-Lussac's Untersuchungen, bei jedem Grad des Centesimalthermometers um $\frac{1}{266,67} = 0,00375$, bei jedem Grad Reaumur um $\frac{1}{213} = 0,0047$ ihres Volumens, welches sie bei 0° besitzen, ausgedehnt *). Experimentirt man daher messend mit Gasarten, so muß nebst der barometrischen Correction auch die thermometrische vorgenommen werden, d. h. das beobachtete Gasvolumen muß auf den Normalbarometerstand = 28 Zoll = 336 pariser Linien, und auf die Temperatur 0° reducirt werden.

Die verschiedenartigen Körper haben eine sehr verschiedene Wirkung auf unser Gefühlsvermögen, obwohl sie sich unter denselben Temperaturverhältnissen befinden, oder mit andern Worten, die verschiedenartigen Körper können bei gleichen Wärmegraden dennoch verschiedene Mengen Wärme enthalten, d. h. von zwei gleich kalten Körpern, welche bis zu einem und demselben Grad erwärmt werden sollen, bedarf der eine mehr, der andere

*) Feste Körper werden nicht so gleichförmig ausgedehnt, wie die luftförmigen. Die Luftthermometer sind aus diesem Grunde auch sehr empfindlich, und deshalb auch besonders, um sehr geringe Wärmeunterschiede zu bestimmen, bei weitem den Quecksilberthermometern vorzuziehen.

weniger Wärme. Diese ungleiche Menge Wärme, welche die Körper bei gleicher Temperatur enthalten, heißt ihre eigenthümliche, specifische Wärme. Von solchen Körpern, die eine gröfsere eigenthümliche Wärme als andere besitzen, sagt man, sie haben eine gröfsere Wärmecapacität. Vermischt man daher gleiche Gewichtstheile eiskaltes und kochendheifses Wasser, so zeigt das Gemenge nach der Vermischung eine Temperatur von 50° an, weil sowohl das eiskalte als auch das warme Wasser einerlei Wärmecapacität besitzen. Vermischt man dagegen eiskaltes Wasser mit einer gleichen Gewichtsmenge bis zu 100° erwärmten Quecksilbers, so zeigt das Gemenge nur eine Temperatur von $+ 3^{\circ}$ an, daher erfordert das Quecksilber, um bis zu $+ 97^{\circ}$ erwärmt zu werden, nicht mehr Wärme, als das Wasser zu seiner Erwärmung bis zu $+ 3^{\circ}$ nöthig hat, und mengt man gleiche Gewichtstheile $+ 100^{\circ}$ warmes Wasser, und 0° kaltes Quecksilber zusammen, so wird aus demselben Grunde das Gemenge eine Temperatur von $+ 97^{\circ}$ zeigen, weil das Quecksilber nur 3° abzugeben braucht, um das Wasser bis auf 97° zu erwärmen. Das Wasser enthält demnach 33 mal so viel Wärme als das Quecksilber. Bei der Vergleichung der specifischen Wärme der Körper nimmt man und zwar sowohl bei den festen als tropfbarflüssigen Körpern das Wasser $= 1$, und bei den gasförmigen Körpern die atmosphärische Luft $= 1$ an. Dulong und Petit fanden, dafs die Wärmecapacität mit der Temperatur zunimmt, und mit dem Atomgewichte der Naturkörper in einem genauen Verhältnisse steht, so dafs, wenn man die Zahlenausdrücke beider mit einander multiplicirt, die Producte fast immer einander gleich sind. Aus diesem merkwürdigen Verhältnisse folgt, dafs, wenn 2 einfache Stoffe gleiche Äquivalentenzahlen haben, bei gleicher Temperatur auch gleich viel Wärme enthalten.

Indem durch die Wärme die Cohäsion der Körper vermindert wird, d. h. entweder tropfbarflüssig werden oder die Gasform annehmen, wird Wärme gebunden, so dafs sie nicht mehr bemerkbar und nicht mehr durch das Thermometer angezeigt wird; diese Wärme nun, welche nö-

thig ist, um die Cohäsion der Körper zu vermindern, und sie entweder in die elastischflüssige oder tropfbarflüssige Form zu verwandeln, nennt man gebundene, latente Wärme; nehmen sie aber wieder ihren vorigen Aggregatzustand an, d. h. gehen die tropfbarflüssigen wieder in den festen und die elastischflüssigen Körper in den flüssigen Zustand über, so wird diejenige Wärme, welche die Formveränderung der Körper bewirkte, wieder fühlbar, an dem Thermometer bemerklich, oder mit andern Worten, sie wird frei.

Dafs die Wärme gebunden wird, wenn die Körper aus dem festen in den flüssigen Zustand übergehen, läfst sich durch folgendes einfache Experiment beweisen. Man vermische bis zu 60° R. erwärmtes Wasser und eben so viel Eis von 0° R., so wird natürlicherweise das Eis schmelzen und die Wärme dem erwärmten Wasser entzogen werden; untersucht man dann das Wasser mit dem Thermometer, so wird das Wasser eine Temperatur von 0° R. zeigen, die 60° R. sind demnach verschwunden (gebunden), folglich enthält Wasser von 0° R. 60° R. gebunden *). Die Wärmegrade, welche die Körper bei ihrem Übergang aus dem festen in den flüssigen Zustand nöthig haben, hängen von der Natur des Körpers ab, so z. B. schmilzt

der Phosphor bei einer Temp. v.	+ 37° R.
das Wachs — — —	+ 52° R.
der Schwefel — — —	+ 88° R.
das Zinn — — —	+ 197° R.
das Blei — — —	+ 258° R.
das Zink — — —	+ 300° R. od. 3° Wedgewood
das Silber — — —	+ 828° R. od. 22° Wedgewood
das Gold — — —	+ 1105° R. od. 32° Wedgewood **)
das Gufseisen — — —	— — — 130° Wedgewood
das Stabeisen — — —	— — — 175° Wedgewood ***)

*) Das Wasser kann man daher als ein Themat, d. h. als eine Verbindung von Eis und Wärme betrachten.

**) Pouillet fand mit seinem Luftthermometer den Schmelzpunkt des Silbers bei 1321°, und den Schmelzpunkt des Goldes bei 1677° R.

***) Nimmt man den 0° W. = 216 R. und jeden Grad W. mehr zu 27,2° R. an, so stimmen beide Angaben nicht ganz überein.

So wird, wie schon bemerkt wurde, ebenfalls Wärme gebunden, wenn die Körper aus dem tropfbarflüssigen in den elastischflüssigen Zustand übergehen. Körper, welche sich auf diese Weise in die Gasform überführen lassen, werden flüchtige genannt, diejenigen hingegen, welche sich durch Hitze nicht verflüchtigen lassen, nennt man feuerbeständig. Sind sie, wie die Kohle, unschmelzbar, so nennt man sie feuerfest.

Sowohl bei dem Flüssigwerden als auch bei dem Verflüchtigen entziehen die Körper den benachbarten Körpern ihre Wärme, und so entsteht das Gefühl von Kälte; vorzüglich findet dieses statt beim Vermischen leicht löslicher, zum Theil viel Krystallwasser enthaltender Körper mit Eis oder Schnee *), wodurch selbst bedeutende Kältegrade hervorgebracht werden; darauf beruhen die Bereitungen und Anwendungen der Kälte- oder Frostmischungen, z. B. ein Gemenge von 2 Theilen Schnee und 3 Theilen krystallisirtem salzsaurem Kalk, oder gleiche Theile von jedem erzeugen eine Kälte von -33 bis 36° R., wobei also schon das Quecksilber fest wird. Vier Theile krystallisirtes Ätzkali und 3 Theile Schnee bewirken eine Kälte von 37° . Gleiche Theile Schnee und Kochsalz erkalten von 0° bis auf 15° . Ein Theil Schnee, mit $\frac{1}{3}$ verdünnter Schwefelsäure gemischt, bewirkt von 0° eine Kälte bis auf -26° . Gleiche Theile Schnee und verdünnte Schwefelsäure erkalten von $5,6^{\circ}$ bis auf -40° . Gleiche Theile krystallisirtes Glaubersalz und mit ihrem Gewichte Wasser verdünnter Schwefelsäure erkalten von $+8^{\circ}$ bis auf 24° . Gleiche Theile Schnee und verdünnte Salpetersäure erkalten von 0° bis 34° . 16 Theile krystallisirtes Glaubersalz, 11 Theile Salmiak, 10 Theile Salpeter und 32 Theile Wasser erkalten von $+10$ bis auf -10° R.

*) Aus diesem Grunde friert ein Zinnteller augenblicklich selbst in einem warmen Zimmer an den Tisch; wenn man eine Hand voll Kochsalz und Schnee auf den Teller giebt, mischt und auf den Tisch 1 Tropfen Wasser fallen läßt, auf welchen man den Teller mit der Mischung setzt.

Anmerkung. Die ärztliche Anwendung des Foment. frigid. Schmuckeri (Schmucker's kalter Umschlag), welcher durch Vermischen von salzsaurem Ammoniak (Salmiak), salpetersaurem Kali, von jedem 1 Unze, 4 Pfund frischem Brunnenwasser und anderthalb Pfund Weinessig erhalten wird, gründet sich ebenfalls auf eine künstliche Kälteerzeugung, wodurch gewisse entzündete Theile des Körpers herabgestimmt werden. Auch würde man sich in gleicher Weise jeder leicht verdampfbaren Flüssigkeit, z. B. des Aether sulphuricus, bedienen können *).

Werden tropfbarflüssige Körper erwärmt, so wird Wärme gebunden, und es erzeugen sich elastischflüssige Körper (Gasarten, Luftarten), die sich vermöge ihrer specifischen Leichtigkeit nach der Oberfläche der Flüssigkeit zu bewegen; wird dann der Flüssigkeit mehr und mehr Wärme zugeführt, so werden sie mit einer der Wärme entsprechenden Tension (Spannkraft) den Druck der auf der Oberfläche der erwärmten Flüssigkeit ruhenden Luftsäule beseitigen, die Gasblasen werden auf der Oberfläche der Flüssigkeit zerplatzen, ein Zischen verursachen und durch diese Eigenschaft die Erscheinung hervorbringen, die wir das Sieden oder Kochen nennen. Die Temperatur, die zum Sieden nöthig ist, nennt man den Siedepunct. Der Siedpunct ist jedoch verschieden, und hängt von der Natur der Körper ab; specifisch leichtere Flüssigkeiten erfordern weit weniger Wärme als specifisch schwerere, wie aus folgenden Beispielen zu ersehen ist. Es sieden nämlich folgende Körper bei dem Normalbarometerstand von 28 Zoll, bei folgenden Temperaturen,

und zwar die Blausäure	bei	+ 21° R.
der Äther	—	+ 28° R.
der Alkohol	—	+ 62° R.
das Wasser	—	+ 80° R.
die Schwefelsäure	—	+ 260° R.
das Quecksilber	—	+ 284° R.

*) So gelang es Leslie das Quecksilber durch Verdunsten des

Die Erscheinung des Siedens hängt nicht allein von der Temperatur, sondern auch von der Oberfläche der Gefäße ab, in welchen das Sieden vorgenommen wird. In Gefäßen mit rauher Oberfläche sieden die Flüssigkeiten weit eher, als in Gefäßen mit ganz glatter polirter Oberfläche. Besonders interessant hierüber sind die Leidenfrost'schen Versuche; dieser Naturforscher fand nämlich, daß auf glühend, gut polirter metallener Oberfläche die Flüssigkeiten nicht sieden, sondern nur rotirend umhergeworfen werden *). Dieses Experiment läßt sich leicht anstellen, wenn man ein Platinaschälchen oder ein kleines Platinalöffelchen mit Hilfe einer Weingeistflamme bis zum Glühen erhitzt, und dann 1 Tropfen Wasser darauf fallen läßt.

Vergleicht man die Temperatur, die zum Sieden des Wassers erforderlich ist, auf hohen Bergen und in Thälern, so ergibt sich als Resultat, daß das Wasser auf hohen Bergen bei geringern Temperaturen siedet als in Thälern und in Gruben, folglich wird der Siedpunct von dem Druck der Luft bedingt und hängt von dem jedesmaligen Stande des Barometers (Luftdruckmessers) ab. Da also der Siedpunct von dem Drucke der auf der Flüssigkeit ruhenden Flüssigkeitssäule, und dieser von der Höhe der Berge abhängt, so kann man ein sehr empfindliches Thermometer anstatt des Barometers, und so ebenfalls ein Thermometer zu Höhenmessungen gebrauchen.

So siedet das Wasser

bei 28'' Barometerstand bei 80° R.

— 25'' — — — 77° R.

Äthers unter dem Recipienten der Luftpumpe gefrieren zu lassen, Marceet durch Schwefelalkohol und Bussy durch flüssige schwefelige Säure.

*) W. Döbereiner (Grundrifs d. allgemeinen Chemie, 3te vermeh. Aufl. Jena 1826. S. 59.) sagt: Die Ursache dieser Erscheinung ist, daß zwischen glühenden Metallflächen und tropfbaren Flüssigkeiten keine unmittelbare Berührung, daher auch keine Adhäsion stattfindet.

bei 10,5" Barometerstand bei 60° R.
 — 1,85" — — — 32° R.
 — 0,309" — — — 10° R.

Wird die dem Sieden entgegenwirkende Kraft, d. h. der Luftdruck beseitigt, so sieden die Flüssigkeiten bei sehr niedern Temperaturgraden; schon die Wärme der Hand ist hinreichend, die Erscheinung des Siedens hervorzubringen; darauf beruht die Construction des Pulshammers, eines luftleeren Raumes, welcher zum Theil mit Wasser angefüllt ist.

Gehen die Körper, und zwar die tropfbarflüssigen in den festen, und die elastischflüssigen Körper (Luftarten) in den tropfbarflüssigen Zustand über, so wird in beiden Fällen Wärme frei. Im Allgemeinen kann man annehmen, daß überhaupt da, wo sich der Cohäsionszustand der Körper vermehrt, stets Wärme frei wird. Diesen ausgesprochenen Satz mögen folgende Beispiele erläutern: Wird gebrannter Kalk (eine Verbindung von gleichen Atomen Calcium und Oxygenium) mit Wasser begossen, so zerfällt bekanntlich der gebrannte Kalk unter bedeutender Temperaturerhöhung zu einem feinen Pulver, indem sich das Calciumoxyd (Kalk) mit dem Eis des Wassers verbindet, Kalkhydrat bildet, und die Wärme, welche das Eis in dem flüssigen Zustand erhielt, frei macht. Werden, wie bei dem Destilliren, z. B. die Wasserdämpfe durch das Kühlgefäß geleitet, so werden, indem die Wärme, die zur Erzeugung von Wasserdämpfen erforderlich war, durch das Kühlrohr fortgeleitet wird, die Dämpfe wieder in tropfbarflüssiger Form auftreten, wodurch das Wasser in dem Kühlgefäße warm wird; deshalb muß bei den Destillationen das so warm gewordene Wasser im Kühlgefäß fortan kühl erhalten werden *). Dasselbe Freiwerden von Wärme erfolgt bei der Absorption der Gasarten, z. B. bei der Darstellung des Liquor ammoniaci

*) Es werden 456° R. Wärme frei, wenn die Wasserdämpfe in tropfbarflüssiges Wasser verwandelt werden, und 1 Pfund Wasserdämpfe von 80° bildet mit $5\frac{2}{3}$ Pfund Wasser von 0° $6\frac{2}{3}$ Pfund Wasser von 80° R.

caustici, wenn das Ammoniakgas in destillirtes Wasser geleitet wird, wobei sich die Flüssigkeit erwärmt, und es muß deshalb auch das Gefäß, in welchem sich das zur Absorption des Ammoniakgases nöthige Wasser befindet, stets kühl erhalten werden.

Ferner wird Wärme frei bei der chemischen Verwandtschaft, sowohl bei Verbindungen als auch bei Zersetzungen, und zwar hängt die Wärme von der Intensität der in Berührung kommenden Körper ab. Die größte Wärmeentwicklung findet bei dem Verbrennen der Körper statt. So schmilzt nach Dalton 640 Pfund Eis von 0° R. bei dem Verbrennen von 2 Pfund Wasserstoff mit 16 Pfund Sauerstoff, ferner schmilzt nach Dalton 80 Pfund Eis von 0° R. bei dem Verbrennen von 4 Pfund Schwefel mit 4 Pfund Sauerstoff.

Endlich wird Wärme frei bei dem Benetzen poröser trockner Körper; nach den Beobachtungen Pouillet's soll dadurch die Temperatur von $\frac{1}{6}$ bis 8° steigen.

Ohne Wärme würde in der Natur Alles starr, leblos erscheinen; die Wärme ist daher dasjenige Agens, welches sowohl das Leben der Thiere als auch der Pflanzen unterhält, so wie auch die chemische Thätigkeit in den meisten Fällen nur erst unter Mitwirkung von Wärme beginnt. Sie bedingt den Cohäsionszustand der Körper, und indem sie den starren Körper vermindert, beginnt die chemische Thätigkeit.

Fragen wir nun, was die Wärme eigentlich sei? so müssen wir gestehen, daß wir diese Frage eben so wenig wie beim Lichte mit völliger Gewißheit zu beantworten im Stande sind, und ohne die Meinungen der Naturforscher hier weiter zu untersuchen und anzuführen, mag sich der in dieses Feld neu eintretende Arzt und pharmaceutische Chemiker einstweilen mit den wichtigsten hier erörterten Erscheinungen begnügen, und dann in andern geeigneten Werken von Döbereiner, Fries, Muncke, Brandes, Buchner, Biot, Exleben, Fischer, Fechner u. A. über die Frage belehren lassen.

3. Die Electricität.

Wenn eine Glas- oder Porcellanröhre, oder eine Siegelacksstange anhaltend gerieben werden, so erhalten diese Körper die höchst merkwürdige Eigenschaft andere leichtere Körperchen, wenn sie ihnen genähert werden, in einer gewissen Entfernung anzuziehen und wieder abzustofsen. Da dieses Phänomen zuerst am Bernstein *) beobachtet wurde, welchen die Griechen ἤλεκτρον nannten, so hat man auch diese eigenthümliche, mächtig wirkende Naturkraft Electricität genannt.

Indefs werden auf diese Weise nicht alle Körper electricisch, diejenigen, welche es am stärksten werden, sind aufser den bereits oben genannten noch folgende: Harz, Seide, Wolle, Haare, Wachs u. a.; man nennt diese Körper selbstelectrische (idioelectricische).

Bei dem Reiben der Körper werden zwar beide electricisch, der zu reibende Körper wie das Glas, und der Körper, womit das Glas oder andere Körper gerieben werden (das Reibzeug), wie z. B. die Seide, aber beide erregte Electricitäten verhalten sich verschieden; man unterscheidet sie durch positive und negative Electricität. Da das Glas beim Reiben positive Electricität, das Harz dagegen stets negative Electricität annimmt, so nennt man erstere auch Glas-, letztere dagegen Harzelectricität.

Mit gleichnamiger Electricität begabte Körper stofsen sich ab, mit ungleichnamiger Electricität begabte Körper dagegen ziehen sich an. Daher läfst sich das Anziehen und Abstofsen der Körperchen erklären, welches man, wie schon oben angegeben wurde, leicht an einer geriebenen Siegelacksstange beobachtet, wenn man dieselbe über feine Papierschnitzchen oder Korkkügelchen, die sich an einem seidenen Faden aufgehängt befinden, hält. Darauf beruht

*) Das Vermögen geriebener Körper, andere leichtere anzuziehen, soll, wie uns mehrere Schriftsteller berichten, schon Thales 600 Jahr vor Christi Geburt gekannt haben, und nebst dem Beweis, dafs auch die unorganischen Körper beseelt seyen, angeführt haben.

die Anwendung der *Electroscope*, Instrumente, womit man den electricischen Zustand der Körper beobachten kann.

Zur Erklärung der electricischen Erscheinungen nahm man anfangs an, daß beim Reiben der Körper diese dem Reibzeuge Electricität entzögen, daß das electricische Gleichgewicht der Körper gestört werde, und dadurch der eine mehr, der andere weniger Electricität erhalte; später überzeigte man sich von der Unrichtigkeit dieser Annahme, man fand vielmehr, daß beide Körper einen Überschufs von Electricität enthielten, und Symmer bewies zuerst, daß die so erzeugte Electricität von verschiedener Beschaffenheit sei. Daraus folgerte man dann, daß alle Körper unseres Planeten einen Stoff enthielten, der wieder aus beiden einfachen Electricitäten zusammengesetzt sei, welchen man electricische Materie (*Electrogenium*) nennen kann. Benjamin Franklin, welcher zuerst eine Theorie über Electricität aufzustellen versuchte, hat die Verschiedenheit der Electricität in einem Überschufs und Mangel der Electricität erklärt, und nannte erstere *positive*, letztere dagegen *negative* Electricität.

Beide Electricitäten unterscheiden sich in ihren Wirkungen, und zwar 1) durch ihre Wirkung auf die Geschmacksorgane; die positive Electricität erregt einen säuerlichen Geschmack, die negative dagegen einen alkalischen, brennenden Geschmack; 2) durch ihr verschiedenes Licht; die positive Electricität erscheint aus einer Metallspitze ausströmend als ein langer röthlich-blauer Lichtbüschel, läßt man dagegen die negative Electricität ausströmen, so bemerkt man an der Spitze nur ein leuchtendes Fünkchen; 3) durch ihr verschiedenes Fortleitungsvermögen; 4) durch die Figuren; die positive Electricität erzeugt in feinem Pulver eine sternförmig strahlende Figur, die negative Electricität dagegen einen Kreis. Beide Electricitäten glei-

chen sich unter Geräusch, Licht- und Wärmeentwicklung aus.

Diejenigen Körper, welche die erregte Electricität sehr schnell auf ihrer Oberfläche verbreiten, fortleiten, nennt man **Leiter der Electricität**; Körper hingegen, die sie schwächer und langsamer hindurchlassen, nennt man **Halbleiter**. Noch andere Körper, die der Electricität fast gar keinen Durchgang gestatten, nennt man **Nichtleiter (Isolatores)**. Zu den vorzüglichsten Electricitätsleitern gehören die Metalle, Holzkohle, Graphit u a., zu den Halbleitern gehört Wasser und die Steine überhaupt, endlich zu den Nichtleitern gehören das Glas, Harz und insbesondere diejenigen Körper, welche durch's Reiben electricisch (idioelectricisch) werden.

Um für grössere Zwecke große Quantitäten Electricität auftreten zu lassen, bedient man sich eigener Vorrichtungen, der Electricitätsmaschinen. Diese lassen sich auf 3 Theile zurückführen, oder mit andern Worten, sie bestehen aus folgenden Theilen:

1) aus einer gläsernen Scheibe oder einem Cylinder (daher der Ausdruck Cylinder- oder Scheibenmaschinen), also aus einem idioelectricischen Körper, an welchem durch das Reiben Electricität erregt wird;

2) aus dem Reibzeuge, gewöhnlich aus einem oder mehreren Lederkissen, womit die gläserne Scheibe oder der Cylinder gerieben werden soll; auf das Kissen bringt man entweder etwas Mussivgold, oder besser ein Amalgam, welches nach Kienmayer's Vorschrift aus 1 Theil Zink, 1 Theil Zinn und 2 Theilen Quecksilber bereitet, mit etwas Fett zu einer Salbe angerieben und auf das Kissen gestrichen wird;

3) aus dem Leiter, dem Conductor, gewöhnlich ein oblonger hohler Cylinder von Messingblech. An dem einen Ende desselben sind zwei Messingdrähte bogenförmig angebracht, an deren Enden ein Blechstück befindlich ist, welches mit Metallspitzen versehen seyn muß; an dem andern, gewöhnlich kugelförmig auslaufenden Ende ist eine starke Kugel angebracht. Aufser den

Saugspitzen des Conductors, die der Scheibe oder dem Cylinder zugekehrt sind, müssen alle übrigen auf das sorgfältigste vermieden werden, weil sie der Maschine sonst entgegengesetzte Electricität zuführen und dadurch die Maschine an Wirksamkeit verlieren würde. Übrigens muß, damit die Electricität des Conductors nicht fortgeleitet werde, derselbe auf hohen schmalen Glasfüßen ruhen, die man, um den Conductor noch mehr zu isoliren, wohl noch mit einem Firniß anstreicht.

An einer gut vorgerichteten Maschine kann man sowohl positive als auch negative Electricität für sich entwickeln, und zwar nimmt, wenn man das Reibzeug mittelst einer Metallkette mit dem Erdboden in leitende Verbindung setzt, der Conductor positive Electricität an, isolirt man dagegen das Reibzeug, und bringt den Conductor mit der Erde in leitende Verbindung, so zeigt sich am Reibzeuge negative Electricität.

Um große Quantitäten von Electricitäten anzusammeln, bedient man sich entweder mit Metallstreifen belegter Glastafeln, die man seinem Erfinder zu Ehren Franklin'sche Tafeln nennt, oder bloßer Glasflaschen, sogenannter electrischen Leidner oder Kleist'schen *) Flaschen; mehrere solcher Flaschen in Verbindung gesetzt, bilden eine Batterie, welche beim Experimentiren große Vorsicht erfordern, da beim Entladen selbst Thiere getödtet werden können.

Zum chemischen Gebrauch dient indess ein von Wilke im Jahr 1762 erfundenes Instrument, der Electrophor, welches durch Volta 1775 allgemeiner bekannt wurde. Dieses Instrument besteht aus einer dünnen Harzscheibe, die auf einen Teller von Messing oder Eisenblech gegossen ist, und aus einer metallenen oder mit Stanniol belegten Pappscheibe, die etwas kleiner als der Teller ist, und mit einem isolirenden Handgriffe versehen seyn muß; schlägt man dann den auf dem Teller befindlichen Harz-

*) Nach seinem Erfinder Kleist, einen Domherrn in Pommern so genannt.

kuchen mit einem Fuchsschwanz oder einem Katzenfelle, so wird sie dadurch auf ihrer geriebenen obern Seite negative Electricität annehmen, während durch Vertheilung ihre untere Seite, die mit der Erde in leitender Verbindung stehen muß, um die entweichende negative Electricität abzuleiten, positive Electricität erhält. Setzt man dann den Deckel des Electrophors auf den Harzkuchen, so wird auch auf diesen die Electricität vertheilend wirken; er wird also auf seiner untern, das Harz berührenden Fläche $+$ electricisch, an seiner obern aber $-$ electricisch werden. Hebt man den Deckel wieder ab, so wird der Deckel am Electroskop (ein Paar feine Korkkügelchen an einen feinen seidnen Faden aufgehängt, sind, um den electricischen Zustand des Deckels zu beobachten, schon ausreichend) keine Spur von Electricität zeigen, da beide Electricitäten in ihm im Gleichgewichte sind, und sich sogleich nach Aufhören der einwirkenden Vertheilung wieder gegenseitig neutralisiren. Berührt man dagegen, während er auf dem Harzkuchen liegt, die obere Fläche der Metallscheibe mit dem Finger, so wird die negative Electricität der obern Seite abgeleitet, und positive Electricität der untern sich im Deckel anhäufen. Hebt man dann den Deckel nach der Berührung ab, so wird er positiv electricisch, und bei der Berührung einen Funken zeigen, der dem der Electricitätsmaschinen analog ist.

Einfacher ist der electricische Apparat von W. Döbereiner, der zu allen vorkommenden Verpuffungen ausreichend ist, und von jedem leicht angefertigt werden kann. Derselbe besteht in einer Glas- oder Porcellanröhre, welche mit Hülfe eines seidnen Tuches anhaltend gerieben wird, und einer kleinen Leydner Flasche, wozu sich jede an einem Ende zugeschmolzene Glasröhre benutzen läßt, deren äußere Seite mit Stanniol umlegt wird, so daß ungefähr 1 bis 2 Zoll von der Öffnung das Glas unbedeckt bleibt; hierauf füllt man ungefähr bis zur Hälfte die Glasröhre mit Messingfeile an und verschließt die Öffnung mit einem gut schließenden Korke, durch welchen man einen Metalldraht steckt, der mit seinem untern

Ende von der Messingfeile bedeckt wird, und an deren äußerem über dem Korke befindlichen anderen Ende des Drahtes sich eine Metallkugel befindet; hierauf wird der Kork mit fließendem Siegelack bedeckt, so daß alles hermetisch schließt. Soll nun dies so vorgerichtete Fläschchen zu irgend einem beliebigen Zwecke, z. B. zur Verpuffung von Sauerstoff- und Wasserstoffgas geladen werden, so wickelt man um die Glas- oder Porcellanröhre ein trocknes seidenes Tuch, legt es in die innere linke Hand und hält dasselbe mit drei Fingern fest, das Leydner Fläschchen dagegen nimmt man zwischen den Zeigefinger und den Daumen der linken Hand und richtet das Fläschchen so, daß das Metallkugelchen desselben nach der Glas- oder Porcellanröhre zu gerichtet ist, dann bewegt man mit der rechten Hand am untern Ende die Glas- oder Porcellanröhre anhaltend auf- und abwärts. Auf diese Weise lassen sich ziemlich starke Funken schon aus der Leydner Flasche ziehen. Die Abbildung derselben siehe in Döbereiner's Grundriß der Chemie, 3. Aufl. 1826. Taf. IV. Fig. 21 u. 22.

Werfen wir einen Blick auf das bereits Vorgetragene zurück, so finden wir, daß die Electricität durch Reibung entstanden ist. Indes diese Reibung ist nicht allein die Ursache, wodurch electricische Erscheinungen entstehen, sondern dieselben werden noch durch andere eigenthümliche Kräfte und Processe, wie wir sogleich sehen werden, hervorgebracht.

So wird Electricität durch Erwärmen mehrerer krystallisirter Körper des Mineralreichs, namentlich des Turmalins *), des Boracits, des Topases, des Mesotyps, des Prehnits, des Axinitis u. a. m. erzeugt **), wird aber

*) Vergl. hierüber auch T. Bergmann, de vi electrica Turmalini in opusculis suis physico-chemicis Vol. V. p. 402, und über die von Hauy am Boracit beobachtete Electricität Gren's Journal der Physik. Bd. VII. S. 87.

**) Von Brewster wurde in neuerer Zeit diese Eigenschaft auch an einigen künstlichen Krystallen, namentlich an den

die Temperatur bis auf einen gewissen Grad gesteigert, so verlieren jene Körper die Electricität, sie tritt jedoch aber beim Erkalten wieder hervor. Auf diese Weise werden dann die beiden Enden des Krystalles electricisch, und zwar so, daß an einem Ende oder Pole positive, und an dem andern negative Electricität erzeugt wird; man nennt, da die Erscheinungen in gleicher Weise wie beim Magnet stattfinden, die beiden Enden des Krystalles auch die electricischen Pole. Ja, man hat selbst gefunden *), daß der Punct, an welchem durch Erwärmung + Electricität auftritt, beim Erkalten — electricisch wird.

Auch beim Übergang flüssiger Körper in den festen Zustand, sowie auch beim Übergang tropfbarflüssiger Körper in den elastischflüssigen Zustand, wie z. B. nach Volta's Beobachtung bei der Bildung der Wasserdämpfe, wird Electricität erzeugt **). Die hier, namentlich bei der Formveränderung der Körper, und besonders bei dem Übergang tropfbarflüssiger Körper in den festen Zustand erscheinende Electricität ist wahrscheinlich einer Reibung zuzuschreiben, die bei diesen und andern ähnlichen Naturprocessen stattfindet. Ebenso beweisen eine Menge von Becquerell angestellter Versuche, welche in Poggendorfs Annalen, den Annales des chemie, und in Schweigger's Journal uns mitgetheilt worden, daß die chemische Action der Körper, sowohl bei stattfindenden Zersetzungen, als auch bei Verbindungen häufig als Electromotor anzusehen ist.

Sowie das Licht und die Wärme, so bewirkt auch die

Weinsteinsäurekrystallen, an dem weinsteinsäuren Kali u. a. m., beobachtet.

*) Berzelius, Lehrb. d. Chemie, 3. Aufl. I. Bd. S. 89.

**) Nach Pouillet sollen sich bei der Verdampfung des Wassers dann erst electricische Erscheinungen zeigen, wenn mit der Verdampfung desselben zugleich auch ein chemischer Proceß stattfindet, z. B. ist im Wasser eine Säure oder ein Salz aufgelöst, so zeigen die davon aufsteigenden Wasserdämpfe positive Electricität, während das metallische Gefäß negative annimmt; bei den fixen Alkalien findet das Gegentheil statt.

Electricität Zersetzungen und Verbindungen; läßt man z. B. anhaltend in Wasser den electricischen Funken einwirken, so wird es in seine elementaren Bestandtheile in Wasserstoff- und Sauerstoffgas zersetzt, werden diese gasförmigen Producte aufgefangen und läßt man den electricischen Funken einwirken, so verbinden sich die gasförmigen Zersetzungsproducte und man erhält wieder Wasser. Ebenso wie Licht und Wärme wohlthätig auf den Organismus einwirken, so wirkt auch die Electricität. Kratzenstein 1744, Nollet 1746, Jallabert 1748 waren diejenigen, welche die Maschinenelectricität zuerst mit Erfolg bei Lähmungen anwandten; so hat man sie mit gleichem Erfolg in denjenigen Fällen indicirt gefunden, wo ein eindringender Reiz auf das Nerven-, Muskel- und Gefäßsystem erforderlich ist, namentlich bei Krämpfen, Steifigkeiten der Glieder, hartnäckiger Gicht, Verhaltung des monatlichen Blutflusses, zur Wiederbelebung von Scheintodten u. a. m. Zu diesem Zwecke muß jedoch die Electricität in geringem Mafse und mit großer Vorsicht angewandt werden, da die Electricität im Übermaße angewendet, ebenso wie die Wärme, zerstörend auf den Organismus einwirken würde. Sie zerreißt die Weichgebilde, veranlaßt dadurch Blutaustretungen, rollt die Haut auf. Merkwürdig ist dabei der feingeschlängelte Lauf der Knochenfissuren und die strahlenförmige Verzweigung und Sternform, sowohl in diesen als in den Sugillationen, die der Blitz erzeugt. Selbst die Luftelectricität (Advice on Coughs and Colds. Lond. 1835.) hat auf die Gesundheit einen merklichen Einfluß. Bleiben nämlich electricische Wolken lange Zeit in der Atmosphäre, ohne sich zu entladen, so empfinden nervenschwache Personen ein seltenes Unbehagen, welches sie in den Stand setzt, einen Sturm vorauszusagen, ehe noch Anzeigen dazu vorhanden sind. Dieses Unbehagen ist von innerer Aufregung, Zittern in den Knien, Beengung des Athemholens und oft von schmerzlicher Angst begleitet. Manche leiden auch unter solchen Umständen an gestörter Verdauung, Durchfall, Übelkeiten und zuweilen an Krämpfen.

Die Electricität begünstigt nach Müller die Erzeugung von Infusorien, und wandelt sie in vollkommene Arten um. Electrirtes Blut wird schwärzer, von der Luft nicht wieder geröthet (Clem. Archer, Obs. on the Effects of Oxygen. Lond. 1799.) und bleibt lange Zeit flüssig. In den Adern vom Blitz getroffener Menschen und Thiere gerinnt es gar nicht und bekommt durchgängig eine venöse Beschaffenheit. Auch die goldgelbe Farbe der Nerven unter gleichen Umständen beweist die mischungsändernde Wirkung der Electricität. Ferner findet man, daß von Blitz getroffene Organismen sehr bald in Fäulniß übergehen.

Zu medicinischen Zwecken ist die Electricität als electrisches Bad *) angewendet, schon hinreichend; zu diesem Ende wird der Kranke auf einem Bänkchen mit Glasfüßen isolirt und nun läßt man so die Electricität einwirken; soll indess die Electricität nur örtlich medicinisch angewandt werden, so läßt man sie auf den leidenden Theil des Organismus aus Spitzen einströmen, oder, um schneller und energischer zu wirken, auch gelinde Schläge einwirken.

Ferner wird Electricität frei durch die wechselseitige Berührung differenter Arten der Materie, so daß der eine positive, der andere Körper dagegen negative Electricität erhält, welcher aber von beiden negativ oder positiv electrisch wird, hängt von der Natur der in Contact kommenden Körper ab. Auch die Intensität der hervorgerufenen Electricität hängt von der chemischen Ungleichartigkeit der mit einander in Berührung kommenden Körper ab. Diese electrischen Erscheinungen finden nicht allein zwischen festen, sondern auch zwischen festen und tropfbarflüssigen Körpern statt. Die Veranlassung zu dieser Entdeckung war Aloysius Galvani, Professor zu Bologna,

*) Durch das electrische Bad wird nach Partington der Puls schneller und voller, die Ausdünstung und andere Se- und Excretionen erfolgen reichlicher, und der motus peristalticus des Darmkanals wird beschleunigt (Vgl. Stark's allgemeine Pathologie).

welcher bei Versuchen, die er im Jahre 1790 mit Fröschen anstellte, fand, daß thierische mit irritablen und sensiblen Fibern versehene Organe, unter gewissen Bedingungen bei der Berührung mit Metallen und andern Körpern noch einen sehr hohen Grad der Reizempfänglichkeit oder Vitalität zeigen können (d. h. Lebenserscheinungen hervorbringen, die sich vorzüglich in Bewegungen einstellen), obwohl sie sich gleich in dem Zustande der tiefsten Unerregbarkeit zu befinden scheinen *). Die so durch Berührung verschiedenartiger Körper erzeugte Electricität nennt man, seinem Entdecker Galvani zu Ehren, Galvanismus, und da die galvanische Thätigkeit in den meisten Fällen durch Berührung verschiedenartiger Metalle hervorgerufen wird, so nennt man sie auch Metallreiz **).

Volta, welcher die Versuche Galvani's wiederholte, fand, daß sich die electricischen Erscheinungen in vorzüglichem Grade dann geltend machten, wenn leicht oxydirbare Metalle, als Zink, Eisen u. s. w. mit schweroxydirbaren, als Kupfer, Silber, Gold u. s. w. in Verbindung, nebst einem feuchten Leiter über oder neben einander gebracht werden. So erhielt man einen electro-galvanischen Apparat, welchen man wegen seiner Form und seinem Entdecker zu Ehren Volta'sche Säule nennt.

Die Bedingungen zur Construction einer Volta'schen

*) Anfänglich betrachtete Galvani die Muskeln als geladene Flaschen, die Nerven aber als leitende Körper, und schrieb daher diese Erscheinungen der Wirkung einer eigenthümlichen thierischen Electricität zu, womit die Muskeln geladen und wovon sie wieder entladen werden könnten. Volta dagegen war der erste, welcher diese Bewegungen der Muskeln der Berührung verschiedenartiger Leiter zuschrieb.

***) Diese Benennung ist jedoch nicht ganz richtig, da, wie schon v. Humboldt (vergl. dessen Versuch über die gereizte Muskel- und Nervenfasern, Posen u. Berlin 1797.) sehr richtig entgegenstellt, daß nicht allein Metalle, sondern auch andere Körper diese Erscheinungen hervorbringen.

Säule sind differente Metalle, d. h. leicht oxydirbare, wie z. B. Zink, Eisen u. s. w., und schwer oxydirbare, wie Kupfer, Silber, Gold, Platina u. s. w., feuchte Leiter, als Wasser, Salzlösungen oder Säuren, wie Salz- oder Salpetersäure, und obwohl man die zambonische Säule (aufgehäufte, 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll große Scheiben von Papier, welches auf der einen Seite mit unächtem Blattsilber [dünn geschlagenem Zinn] und auf der andern Seite mit unächtem Blattgold [dünn geschlagenem Messing] oder Blattkupfer bekleidet ist, von welchen dieses das Kupfer, jenes das Zink repräsentirt) als Beweis für den bloßen Metallcontact angeführt hat, so liefert sie dennoch keinen Beweggrund gegen die jetzt fast von allen Physikern angenommene Ansicht, daß die Quelle der *Electricität* der Volta'schen Säule in der chemischen Einwirkung der erregenden Flüssigkeit auf die Metalle zu suchen sey, und die Kraft der Säule mit der fortschreitenden Oxydation der Metalle aufhört.

Diese Bedingungen werden erfüllt, wenn man Zink- und Kupferplatten in folgender Ordnung neben einander oder über einander schichtet: Kupfer, Zink, feuchter Leiter (mit Kochsalzlösung oder verdünnten Säuren befeuchtete Tuch- oder Pappscheiben) *), Kupfer, Zink, feuchter Leiter und so fort, so daß also die Säule mit der Kupferplatte beginnt und mit der Zinkplatte die Säule schließt, welche zur bessern Isolirung mit Glasplatten eingelegt werden, oder mit andern Worten, man legt unter die untere Kupferplatte eine Glasplatte und eben so auch auf die oberste Zinkplatte. Den Pol, wo die Säule mit der Kupferplatte beginnt, nennt man den Kupferpol, und wo die Säule sich mit der Zinkplatte endigt, den Zinkpol; am erstern, dem Kupferpol, tritt positive *Electricität*,

*) Die Flüssigkeit, womit man gewöhnlich die Papp- oder Tuchscheiben zu befeuchten pflegt, besteht aus 100 Theilen Wasser, $2\frac{1}{2}$ Theilen Schwefelsäure und 2 Theilen Salpetersäure. Sollen stärkere Wirkungen der Säule erzielt werden, so vermehrt man den Säuregehalt.

am letztern dagegen, dem Zinkpole, negative Electricität auf. Da ferner, wenn von beiden Polen Platindrähte in eine solche V gebogene Glasröhre, in welcher sich reines Wasser befindet, dergestalt hineingeleitet werden, daß die Platindrähte ungefähr 1—2 Linien von einander zu stehen kommen, das Wasser in seine elementaren Bestandtheile, nämlich in Wasserstoff- und Sauerstoffgas, zerlegt wird, und das Wasserstoffgas als der + electriche Bestandtheil am negativen Pole, dem Kupferpole, dagegen das Sauerstoffgas als der — electriche Bestandtheil am positiven Pole, dem Zinkpole, auftritt (d. h. entweicht), so haben einige Physiker den + Pol auch Sauerstoffpol und den — Pol Wasserstoffpol genannt.

Die Zink- und Kupferplatten sind beide rund und von gleicher Größe, da indess mittelst des durch die Aufeinanderwirkung der Plattenpaare stattfindenden Druckes der flüssige Leiter ausfließt und an der Säule herabläuft, so wird die erzeugte Electricität fortgeleitet, wodurch die Säure an Wirksamkeit verliert; dieser Übelstand kann zum Theil dadurch gehoben werden, daß man die Kupferscheiben viereckig und die Zinkscheiben rund anfertigen läßt, oder daß man die Säule in horizontale Richtung bringt. Auch ist es gut, um das so lästige, zeitraubende Reinigen der Zink- und Kupferscheiben von beiden Seiten zu umgehen, daß die Zinkscheibe an die Kupferscheibe angelöthet wird.

Je mehr man nun solche Plattenpaare an einander reiht, und je größer die Oberfläche der Platten ist, desto beträchtlicher ist die Menge der erregten Electricität, und daher auch die Intensität der chemisch-electrischen Wirksamkeit der Säule.

Außer diesem Apparat zur Erzeugung der galvanischen Electricität bedient man sich noch des Becherapparates, welcher besonders im Kleinen wegen seiner bequemen Handhabung und seines geringeren Kostenaufwandes zu empfehlen ist; derselbe besteht aus einer Anzahl, vielleicht 50 Stück, 3—4 Zoll hohen Gläsern, die entweder cylindrisch oder auch becherartig geformt seyn kön-

nen; diese stellt man halbmondförmig auf ein Bret, und damit die Gläser einen festern Standpunct erhalten, können sie noch in besondere Löcher, die in das Bret gebohrt worden sind, gestellt werden. Hierauf werden die Gläser ungefähr bis zu $\frac{2}{3}$ mit verdünnter Salzsäure angefüllt, ja auch eine Kochsalzlösung ist für die meisten Zwecke schon ausreichend. Dann werden an eine ziemliche Anzahl starker Kupferdräthe oder Streifen, und zwar an das eine Ende Zinkkugeln gegossen. Hat man dann an jedem Kupferdrath oder Streifen an das eine Ende eine Zinkkugel gegossen, so werden dieselben so in die Gläser eingelegt, das die Zinkkugel auf den Boden des Glases zu liegen kommt, der Draht oder der Streifen wird aber so weit umgebogen, das er in das nächste Glas bis zu ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll Entfernung von der darin befindlichen Zinkkugel hineinreicht. Bei der Anwendung dieses Apparates werden nach Beendigung der Versuche die Kupferstreifen mit den Zinkkugeln herausgenommen und schnell zu wiederholten Malen mit Wasser abgewaschen und gut abgetrocknet. Ferner die Trogapparate, Apparate bestehend aus Kasten von Holz, Steingut oder Porcellan mit Fugen, welche zur Aufnahme von Doppelplatten, deren jede gewöhnlich aus zwei zusammengelötheten Platten von Kupfer und Zink besteht, doch so geordnet, das stets eine ihrer Kupferseite der Zinkseite der folgenden zugewendet ist; in die Zellen, die von einander abgeschlossen seyn müssen, wird der flüssige Leiter (Salzwasser oder verdünnte Säuren) gegossen, oder die Tröge sind in Zellen abgetheilt; in diesem Falle sind aber die Platten nicht zusammengelöthet, sondern werden mittelst Bleistreifen verbunden; hierauf werden die zwei Metalle eines Plattenpaares in zwei benachbarte Zellen gebracht, doch so, das die in einer Zelle aufgenommenen sich nicht berühren. Die älteste dieser Vorrichtung ist die von Cruikshank, bei welcher man die zusammengelötheten Platten mit einem nicht leitenden Kitt einfaßt und in einen hölzernen Trog legt, in welchem sich die leitende Flüssigkeit befindet. Diese Einrichtung wurde später in England dadurch verbessert, das

man jetzt Tröge von Porcellan macht, die durch Schiede in 10 bis 12 Fächer getheilt sind, und zwar in London werden solche Tröge von $14\frac{1}{2}$ Zoll Länge und 6 Zoll Breite verfertigt, welche 10 Abtheilungen enthalten. In diese werden die Platten so eingesetzt, das eine Kupfer- und Zinkplatte mittelst eines 1 Zoll breiten Kupferstreifens mit einander verbunden und dann in die Abtheilungen hineingestellt werden. Später beobachtete man, das durch Verdoppelung der Kupferplatten auch die chemische Wirksamkeit des galvanischen Apparats bedeutend erhöht wird, indem dadurch beide Seiten des Zinks thätig werden. Zu diesem Zweck werden die Kupferplatten des einen Paares um die Zinkplatte des nächsten Paares umgebogen. Im Allgemeinen ist anzunehmen, das die Intensität der Wirkung in jedem Fall mit der Vergrößerung der Oberfläche des electro-negativen Metalls zunimmt, so das, wenn die eingetauchte Oberfläche des Kupfers 10mal grösser als die des Zinks ist, die Wirkung 3mal grösser ist als bei gleichen Oberflächen.

Nebst vielen andern Vorrichtungen, die ich hier der Weitläufigkeit wegen übergehe, will ich nur noch Hare's Calorimotor *) erwähnen, durch dessen Construction eine bedeutende Quantität von Electricität erzeugt wird. Derselbe besteht aus einer langen Zink- und einer ähnlichen Kupferplatte, welche so um einander gewunden werden, das jede Oberfläche der Zinkplatte einer Kupferplatte gegenübersteht. Um die unmittelbare Berührung zwischen der Zink- und Kupferplatte zu verhindern, müssen dieselben durch Papp- oder Tuchscheiben getrennt werden.

Anmerkung. Den grössten Trogapparat, den man bis jetzt kennt, besitzt die Royal Institution zu London; derselbe besteht aus 2000 Plattenpaaren, deren jede

*) Dieser Apparat ist von Hare deswegen Calorimotor oder auch Deflagrator genannt worden, weil bei der Entladung desselben eine weit grössere Hitze hervorgebracht wird, als bei den übrigen erwähnten Trogapparaten.

eine Oberfläche von 32 □ Zoll hat, welche in 200 Trögen vertheilt sind. Der ganze Apparat befindet sich in einem untern Gewölbe, und die durch denselben erregte Electricität wird durch isolirte Metalldräthe in ein oberes Zimmer geleitet. Die Wirkungen dieses mächtigen Apparates sind so groß, daß ein Stück Kohle, mit welchem man die Poldräthe dieses Apparates verbindet, und somit die ganze Säule schließt, augenblicklich weißglühend wird.

Bei diesen bisher beschriebenen Apparaten haben wir gesehen, daß Zink und Kupfer die Electromotoren waren, indess wird selbst dann noch ein galvanischer Strom hervorgebracht, wenn man z. B. auf eine Kupferplatte zwei entgegengesetzt electriche Flüssigkeiten, als ein Alkali und eine Säure, einwirken läßt, und die Flüssigkeiten in leitende Verbindung bringt; in diesem Falle wird dann das Kupfer in Berührung mit der Säure positiv-electrisch, und mit dem Alkali, z. B. Natron- oder Kalilauge, negativ - electric. Diese Vertheilung der Electricität läßt sich durch folgenden leicht anzustellenden Versuch beobachten: man gieße nämlich in ein kleines cylindrisches Gefäß, ungefähr einen Zoll hoch, eine Lösung von Kupfervitriol (Verbindung von Kupferoxyd und Schwefelsäure) in verdünnter Schwefelsäure, auf diese dann etwas Liq. ammonii caustici, doch so, daß sich die Flüssigkeiten nicht mit einander vermischen, sondern genau von einander getrennt bleiben. Stellt man dann in diese Flüssigkeit langsam einen Kupferstreifen hinein, so findet man ungefähr nach Verlauf von 24 Stunden das obere negative Ende des Kupferstreifens mit Kupferkristallen überzogen, das untere positive Ende dagegen angefressen und zum Theil aufgelöst.

Somit haben wir nun die Bedingungen zur Erzeugung des Galvanismus, sowie auch die Apparate kennen gelernt; wir können uns daher jetzt zu den wichtigsten Erscheinungen wenden, die durch die galvanische Thätigkeit hervorgebracht werden.

Befestiget man an die Pole der galvanischen Kette,

an die unterste Kupferplatte und an die oberste Zinkplatte, Platinadrähte, und leitet sie in eine V förmig gebogene Glasröhre, so daß die Drähte 2—3 Linien von einander zu stehen kommen, in welcher sich eine mit Veilchensyrup gefärbte Salzauflösung befindet, so wird das Salz in seine Bestandtheile zerlegt, und zwar wird das Alkali sich nach dem negativen Pole und die Säure der andern Bestandtheile des Salzes wird sich nach dem positiven Pole zuwenden, und beide, das Alkali so wie die Säure, werden hier die ihnen eigenthümlichen Reactionen auf den Veilchensyrup ausüben, und zwar wird die Flüssigkeit des Schenkels, in welchem sich der Drath von dem positiven Pol befindet, geröthet werden, wogegen die Flüssigkeit des andern Schenkels, in welchem sich der Drath von dem negativen Pole befindet, grün werden. Bringt man statt eines Kali- oder Natronsalzes in die V förmig gebogene Glasröhre eine Lösung eines Metallsalzes, z. B. die des schwefelsauren Kupferoxydes, und setzt sie mit der galvanischen Kette in Verbindung, so wird sich das metallische Kupfer am negativen Pole, dem Kupferpole, ablagern, wogegen der Sauerstoff des Kupferoxydes und die Säure sich am positiven Pole, dem Zinkpole, ausscheiden wird. Auf gleiche Weise läßt sich auch das Wasser in seine elementaren Bestandtheile in Sauerstoff und Wasserstoff zerlegen, so daß auch hier der Sauerstoff am positiven Pole, der Wasserstoff dagegen am negativen Pole abgeschieden wird *).

Aus diesen Erscheinungen geht hervor, daß die Electricität störend auf die Verwandtschaftskräfte wirkt, daß somit die Electricität als das mächtigste Agens zur Zerlegung der zusammengesetzten Körper anzusehen ist. Ferner läßt sich als allgemeines Gesetz annehmen, was zuerst von H. Davy ausgesprochen wurde, daß die Alkalien so wie die verbrennlichen Körper sich stets am ne-

*) Dieses Resultat, welches zu spätern Forschungen den glücklichsten Erfolg auf die Chemie hatte, erhielten zuerst zwei Engländer, Carlisle und Nicholson.

gativen Pole ausscheiden, wogegen die Säuren und der Sauerstoff stets am positiven Pole abgeschieden werden. Diese Erscheinungen gaben die erste Veranlassung zur Begründung des neuen electrischen Systems der Chemie, der Electrochemie, zufolge welcher die chemische Action der Körper durch den electrischen polaren Gegensatz bedingt wird, oder mit andern Worten, das Haupterforderniß zu chemischen Verbindungen sind ungleichnamig electrische Stoffe, d. h. es müssen sich positiv und negativ electrische Stoffe begegnen, wie z. B. bei dem Wasser, der positiv electrische Wasserstoff und der negativ electrische Sauerstoff, oder wie bei dem Kali, das positiv electrische Metall, das Kalium und der negativ electrische Sauerstoff. Ferner werden diese Verbindungen durch die galvanische Kette stets so zersetzt, daß die positiven electrischen Bestandtheile sich zum negativen Pole, die negativen electrischen Bestandtheile dagegen zum positiven Pole begeben. Wir finden also auch hier wieder dieselben Gesetze gegeben, die wir schon bei der Reibungselectricität kennen gelernt haben, das Ungleichnamige zieht sich an, das Gleichnamige stößt sich ab. — Die Körper werden sich deshalb um so inniger verbinden können, je mächtiger das electropolare Verhältniß ist, d. h. je entgegengesetzter das electrochemische Verhalten der sich berührenden Körper hervortritt.

Das electrochemische Verhalten der Körper ist jedoch bei allen Körpern nicht constant, d. h. ein Körper, den wir unter die positiv electrischen Körper gestellt und als solchen bezeichnet haben, kann in gewissen Verbindungen, im Contact mit andern Körpern, die Stelle eines negativ electrischen übernehmen, z. B. das Kupferoxyd in Verbindung mit Schwefelsäure als schwefelsaures Kupferoxyd (Kupfervitriol) verhält sich in dieser Verbindung positiv electrisch, hingegen in dem schwefelsauren Kupferoxyd-Ammoniak, übernimmt das Kupferoxyd die Stelle einer Säure, und verhält sich demnächst zu dem Ammoniak negativ electrisch. Ferner das Chlor verbindet sich mit dem Wasserstoff und bildet Salzsäure, mit dem Sauerstoff

chlorichte Säure, Chlorsäure n. s. w.; es verhält sich demnächst das Chlor in der Salzsäure negativ electricisch, dagegen in der Chlorsäure positiv electricisch. Dieses wechselseitige Verhältniß finden wir sogar bei vielen organischen Körpern, z. B. das Strychnin (ein Alkaloid) verbindet sich mit den Säuren und bildet Salze; in diesen tritt das Strychnin als + electricischer Stoff auf, wogegen das Strychnin in Verbindung mit Baryumoxyd gewissermaßen die Stelle einer Säure übernimmt und als — electricischer Stoff auftritt.

Der mächtige Einfluß, den die galvanische Electricität auf die Körper äußert, vermöge dessen selbst die mächtigsten Banden der chemischen Affinität gestört werden, führte zu den glänzendsten Entdeckungen. Bald war das Problem gelöst, die Erden und Alkalien, welche man bis in's Jahr 1808 als einfache Körper ansah, wurden durch die glücklichen Experimente H. D a v y's zerlegt; er zeigte, daß alle diese Körper in dem Kreise der galvanischen Kette in Metalle und Sauerstoff zerlegt werden können, und somit nun als zusammengesetzte Körper, und zwar als Oxyde, zu betrachten sind.

Die galvanischen Erscheinungen haben außerdem manchen practischen, technischen Nutzen gewährt, um dieses durch ein Beispiel zu zeigen; bringt man nämlich in ein mit Salzwasser gefülltes Gefäß eine Kupferplatte, so wird sie sehr bald angegriffen und in längerer Zeit endlich durch fortschreitende Oxydation durchlöchert werden, löthet oder umgiebt man diese Kupferplatte aber mit einem sehr leicht oxydirbaren Metalle, z. B. Eisen, Zink u. s. w., so wird entweder nur das Zink oder das Eisen angegriffen und das Kupfer vor der Oxydation geschützt. Darauf gründet sich D a v y's Schutzmittel für den Kupferbeschlag der Schiffe, indem er nämlich an den Kupferbeschlag Stücke von metallischem Zink, Zinn, oder andere mehr positivere Metalle löthet, dadurch wird der ganze Kupferbeschlag zu einer einfachen galvanischen Kette, in welcher das Kupfer als electro-negativer Motor seine Verwandtschaft zum Sauerstoffe in eben demselben

Verhältnisse verliert, als das andere Metall die seinige steigert; daher übernimmt das letztere die leitende Stelle, wird von den negativen Bestandtheilen des Seewassers, dem Sauerstoffe, Chlor u. s. w. angegriffen, zerfressen, und wendet somit die zerstörenden Factoren des Kupfers ab.

Die galvanische Electricität bewirkt aber nicht allein Zersetzungen, sondern auch Verbindungen. Bringt man z. B. schwefelsaure Salze mit einer durch Blei- oder Kupferdrähte oder durch andere unedle Metalle geschlossene Kette in leitende Verbindung, so verbindet sich die Schwefelsäure mit dem am positiven Pole erzeugten Blei- oder Kupferoxyde u. s. w. zu schwefelsaurem Blei-, Kupferoxyde u. s. f. Setzt man ferner entweder ein salpetersaures Salz oder sehr verdünnte Salpetersäure dem Strom einer galvanischen Kette aus, so entsteht durch Vereinigung des aus dem Wasser geschiedenen Wasserstoffs mit dem aus der Salpetersäure freigewordenen Stickstoffe, die beide am negativen Pole auftreten, Ammoniak, und aus diesem wieder salpetersaures Ammoniak.

Eben so entschieden ist die Wirkung der galvanischen Electricität auf organische Körper, indem sie theils durch Oxydation, Desoxydation, ja in manchen Fällen wohl auch durch Hydrogenation auf jene zersetzend wirkt; so z. B. wird Fleisch durch Oxydation am positiven Pole hochroth, wogegen es am negativen Pole durch Desoxydation entfärbt wird.

Berührt man mit den besonders mit Salzwasser befeuchteten Fingern zugleich die oberste Zink- und unterste Kupferplatte, so empfindet man, indem eine momentane Expansion und Contraction erfolgt, einen erschütternden Schlag. Eben so wirksam ist die galvanische Electricität auf frischgetödtete Thiere, welche dadurch in Zuckungen gerathen, und so gewissermaßen Lebenserscheinungen hervorrufen; deshalb hatte man schon früher die galvanische Electricität bei dem Scheintodt angewandt. Ferner hat man die galvanische Electricität mit großem Nutzen bei Lähmungen und vielen andern

Krankheiten angewendet, vgl. Kunze, Bemerkungen über den Galvanismus in physischer, chemischer und medicinischer Hinsicht, Berzelius, dissertatio inauguralis de Electricitatis Galvanicae Cel. Volta exercitae in corpora organica effectu, praesid. P. Afzelio Upsaliae 1802. Bei Epilepsie ist er von Dr. Schröder gleichfalls mit Erfolg angewendet worden (vergl. Schmidt's Jahrbücher d. in- und ausländischen gesammten Medicin VII. Bd. S. 5.). Mit gleichem Erfolg ist der Galvanismus von Fabrè-Palaprat bei einem 45jährigen Manne gegen Zungenlähmung angewandt worden (Schmidt's Jahrbücher d. in- und ausländischen gesammten Medicin VII. Bd. S. 244.) von Pravaz (Schmidt's Jahrb. d. gesammten Medicin II. Bd. S. 125.) ist der Galvanismus gegen das Wuthgift, das Gift der Schlangen und Viper vorgeschlagen worden. Zu diesem Zwecke wurden 1829 und 1830 in Alford Versuche angestellt. Das Wuthgift wurde 4 Hunden eingepft, 3 starben nach Verlauf von 54 Stunden, der 4. aber wurde mittelst einer galvanischen Säule cauterisirt. Im März 1833 wurden nun Versuche an 4 andern Hunden angestellt: 2 nicht cauterisirte starben schnell, 2 cauterisirte dagegen blieben am Leben.

Ein Mitglied der medicinischen Section bei der fünften Zusammenkunft des brittischen Vereins zur Beförderung der Wissenschaften in Dublin zeigte einen einfachen Apparat zur Application des Galvanismus auf den menschlichen Körper in chronischen Krankheiten vor, der in einem mit einer klebenden Substanz (Borax und Lack) bestrichenen Stücke Leinwand besteht, welches mit 1 Theil Silberfeilspäne und 2 Theilen Zinkfeilspänen bestreut wird.

Anmerkung. Einige Physiologen haben die Phänomene des Lebens im gesunden und kranken Organismus durch galvanische Processe zu erklären gesucht, und darauf die Anwendung des Galvanismus gegen Krankheiten gegründet. (Vgl. Ritter's Beweis, daß ein beständiger Galvanismus den Lebensproceß im Thierreiche begleite; dessen Wirkungen größerer Volta'scher Säulen auf die

Sinnesorgane; dessen Beiträge zur nähern Kenntniß des Galvanismus und in Gilbert's Annal. 8,441.)

Nähert man die beiden Poldrähite einer kräftigen aus vielen Plattenpaaren bestehenden Batterie, so springt, noch ehe die beiden Drähite sich berühren, ein Funke über. Sind die Drähite der galvanischen Kette ganz fein, so werden sie bei dem Durchgange des galvanischen Stromes so stark erhitzt, dafs sie glühend werden und oft schmelzen, ja selbst dünne Metallblättchen, wie feine Goldblättchen, verbrennen sogar unter lebhaftem Funkensprühen.

Bedenkt man, dafs im Innern der Erde viele Schichten und Lager heterogener Stoffe sich vorfinden, so ist es nicht unwahrscheinlich, dafs im Innern derselben oft bedeutende galvanische Processe vor sich gehen, welche Erdbeben, vulkanische Eruptionen und andere Zersetzungen veranlassen, ja, wir können es keine zu gewagte Hypothese nennen, wenn wir aus diesen heterogenen Lagerungen die Entstehung heifser Quellen erklären.

Schon früher wurde gesagt, dafs bei der Formveränderung der Körper Electricität erzeugt wird*); da diese ebenso in unserer atmosphärischen Luft vorgehen, so ist es leicht begreiflich, dafs in der atmosphärischen Luft ebenfalls Electricität erzeugt wird. Um sich zu überzeugen, oder vielmehr den electrischen Zustand der Atmosphäre zu beobachten und zu messen, hat man eigene Electroscope und Electrometer construiert, von welchen vorzüglich die von Cavallo und Saussure zu nennen sind. Wenn man auf dem höchsten Theile eines Hauses eine Metallstange senkrecht befestigt, ihr unteres Ende ebenfalls durch isolirtes Metall bis in das Zimmer des

*) So hat Paulus im Journal de chimie médicale, Jouillet 1833 eine Mittheilung gemacht, über das Erscheinen eines electrischen Funkens, im Moment, wo die Gefrierung vom Wasser (welche man mittelst Äther und der Luftpumpe bewirkte) beginnt. Eine ähnliche Beobachtung electrischer Entladung hat Becquerell im Augenblicke der Bildung von Krystallen beobachtet, eine Erscheinung, die sich mir ebenfalls bei der Krystallisation des phosphorsauren Natron-Ammoniak darbot.

Beobachters verlängert, wo es sich in eine Kugel endigt, welcher in der Entfernung von wenigen Zollen eine andere, durch Metallstangen mit der Erde in unmittelbare Berührung gesetzte Kugel gegenübersteht: so kann die aus der Atmosphäre zugeführte Electricität in dem Zimmer nach Gefallen beobachtet, verwendet und untersucht werden. Man kann zwischen den zwei Kugeln auch ein electrisches Glockenspiel anbringen, welches den Physiker zum Beobachten ruft, sobald in der Atmosphäre bedeutende electrische Veränderungen vorgehen. — Das gewöhnliche Spielwerk der Knaben, Drachen aus Papier, wurde schon von Franklin gebraucht, die Electricität in höheren isolirten Gegenden der Atmosphäre zu untersuchen. De Romas (*mémoires présentés à l'acad. de sc.* 2,393) und Charles haben mit den electrischen Drachen sehr merkwürdige, aber auch zugleich fürchterliche Versuche angestellt. Bei Anstellung aller dieser Versuche ist jedoch einige Vorsicht nöthig, da der bekannte Physiker Richmann in Petersburg am 6. August 1753 als ein Opfer seines Eifers bei Gelegenheit seiner Versuche, indem die Atmosphäre sehr mit Electricität angeschwängert war, leblos zu Boden gestreckt wurde (*Gehler's physic. Wörterbuch* 1,372 — 598.).

Häuft sich eine Electricitätsart in einer Luftschicht bei heiterer Atmosphäre oder in einer Wolke über seine Capacität an, und ist in der Nähe kein Gegenstand, wo sich die Electricität in's Gleichgewicht setzen kann, so beginnt, gleichsam wie aus einem überladenen Conductor einer Electrisirmaschine, ein Ausströmen, und es entsteht das Phänomen des Wetterleuchtens. Am meisten zeigt sich dieses beim Beginn der Abenddämmerung nach heißen, schwülen Sommertagen. An diese Erscheinung reiht sich das Elmsfeuer *) (*Wetterlicht, St. Helena,*

*) Der französische Seefahrer Forbin erzählt eine merkwürdige Erscheinung dieser Art, welche er im Jahre 1696 beobachtete. Es zog sich in der Nacht plötzlich ein Gewitter zusammen, und Forbin, welcher einen starken Sturm befürchtete, ließ alle Segel einziehen. Auf dem Schiffe zeigten sich jetzt mehr

als 30 Stück Elmsfeuer. Auf dem Windflügel des großen Mastes unter andern befand sich eins von mehr als $1\frac{1}{2}$ Fufs Höhe. Ein Matrose, den Forbin hinaufschickte, um den Flügel mit dem Feuer herabzuholen, hörte dabei ein Geräusch, gleichsam als wenn man angefeuchtetes Schiefspulver anzündet. Er hatte den Flügel kaum von seiner Stelle weggenommen, so sprang das Feuer von demselben weg, und setzte sich auf die Spitze des Mastes, ohne dafs es hier wegzubringen war. Nach und nach wurde es schwächer und kleiner, und verschwand endlich ganz. Der gefürchtete Sturm unterblieb, und das anfangs heftige Gewitter löste sich in einen starken Regen auf.

Andere aufmerksame Beobachtungen haben gelehrt, dafs dergleichen electriche Lichter nicht blofs zur Zeit eines Gewitters, sondern auch während eines Sturmes, bei feuchter Luft und strenger Winterkälte zum Vorschein kommen. Auch zeigen sie sich nicht selten an den hervorragenden Theilen der Thiere und Menschen und an deren Bekleidung, an den Spitzen der Waffen u. s. w.

Eine sehr merkwürdige electriche Erscheinung dieser Art beschreibt Burchell, in seiner Reise in das Innere von Südafrika (I. Band, Weimar 1822. S. 368 u. 369.) mit folgenden Worten: „Den 22. Januar 1812 Abends um 9 Uhr kehrte ich von einem Besuche, den ich den Missionärs abgestattet, zurück, und als ich über die Wiese ging, bemerkte ich ein electriche Phänomen, das ich nur ein einziges mal in meinem Leben sah. Von jeder Himmelsgegend aus schienen Blitze auszugehen, die auf einander, in sehr kurzen Zwischenräumen, ohne Donner folgten. Alles rings umher war still, und nur einzelne schwere Regentropfen entfielen einigen aufserordentlich dichten und schwarzen Wolken. Plötzlich erblindete ich fast von einem glänzenden Schimmer, der vom Zenith herabgefahren zu seyn schien, und einen Augenblick lang schien jeder Grashalm in einem Umkreise von funfzehn Fufs durch die electriche Materie entzündet zu seyn. Keine Explosion fand statt, nicht das mindeste Geräusch liefs sich hören, und das Phänomen äufserte seine Wirkung auf durchaus keine andere Weise. Alles blieb ruhig und ich setzte meinen Weg fort, ohne dafs die Erscheinung sich von Neuem gezeigt hätte. Das grobe Gras hatte an jener Stelle einen Fufs Höhe, und jeder Halm und jedes Blatt war stark erleuchtet, oder schien vielmehr zu brennen; doch weiter als 15 Fufs konnte ich diese Beleuchtung nicht wahrnehmen.“

Auch den Alten schon war diese Naturerscheinung nicht unbekannt. Plinius (Historia natural. II. 37.) erzählt, dafs er Sterne auf den Lanzen der Soldaten und auf den Masten

Castor und Pollux) *), d. h. das Leuchten der Spitzen verschiedener leuchtender Körper, z. B. der Blitzableiter, Mastbäume, Thürme u. dgl. bei starker electricischer Atmosphäre, indem durch diese jene Electricitätsart ausströmt. Auch ist es nicht unwahrscheinlich, daß man das Nordlicht als ein electricisches Phänomen ansehen kann.

Kommt eine electricische Wolke in die Nähe der Erde, so wird diese unter jener durch Vertheilung in den entgegengesetzten electricischen Zustand übergeführt; es entsteht demnach dasselbe electricische Verhältniß, welches bei einer geladenen Kleist'schen Flasche stattfindet. Die zwischen der electricischen Wolke und der Erde befindliche Luftschicht vertritt die Stelle des Glases, die Wolke repräsentirt die innere, die Erde die äußere Bewegung. Erreicht dann die electricische Spannung einen so hohen Grad, so wird die Luftschicht durchbrochen (gerade so wie das Glas einer überladenen Leydner Flasche) und die Electricität der Luft sucht sich mit der Erde in das Gleichgewicht zu setzen. Dieser Durchbruch ist mit einem Krachen verbunden, welches Donner genannt wird, so wie der electricische, und zwar in diesem Falle bis zu einem oft meilenlangen feurigen Strahl vergrößerte Funke der Blitz genannt wird.

Die electricischen Entladungen, oder vielmehr der Blitzschlag erfolgt gewöhnlich in erhöhte Gegenstände, als: Bäume, Thürme, Häuser u. s. w. Analog, wie man die größten electricischen Batterien mit Hülfe eines isolireten Ausladers ohne alle Gefahr zu entladen im Stande ist, so zeigte uns Franklin 1753, daß wir ebenfalls Thürme, Häuser u. s. w. vor der vernichtenden Wirkung des Blitz-

der Schiffe gesehen habe, welche mit Zischen von einem Orte zum andern gehüpft wären.

*) Der Ursprung dieser Benennung schreibt sich von dem berühmten Argonautenzuge her, welchem jenes Brüderpaar bewohnte. Als sich eines Tages ein furchtbares Gewitter erhob und Alles die Götter um Hülfe anflehte, nahm man plötzlich auf den Häuptern der beiden Jünglinge zwei Flämmchen wahr, und zu gleicher Zeit hörte der Sturm auf.

strahls schützen können. Diese Vorrichtungen (Blitzableiter) sind von zweierlei Art: spitze und stumpfe; beide Arten bestehen aus einer Metallmasse, die in einer zusammenhängenden Strecke von den obersten Theilen der Gebäude bis einige Zoll tief unter die Erde oder in Wasser fortläuft; die spitzigen Ableiter oder vielmehr Aufgangestangen endigen sich oben in eine aufwärtsstehende, vergoldete Spitze; die stumpfen hingegen mit einer Metallkugel. Die ersten Blitzableiter in Deutschland wurden von Prokop Divisch zu Brenditz bei Znaym in Mähren im Jahre 1754 errichtet. In England wurden die ersten Blitzableiter im Jahre 1762, zu Hamburg im Jahre 1769 aufgestellt. (D. Benj. Franklin's nachgelassene Schriften u. s. w., Weimar 1818. Reimarus, vom Blitze, Hamburg 1788. Dessen neue Bemerkungen vom Blitze, Hamburg 1794. Hemmer's Anleitung, Wetterableiter anzulegen u. s. w., Mannheim 1786. Gütle's neue Erfahrungen über die beste Art, Blitzableiter anzulegen, Nürnberg 1812. Physikalisches Wörterbuch von Pfaff, Munke, Horner, Gmelin, Brandes. Leipzig 1825. 1,1035. — Anweisung zur Errichtung der Blitzableiter in Frankreich, verfaßt von einer Commission, bestehend aus den Herrn Poisson, Lèfevre, Girard, Dulong, Fresnel und Gay-Lussac. In Gilb. Annal. 77,403.)

Auch durch organische Thätigkeit wird Electricität erzeugt. Gewisse Fische zeigen nämlich die höchst merkwürdige Eigenschaft, wenn sie berührt werden, erschütternde Schläge zu ertheilen, die denen der galvanischen Kette analog sind, so daß dadurch andere Thiere, die sich ihnen nähern, gelähmt, ja selbst getödtet werden. Diese Erscheinungen treten bisweilen so heftig auf, daß nach Alex. v. Humboldt (vergl. dessen Versuche über die electr. Fische. Erfurt 1806. 8.) der Zitteraal durch seinen Schlag sogar ein Pferd tödten, oder wenigstens so betäuben kann, daß es wie leblos hinsinkt. Walsh will sogar bei der Berührung des Zitteraals Funken bemerkt haben.

Diese Phänomene scheinen durch eigenthümliche Organe bedingt zu werden, und sich mehr an der Oberfläche dieser Fische zu befinden. Bei ihnen finden sich sehr starke Nerven, und wenn die dazu bestimmten Organe weggenommen werden, oder ein Nervenstrang, welcher zu jenen Organen führt, zerschnitten wird, so hört zwar das Leben jener Fische nicht augenblicklich auf, indess verlieren sie dadurch das fernere Vermögen, bei der Berührung electriche Schläge zu ertheilen. Diese Organe scheinen gewissermaßen jenen Thieren als Schutzwehr, theils aber auch als Raubwehr zu dienen, wodurch sie sich ihre Nahrung zu verschaffen suchen. Zu diesen Fischen, welche diese merkwürdige Eigenschaft zeigen, gehören folgende: 1) der Krampf- oder Zitterrochen *) (Roja Torpedo); er war schon den Alten bekannt, die ihn als Heilmittel brauchten. Das electriche Organ (Oken's Naturgeschichte VI. Bd. S. 40.) gleicht wirklich einer electriche Batterie oder einem galvanischen Becherapparate; es liegt auf beiden Seiten des Nackens zwischen dem Kopf, den Kiemen und den Brustflossen, und besteht aus einer Menge senkrechter, häutiger, sechsseitiger Zellen, wie Waben, jederseits an 1.200. Jede Flasche ist durch Querwände in Zellen getheilt, welche mit einer gallertartigen oder nervenartigen Flüssigkeit angefüllt, und von Blutgefäßen und Fäden des Nervus vagus durchzogen sind. 2) Der Zitteraal **) (Gymnotus electricus)

*) Schon Aristoteles, Plinius (XXI. 1.) und Aelian (XII. 15.) kannten die Erschütterungen dieses Fisches; aber erst Redi (Experimenta, p. 62.) hat genauere Beobachtungen darüber angestellt.

**) Die Eigenschaft desselben, electriche Schläge zu ertheilen, wurde zuerst von Richer 1671 in Cayenne beobachtet (Mém. ac. VII. p. 93.). Derselbe sagt: wenn man ihn nicht bloß mit dem Finger, sondern selbst mit einem Stocke berühre, so erstare der Arm dermaßen, daß man ihn eine $\frac{1}{2}$ Stunde lang nicht rühren könne, ja man würde dadurch auf den Boden fallen, wenn man sich nicht vor der Berührung selbst darauf legte. Besonders am Kopfe berührt giebt er starke Schläge. Fünf Personen, die sich an der Hand faßten, spürten densel-

findet sich ziemlich häufig in süßen Wässern des südlichen Amerika, sowohl in Flüssen als Seen, vorzüglich aber in kleinen Tümpeln in Surinam, Cayenne, Guiana und in Peru. Sie sollen sehr schmackhaft seyn, und werden sowohl von den Weissen, als auch von den Indianern gegessen. 3) Der Zitterwells (*Silurus electricus*) lebt in den Flüssen von Afrika. 4) Der electriche Stachelbauch (*Tetrodon electricus*) findet sich in Höhlungen der Corallenbänke in Ostindien, um die Insel St. Johanna, einer der Comora - Inseln zwischen Madagascar und der Cafferey. 5) Der electriche Spitzschwanz (*Trichiurus indicus*).

4. Der Magnetismus.

Unter den natürlich vorkommenden Eisenerzen hat das Magneteisenerz (bestehend aus Eisenoxyd und Eisenoxydul) die merkwürdige Eigenschaft, andere Körper, namentlich Eisen, Nickel und Kobalt selbst noch in einigem Abstände anzuziehen *). Diese Eigenschaft tritt besonders an den beiden Endpunkten des natürlich vorkommenden Magnetisens auf. Man nennt diese Punkte die magnetischen Pole, und zwar den einen Süd-, den andern Nordpol, und zwar deswegen, da, wenn man einen Magnet in eine solche Lage bringt, dafs er sich um seinen Mittelpunkt, wie um eine senkrechte Axe in einer Horizontal-Ebene frei herumdrehen kann, man findet, dafs er, sich selbst überlassen, also auch entfernt von einem andern Magnete, stets eine gewisse Richtung annehmen, und dafs er dieselbe stets behaupten wird, wenn er durch äufere Gewalt aus seiner Richtung gebracht würde. Das eine Ende des Magnets oder vielmehr Pols wird dem Nord-, der andere dagegen dem Südpole unserer Erde zugerichtet seyn. Die zwischen den beiden Polen befindliche gerade Linie heifst die magnetische Axe, und denkt man sich dieselbe verlängert, so erhält man den magnetischen Meridian. Letz-

ben. Das electriche Organ hat J. Hunter zuerst abgebildet (Phil. Trans. Bd. 65. S. 395. Taf. 12.).

*) Diese Eigenschaft wurde schon 600 Jahr vor Christi Geburt von Thales beobachtet.

terer fällt jedoch mit dem der Erde nicht genau an allen Orten zusammen, d. h. der Nordpol sowie der Südpol des Magneten zeigen nicht immer genau nach dem Nord- oder nach dem Südpol der Erde, sondern der Magnet weicht etwas von seiner Richtung ab, und wird nach der Lage des Orts nach Westen oder Osten mehr oder weniger abgelenkt. Diese Entfernung der Pole des Magnets in ihrer Richtung von den Erdpolen heißt seine *Abweichung* oder *Declination*, und der Winkel, welchen der magnetische Meridian mit dem Meridiane des Ortes macht, wo sich der Magnet befindet, heißt der *Abweichungs-* oder *Declinationswinkel*.

Wird ein nicht magnetischer Stahlstab in seinem Schwerpunkte so aufgehängt, daß er eine ganz wagerechte, dem magnetischen Meridian ganz parallele Richtung bekommt, und sich in der Ebene des magnetischen Meridians senkrecht um seinen Aufhängepunkt drehen kann, so wird er, nachdem er magnetisirt worden ist, seine horizontale Richtung verlassen, und der Nordpol wird sich nach der Erde zu neigen, gleichsam als wenn die Nadel aus ihrem Gleichgewicht gekommen, d. h. schwerer geworden wäre. Diese Abweichung von ihrer horizontalen Stellung nennt man ihre *Neigung* oder *Inclination*, und den Winkel, welchen diese Linie mit dem Horizonte macht, den *Neigungs-* oder *Inclinationswinkel*.

Dieses natürlich vorkommende Magneteisen besitzt nicht nur die bereits oben erwähnte Eigenschaft, das Eisen anzuziehen, sondern auch dem Eisen magnetische Eigenschaften zu ertheilen. In diesem Zustande wird dann das Eisen ein künstlicher Magnet genannt, und von dem Eisen sagt man, es ist *attractorisch*; jenes Eisen aber, welches sowohl von dem künstlichen als vom natürlichen angezogen wird, heißt *retractorisch*.

Bringt man den Südpol einer Magnetnadel dem Südpol einer andern in die Nähe, oder auf gleiche Weise die Nordpole, so findet man, daß hier wieder dieselben Gesetze hervortreten, die schon bei der Electricität erwähnt

wurden; es werden auch hier, wie dort, die gleichnamigen Pole sich abstossen, die ungleichnamigen dagegen sich anziehen.

Die magnetischen Erscheinungen des Eisens werden nicht allein durch Bestreichen eines natürlichen Magneten hervorgerufen, sondern jede weiche Eisenstange wird, wenn sie sich längere Zeit in der magnetischen Linie befindet, magnetisch, selbst durch Stossen, Schlagen, durch Erhitzen, schnelles Abkühlen mit Wasser. Selbst wenn man auf eiserne Stäbe anhaltend electriche Funken wirken läßt, oder wenn jene vom Blitz berührt werden, werden sie die bekannten magnetischen Erscheinungen zeigen; daher kommt es auch, daß Stangen von Blitzableitern, Bohrer, Brecheisen u. s. w. alle magnetische Erscheinungen zeigen; Hanstein will sogar gefunden haben, daß alle senkrechte Körper, möge die Materie derselben seyn welche sie wolle, wie z. B. gemauerte Thürme, hölzerne Balken oder Mastbäume u. dgl. magnetisch werden. Nach Morichini werden durch die violetten Strahlen des Sonnenlichtes Nadeln magnetisch, eine Erscheinung, die indess von andern Physikern, und besonders durch die Versuche von Moser und Ries *) bestritten worden ist. Dagegen soll die Magnetisirung einer Stahlnadel durch die violetten Sonnenstrahlen stets gelingen, wenn man nach Versuchen der Lady Somerville **) die ganze Nadel, bis auf das von dem violetten Lichte zu bestrahlende Ende, mit undurchsichtigen Substanzen bedeckt hält.

Die glücklichste und für das Gebiet der Physik wichtigste und folgereichste Entdeckung machte H. O e s t e d t, Professor der Chemie in Kopenhagen, im Jahre 1820. Er zeigte, daß der Schließungsdraht, so lange er Electricität entladet, dennoch bei geschlossener Kette magnetisch ist, und nicht nur auf die Magnetonadel als magneti-

*) Poggendorff's Annalen, Bd. 16. S. 563.

**) Schweiger's J. 46, 252. Baumgärtner's Zeitschrift 1, 63. — Gilb. Annal. 85, 210.

scher Körper wirkt, sondern auch des Magnetismus fähige Körper, als Eisen u. s. w. anzieht. Die ganze Erscheinung wird, da sie durch galvanische Electricität erzeugt wird, Electromagnetismus genannt.

Diese Entdeckung wurde später von vielen ausgezeichneten Physikern wiederholt geprüft, und es wurden besonders in diesem Felde von Arago, Seebeck, Prechtl, Schweigger, Poggendorff, Ampère, Faraday und Anderen viele in dieses Feld einschlagende wichtige Entdeckungen gemacht, da es indefs zu weit führen würde, sie hier zu berühren, so verweise ich auf die betreffenden Lehrbücher und Zeitschriften.

Umwickelt man ein hufeisenförmig gebogenes Stück Eisen mit dickem Messing- oder Kupferdraht, jedoch so, daß sich die einzelnen Windungen nicht berühren, und verbindet man die beiden Enden dieser Windungen mit den Polen einer galvanischen Kette, so wird das Eisen in dem Momente, wo man die Dräthe mit den Polen der galvanischen Kette verbindet, ein Magnet, der im Verhältniß der Mächtigkeit des galvanischen Apparats und der Größe des Eisens selbst eine Belastung von 30 bis 500 Pfund zu tragen im Stande ist.

Ferner zeigte Seebeck durch sehr merkwürdige Versuche, daß in einem, aus zwei verschiedenartigen, an ihren beiden Enden verbundenen Metallstücken zusammengesetzten Bogen, wenn nur die eine Verbindungsstelle erwärmt oder erkältet wird, die Magnetnadel eine solche Ablenkung erleidet, wie durch einen, den genannten Bogen durchfließenden electricischen Strom; dagegen zeigte er, daß die Magnetnadel nicht bewegt werde, wenn man beide Verbindungsstellen gleich erwärmt oder erkalten läßt, daß ferner der Grad und die Richtung der Ablenkung nicht immer gleich, sondern von der Natur der zwei verbundenen Metalle sowie überhaupt von der Temperatur-Differenz abhängig sei (Seebeck's Thermomagnetismus).

Später fand Seebeck zu gleicher Zeit mit Yelin, daß Ringe sowohl als Stangen, selbst aus einem Metalle, bei stellenweiser Erwärmung die in ihnen strömende Electri-

cität durch Ablenkung der Magnetnadel zu erkennen geben. (Vergl. hierüber T. J. Seebeck, über den Magnetismus der galvanischen Kette in Schweigger's J. 37.21; über die magnetische Polarisation der Metalle und Erze durch Temperatur-Differenz in Gilb. Annal. 82, 1, 153 und 253; Yelin, der Thermomagnetismus der Metalle in Gilb. Annal. 73,415.)

Dafs die ungleiche Erwärmung der Erdtheile und die durch dieselbe erregte Electricität einen wesentlichen Einfluß auf die Erscheinungen unserer Erdoberfläche, sowie auch auf den Chemismus ausübe, ist gewifs nicht in Abrede zu stellen und die Idee Ampère's, den Magnetismus der Erde daraus abzuleiten, können wir gewifs nur genial nennen.

Faraday ist es auch umgekehrt gelungen, elektrische Wirkungen des Magnetismus nachzuweisen. Er zeigte nämlich, dafs, wenn man einen Magnetstab in eine, aus übersponnenem Drahte gebildete Spirale einführt, jener Draht in dem Augenblicke der Einführung des Stabes von einem electrischen Strome durchlaufen wird, der sich alsdann durch den Multiplicator nachweisen läßt. Über die therapeutische Wirkung des mineralischen Magnetismus mit besonderer Rücksicht auf die zweckmässigste Art der Verfertigung kräftiger Magnete zum Heilgebrauche für Ärzte und Physiker empfehle ich besonders Pfaff's Mittheilungen 1836, woraus sich ein Auszug in Schmid's Jahrbüchern der in- und ausländischen gesammten Medicin. Jahrg. 1836. 11. Bd. S. 150—151. Leipzig 1836. befindet.