

Schwefel, in welchen überschüssige positive Elektrizität in verschiedener Menge gebunden ist, so lässt sich am einfachsten annehmen, die Verbindung erfolge bloss vermöge der Affinität der beiden Stoffe, die neue Verbindung behalte die Summe dieses Ueberschusses an positiver Elektrizität gebunden, und die Wärmeentwicklung rühre bloss daher, dass die Verbindung nicht so viel Wärme zu binden vermag, wie vorher ihre Bestandtheile. Wird eine wägbare Verbindung durch höhere Temperatur zersetzt, z. B. das Silberoxyd durch Glühhitze in Silber und Sauerstoffgas, so ist anzunehmen, dass die Affinität des Silbers zur negativen Elektrizität *plus* der des Sauerstoffs zur positiven *plus* der der Wärme zum Sauerstoff grösser ist, als die Affinität des Silbers zum Sauerstoff *plus* der der beiden Elektrizitäten zu einander. Es zerfällt daher ein Theil der Wärme in ihre Bestandtheile und tritt als negative Elektrizität an das Silber, als positive an den Sauerstoff. Mit den Zersetzungen wägbarer Verbindungen durch wägbare Stoffe möchte es sich folgendermaassen verhalten: Treibt in der Glühhitze das Chlor den Sauerstoff aus dem Kali, Chlorkalium bildend, so tritt hierbei diejenige positive Elektrizität, die das Chlor bei der Verbindung mit reinem Kalium an dessen negative Elektrizität gegeben haben würde, an den Sauerstoff ab, der die seinige bei der Verbindung mit Kalium verloren hatte. Wenn Kalium mit Wasser Kali und Wasserstoffgas giebt, so geht hierbei die negative Elektrizität des Kaliums zu dem sich entwickelnden Wasserstoffgas über, das die seinige bei der Wasserbildung an die positive des Sauerstoffs abgegeben hatte. Dasselbe findet beim Auflösen des Zinks in verdünnter Schwefelsäure statt; die negative Elektrizität des Zinks tritt nemlich an das sich entwickelnde Wasserstoffgas.

Alle drei Ansichten über die chemischen Verbindungen haben Vieles für sich, doch auch Manches gegen sich, und es ist schwer, hier den richtigen Weg zu treffen, da sich sehr gewichtige Autoritäten an die Corpuseculartheorie, andere dagegen an die Atomen- und Volumentheorie und noch andere an die elektrochemische Theorie zur Erklärung der chemischen Verbindungsweise halten.

Die wichtigeren Verhältnisse der ätherischen Materie.

Diejenige Materie, welche im Raum thätig ist, ohne denselben zu erfüllen, wird die ätherische Materie genannt; diese selbst ist unwägbare, d. h. sie äussert keine Anziehungskraft nach dem Mittelpunkt der Erde, vielmehr die umgekehrte Erscheinung, von der Erde ab nach dem Himmelsraum zu entweichen, lässt sich

nicht in bestimmte Räume einschliessen und ist überhaupt ihrer Natur und ihrem Wesen nach unbekannt, indem sich ihre Gegenwart nur durch gewisse Erscheinungen, welche irdische Körper unter gewissen Umständen darbieten, erschliessen lässt. Sie bestimmt die irdische Materie, welche an und für sich träge ist, d. h. ohne irgend eine bewegende Kraft nicht aus dem Zustand der Ruhe in dem der Thätigkeit oder Bewegung versetzt werden kann, zur chemischen Thätigkeit und die verschiedenen Arten der ätherischen Materie werden desshalb auch die chemischen Potenzen benannt.

Man unterscheidet vier Arten der ätherischen Materie, nemlich das Licht, die Wärme, die Elektrizität und den Magnetismus; es scheint jedoch, dass diese vier verschiedenen Arten der ätherischen Materie nur der Ausfluss einer und derselben Universalkraft sind, indem sie sich gegenseitig aus einander erzeugen und in einander zurückführen lassen.

Von dem Lichte.

Mit dem Ausdruck Licht oder Lichtstoff bezeichnet man diejenige Art der ätherischen Materie, durch welche dem thierischen Auge das Phänomen der körperlichen Formerkennung und des besonderen Farbenreflexes bedingt wird.

Als Quellen des Lichtes werden betrachtet:

1) Die Sonne in ihren farbigen Lichtstrahlen; sie ist die Hauptquelle des Lichtes und theilt dasselbe ihren Planeten mit, so dass diese selbst leuchtend erscheinen, wenn die uns zugekehrte Seite derselben von der Sonne bestrahlt wird; man unterscheidet desshalb auch selbstleuchtende Körper, nemlich die Sonne und alle Fixsterne, und nicht selbstleuchtende Körper, zu denen die Planeten und alle auf und in denselben vorkommenden Körper gehören.

2) Die Wärme; diese kann auf dreierlei Weise Licht erregen, indem nemlich entweder ein Körper einem so hohen Grad derselben ausgesetzt wird, dass er glühend wird und dann leuchtend erscheint, oder ein Körper noch vor dem Erhitzen bis zum Glühen plötzlich an einer Stelle erglimmt und zu leuchten beginnt (was sich schnell durch die ganze Masse verbreitet, und dann wieder verschwindet, wo nun auch der Körper, ohne irgend etwas aufgenommen oder abgegeben zu haben, in mehreren seiner Eigenschaften wesentlich modificirt wird), oder ein Körper bei gelinder Erhitzung die Eigenschaft erhält, im Dunkeln zu leuchten.

Die Mehrzahl der sog. feuerbeständigen Körper wird bei starker Erhitzung glühend und leuchtend; einige Oxyde werden vor dem Glühen durch stellenweise stattfindendes Verglimmen

leuchtend und verlieren gewöhnlich dadurch die Eigenschaft, in Säuren löslich zu sein; Diamanten, auf einem Sandbad schwach erwärmt, leuchten im Dunkeln mit einem wunderbaren Lichtschein.

3) Die Elektrizität, wie sie in Folge besonderer Naturverhältnisse oder künstlich erregt wird. Es zeigen sich uns derartige natürliche Lichterscheinungen in dem Blitz und Polarlicht, im schwächeren Grad in dem Wetterleuchten und Nordschein, künstlich erregte aber in dem Funken der Elektrisirmaschine, der galvanischen Säule und bei der schnellen Wechselung der magnetischen Pole in den magneto-elektrischen Apparaten; sie sind aber in allen Fällen durch eine Ausgleichung der beiden Arten von Elektrizität bedingt.

4) Der Athmungsprocess bei Thieren aus den niederen Klassen, wie bei verschiedenen Insecten und Würmern; das Leuchten des Meeres ist durch eine Unzahl solcher niederer Thiere veranlasst.

5) Der Vegetationsprocess bei einigen Pflanzen, besonders bei solchen mit gelben Blüten, die zum Theil kurz nach Sonnenuntergang einen blitzähnlichen Schein, zum Theil ein stetiges Leuchten zeigen.

6) Die Fäulniss und Verwesung organischer Körper; faulende Seefische und verwesendes Holz zeigen im Dunkeln ein stetiges Licht (die sog. Irrlichter scheinen ihren Ursprung der Fäulniss oder Verwesung organischer Körper zu verdanken).

7) Die Bestrahlung mit dem Sonnen- oder Tageslicht; viele Körper haben die Eigenschaft, nach der Einwirkung des Sonnen- oder Tageslichtes im Dunkeln eine phosphorartige Lichterscheinung zu zeigen und werden deshalb Phosphore oder phosphorescirende Körper genannt; die Abenddämmerung in den gemässigten und kälteren Zonen mag durch eine derartige Lichtbildung bedingt sein.

8) Mechanische Gewalt, wie Druck, Stossen, Zerschneiden, Zerspalten u. s. w. an festen Körpern veranlasst sehr häufig eine momentane Lichterscheinung, die vielleicht durch elektrische Verhältnisse bedingt ist.

9) Die Krystallisation oder der Moment des Ueberganges eines Körpers aus dem flüssigen in den festen Zustand; die auffallendsten Lichterscheinungen, durch Krystallisation veranlasst, zeigen sich beim schwefelsauren Kali aus reinem und bei der Arsenigsäure aus deren Lösung in salzsäurehaltigem Wasser.

10) Die chemische Durchdringung verschiedener Arten der Materie; hier ist die Lichtentwicklung veranlasst durch die Anhäufung grosser Quantitäten von Wärme in feuerbeständigen Körpern.

Die letztere Quelle von Licht benutzen wir fast einzig und allein, wenn die der Einwirkung der Sonnenstrahlen entgegengesetzte Halbkugel der Erde dunkel ist, um uns die nöthige Beleuchtung zu verschaffen. Wir benutzen hierzu Substanzen, welche sich bei der chemischen Durchdringung unter starker Wärme- und Lichtentwicklung verbinden, und zwar hauptsächlich solche, deren brennbare Bestandtheile Kohlenstoff und Wasserstoff sind. Das Leuchten der Flamme ist durch die Gegenwart feuerbeständiger Stoffe bestimmt. Ein solcher ist der Kohlenstoff, welcher in unseren Leuchtmaterialien stets neben Wasserstoff enthalten ist; der letztere verbrennt bei Berührung mit Sauerstoff unter sehr starker Wärmeentwicklung und erhitzt dadurch den bei der Verbrennung abgeschiedenen Kohlenstoff so stark, dass die Flamme leuchtend und er selbst in dem Maasse, als die Verbrennung des Wasserstoffes stattfindet, langsam verbrannt wird. Reiner Wasserstoff giebt beim Verbrennen zwar eine sehr hohe Temperatur, aber, da das Product der Verbrennung (Wasser) selbst nicht feuerbeständiger Beschaffenheit ist, nur eine schwach leuchtende Flamme; bringt man aber einen feuerbeständigen Körper, z. B. Kalk in diese Flamme, so zeigt sich alsbald ein höchst auffallender Lichtglanz.

Das Licht verbreitet sich im Raum nach allen Seiten hin strahlend und mit einer Geschwindigkeit von 42,000 Meilen in der Secunde; seine Intensität nimmt jedoch genau im Verhältniss der Zunahme des Quadrates der Entfernung ab. Es macht die Körper sichtbar, erleuchtet sie und entweder es durchdringt dieselben mehr oder weniger vollständig oder es wird von anderen Körpern gar nicht oder nur bei sehr dünnen Lagen hindurch gelassen. Alle Körper werfen das auffallende Licht zum Theil unter dem Auffallswinkel zurück oder reflectiren das Licht; geht ein Lichtstrahl aus einem dünneren Medium an einem dichteren Körper vorbei, so wird er etwas in seinem Lauf verändert, was man die Lichtbeugung oder die Inflexion des Lichtes nennt. Geht der Lichtstrahl in mehr oder weniger schiefer Richtung aus einem Medium nach einem anderen von grösserer Dichtigkeit und Brennbarkeit, so wird er ebenfalls in seinem Laufe verändert oder gebrochen, indem er eine mehr senkrechte Stellung, beim Gehen aus einem dichteren nach einem minder dichten und brennbaren Medium eine mehr schiefe Richtung annimmt; man nennt dieses die Lichtbrechung oder Refraction des Lichtes. Der ungefärbte Lichtstrahl zerfällt dabei in 7 farbige Strahlen, nemlich in den violetten, indigblauen, hellblauen, grünen, gelben, orangen und rothen Strahl, welche in der Gesammtheit das Farbenspectrum oder Lichtspectrum benannt werden. Fällt ein Licht-

strahl unter einem bestimmten Winkel auf die glatte Fläche eines Körpers und von hier aus unter demselben Winkel auf eine andere glatte Fläche, welche mit der ersten parallel oder unter einem rechten Winkel zu derselben steht, so wird er ebenfalls mit dem Farbenspectrum zurückgeworfen, was die Lichtpolarisation heisst. Wird der Lichtstrahl beim Fallen durch mehrere Medien in zwei entgegengesetzte polarisirte Theile gespalten, was namentlich durch diejenigen Krystalle, welche nicht zu dem regelmässigen System gehören, veranlasst wird, so zeigt er die Erscheinung der doppelten Strahlenbrechung. Diese verschiedenen Eigenschaften des Lichtes bedingen bestimmte physikalische Eigenschaften der Körper, nemlich:

1) Den Durchsichtigkeitsgrad; je nachdem die Körper entweder mehr oder weniger durch und durch oder nur oberflächlich von dem Licht beleuchtet werden, erscheinen sie durchsichtig, durchscheinend oder undurchsichtig und man unterscheidet hiernach durchsichtige Körper, welche vom Licht durch und durch so beleuchtet werden, dass hinter ihnen befindliche Körper vollständig sich erkennen lassen, durchscheinende Körper, welche gegen das Licht gehalten einen mehr oder minder starken Schimmer zeigen, und undurchsichtige Körper, welche gar kein Licht hindurch fallen lassen; manche der letzteren sind aber in sehr dünnen Lagen durchscheinend oder selbst auch durchsichtig (die durchsichtigen Körper können auch lichtleitende Körper, die undurchsichtigen hingegen lichtreflectirende Körper genannt werden).

2) Die Farbe; indem die Körper entweder das auffallende Licht ganz zurückwerfen, wo sie dann weiss oder farblos erscheinen, oder nur einzelne Theile des Farbenspectrums zurücksenden und dann in verschiedenen Farben erscheinen, oder endlich gänzlich verschlucken und dann schwarz sind, wonach man farblose oder weisse Körper, farbige Körper und schwarze Körper zu unterscheiden hat (die Farbe der Körper ist jedoch bisweilen durch Nebenumstände, wie durch den Aggregatzustand, durch die Art der Krystallform und den Grad der Erhitzung bedingt, wie z. B. Kohlenstoff im krystallisirten Zustand farblos durchsichtig und im amorphen Zustand als Kohle oder Anthracit schwarz undurchsichtig, Quecksilberiodid in der einen Krystallform purpurroth und in der anderen gelb, Quecksilberoxyd bei gewöhnlicher Temperatur ziegelroth und in der Hitze schwarz ist).

3) Den Glanz, indem die Körper das Licht in verschiedener Weise reflectiren; bei den durchsichtigen Körpern ist der Diamantganz, bei den undurchsichtigen der Metallganz die stärkste Art der Lichtreflexion; ihnen folgt der Glasganz, und bei den

durchscheinenden Körpern der Fettglanz; der Perlmutterglanz tritt besonders bei den krystallinisch-blättrigen, der Seidenglanz aber bei den krystallinisch-faserigen Körpern auf. Nach der Stärke des Glanzes unterscheidet man stark glänzende Körper, die an glatten Flächen ein vollkommenes Bild zurückwerfen, glänzende Körper, welche ein unvollkommenes Bild zeigen, wenig glänzende Körper, welche zwar das Licht noch reflectiren, aber kein Bild mehr geben, schimmernde Körper, welche das Licht nur an einzelnen Punkten der Flächen und auch hier nur schwach zurückwerfen, und matte Körper, welche völlig glanzlos sind (von der Art des Glanzes ist auch die Intensität der Farbe farbiger Körper abhängig).

4) Die Strahlenbrechung, welche nur bei durchsichtigen Körpern stattfindet; Körper, welche die Lichtstrahlen zu einem Bündel vereinigt ableiten, heissen das Licht einfach brechende Körper, solche aber, welche jene in zwei Bündeln ablenken, das Licht doppelt brechende Körper; Körper der ersteren Art gehören stets zu dem regelmässigen Krystallsystem, die der letzteren Art aber dem unregelmässigen System an oder sind gar nicht krystallinisch.

Die chemischen Veränderungen, welche durch den Einfluss des Lichtes in gewissen Verbindungen oder zwischen verschiedenen Körpern veranlasst werden, sind zum Theil höchst auffallend und das Licht scheint sogar in manchen Fällen den Gesetzen der chemischen Anziehung unterworfen zu sein, da es mitunter Zerlegungen veranlasst, die nur durch sehr mächtige chemische Agentien und selbst nicht immer durch diese bewirkt werden. Einen besonders grossen Einfluss äussert es auf die Gebilde der organischen Welt; es ertheilt den Pflanzen der höheren Ordnungen das Vegetationsleben, Farbe, Geruch und Geschmack und diese selbst wachsen mit ihren Aesten, Blättern und Blüthen stets nach der Seite hin, wo ihnen das meiste Licht gewährt wird; Menschen und alle Thiere, welche vorzugsweise am Tageslicht leben, verkümmern beim längeren Aufenthalt im Dunkeln, werden bleich und erhalten auf der Haut Blasen; Thiere, welche in der Erde leben oder nur bei Nacht hervorkommen, sind in der Regel missfarbig, die im Freien bei Tageslicht sich bewegendes aber lebhaft gefärbt, und die der tropischen Gegenden, wo die grösste Intensität des Lichtes herrscht, gewöhnlich mit dem stärksten Farbenglanz geschmückt.

Das Licht äussert im Allgemeinen eine der Wärme entgegengesetzte chemische Wirkung, da diese die Körper verbrennt, d. h. sie mit Sauerstoff verbindet, dagegen das Licht die verbrannten Körper wieder entbrennt, ihnen den Sauerstoff entzieht. Für den

Pharmaceuten ist dieses Verhalten des Lichtes von grosser Wichtigkeit und besonders bei der Aufbewahrung der Verbindungen der edlen Metalle mit Sauerstoff, Chlor, Brom, Iod und Schwefel zu berücksichtigen, da dieselben bei der Einwirkung des Lichtes mehr oder minder schnell zersetzt werden, wesshalb derartige Verbindungen in dunkeln Gläsern oder überhaupt gegen den Zutritt des Lichtes geschützt werden müssen. Am Grossartigsten zeigt sich die entbrennende Natur des Lichtes in dem Lebensprocess der Pflanzen; diese saugen die durch Verbrennung auf Kosten des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft gebildete Kohlensäure ein und entwickeln im Tageslicht, noch rascher aber bei der unmittelbaren Bestrahlung des Sonnenlichtes Sauerstoffgas, wodurch die grossen Quantitäten von Sauerstoff, welche bei den Verbrennungs-, Athmungs- und anderen Processen der atmosphärischen Luft entzogen werden, derselben so vollständig zurückgegeben werden, dass man nicht im Stande ist, einen bemerkbaren Unterschied in den Bestandtheilen der atmosphärischen Luft der Vor- und Jetztzeit nachzuweisen.

Das Licht kann aber auch Verbindungen erzeugen; die auffallendsten Beispiele hierfür finden wir in dem Verhalten des Chlors gegen Wasserstoff und Kohlenoxydgas, indem diese beiden Körper durch den Einfluss des Tages- oder Sonnenlichtes bestimmt werden, bei Berührung mit Chlor sich mit diesem zu verbinden und der Wasserstoff sogar dadurch anderen seiner Verbindungen entzogen werden kann. Dieses Verhalten des Lichtes wird sogar pharmaceutisch bei der Bereitung des chloreisenhaltigen Aetherweingeistes benutzt, indem ein Theil des im Eisenchlorid enthaltenen Chlors durch die Einwirkung des Sonnenlichtes bestimmt wird, Wasserstoff aus dem Aether oder Weingeist anzuziehen und neben einer besonderen organischen Verbindung Eisenchlorür zu bilden. Auch technisch benutzt man das Verhalten des Chlors gegen Wasserstoff unter Mitwirkung des Lichtes, indem man dunkelfarbige Zeuge von Leinwand oder Baumwolle mit chlorhaltigen Gemischen in Berührung bringt und dann dem Licht aussetzt, um sie rasch zu bleichen, was dadurch bedingt wird, dass das Chlor dem Wasser Wasserstoff entzieht und dadurch der aus diesem frei gewordene Sauerstoff sich auf den Kohlenstoff der färbenden Substanz wirft und diese gleichsam verbrennt, d. h. in Kohlensäure und Wasser verwandelt.

Es lässt sich wegen der verschiedenen Wirkungen des Lichtes annehmen, dass dasselbe aus dreierlei Arten von Strahlen zusammengesetzt sei, nemlich aus den erhellenden farbigen, aus den erwärmenden und den chemischen Strahlen, und dass die letzteren sich polarisch verhalten, indem die erwärmenden Strahlen haupt-

sächlich bei Roth, die chemischen Strahlen aber in Maximum bei Violett des inzwischen liegenden Farbenspectrums befindlich sind. Die erwärmenden Strahlen mögen mitunter die Ursache derjenigen Erscheinungen sein, die gewöhnlich den chemischen Strahlen zugeschrieben werden. Dieses scheint z. B. beim Bleichen mancher Pflanzenfarben im Licht der Fall zu sein, wo vielleicht der Sauerstoff durch den Einfluss der Wärmestrahlen zur Thätigkeit gebracht (ozonirt) wird; man hat nemlich die Erfahrung gemacht, dass das Bleichen mit Chlor in der Wärme weit rascher vor sich geht als bei gewöhnlicher Temperatur.

Von der Wärme.

Wärme oder Wärmestoff wird diejenige Art der ätherischen Materie benannt, deren Schwingungen oder Strahlen die Eigenschaft haben, in uns das Gefühl von Wärme oder Kälte zu erregen. Wärme und Kälte sind aber nichts Entgegengesetztes, sondern nur Wirkungen derselben Materie in verschiedener Steigerung. Im engeren Sinn nennen wir Wärme das, was sich über die eigenthümliche Temperatur des lebenden menschlichen Körpers hinaus durch ein besonderes Gefühl kund giebt, wogegen der Begriff Kälte relativ ist und die Unannehmlichkeit des Gefühles ausdrückt, welche wir bei einer niedrigeren Temperatur, als die des menschlichen Körpers ist, spüren; im engsten Sinne verstehen wir darunter Verminderung der Wärme, bis zu dem Punkt und darunter, wo das Wasser nicht mehr flüssig bestehen kann. Hitze ist die für den thierischen Körper unerträglich gesteigerte Wärme.

Die Wärme auf unserem Planeten lässt sich wohl als das Resultat desselben Actes, durch welchen das Licht erzeugt wird, betrachten und ist eben so und noch mehr verbreitet, als dieses, da wir sie in einem gesteigerten Maass in der Tiefe unseres Planeten, wohin kein Licht dringt, deutlich wahrnehmen können. Als Quellen der Wärme kennen wir:

1) Die Sonne, welche wie für das Licht auch als die hauptsächlichste Quelle der an der Erdoberfläche wahrnehmbaren Wärme betrachtet werden muss, die sie in ihren Strahlen neben den leuchtenden nach der Erde sendet. Wir nennen die durch den Einfluss des Sonnenlichtes uns wahrnehmbare Wärme auch die Sonnenwärme, himmlische Wärme oder natürliche Wärme im Gegensatz zu der Wärme, die wir uns auf andere Weise zu entwickeln wissen.

2) Die chemischen Processe, welche zwischen den Naturkörpern fortwährend für allgemeine Zwecke stattfinden und von uns künstlich eingeleitet werden. Unter den natürlich vor sich gehenden, mit Entwicklung von Wärme stattfindenden Processen

sind insbesondere zu nennen die Respiration der Thier- und Pflanzenwelt und die Verwesung organischer Körper, unter den künstlich eingeleiteten Processen aber die Verbrennung anzuführen; letztere wird von uns stets dann eingeleitet, wenn wir die Temperatur mehr oder minder erhöhen wollen. Die Bewohner der gemässigten Zonen verbrennen während der kälteren Jahreszeit, die der kälteren Zonen das ganze Jahr hindurch organische Körper und vorweltliche Reste derselben, um sich durch die hierbei frei werdende Wärme eine behaglichere Existenz zu verschaffen. Die absichtlich durch Verbrennung erzeugte Wärme wird die künstliche Wärme, die bei dem Respirationprocess der Thiere erzeugte aber die thierische Wärme genannt.

3) Die Ausgleichung elektrischer Ströme, welche bei den Naturvorgängen thätig sind.

4) Die Capillarität poröser Körper, in Folge deren Flüssigkeiten und Gasarten aufgesogen und verdichtet werden, was mit einer Erhöhung der Temperatur verbunden ist.

5) Die Erdwärme selbst, indem die Temperatur um so höher wird, je tiefer wir in die Erdrinde eindringen.

Die allgemeinen Eigenschaften der Wärme sind folgende: sie bewegt sich von der Erde abwärts nach dem Himmelsraum, aber auch nach allen Seiten hin strahlend nach den Gesetzen und der Geschwindigkeit des Lichtes, durchdringt mehr oder weniger leicht alle Naturkörper, wird aber von diesen in ihrer strahlenden Bewegung gehemmt, theilt sich von einem Naturkörper anderen damit in Berührung stehenden mit, dehnt dieselben aus und vergrössert sie nach allen Richtungen, ändert dabei an vielen den Aggregatzustand ab und häuft sich dabei in denselben in grösserer Menge an, als durch die die Wärme messenden Instrumente ermittelt werden kann. Durch dieses verschiedene Verhalten der Wärme werden verschiedene Eigenschaften der Naturkörper bedingt und von ihm sind mancherlei chemische Operationen abhängig.

Das Bestreben der Wärme, sich nach dem Himmelsraum hin zu bewegen, bedingt die stetige Abkühlung der durch die Sonnenstrahlen erwärmten Erdoberfläche und aller darauf befindlichen Körper, so dass eine den Jahreszeiten entsprechende Temperatur ziemlich gleichförmig erhalten wird, überhaupt keine den allgemeinen Naturzwecken widerstrebende Anhäufung von Wärme stattfinden kann.

Das Entweichen der Wärme nach dem Himmelsraum giebt sich insbesondere in stern- und mond hellen Sommernächten kund, wo die Temperatur unserer Erdoberfläche so erniedrigt wird, dass der in der Luft enthaltene Wasserdunst sich als Thau, mitunter sogar als Reif niederschlägt und zarte Pflanzen erfrieren, während

hingegen an kalten Wintertagen die Temperatur beträchtlich steigt, wenn die Atmosphäre plötzlich trübe oder wolkig wird.

Von der grösseren oder geringeren Geschwindigkeit, mit welcher die Wärme die verschiedenen Arten der irdischen Materie durchdringt, wird das verschiedene Wärmeleitungsvermögen der Naturkörper bedingt; solche, welche rasch von der Wärme durchdrungen werden, heissen die Wärme gut leitende Körper oder gute Wärmeleiter, diejenigen aber, bei denen eine verhältnissmässig längere Zeit hierzu erforderlich ist, die Wärme schlecht leitende Körper oder schlechte Wärmeleiter. Körper der ersten Art sind die Metalle, während die nicht metallischen Stoffe und die meisten Verbindungen dieser mit den Metallen, so wie fast alle organische Körper schlechte Wärmeleiter sind.

Das Wärmeleitungsvermögen der Körper hat man bei vielen pharmaceutischen Operationen, wenn dieselben kunst- und zweckgemäss ausgeführt werden sollen, sehr zu berücksichtigen. Flüssigkeiten, welche schnell erhitzt oder abgekühlt werden sollen, hat man in Gefässen von Metallen als den besten Wärmeleitern zu behandeln, dagegen solche, welche nur langsam abgekühlt werden sollen, in Gefässe von Holz oder, wenn dieses nicht geeignet ist, in metallene, porzellanene oder gläserne Gefässe, welche mit schlechten Wärmeleitern, z. B. Stroh, Tuch und dergl. umgeben sind, zu geben. Oefen von Metall halten die Wärme nicht so zusammen, wie solche von gebrannten Steinen, sind aber auch natürlich schneller durchheizbar; sollen die Oefen nicht zum Heizen, sondern zum Glühen, Erhitzen u. s. w. benutzt werden, so müssen sie, wenn mit dem geringsten Aufwand von Heizmaterial an einem Punkt die schnellste Erhitzung erzielt werden soll, mit schlechten Wärmeleitern, z. B. mit gebrannten Steinen oder Lehm, Thon und dergl. ausgekleidet sein.

Die Verschiedenartigkeit der Ausgleichung der Wärme zwischen Körpern von verschiedener Temperatur bei der Vermischung oder Berührung bedingt die Wärmecapacität. Die verhältnissmässige Wärme, welche die Gewichtseinheit irgend eines Körpers bedarf, um die Temperatur desselben um einen Grad zu verändern, wird die specifische Wärme der Körper genannt.

Zur Ermittlung und Bestimmung der specifischen Wärme wird das Wasser als maassgebend und Einheit angenommen; so geben 1 Pfund Wasser von 0° und eine gleiche Quantität von $+36^{\circ}$ ein Gemische von $+18^{\circ}$; dagegen wird 1 Pfund Wasser mit einer gleichen Quantität Eisen von $+36^{\circ}$ in Berührung gebracht, so steigt die Temperatur des ersteren nur auf $+4^{\circ}$, wozu nach 32° Wärme verschwunden sind; es ist demnach die spe-

cifische Wärme des Eisens = 0,125, denn 8° Wärme des Eisens sind gleich 1° Wärme des Wassers.

Die Ausdehnung, welche durch den Einfluss der Wärme auf die verschiedenen Naturkörper veranlasst wird, ist ebenfalls verschieden; so werden von 0° bis + 100° C. ausgedehnt

100	Raumtheile	irgend einer Luft	auf	137,5	Raumtheile
100	„	Wasser	„	104,5	„
100	„	Quecksilber	„	101,835	„
100	„	Eisen oder Stahl	„	100,111	„
100	„	Glas oder Platin	„	100,085	„

Da die Ausdehnung der Körper durch die Wärme gleichmässig ist, so lässt sich die Wärme dadurch bestimmen. Man benutzt als wärmemessende Substanz gewöhnlich das Quecksilber, seltner Weingeist, und für die Ermittlung sehr geringer Temperaturabweichungen die atmosphärische Luft; die dazu dienenden Instrumente heissen Wärmemesser oder Thermometer. Als feste Punkte in denselben nimmt man diejenige Temperatur an, bei welcher unter einem Druck von 28" Par. Barometerstand das Wasser siedet oder in Eis übergeht. Die Temperatur des Siedens heisst dann der Siedepunkt und liegt bei dem Celsius'schen oder hunderttheiligen Thermometer bei +100°, bei dem Réaumur'schen aber bei + 80°; der Gefrierpunkt wird mit 0° bei beiden Thermometern bezeichnet. Bei dem Thermometer von Fahrenheit ist ein künstlicher Nullpunkt, wie er durch Mischung von Kochsalz mit Schnee entsteht, als Einheit angenommen und von hier an bis zum Sieden des Wassers das Thermometer in 212 Grade eingetheilt worden; von diesem künstlichen Nullpunkt bis zum Gefrierpunkt des Wassers nach dem Réaumur'schen oder hunderttheiligen Thermometer liegen $14\frac{3}{4}$ Grade des ersteren und $17\frac{3}{4}$ des letzteren oder 32 Grade des Fahrenheit'schen Thermometers. Die unter dem Gefrierpunkt und über dem Siedepunkt des Wassers liegenden Temperaturgrade fallen bis zum Gefrieren und steigen bis zum Sieden des Quecksilbers in gleichem Verhältniss. Die Celsius'schen Temperaturgrade verhalten sich zu den Réaumur'schen wie 5 : 4 und die Fahrenheit'schen zu den ersteren wie 9 : 5, zu letzteren wie 9 : 4.

Die Vergleichung der Wärmegrade nach dem Réaumur'schen, hunderttheiligen oder Celsius'schen und Fahrenheit'schen Thermometer giebt folgende Zahlen:

Réaum.	Celsius	Réaum.	Celsius	Réaum.	Celsius
+280°	= +350°	+210°	= +262,5°	+145°	= +181,25°
275	343,75	205	256,25	140	175
270	337,5	200	250	135	168,75
265	331,25	195	243,75	130	162,5
260	325	190	237,5	125	156,25
255	318,75	185	231,25	120	150
250	312,5	180	225	115	143,75
245	306,25	175	218,75	110	137,5
240	300	170	212,5	105	131,25
235	293,75	165	206,25	100	125
230	287,5	160	200	95	118,75
225	281,25	155	193,75	90	112,5
220	275	150	187,5	85	106,25
215	268,75			80	100

Fahrenh.	Celsius.	Réaum.	Fahrenh.	Celsius.	Réaum.
+212°	= +100°	= +80°	+185°	= +85°	= +68°
211	99,44	79,56	184	84,44	67,56
210	98,89	79,11	183	83,89	67,11
209	98,33	78,67	182	83,33	66,67
208	97,78	78,22	181	82,78	66,22
207	97,22	77,78	180	82,22	65,78
206	96,67	77,33	179	81,67	65,33
205	96,11	76,89	178	81,11	64,89
204	95,55	76,44	177	80,55	64,44
203	95	76	176	80	64
202	94,44	75,56	175	79,44	63,56
201	93,89	75,11	174	78,89	63,11
200	93,33	74,67	173	78,33	62,67
199	92,78	74,22	172	77,78	62,22
198	92,22	73,78	171	77,22	61,78
197	91,67	73,33	170	76,67	61,33
196	91,11	72,89	169	76,11	60,89
195	90,55	72,44	168	75,55	60,44
194	90	72	167	75	60
193	89,44	71,56	166	74,44	59,56
192	88,89	71,11	165	73,89	59,11
191	88,33	70,67	164	73,33	58,67
190	87,78	70,22	163	72,78	58,22
189	87,22	69,78	162	72,22	57,78
188	86,67	69,33	161	71,67	57,33
187	86,11	68,89	160	71,11	56,89
186	85,55	68,44	159	70,55	56,44

Fahrenh.	Celsius.	Réaum.	Fahrenh.	Celsius	Réaum.
+ 158°	= + 70°	= + 56°	+ 115°	= + 46,11°	= + 36,89°
157	69,44	55,56	114	45,55	36,44
156	68,89	55,11	113	45	36
155	68,33	54,67	112	44,44	35,56
154	67,78	54,22	111	43,89	35,11
153	67,22	53,78	110	43,33	34,67
152	66,67	53,33	109	42,78	34,22
151	66,11	52,89	108	42,22	33,78
150	65,55	52,44	107	41,67	33,33
149	65	52	106	41,11	32,89
148	64,44	51,56	105	40,55	32,44
147	63,89	51,11	104	40	32
146	63,33	50,67	103	39,44	31,56
145	62,78	50,22	102	38,89	31,11
144	62,22	49,78	101	38,33	30,67
143	61,67	49,33	100	37,78	30,22
142	61,11	48,89	99	37,22	29,78
141	60,55	48,44	98	36,67	29,33
140	60	48	97	36,11	28,89
139	59,44	47,56	96	35,55	28,44
138	58,89	47,11	95	35	28
137	58,33	46,67	94	34,44	27,56
136	57,78	46,22	93	33,89	27,11
135	57,22	45,78	92	33,33	26,67
134	56,67	45,33	91	32,78	26,22
133	56,11	44,89	90	32,22	25,78
132	55,55	44,44	89	31,67	25,33
131	55	44	88	31,11	24,89
130	54,44	43,56	87	30,55	24,44
129	53,89	43,11	86	30	24
128	53,33	42,67	85	29,44	23,56
127	52,78	42,22	84	28,89	23,11
126	52,22	41,78	83	28,33	22,67
125	51,67	41,33	82	27,78	22,22
124	51,11	40,89	81	27,22	21,78
123	50,55	40,44	80	26,67	21,33
122	50	40	79	26,11	20,89
121	49,44	39,56	78	25,55	20,44
120	48,89	39,11	77	25	20
119	48,33	38,67	76	24,44	19,56
118	47,78	38,22	75	23,89	19,11
117	47,22	37,78	74	23,33	18,67
116	46,67	37,33	73	22,78	18,22

Fahrenh.	Celsius.	Réaum.	Fahrenh.	Celsius.	Réaum.
+ 72° = +	22,22° = +	17,78°	+ 29° = -	1,67° = -	1,33°
71	21,67	17,33	28	2,22	1,78
70	21,11	16,89	27	2,78	2,22
69	20,55	16,44	26	3,33	2,67
68	20	16	25	3,89	3,11
67	19,44	15,56	24	4,44	3,56
66	18,89	15,11	23	5	4
65	18,33	14,67	22	5,55	4,44
64	17,78	14,22	21	6,11	4,89
63	17,22	13,78	20	6,67	5,33
62	16,67	13,33	19	7,22	5,78
61	16,11	12,89	18	7,78	6,22
60	15,55	12,44	17	8,33	6,67
59	15	12	16	8,89	7,11
58	14,44	11,56	15	9,44	7,56
57	13,89	11,11	14	10	8
56	13,33	10,67	13	10,55	8,44
55	12,78	10,22	12	11,11	8,89
54	12,22	9,78	11	11,67	9,33
53	11,67	9,33	10	12,22	9,78
52	11,11	8,89	9	12,78	10,22
51	10,55	8,44	8	13,33	10,67
50	10	8	7	13,89	11,11
49	9,44	7,56	6	14,44	11,56
48	8,89	7,11	5	15	12
47	8,33	6,67	4	15,55	12,44
46	7,78	6,22	3	16,11	12,89
45	7,22	5,78	2	16,67	13,33
44	6,67	5,33	1	17,22	13,78
43	6,11	4,89	0	17,78	14,22
42	5,55	4,44	- 1	18,33	14,67
41	5	4	2	18,89	15,11
40	4,44	3,56	3	19,44	15,56
39	3,89	3,11	4	20	16
38	3,33	2,67	5	20,55	16,44
37	2,78	2,22	6	21,11	16,89
36	2,22	1,78	7	21,67	17,33
35	1,67	1,33	8	22,22	17,78
34	1,11	0,89	9	22,78	18,22
33	0,55	0,44	10	23,33	18,67
32	0	0	11	23,89	19,11
31	- 0,55	- 0,44	12	24,44	19,56
30	- 1,11	- 0,89	13	25	20

Fahrenh.	Celsius.	Réaum.	Fahrenh.	Celsius.	Réaum.
-14° =	-25,55° =	-20,44°	-28° =	-33,33° =	-26,67°
15	26,11	20,89	29	33,89	27,11
16	26,67	21,33	30	34,44	27,56
17	27,22	21,78	31	35	28
18	27,78	22,22	32	35,55	28,44
19	28,33	22,67	33	36,11	28,89
20	28,89	23,11	34	36,67	29,33
21	29,44	23,56	35	37,22	29,78
22	30	24	36	37,78	30,22
23	30,55	24,44	37	38,33	30,67
24	31,11	24,89	38	38,89	31,11
25	31,67	25,33	39	39,44	31,56
26	32,22	25,78	40	40	32
27	32,78	26,22			

Die bemerkenswerthesten Temperaturgrade sind:

- 40° F. oder - 40° C. oder - 32° R.
als Gefrierpunkt des Quecksilbers;
- + 32° F. oder 0° C. oder 0° R.
als Gefrierpunkt des Wassers;
- + 40—96° F. oder + 4,44°—35,55° C. oder + 3,56—28,44° R.
die Grade der Digestionswärme;
- + 71° F. oder + 22° C. oder + 17° R.
als Krankenzimmerwärme;
- + 94° F. oder + 34,5° C. oder + 27,5° R.
als Badewärme;
- + 100° F. oder + 38° C. oder + 30° R.
Blutwärme gesunder Menschen;
- + 96—212° F. oder + 35,5—100° C. oder + 28,5—80° R.
die Grade vom Siedpunkt des Aethers bis zu dem des Wassers;
- + 212—600° F. oder + 100—316° C. oder + 80—252° R.
die Grade für Sublimationsarbeiten;
- + 788° F. oder + 350° C. oder + 280° R.
als Siedpunkt des Quecksilbers.

Die Temperaturgrade über dem Siedpunkt des Quecksilbers werden durch die sog. Pyrometer ermittelt, bei denen die Ausdehnung der atmosphärischen Luft oder von Metallstäben die maassgebende ist; sehr hohe Hitzgrade werden aus der dabei eintretenden Zusammenziehung von Cylindern aus feuerfestem Thon ermittelt.

Durch die Anhäufung der Wärme in festen oder tropfbarflüssigen Körpern erleiden viele derselben eine Veränderung in dem Aggregatzustand; feste Körper werden dabei in den flüssigen oder luftförmigen Zustand, Flüssigkeiten in Dampf verwandelt.

Der Uebergang fester Körper in die flüssige Form heisst das Schmelzen, die Verwandlung fester oder flüssiger Körper in die Dampfform das Verdampfen oder Verflüchtigen. Je nach der Menge von Wärme, die erforderlich ist, um feste Körper zu schmelzen, unterscheidet man schwer schmelzbare und leicht schmelzbare Körper; solche, die bei keiner Temperatur in den flüssigen Zustand übergeführt werden, heissen unschmelzbare Körper. Feste und tropfbarflüssige Körper, welche verdampfbar sind, erfordern ebenfalls hierzu verschiedene und zum Theil vom atmosphärischen Luftdruck abhängige Hitzgrade und man unterscheidet je nach der Höhe der hierzu nöthigen Temperatur schwerflüchtige und leichtflüchtige Körper und nennt diejenigen Körper, welche bei keiner Temperatur verdampfbar sind, feuerbeständige Körper. Nicht immer ist Schmelzbarkeit der Körper mit der Fähigkeit, in Dampf überzugehen, und umgekehrt Verdampfbarkeit der Körper mit Schmelzbarkeit verbunden.

Die Eigenschaft der Naturkörper, schmelzbar oder unschmelzbar, verdampfbar oder feuerbeständig zu sein, bedingt verschiedene, zum Theil sehr wichtige pharmaceutisch-chemische Operationen, denen zu Folge Präparate dargestellt oder gereinigt werden; denn man scheidet durch den Einfluss der Wärme schmelzbare Körper von unschmelzbaren und flüchtige von feuerbeständigen Körpern. Die Schmelzprocesse werden in Tiegeln von Metall, Graphit oder Erdmasse (hessische und Porzellantiegel), die Verdampfungsprocesse, wenn der flüchtige Körper gewonnen werden soll, in sog. Destillirblasen von Zinn oder verzinnem Kupfer, mitunter auch von Blei oder Platin, mit Helm und Kühlvorrichtung von gleichem Metall, bei kleineren Quantitäten oder wegen der besonderen chemischen Natur der verdampfbar Körper in Retorten von Glas oder Porzellan, hingegen, wenn der feuerbeständige Körper gewonnen werden soll, in Kesseln von Metall oder in Abdampfschalen von Metall, Glas oder Porzellan vorgenommen. Wenn ein fester Körper durch Verflüchtigung gewonnen oder gereinigt wird, so heisst die hierzu nöthige Operation die Sublimation und das Product das Sublimat, bei tropfbarflüssigen Körpern aber die betreffende Operation die Destillation und das Product das Destillat, wesshalb auch sublimirbare und nicht sublimirbare oder destillirbare und nicht destillirbare Körper unterschieden werden.

Bei dem Uebergang fester Körper in den tropfbarflüssigen Zustand oder bei der Verwandlung von tropfbaren Flüssigkeiten in Dampf durch den Einfluss der Wärme werden bestimmte Quantitäten derselben von den in ihrem Aggregatzustand veränderten

Körpern so aufgenommen, dass sie durch das Thermometer nicht wahrnehmbar sind. Es verschwindet gleichsam eine gewisse Quantität Wärme dabei oder sie wird gebunden, was man das Binden oder Latentwerden der Wärme nennt. Die dabei verschluckte Quantität Wärme geht aber nicht verloren, sondern wird beim Zurückgehen der Körper in ihren natürlichen Aggregatzustand wieder in Freiheit gesetzt, d. h. sie kann die diese umgebenden Körper bis auf einen Punkt erhitzen, welcher mit derselben Summe von Wärme, die zur Umänderung eines festen Körpers in den tropfbarflüssigen Zustand oder einer tropfbaren Flüssigkeit in Dampf erforderlich ist, nothwendig wäre. Aus diesen Erscheinungen hat man zwei Gesetze ermittelt, nemlich:

1) Wärme wird gebunden oder fixirt durch Körper, welche aus der starren Form in den tropfbarflüssigen Zustand und aus der flüssigen Form in den elastisch-flüssigen oder luftförmigen Zustand übergehen, und

2) Wärme wird in Freiheit gesetzt oder merkbar gemacht, wenn elastisch-flüssige Körper in den tropfbaren und tropfbar-flüssige in den starren Zustand übergehen.

Das Binden oder Latentwerden von Wärme ist besonders genau bei dem Uebergang des tropfbarflüssigen Wassers in Dampf und das Freiwerden von Wärme bei dem Uebergang des Dampfes und Dunstes in tropfbarflüssiges Wasser untersucht worden und wird in dem besonderen Theil unter dem betreffenden Artikel eines Weiteren erörtert. Am auffallendsten zeigt sich das Gebundenwerden der Wärme, d. h. das Fallen der Temperatur beim Lösen gewisser Salze in Wasser oder anderen Flüssigkeiten; so entsteht z. B. beim Lösen des krystallisirten, d. h. wasserhaltigen Chlorcalciums in Wasser eine bedeutende Temperaturerniedrigung, weil jenes zum Flüssigwerden dem Wasser eine bedeutende Quantität Wärme entzieht; hingegen wird beim Lösen von geschmolzenem, d. h. wasserfreiem Chlorcalcium in Wasser die Temperatur bedeutend erhöht, indem dabei ein grosser Theil Wasser bestimmt wird, mit dem Chlorcalcium eine feste Verbindung einzugehen, also aus dem flüssigen in den festen Zustand überzugehen und deshalb seine den Flüssigkeitszustand bedingende Wärme abzugeben.

Bei der Anhäufung von Wärme in gar nicht oder nur sehr schwierig flüchtigen Körpern tritt endlich an denselben die Erscheinung ein, welche das Glühen genannt wird und in nichts Anderem als in Licht umgewandelter Wärmematerie besteht. Mit der Steigerung dieser Wärmehäufung wird die davon abhängige Lichtentwicklung in Dunkelrothglühen, Hellrothglühen und Weissglühen unterschieden.

Von dieser durch die Anhäufung der Wärme bedingten Lichtentwicklung und der Natur des glühenden Körpers ist der Grad der Leuchtkraft unserer Leuchtmaterialien abhängig, über die im Besonderen noch in der pharmaceutischen Chemie beim Artikel Kohlenwasserstoff zu vergleichen ist.

Die Wärme ist, wie bereits unter dem Abschnitt „Affinität“ S. 29 hervorgehoben worden, von höchst wesentlichem Einfluss für den chemischen Process und die dabei auftretenden Erscheinungen, denn sie bedingt insbesondere die chemische Durchdringung verschiedener Arten der Materie. Schon nach dem Sprachgebrauch des Volkes unterscheidet man seit den ältesten Zeiten die Körper, je nachdem sie beim Erhitzen an der Luft (d. h. in Berührung mit Sauerstoffgas) in Flamme ausbrechen, d. h. verbrennen, oder diese Eigenschaft nicht haben, brennbare und nicht brennbare Körper. Die Wissenschaft hat nicht allein diese Bezeichnungsweise beibehalten, sondern auch bedeutend verallgemeinert, indem sie brennbare Körper alle diejenigen Arten der irdischen Materie nennt, die sich sowohl mit Sauerstoff, als auch mit dem diesem analogen Körpern mit oder ohne Wärme- und Lichtentwicklung verbinden. Im Allgemeinen kann man sagen, dass mit Ausnahme des Sauerstoffes (und Fluors) alle Elemente brennbarer und alle gesättigten Verbindungen des Sauerstoffes und der diesem analoge Elemente (Chlor, Brom, Iod und Fluor) nicht brennbarer Beschaffenheit sind; im Besonderen aber werden die Metalle und sämtliche Gebilde und Verbindungen der organischen Welt als brennbare Körper bezeichnet, weil sich diese sämtlich unter grösserer oder geringerer Wärme- und Lichtentwicklung mit dem Sauerstoff verbinden. Die das Verbrennen bedingenden Körper, zu welchen ausser Sauerstoff, Chlor, Brom, Iod und Fluor auch der Schwefel und einige andere Körper gehören, werden die Zünder genannt.

Von der Electricität.

Beim Reiben und selbst auch schon bei der Berührung ungleichartiger Körper mit einander wird in denselben ein eigenthümlicher Zustand hervorgerufen, in Folge dessen sie leichte Gegenstände, wie Papierspäne, Goldblättchen und dergl. aus einer gewissen Entfernung anziehen und nach einiger Zeit abstossen, oder auch bei der Annäherung anderer Körper Funken ausgeben und die umgehende atmosphärische Luft mit einem eigenthümlichen Geruch anschwängern. Man nennt diesen Zustand solcher Körper den elektrischen Zustand und die Ursache desselben die Electricität oder die elektrische Materie. Früherhin glaubte

man, dass dieser Zustand nur an Holz, Glas, Schwefel, Harz, Bernstein u. dergl. durch Reiben mit Wolle, Seidenzeug u. s. w. hervorgerufen und in denselben zurückgehalten werden könne, und nannte deshalb diese Körper Nichtleiter der Elektrizität, idioelektrische oder Elektrizität isolirende Körper zum Unterschied von denen, in welchen man diesen Zustand nicht hervorrufen vermuthete, z. B. von den Metallen, welche die Elektrizität schnell durch sich gehen lassen und deshalb Leiter der Elektrizität oder anelektrische Körper benannte. Jetzt weiss man jedoch, dass alle Körper durch Reiben elektrisch werden, aber nicht alle gleiches Vermögen besitzen, wenn sie nicht isolirt werden, den elektrischen Zustand zurück zu halten.

Durch das Reiben zweier verschiedenartiger Körper an einander werden beide in einen verschiedenen elektrischen Zustand versetzt. Es nimmt dabei nicht allein der eine von dem andern etwa eine gewisse Menge Elektrizität auf, die er dann durch Mittheilung an andere Körper zu erkennen giebt, sondern auch in dem reibenden, wie in dem geriebenen Körper häufen sich verschiedenartige Elektrizitäten an, die gegen einander so polarisch, d. h. so entgegengesetzt sind, dass sie sich fortwährend anziehen und ausgleichen oder vernichten. Da die erste Beobachtung von der Verschiedenartigkeit der Elektrizität an Glas und an Harz gemacht wurde, so unterschied man die beiden Arten als Glaselektrizität und als Harzelektrizität und bezeichnet jetzt die erstere als positive Elektrizität oder $+E$ und die letztere als negative Elektrizität oder $-E$. Beide Arten von Elektrizität scheinen im ganzen Weltraum verbreitet und in Folge theilweiser Ausgleichung die Ursache von Wärme und Licht zu sein, äussern verschiedene Wirkungen, bringen besondere Erscheinungen hervor und sind bei allen chemischen Processen thätig, indem sie die chemische Wechselwirkung der Materie, den chemischen Gegensatz bedingen.

Die beiden Arten der Elektrizität lassen sich in Betreff ihres Auftretens und ihrer hervorragenden Eigenschaften am besten neben einander beschreiben, wodurch die Gegensätze um so auffallender werden.

Die positive Elektrizität tritt beim Reiben einer Glasstange mit Seidenzeug am Glase,	Die negative Elektrizität tritt beim Reiben einer Glasstange mit Seidenzeug an der Seide,
bei der Elektrisirmaschine am Conductor,	bei der Elektrisirmaschine am Reibzeug,
bei der galvanischen Säule am	bei der galvanischen Säule am

Zinkpol auf,
giebt grosse Funken,
zeigt sich strahlend, verzweigend
und ausdehnend,
erregt einen brennend säuerlichen
Geschmack,
röthet blaues Lackmuspapier,
wirkt verbrennend, oxydirend
und säureerzeugend, und
zieht aus den zusammengesetzten
Körpern die sauren Stoffe zu
ihrem Pole hin,

Kupferpol auf,
giebt kleinere Funken,
zeigt sich mehr zusammenziehend
und rundend,
erregt einen alkalischen (laugen-
artigen) Geschmack,
bläuet rothes Lackmuspapier,
wirkt entbrennend, desoxydirend
und Basen bildend, und
zieht aus den zusammengesetzten
Körpern die basischen Stoffe
zu ihrem Pole hin,

ziehen sich an und
gleichen sich, im freien Zustand auf einander wirkend,
zu Feuer, d. h. zu Wärme und Licht aus.

Zur gleichzeitigen Erregung grosser Mengen von Elektrizität dienen besondere Vorrichtungen, der Elektrophor und die Elektrisirmaschine, und zur Anhäufung und Verstärkung der daraus entwickelten Elektrizität die sog. Kleist'schen od. Leydener Flaschen. Da mit der Anhäufung einer gewissen Summe von Elektrizität in letzteren diese wieder plötzlich an solche Körper, welche sich im entgegengesetzt-elektrischen Zustand befinden, abgeben und nicht selten dabei zerschlagen werden, so werden mehrere solcher Flaschen mit einander verbunden und stellen dann eine sog. elektrische Batterie dar; zur Bestimmung der Summe und der Art der Elektrizität dienen die sog. Elektrometer. Obgleich ein jeder Pharmaceut mit den Operationen einer solchen zusammengesetzten Elektrisirmaschine vertraut sein soll und wenigstens eine einfachere in jeder Apotheke vorhanden sein müsste, um sie nöthigen Falles nach ärztlichen Verordnungen an Patienten wirken zu lassen, so gehört doch die nähere Beschreibung ihrer Einrichtung und Behandlung in ein Lehrbuch der Physik oder ein specielles Werk über Elektrizität.

Die Elektrizität wird nicht allein durch Reibung und Berührung zweier Körper an oder mit einander erzeugt und für diesen Fall Reibungs- oder Berührungselektrizität benannt, sondern auch auf chemischem Wege hervorgerufen, wenn solche Substanzen, die unter einander mehr oder weniger mächtig zur chemischen Verbindung geneigt sind, neben oder über einander so gelagert werden, dass die Flächen chemisch auf einander wirken können. Alle einfachen und zusammengesetzten, in ihrer chemischen Natur verschiedenen Stoffe haben überhaupt die Eigenschaft, durch chemische Wechselwirkung Elektrizität zu erregen

und sie schnell von den idioelektrischen Körpern anzuziehen und weiter zu leiten.

Es sind nicht allein die einfachen und zusammengesetzten Körper, die an und für sich einen starken chemischen Gegensatz bilden, wie z. B. unedle und edle Metalle oder Basen und Säuren, Stoffe, welche bei der Berührung Elektrizität erregen, sondern auch solche, deren chemischer Gegensatz sehr unbedeutend ist, können bei schicklicher Aneinanderpaarung wahrnehmbare Elektrizitätsercheinungen geben, wie z. B. Wasser über eine Zinnauflösung vorsichtig gelagert und beide Flüssigkeiten mit einer Zinnstange durchstochen alsbald eine elektrische Erscheinung in dem Lösen von Zinn innerhalb der Zinnlösung und in der Ausscheidung von krystallinischem Zinn innerhalb der Wasserschicht zeigen.

Die durch chemische Wirkung erzeugte Elektrizität wird nach Galvani, dem ersten Beobachter derselben, die galvanische Elektrizität und der zu ihrer Entwicklung schicklichste Apparat nach Volta, der zuerst die rein elektrische Natur dieser Erscheinung darthat, der volta'sche Apparat benannt. Dieser Apparat wird ursprünglich aus Platten von Kupfer und Zink mit einem feuchten Leiter, der aus einer mit Kochsalzwasser oder angesäuertem Wasser getränkten Papp- oder Tuchscheibe besteht, zusammengesetzt. Ein solches Plattenpaar nebst dem Leiter bildet ein galvanisches Element; je mehr solcher Elemente an einander gereiht werden, um so intensiver wird die Wirkung des Apparates. Die beiden Endpunkte desselben heissen die galvanischen Pole, von denen der Kupferpol die negative, der Zinkpol die positive Elektrizität ausgiebt.

Man baut den volta'schen Apparat oder, wie er auch genannt wird, die galvanische Säule auf die Weise, dass man gleich grosse Platten oder Scheiben von blankem Kupfer und Zink und dem befeuchteten Papp- oder Tuchleiter in der Ordnung Kupfer, Zink und Leiter, K. Z. u. L., K. Z. u. L. u. s. f. schichtet, bis der Apparat die erforderliche Mächtigkeit zeigt, wozu jedoch je nach der Quadratoberfläche der Platten, z. B. von 64 bis 4 Zoll Quadratfläche herab, zwanzig bis einige hundert Elemente erforderlich sind, wenn starke Wirkungen hervorgerufen werden sollen. Durch Bunsen und Grove sind jedoch in der neueren Zeit Apparate construirt worden, die bei einer sehr kleinen Zahl von Elementen sehr mächtige Wirkungen hervorbringen.

Die physikalischen Wirkungen der volta'schen Säule sind weit schwächer als die der Elektrisirmaschine, dagegen aber die chemischen um so intensiver, so dass es gelungen ist, durch die galvanische Elektrizität Verbindungen zu zersetzen, deren Bestandtheile die grösste Anziehungskraft zu einander haben, wie z. B. das aus Kalium und Sauerstoff bestehende Aetzkali zwischen die

Pole eines mächtigen galvanischen Apparates gebracht in jene Bestandtheile zerlegt wird. Der Unterschied zwischen der Reibungselektricität und der galvanischen Elektricität beruht im Allgemeinen darin, dass bei jener eine geringe Menge Elektricität von grosser Intensität, bei dieser eine grosse Menge Elektricität von geringer Intensität thätig ist.

Galvanische Elemente haben insofern ein besonderes pharmaceutisches Interesse, als eine Ermittlungsweise des Arsens auf ihrer Anwendung beruht (wird nemlich eine arsenhaltige Flüssigkeit mit einem aus Kupfer oder besser aus Platin und aus Zink bestehenden Element in Berührung gesetzt, so schlägt sich das Arsen an dem negativeren Kupfer oder Platin nieder und kann dann leicht nach seinen hauptsächlichsten Eigenschaften bestimmt werden). Auch lassen sich einzelne galvanische Elemente zur Darstellung von absolut reinem Wasserstoffgas benutzen, wie z. B. wenn man einen Streifen oder Stab von Zink mit einem Kupfer- oder Platindraht spiralförmig umwickelt und diese Vorrichtung in eine saure oder alkalische Flüssigkeit bringt, so wird Wasser zersetzt, der Sauerstoff desselben tritt an das Zink, um in dieser Verbindung von der Säure oder dem alkalischen Körper gelöst zu werden, und der Wasserstoff entwickelt sich am Kupfer oder Platin und kann durch eine passende Vorrichtung aufgesammelt werden.

Bei der Berührung galvanischer Elemente mit chemischen Agentien, selbst mit feuchter atmosphärischer Luft, tritt die chemische Wirkung allein an dem elektropositiveren Glied des Elementes auf, während das elektronegativere, selbst wenn es für sich eine grosse Affinität zu dem vorhandenen chemischen Agens hat, vollkommen unverändert bleibt. Dieses Verhalten zweier in Berührung stehender Metalle hat der Pharmaceut bei Geschirren von Eisen, Kupfer u. s. w., welche mit einem Ueberzug von Zinn versehen sind, sehr zu beachten, wenn der Zweck der Verzinnung, die in derartigen Gefässen zu behandelnden Flüssigkeiten gegen die Verunreinigung mit Kupfer, Eisen u. s. w. zu schützen, erzielt werden und nicht gerade das Gegentheil stattfinden soll; denn so wie die Verzinnung nicht vollständig ist, besonders wenn von dem eigentlichen Metall des Gefässes Stellen bloss liegen, so wird durch das Hinzukommen irgend eines chemisch wirkenden Agens galvanische Elektricität hervorgerufen und das elektropositivere Metall um so leichter angegriffen und dadurch die in dem Gefäss befindliche Flüssigkeit um so mehr verunreinigt. In anderen Fällen bildet man absichtlich galvanische Elemente, um das eine der in Berührung stehenden Metalle gegen die Zerstörung zu schützen; so werden Eisengefässe gegen das Rosten und andere chemische Einflüsse dadurch geschützt, dass man an ein-

zelenen Stellen das Eisen mit Zink in unmittelbare Berührung bringt, wobei natürlich eine Verunreinigung der in solchen Gefässen befindlichen Flüssigkeiten mit Zink unwesentlich sein muss. Der Beschlag der Seeschiffe mit Kupfer wird gegen die Einwirkung des Meerwassers, welches das Kupfer für sich bald gänzlich zerfressen würde, durch Befestigung mit Nägeln von Zink geschützt; zwar schlagen sich dadurch an dem Kupfer die elektropositiven Bestandtheile des Meerwassers und zwar mitunter in einer solchen Masse nieder, dass dadurch die Segelfähigkeit, d. h. die Bewegung des Schiffes im Wasser wesentlich beeinträchtigt wird, aber das Kupfer bleibt unter dieser Decke vollkommen unverändert.

Elektricität wird ferner durch den Einfluss der Wärme auf zwei mit einander in Berührung stehende Metalle (Thermoelektricität) und durch den schnellen Wechsel der Pole eines Hufeisenmagnetes gegen ein nicht magnetisirtes, hufeisenförmig gebogenes, an beiden Enden mit Kupferdraht überzogenes Stück Eisen (Magneto-Elektricität) erregt.

Von dem Magnetismus.

An einem ziemlich verbreiteten Eisenerz, das aus Eisenoxyd und Eisenoxydul besteht und Magneteisenstein heisst, hatten schon die Alten die Eigenschaft beobachtet, dass dasselbe selbst aus einer gewissen Entfernung kleine oder grössere Theile von Eisen anzieht und dass sich diese Eisentheile an zwei entgegengesetzten Punkten des Erzes anhäufen. Späterhin wurde auch die Beobachtung gemacht, dass beim mehrmaligen Streichen einer Eisen- oder Stahlstange in derselben Richtung mit einem der Anziehungspunkte jenes Erzes, diese Stange ebenfalls die Eigenschaft erhält, an beiden Enden Eisentheile aus der Entfernung anzuziehen und festzuhalten, und zugleich die, bei ihrem Aufhängen an dem Mittelpunkt sofort eine bestimmte Richtung anzunehmen und in diese, wenn sie davon abgestossen werden, wieder zurückkehren und zwar stets mit demselben Erfolge, so dass das eine Ende nach Norden, das andere nach Süden zeigt.

Die Kraft, welche diese Erscheinungen veranlasst, wird die magnetische Kraft oder der Magnetismus, und eine mit ihr begabte Eisen- oder Stahlstange ein Magnet oder, wenn sie zur freien Bewegung eingerichtet ist, eine Magnetnadel benannt. Die äussersten Punkte eines Magnetes heissen die magnetischen Pole, und zwar derjenige, der nach Norden zeigt, der Nordpol, und der nach Süden zeigt, der Südpol, und die zwischen beiden Punkten liegende Stelle bildet den magnetischen Aequator. Da jedoch der Magnetismus dieselbe Erscheinung wie die

Elektricität zeigt, nemlich die Abstossung gleichartiger und die Anziehung ungleichartiger Pole und — wie weiter unten folgt — die Erde selbst ein Magnet mit in der Nähe der beiden Erdpole liegenden Polen ist, so ist der deutsche Sprachgebrauch von dem Nord- und Südpol des Magnetes falsch und muss vielmehr, wie auch die Franzosen die Bezeichnung gebrauchen, der Nordpol des Magnetes als Südpol, dagegen unser Südpol als der eigentliche Nordpol betrachtet werden.

Das Verhalten des Magnetismus zum Eisen und Stahl, in welchen der Magnetismus ruht, ist verschieden. An dem Eisen können die beiden Pole leicht getrennt und es kann daher stark vom Magnet angezogen werden, aber der in ihm hervorgerufene Magnetismus ist nur vorübergehend; an dem Stahl hingegen sind die magnetischen Pole nur schwierig zu trennen und er wird daher nur schwach von den stärksten Magneten angezogen, jedoch ist die Trennung dauernd und desshalb wird er leicht selbst zum Magnet. In dem Eisen wird der Magnetismus durch Vertheilung hervorgerufen, so dass ein Stück von jenem an den Nordpol eines Magnetes gebracht an der Berührungsstelle den Südpol, an der entgegengesetzten Stelle den Nordpol zeigt, welcher aber den Magnetismus eines zweiten, dritten u. s. w. Stückes Eisen in derselben Weise zerlegt. Durch eine derartige Anhängung mehrerer Eisenstücke wird die magnetische Kette gebildet, deren einzelne Glieder gegen einander polare Kräfte besitzen, sie aber augenblicklich verlieren, wenn sie nicht mehr der Einwirkung des Magnetes ausgesetzt sind. In dem Stahl hingegen wird der Magnetismus durch Bestreichen mit einem anderen Magnet hervorgerufen; er wird selbst Magnet und behält den Magnetismus nach der Entfernung des Erregers und verliert diese Kraft erst beim Erhitzen. — Durch Vereinigung mehrerer Stahlmagnete erhält man die sog. armirten Magnete mit weit stärkerem Magnetismus, als ein einzelnes Glied besitzt. Haben die einzelnen Stahlmagnete die Form eines Hufeisens, also in dem einen Schenkel Nord-, in dem anderen Südpolarität, und werden die Enden der beiden Schenkel durch ein breites Stück Eisen, durch den sog. magnetischen Anker, verbunden, so wird in diesem einerseits Süd-, andererseits Nordpolarität hervorgerufen und der so beschickte Magnet der gepanzerte oder geschlossene Magnet genannt; er ist nun, wenn der Anker mit einer passenden Vorrichtung versehen ist, im Stande, Lasten bis über das Zehnfache seines eigenen Gewichtes zu tragen.

Neben dem Eisen und Stahl werden nur noch das Kobalt und Nickel, nach einigen Angaben auch das Chrom von dem Magnetismus afficirt und können selbst magnetisch gemacht werden. Während nun der Stahl bei der Rothglühhitze und das Kobalt

sogar erst bei der Weissglühhitze den Magnetismus wieder verliert, findet dieses beim Nickel schon bei der Siedhitze des Quecksilbers statt.

Wird eine in ihrer Mitte wagerecht aufgehängte Stahlnadel mit einem Magnet bestrichen, so verliert sie das Gleichgewicht; sie senkt sich mit dem einen Schenkel der Erde zu. Diese Erscheinung ist dadurch bedingt, dass die Erde selbst ein Magnet ist, also in Folge der einen oder anderen Polarität den entgegengesetzten Pol der magnetisirten Stahlnadel anzieht. Die magnetischen Pole der Erde fallen aber nicht genau mit den eigentlichen Erdpolen zusammen; vielmehr ist der nördliche magnetische Pol etwas südöstlich, der südliche hingegen etwas südwestlich (von uns aus betrachtet) gelegen. Denkt man sich in der von der Magnetnadel angezeigten Richtung eine die Erde umkreisende Linie, so bildet der Kreis den magnetischen Meridian, welcher den durch die Erdpole gehenden Meridian in einem Winkel durchschneidet, der die Abweichung (sog. Declination) der Magnetnadel von den Erdpolen genau angiebt. Die Neigung (oder sog. Inclination) der Magnetnadel, die am magnetischen Aequator gleich 0 ist, muss um so stärker sein, je näher sie den magnetischen Polen der Erde befindlich ist (dem magnetischen Nordpol ist man bereits so nahe gekommen, dass die frei hängende Magnetnadel fast senkrecht zur Erdoberfläche stand). Die magnetischen Erscheinungen an unserer Erde und die Lehren darüber werden als Erdmagnetismus zusammengefasst.

Am merkwürdigsten ist die Wechselwirkung zwischen Elektrizität und Magnetismus. Wird ein elektrischer Strom um ein Stück Eisen in vielfachen Windungen geleitet (indem man dieses mit einem durch Seide überspannenen Kupferdraht, dessen beide Enden mit den Polen eines galvanischen Apparates verbunden sind, umwickelt), so zieht das Eisen andere Eisenstücke aus einer gewissen Entfernung an, lässt sie aber augenblicklich wieder los, so wie der elektrische Strom unterbrochen wird. Hängt man einen schraubenförmig gewundenen Draht in der Mitte so auf, dass er sich um seine Achse drehen kann, und lässt nun Elektrizität hindurchströmen, so nimmt er sofort die Richtung der Magnetnadel an und nach jedesmaliger Abstossung stetig wieder ein. In beiden Fällen ist also durch die Elektrizität Magnetismus (der in diesem Fall Elektromagnetismus genannt wird) erregt worden. Aus der Intensität der auf diese Weise hervorgerufenen magnetischen Erscheinungen lässt sich rückwärts auf die der Elektrizität schliessen. Hierzu dient der Galvanometer oder elektrische Multiplikator, welcher aus einer wagerecht um ihre Achse drehbaren Magnetnadel besteht, die mit einem Ring von mit Seide über-

zogenem und vielfach aufgewundenem Kupferdraht umgeben ist. Werden die Enden dieses Kupferdrahtes mit den Polen eines galvanischen Apparates verbunden, so umkreist der elektrische Strom in dem ganzen aufgewundenen Draht die Magnetnadel und diese wird sofort von ihrer normalen Richtung abgelenkt und kann selbst so stark von dem magnetischen Strom afficirt werden, dass sie in eine schnell kreisende Bewegung versetzt wird.

Der Magnetismus kann aber auch elektrische Erscheinungen veranlassen, was, wie bereits am Schluss des Artikels von der Elektrizität angedeutet worden ist, dann eintritt, wenn die Pole eines Hufeisenmagnets rasch hinter einander gegen die Schenkel eines nicht magnetischen, hufeisenförmigen Stückes Eisen gewechselt werden. Es wird dabei in letzterem ein elektrischer Strom erregt, der, wenn es mit einem Draht umwickelt ist, abgeleitet werden kann und alle Erscheinungen eines in Thätigkeit begriffenen galvanischen Apparates zeigt.

Magnete werden nicht allein zum Magnetisiren von Leidenden benutzt, sondern auch von den Apothekern zur Trennung reiner Eisenfeilspäne von Holz und anderen Beimengungen, also auch bei der Prüfung derjenigen Eisenfeilspäne, die medicinisch benutzt werden sollen, in Anwendung gebracht; ja sehr kräftige Magnete dienen dazu, Eisensplitter ohne weitere Gefährdung aus den Augen zu ziehen. Dass die Magnetnadel der Wegweiser auf dem Meere, in Wäldern und Bergwerken ist, ist allbekannt, eben so, dass jetzt der durch zeitweilige Unterbrechung des elektrischen Stromes hervorgerufene und wieder verschwindende Magnetismus als bewegende Kraft zum Anschlagen von Stahlstangen an Glocken für Signale besonders bei der elektrischen Telegraphie benutzt wird. Die Versuche, den Elektromagnetismus als bewegende Kraft für sehr schwere Gegenstände zu verwenden, sind leider noch nicht mit dem Erfolg gekrönt, den man erwartet hat; doch wird auch hier die für die Praxis thätige Wissenschaft noch zum Ziel gelangen. Eben so hoffen wir, dass der allgemein verbreitete Erdmagnetismus uns noch das Mittel gewährt, das reinlichste und kräftigste Heizmaterial (und stärkste Licht) aus dem billigsten Material, nemlich das Wasserstoffgas aus dem Wasser im Grossen darzustellen. Wir wollen die Techniker auf die Schienen der von Süden nach Norden gehenden Eisenbahnen hinweisen, damit sie Versuche anstellen, ob sich hier Erdmagnetismus zeigt und ob dieser durch schickliche Vorrichtungen in Elektrizität übergeführt werden könne. Ist jenes der Fall und sind diese ausführbar, so wäre das Problem gelöst.

Die Arten und Verbindungen der wägbaren Materie.

Chemie.

Es ist bereits in dem Abschnitt über die Affinität der Körper angegeben worden, dass gewisse Arten der Materie etwas Stetiges, d. h. nicht weiter in Bestandtheile Zerlegbares sind, dass dieselben die Grundstoffe der chemischen Elemente genannt werden und dass die Zahl derselben einige über sechzig beträgt, aber sie hiermit noch nicht beschränkt zu sein scheint.

Aus dieser verhältnissmässig sehr kleinen Zahl von chemischen Elementen bestehen entweder allein, oder, und zwar meist und auf die mannichfaltigste Weise unter einander verbunden, alle in, auf und an der Erde vorkommenden Körper. Die Mannichfaltigkeit ihrer Verbindungsweise tritt aber ganz besonders in den chemischen Gebilden der Pflanzen- und Thierwelt hervor, denn hier sind es nur wenige Elemente, nemlich Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, in vielen Fällen auch Stickstoff, aber nur in wenigen noch Phosphor und Schwefel, welche die so grosse Anzahl der sog. organischen Verbindungen constituiren.

Die chemischen Elemente zerfallen nach ihren allgemeinen physischen Eigenschaften in zwei Hauptgruppen. Die Glieder der einen Gruppe sind meist durchsichtig und gar keine oder nur schwache Leiter für Wärme und Elektrizität; sie bilden die Nichtmetalle. Die Glieder der zweiten Gruppe sind undurchsichtig und gute Leiter für Wärme und Elektrizität; hierher gehören alle Metalle. Vermittlungsglieder beider Gruppen giebt es einige (Tellur, Arsen und Antimon); diese sind zwar als undurchsichtige, stark glänzende, Wärme und Elektrizität gut leitende Körper den Metallen anzureihen, haben aber in chemischer Beziehung soviel Analogie mit gewissen Nichtmetallen, dass sie consequenter Weise diesen angereiht werden müssen.

Die Verbindungen der chemischen Elemente unter einander haben im Allgemeinen dreierlei Eigenschaften, die von dem chemischen Verhalten der Verbindungen gegen und unter einander abzuleiten sind.

Eine Klasse von Verbindungen der Elemente bilden die Säuren; diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie, wenn sie in Wasser oder einer anderen indifferenten Flüssigkeit löslich sind, einen sauren Geschmack besitzen, die blaue Farbe des Lackmus, der Veilchen und der Schwertlilien in Roth umändern und diese Eigenschaften verlieren, wenn sie mit einer Verbindung der zweiten Klasse in einem hinreichenden Verhältniss zusammen kommen. Ist aber eine Verbindung der ersten Klasse in Wasser und anderen