

Einleitung.

Unter „Natur“ verstehen wir die Summe aller durch unsere Sinne wahrnehmbaren Dinge. Die einzelnen, die Natur bildenden Körper werden Naturkörper genannt.

Die wägbare und raumerfüllende Grundlage aller Körper heisst der Stoff, die Substanz, oder die Materie. Die Erforschung der Materie in Bezug auf innere und äussere Gestaltung, ihre Einteilung nach übereinstimmenden oder abweichenden Merkmalen gehört in das Gebiet der beschreibenden Naturwissenschaften: der Mineralogie und Geognosie, der beschreibenden Botanik und Zoologie, der Anatomie u. a.

Beim genaueren Studium der Naturkörper finden wir sehr bald, dass sie sämtlich gewissen Veränderungen ausgesetzt sind. Wir sehen, dass Felsblöcke, ja ganze Gebirgsmassen der Verwitterung anheimfallen, wir sehen, dass neue Pflanzen und Thiere entstehen, wachsen, ableben und schliesslich verwesen. Alle diese, fortwährend vor unseren Augen sich abspielenden Vorgänge sind verknüpft mit Veränderungen des Stoffes oder der Materie. Die Erforschung dieser Vorgänge in Bezug auf ihre Ursachen, das Studium der sich dabei etwa ergebenden Gesetzmässigkeiten, ist die Aufgabe der speculativen Naturwissenschaften: der Physik, Chemie und der Physiologie.

Beide Wissenschaften also, die Physik und die Chemie, beschäftigen sich mit Veränderungen der Materie, indessen nach verschiedenen Richtungen hin. Es können diese Veränderungen der Materie nämlich zweifache sein: entweder Eigenschaftsänderungen oder Substanzänderungen. Die ersteren behandelt die Physik, die letzteren die Chemie.

1. Physikalische oder Eigenschaftsänderungen.

Gewisse Veränderungen der Körper sind im Allgemeinen weniger durchgreifende; der Stoff des Körpers (die Materie) wird dabei nicht

verändert, er bleibt derselbe, nur seine Eigenschaften erfahren eine Aenderung: der Körper oder die Materie wird in einen anderen Zustand versetzt. Einige Beispiele werden dies klarer machen. Durch Zuführung von Wärme wird Wasser in Dampf verwandelt, welcher sich durch Abkühlung wieder zu Wasser verdichtet, und bei stärkerer Temperaturerniedrigung (bei 0°) krystallisirt das Wasser, d. h. es gefriert zu Eis. Das sind jedenfalls sehr in die Augen springende Veränderungen. Indessen hat dabei die Substanz des Wassers durchaus keine Veränderung erlitten: das flüssige Wasser, der Wasserdampf, das Eis haben substantiell genau die nämliche Zusammensetzung, nur die äusseren Eigenschaften, die Form, der Zustand dieses Körpers, sind andere geworden. — Reiben wir eine Siegellackstange mit einem wollenen Tuche, so sehen wir, dass sie jetzt leicht bewegliche Gegenstände, wie Papierschnitzel, Hollundermark, Federn u. dergl. anzieht, während sie das vorher nicht that. Indessen sind alle ihre übrigen Eigenschaften die nämlichen geblieben; sie hat durch das Reiben nur eine neue Eigenschaft bekommen: sie ist elektrisch geworden.

Durch Bestreichen mit einem Magneten werden Eisen und Stahl magnetisch, d. h. sie erlangen die Eigenschaft, Gegenstände aus Eisen anzuziehen. Dabei hat aber durchaus keine Substanzänderung stattgefunden, das Eisen ist Eisen, der Stahl ist Stahl geblieben, beide haben durch das Bestreichen mit dem Magneten nur eine neue Eigenschaft gewonnen: sie sind magnetisch geworden; alle übrigen Eigenschaften aber sind sich so durchaus gleich geblieben, dass man magnetisches Eisen von unmagnetischem überhaupt nur durch einen entsprechenden Versuch unterscheiden kann.

Das aber haben alle genannten Veränderungen der Materie mit einander gemein, dass sie sämtlich nur vorübergehende sind. Um Wasser in Dampf zu verwandeln, Siegellack elektrisch, Eisen magnetisch zu machen, ist die Einwirkung einer bestimmten Ursache nöthig; hört diese auf, so gehen die betreffenden Körper allmählig wieder in ihren ursprünglichen Zustand über; der Wasserdampf wird wieder zu Wasser, das Siegellack wird wieder unelektrisch, das magnetische Eisen wird wieder unmagnetisch. Wir können daher verallgemeinernd sagen: Die Physik befasst sich mit den vorübergehenden oder Eigenschaftsänderungen der Materie.

2. Chemische oder substantielle Aenderungen.

Während die im Vorhergehenden beschriebenen physikalischen Aenderungen der Materie als mehr äussere sich herausstellten, sind die chemischen oder substantiellen Aenderungen viel durchgreifendere, das innere Wesen der Materie selbst treffende. Bei

ihnen beschränkt sich die Aenderung nicht auf eine oder einige Eigenschaften, sondern der Stoff, der ganze Körper wird ein anderer. — Lassen wir Eisen an feuchter Luft liegen, so rostet es, d. h. es überzieht sich mit einer Schicht von Eisenoxyd. Dieses weicht in allen seinen Eigenschaften von dem Eisen durchaus ab; es ist ein rothbraunes Pulver, unschmelzbar und wird vom Magneten nicht angezogen. Seinen äusseren Eigenschaften nach würde Niemand ohne Weiteres einen so nahen Verwandten des Eisens in ihm vermuthen. — Mischen wir Eisenpulver mit Schwefelblumen, so erhalten wir ein graugrünes Pulver, welches recht einheitlich aussieht; mit dem Vergrößerungsglase aber sehen wir deutlich die Eisentheilchen neben den Schwefeltheilchen liegen. Und durch Anwendung eines Magneten können wir dem Gemenge alles Eisen entziehen, ebenso können wir durch Behandeln mit Schwefelkohlenstoff allen Schwefel herauslösen; durch das einfache Mischen also haben beide Körper eine durchgreifende Aenderung nicht erfahren. Eisen ist Eisen, Schwefel ist Schwefel geblieben. Erhitzen wir dagegen ein solches Gemisch in einem Reagensrohre, so beginnt die Masse nach einiger Zeit plötzlich zu erglücken, und nach dem Erkalten zeigt es sich, dass Eisen und Schwefel sich zu einem neuen Körper, zu Schwefeleisen, vereinigt haben, welches in seinen Eigenschaften von den vorher genannten durchaus abweicht. Es kann ihm das Eisen weder durch den Magneten, noch der Schwefel durch Schwefelkohlenstoff entzogen werden; auch unter dem Mikroskop lassen sich weder Schwefel- noch Eisentheilchen nachweisen. Kurz wir haben es hier mit einer ganz neuen Substanz zu thun.

Entzünden wir Phosphor an der Luft, so verbrennt er und verwandelt sich in eine weisse, federnähnliche Masse. Diese zeigt vom angewendeten Phosphor sehr verschiedene Eigenschaften: sie löst sich in Wasser und ertheilt diesem eine saure Reaction, auch ist sie nicht brennbar; alles Eigenschaften, welche eine grosse Verschiedenheit vom Phosphor darthun. In der That hat sich auch ein ganz neuer Körper, das Phosphorsäureanhydrid, und zwar durch Vereinigung des Phosphors mit dem in der Luft enthaltenen Sauerstoff gebildet. — Haben wir in den angeführten Beispielen gezeigt, dass durch Vereinigung mehrerer Körper neue entstanden sind, so darf nicht unerwähnt gelassen werden, dass substantielle oder chemische Aenderungen auch dadurch hervorgerufen werden können, dass zusammengesetzte Körper in einfachere zerlegt werden. — So erhalten wir z. B. durch Erhitzen des rothen Quecksilberoxydes (*Hydrarg. oxydat. rubr.*) metallisches Quecksilber und Sauerstoff, beides Körper, welche in ihren sämtlichen Eigenschaften von dem erstgenannten durchaus abweichen.

Alle diese eben beschriebenen substantiellen Aenderungen der Materie unterscheiden sich von den physikalischen oder Eigenschafts-

änderungen der Materie dadurch, dass sie nicht wie diese vorübergehende, sondern bleibende sind. Der Rost wird sich von selbst nicht in metallisches Eisen, das Schwefeleisen ohne eine langwierige Operation nicht in Eisen und Schwefel zurückverwandeln. Das einmal gebildete Phosphorsäureanhydrid wird freiwillig nicht mehr Phosphor werden, und ebenso verbinden sich unter gewöhnlichen Verhältnissen Quecksilber und Sauerstoff nicht mit einander zu Quecksilberoxyd. — Wir können daher auch sagen: Die Chemie befasst sich mit den substantiellen oder bleibenden Aenderungen der Materie.

Eine scharfe Grenze zwischen beiden Wissenschaften, zwischen Physik und Chemie, lässt sich natürlich nicht ziehen; es giebt im Gegentheile Gebiete genug, welche von beiden Wissenschaften gemeinsam bebaut werden, so dass zahlreiche Fragen ihre Bearbeitung und Förderung gleichzeitig durch die Chemie sowohl wie durch die Physik erfahren.

Wie in anderen Wissenschaften, so hat auch in der Chemie eine Art Arbeitstheilung allmählig sich herausgebildet, und je nach den Zielen, welche diese Wissenschaft verfolgt, unterscheiden wir sie als analytische, synthetische und theoretische, technische oder angewandte Chemie.

Die analytische Chemie stellt sich die Aufgabe, zusammengesetzte Körper qualitativ und quantitativ in ihre Bestandtheile zu zerlegen; die synthetische Chemie hat zur Aufgabe, aus vorhandenen Stoffen neue Körper darzustellen, oder bekannte auf möglichst rationelle Weise zu gewinnen. Das Ziel der theoretischen Chemie ist: die Ursachen der Substanzveränderungen aufzufinden und festzustellen, also die Gesetze zu erforschen, nach welchen die chemischen Processe sich abspielen. — Die technische Chemie macht die von allen anderen Zweigen der Chemie gemachten Forschungen und Erfahrungen der Industrie zugänglich und verwerthet sie practisch.

Auch hier sind natürlich schroffe Grenzen nicht gezogen, und Jeder, welcher sich mit Chemie beschäftigt, sieht bald ein, dass er, um etwas leisten zu können, in jeder dieser Disciplinen einer Grundlage bedarf, auf welcher er weiter bauen kann.

Gelangen Eigenschaftsänderungen der Materie (vorübergehende) oder Substanzänderungen derselben (bleibende) zu unserer sinnlichen Wahrnehmung, so nennen wir das eine Erscheinung; und zwar heisst die Wahrnehmung einer Eigenschaftsänderung eines Körpers eine physikalische, die Wahrnehmung einer stofflichen Aenderung eines Körpers eine chemische Erscheinung. — Es sind also das Verdampfen und Gefrieren des Wassers, das Elek-

trischwerden des Siegellacks, das Magnetischwerden des Eisens physikalische Erscheinungen, dagegen das Rosten des Eisens, das Verbrennen von Schwefel oder Phosphor chemische Erscheinungen.

Eine Erscheinung tritt nur dann ein, wenn sämtliche Bedingungen zu ihrem Entstehen vorhanden sind. So wird das Eisen im Allgemeinen nur dann magnetisch, wenn es mit einem Magneten zusammengebracht wird; Siegellack, Glas, Schwefel werden nur dann elektrisch, wenn sie mit geeigneten Medien gerieben werden, Wasser verdampft erst dann, wenn ihm Wärme zugeführt wird, Eisen rostet nur in Berührung mit feuchter Luft, in trockner bleibt es vollkommen metallisch blank. — Phosphor und Schwefel verbrennen erst dann, wenn ihnen bei Gegenwart von Sauerstoff die nöthige Wärme zugeführt worden ist, d. h. wenn sie auf ihre Entzündungstemperatur gebracht worden sind. — Fehlt eine für das Zustandekommen einer Erscheinung wesentliche Bedingung, so tritt die Erscheinung nicht ein. In der Natur kann es nun vorkommen, dass alle für das Entstehen einer Erscheinung nothwendigen Bedingungen vorhanden sind; in einem solchen Falle tritt dann auch die betreffende Erscheinung ein. So kann es sich z. B. in vulkanischen Gegenden ereignen, dass Schwefel zu brennen anfängt; indessen ist das Zusammentreffen aller dazu nöthigen Voraussetzungen immer nur ein zufälliges, und gerade dieses zufällige Eintreffen der bedingenden Umstände ist in dem Worte Erscheinung ursprünglich enthalten. — Versuchen wir dagegen künstlich eine Erscheinung dadurch herbeizuführen, dass wir alle zu ihrem Eintreffen nothwendigen Bedingungen schaffen, so stehen wir nicht mehr vor einer blossen Erscheinung, sondern vor dem Experiment. Letzteres ist also eine Erscheinung, welche durch künstliche Mittel hervorgebracht wurde. Und gerade der Umstand, dass die Chemie über das Experiment gebietet, hat diese Wissenschaft auf diejenige Stufe erhoben, welche sie gegenwärtig einnimmt. Wie wenigen Leuten wäre es vergönnt, die Erscheinung des brennenden Schwefels durch eigene Anschauung kennen zu lernen, falls sie darauf beschränkt wären, zu warten, bis irgendwo in der Natur einmal welcher brennte; durch das Experiment aber kann sich Jeder die nämliche Erscheinung so oft vorführen, als ihm Lust und Mittel nur erlauben.

Das Gesetz der Erhaltung der Substanz.

Wenn wir bei chemischen Vorgängen die Mengenverhältnisse der sich bildenden Körper mit den Gewichten der angewendeten Substanzen vergleichen, so finden wir, dass das Gewicht der gebildeten Körper stets gleich ist der Summe der Gewichte aus den angewendeten Substanzen; es findet, mit anderen Worten, bei chemischen Processen niemals ein Substanz-

verlust statt. So geben z. B. 56 Th. Eisen und 32 Th. Schwefel genau 88 Th. Schwefeleisen; 200 Th. Quecksilber und 32 Th. Schwefel geben genau 232 Th. Schwefelquecksilber oder Zinnober. Dieses Exempel ist ein sehr einfaches.

In sehr vielen Fällen aber scheint es, als ob bei chemischen Vorgängen das Gesetz der Erhaltung der Materie nur wenig respectirt würde. Dies sehen wir z. B. bei allen Verbrennungserscheinungen. Grosse Mengen Holz und anderer Pflanzentheile (um ein bekannteres Beispiel zu wählen) scheinen bei dem Verbrennungsprocess spurlos zu verschwinden, nur ein winziges, in gar keinem Verhältniss zu der angewendeten Substanz stehendes Häuflein Asche bleibt zurück. Hier scheint in der That ein Theil der Substanz verschwunden zu sein; indessen ist dies doch nur scheinbar der Fall.

Gehen wir nämlich der Sache auf den Grund, so nehmen wir wahr, dass bei dem Verbrennungsprocess der bei weitem grösste Theil des festen Holzes sich in gasförmige Producte umgewandelt hat, und wenn wir nun versuchen, diese letzteren aufzufangen und zu wägen, so finden wir die überraschende Thatsache, dass das Gewicht der Summe der Verbrennungsproducte und der Asche bei weitem grösser ist als das Gewicht des angewendeten Holzes. — Abermals eine Thatsache, die mit dem Gesetze der Erhaltung der Substanz im Widerspruche steht. Aber auch hier nur scheinbar. Das gefundene Plus rührt nämlich her von dem Sauerstoff, welcher sich, wie bei allen Verbrennungen, mit den Elementarbestandtheilen des Holzes vereinigt und den Kohlenstoff zu Kohlensäure, den Wasserstoff zu Wasser verbrannt hat. In den Verbrennungsproducten lassen sich durch die Analyse die vorher vorhanden gewesenen Quantitäten des Kohlenstoffs, Wasserstoffs und der anderen Elemente exact wiederfinden.

Das Gesetz der Erhaltung der Materie ist ein Fundamentalgesetz, auf welches alle Anschauungen der neueren Chemie gegründet sind. Es wurde gegen Ende des vorigen Jahrhunderts von Lavoisier, welcher zuerst den Verbrennungserscheinungen die richtige Deutung gegeben hatte, aufgestellt, nachdem in Deutschland Benj. Richter ihm den Weg dazu geebnet hatte. Auf die Entwicklung der damaligen chemischen Wissenschaft war die Erkenntniss der Richtigkeit dieses Gesetzes von der weittragendsten Bedeutung. Durch dasselbe wurde die Chemie, allerdings nicht ohne Kämpfe, aus den mystischen, dunklen Anschauungen aufgerüttelt und in neue, frische Bahnen gelenkt.