

## 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, daß sie sämtlich gewissen Veränderungen ausgesetzt sind. Wir sehen, daß Felsblöcke, ja ganze Gebirgsmassen der Verwitterung anheimfallen, wir sehen, daß Pflanzen und Tiere 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 spekulativen 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. *Die Chemie beschäftigt sich mit der Stoffform der Stoffe.*

### 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°) kristallisiert 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 leichtbewegliche Gegenstände, wie Papierschnitzel, Holundermark, Vogelfedern u. dergl. anzieht, während sie das vorher nicht tat. 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 hierauf gerichteten 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 nötig; hört diese auf, so gehen die betreffenden Körper allmählich wieder in ihren ursprünglichen Zustand zurück: der Wasserdampf wird wieder zu Wasser, der Siegellack wird wieder unelektrisch, das magnetische Eisen wird wieder unmagnetisch. Wir können daher verallgemeinernd sagen: Die Physik beschäftigt 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

ganz  
liegen  
oxyd.  
aus a  
nicht  
weiter  
Misch  
grüne  
unter  
Schw  
wir d  
hande  
einfac  
nicht  
Erhi  
begin  
Erkal  
Körp  
schaf  
Eisen  
kohle  
Schw  
einer  
der I  
liche  
Eige  
Reak  
groß  
ein g  
Vere  
gebil  
  
ein  
währ  
auch  
in e  
rote  
Quec  
Eige  
  
unte  
der  
blei



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 rotbraunes Pulver, unschmelzbar und wird vom Magneten nicht angezogen. Seinen äußeren Eigenschaften nach würde niemand ohne weiteres einen so nahen Verwandten des Eisens in ihm vermuten. — Mischen wir Eisenpulver mit Schwefelblumen, so erhalten wir ein grau-grünes Pulver, welches dem unbewaffneten Auge einheitlich erscheint; unter dem Mikroskop aber sehen wir deutlich die Eisenteilchen neben den Schwefelteilchen 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. Das Eisen ist Eisen, der Schwefel ist Schwefel geblieben. Erhitzen wir dagegen ein solches Gemisch in einem Reagensrohre, so beginnt die Masse nach einiger Zeit plötzlich zu erglühen, 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 Eisenteilchen nachweisen. Kurz wir haben es hier mit einer ganz neuen Substanz zu tun. — 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 erteilt diesem eine saure Reaktion, auch ist sie nicht brennbar; alles Eigenschaften, welche eine große Verschiedenheit vom Phosphor dartun. In der Tat 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 zerfällt z. B. durch Erhitzen das rote Quecksilberoxyd (*Hydrargyrum oxydatum rubrum*) in metallisches Quecksilber und Sauerstoff, beides Körper, welche in ihren sämtlichen Eigenschaften von dem erstgenannten völlig abweichen.

Alle diese eben beschriebenen substantiellen Aenderungen der Materie unterscheiden sich von den physikalischen oder Eigenschaftsänderungen 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 darauf gerichtete, planmäßige 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 miteinander zu Quecksilberoxyd. — Wir können daher auch sagen: Die Chemie beschäftigt sich mit den substantiellen oder bleibenden Aenderungen der Materie.

Eine scharfe Grenze zwischen beiden Wissenschaften, zwischen Physik und Chemie, läßt sich allerdings nicht ziehen; es gibt im Gegenteil 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 Arbeitsteilung allmählich 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 Bestandteile 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 Prozesse sich abspielen. — Die technische oder angewandte Chemie macht die von allen anderen Zweigen der Chemie gemachten Forschungen und Erfahrungen der Industrie und Praxis zugänglich und verwertet sie praktisch.

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 Disziplinen 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 Elektrischwerden 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 trockener bleibt es vollkommen metallisch blank. — Phosphor und Schwefel verbrennen erst dann, wenn ihnen bei Gegenwart von Sauerstoff die nötige Wärme zugeführt worden ist, d. h. wenn sie auf ihre Entzündungstemperatur gebracht worden sind. — Fehlt auch nur 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 notwendigen 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 Zusammenreffen aller dazu nötigen 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 Eintreten notwendigen Bedingungen schaffen, so stehen wir nicht mehr vor einer bloßen Erscheinung, sondern vor dem Experiment. Letzteres ist also eine Erscheinung, welche durch künstliche Mittel herbeigeführt 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 Prozessen niemals ein Substanzverlust statt. So geben z. B. 56 Tl. Eisen und 32 Tl. Schwefel genau 88 Tl. Schwefeleisen; 200 Tl. Quecksilber und 32 Tl. Schwefel geben genau 232 Tl. Schwefelquecksilber oder Zinnober. Diese Exempel sind sehr einfache.



In vielen Fällen aber scheint es, als ob bei chemischen Vorgängen das Gesetz der Erhaltung der Materie nicht eingehalten würde. Dies sehen wir z. B. bei allen Verbrennungserscheinungen. Große Mengen Holz und anderer Pflanzenteile (um ein bekannteres Beispiel zu wählen) scheinen bei dem Verbrennungsprozess spurlos zu verschwinden, nur eine winzige, in gar keinem Verhältnis zu der angewendeten Substanz stehende Menge Asche bleibt zurück. Hier scheint also ein Teil 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 Verbrennungsprozess der bei weitem größte Teil des festen Holzes sich in gasförmige Produkte (Kohlensäure und Wasserdampf) umgewandelt hat, und wenn wir nun versuchen, diese letzteren aufzufangen und zu wägen, so finden wir die überraschende Tatsache, daß das Gewicht der Summe der Verbrennungsprodukte + demjenigen der Asche bei weitem größer ist als das Gewicht des angewendeten Holzes. — Abermals eine Tatsache, 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 Elementarbestandteilen des Holzes vereinigt und den Kohlenstoff zu Kohlensäure, den Wasserstoff zu Wasser verbrannt hat. In den Verbrennungsprodukten lassen sich durch die Analyse die vorher vorhanden gewesenen Quantitäten des Kohlenstoffs, Wasserstoffs und der anderen Elemente exakt wiederfinden, so daß trotz des anscheinend vorhandenen Widerspruches das Gesetz von der Erhaltung der Substanz auch in diesem Falle eine glänzende Bestätigung findet.

Das Gesetz der Erhaltung der Materie ist ein Fundamentalgesetz, auf welches alle Anschauungen der neueren Chemie gegründet sind. Es wurde gegen Ende des achtzehnten 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 Erkenntnis 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.

Das Gesetz der Erhaltung der Materie hat auch heute noch, trotz mancher Beobachtungen, die ihm scheinbar widersprechen, seine volle Gültigkeit. Dies zu betonen ist deshalb von Wichtigkeit, weil dieses Gesetz als die Grundlage der heutigen Chemie zu betrachten ist.