

Grundlagen: Stoffe, Teilchen und Reaktionen*

Patrick Bucher

15. August 2011

Inhaltsverzeichnis

1	Stoffe und ihre Eigenschaften	1
1.1	Der Aggregatzustand	2
1.2	Gemische	2
2	Die chemische Reaktion	3
3	Reinstoffe	4

1 Stoffe und ihre Eigenschaften

- Eine *Stoffportion* hat eine bestimmte Masse m und ein bestimmtes Volumen V (abhängig von Druck p und Temperatur t).
- Stoffe erkennt man anhand ihrer *Eigenschaften*. Diese sind von Grösse und Gestalt der Gegenstände unabhängig und durch Sinne erfassbar bzw. durch Geräte messbar.
 - Dichte $\rho (= m / V)$
 - Schmelztemperatur t_m
 - Siedetemperatur t_b
 - Härte, Farbe, Glanz, Verformbarkeit
 - Leitfähigkeit für Strom und Wärme
- Stoffeigenschaften sind bei bestimmten *Bedingungen* (Temperatur, Druck) konstant. Normalbedingungen: $t = 0C^\circ, p = 1013hPa$

* AKAD-Reihe CH 101, ISBN: 3-7155-1870-7

1.1 Der Aggregatzustand

- Ein Stoff liegt bei bestimmten Bedingungen (t, p) in einem *Aggregatzustand* vor. Die Bezeichnungen für die Aggregatzustände lauten: *fest* (s für «solid»), *flüssig* (l für «liquid») und *gasförmig* (g für «gaseous»).
- Übergang eines Stoffes von einem Aggregatzustand zu einem anderen:
 - *Schmelzen* ($s \rightarrow l$) bzw. *Erstarren* ($l \rightarrow s$), abhängig von Schmelztemperatur t_m (Schmelzwärme).
 - *Verdampfen/Verdunsten* ($l \rightarrow g$) bzw. *Kondensieren* ($g \rightarrow l$), abhängig von Siedetemperatur t_b (Verdampfungswärme). Flüssigkeiten verdunsten schon unterhalb der Siedetemperatur, indem von der Umgebung Wärme entzogen wird.
 - *Sublimieren* ($s \rightarrow g$) bzw. *Resublimieren* ($g \rightarrow s$).
- Stoffe bestehen aus sich ständig in Bewegung befindlicher Teilchen. Mit steigender Temperatur nimmt die *Bewegungsenergie* der Teilchen zu.
- Teilchen fester Stoffe bilden *Gitter* (Festkörper konstanter Volumen und Form). Feststoffe bestehen aus *Kristallen* mit gewissen übereinstimmenden Formmerkmalen (regelmässige Anordnung der Teilchen im Gitter \rightarrow Regelmässigkeit der Kristalle). Bei Zuführung der Schmelzwärme wird die Kristallstruktur aufgebrochen, beim Erstarren wird Wärmeenergie freigesetzt.
- Stoffe flüssigen Zustands haben ein konstantes Volumen (Inkompressibilität), aber eine variable Form. Die Teilchen einer Flüssigkeit sind bei gleich bleibendem Abstand voneinander frei beweglich. Bei Zuführung von Verdampfungswärme verdampft die Flüssigkeit, beim Kondensieren wird Wärmeenergie freigesetzt.
- Gase sind in Form und Volumen variabel, die Teilchen im Raum frei beweglich. Bei Temperatur- und Druckänderungen verhalten sich alle Gase gleich. Bei steigender Temperatur nimmt das Volumen eines Gases zu ($t \sim V$). Gase sind kompressibel: Bei steigendem Druck nimmt das Volumen ab ($p \sim 1 : V$). Satz von Avogadro: *Verschiedene Gase mit gleichem Volumen, Temperatur und Druck enthalten die gleiche Anzahl Teilchen.*
- *Diffusion* ist der Verteilung eines Stoffes durch die Wärmebewegung seiner Teilchen.

1.2 Gemische

- *Reinstoffe* bestehen aus einer einzigen Stoffart und haben definierte Eigenschaften. *Stoffgemische* bestehen aus mehreren Reinstoffen, ihre Eigenschaften sind oft uneinheitlich und immer vom Mischungsverhältnis der Stoffe abhängig.
- Bei *heterogenen Gemischen* sind die verschiedenen Komponenten optisch unterscheidbar. Komponenten eines Gemischs behalten ihre chemischen Eigenschaften bei.
 - *Suspension*: fest/flüssig, Trennung mittels Filtration

- *Emulsion*: flüssig/flüssig, Trennung im Scheidetrichter
- Weitere: *Aerosol* (Rauch): fest/gasförmig; *Gemenge*: fest/fest (z.B. Gneis); Schaum, Nebel: flüssig/gasförmig
- Bei *homogenen Gemischen* sind feste, flüssige oder gasförmige Stoffe in einem flüssigen Lösungsmittel gemischt (*Lösung*). *Legierungen* sind homogene Feststoffgemische.
 - Die Teilchen des gelösten Stoffes verteilen sich zwischen den Teilchen des *Lösungsmittels* (lösen). Die Lösungsmittel-Teilchen umhüllen die Teilchen des Feststoffes und lösen sie aus dem Gitter. Schwer- oder unlösliche Stoffe werden durch hohe Kräfte im Kristallgitter zusammengehalten.
 - Die Eigenschaften einer Lösung sind nicht nur vom gelösten Stoff und von der mengenmässigen Zusammensetzung (Massenanteil in %, Konzentration in g/L bezogen auf das Volumen der Lösung) abhängig, sondern auch vom Lösungsmittel selber.
 - Die *Löslichkeit* bezeichnet die Masse eines Stoffes, die sich in einer bestimmten Portion des Lösemittels (100g) bei einer bestimmten Temperatur maximal löst. Bei den meisten Feststoffen nimmt die Löslichkeit mit steigender Temperatur zu, bei Gasen jedoch ab.
 - Beim *Eindampfen* und Abkühlen werden, sobald die Löslichkeit überschritten ist, neue Kristallgitter gebildet.
 - Bei der *Extraktion* können Stoffe aufgrund ihrer unterschiedlicher Löslichkeit mit einem geeigneten Lösemittel aus dem Stoffgemisch herausgelöst werden.
 - Mit der (fraktionierten) *Destillation* lassen sich Flüssigkeitsgemische aufgrund der unterschiedlichen Siedetemperatur seiner Komponenten trennen.
 - Bei der *Chromatographie* werden die Komponenten eines Gemisches aufgrund ihrer unterschiedlichen Verteilung zwischen einem Adsorptionsmittel (z.B. Papier) und einem Lösemittel getrennt.

2 Die chemische Reaktion

- Bei chemischen Reaktionen reagieren Ausgangsstoffe (*Edukte*) in einem bestimmten *Massenverhältnis* zu Endstoffen (*Produkten*). Die Reaktionsgleichung drückt den Vorgang der Stoffumwandlung durch den Reaktionspfeil (\rightarrow) aus. Eine Reaktion erfordert oftmals die Zufuhr einer bestimmten *Aktivierungsenergie*.
- Jede Stoffportion hat einen bestimmten *Energieinhalt*, der von Menge und Art des Stoffes abhängig ist. Produkte und Edukte unterscheiden sich im Energieinhalt je nach Art der Reaktion:
 - *Endotherme Reaktion*: Energie wird zugeführt, Produkte energiereicher als Edukte, Abgabe der Reaktionswärme an die Umgebung
 - *Exotherme Reaktion*: Energie wird freigesetzt, Produkte energieärmer als Edukte, Zuführung der Reaktionswärme

- Änderungen des Aggregatzustandes sind keine eigentlichen chemischen Reaktionen. Beim Erstarren, Kondensieren und Resublimieren wird jedoch Energie an die Umgebung abgegeben (\rightarrow exotherm); beim Schmelzen, Verdampfen und Sublimieren wird Energie von der Umgebung aufgenommen (\rightarrow endotherm).
- Chemische Reaktionen setzen Energie um (innere Energie wird zu Licht, Wärme, elektrischer Energie usw. umgewandelt oder umgekehrt).
- Durch die *Analyse* lässt sich eine Verbindung (Reinstoff) in mehrere Stoffe zersetzen. Bei der vollständigen Zersetzung einer Verbindung bleiben Elemente zurück, die nicht weiter zersetzt werden können. Analysen verlaufen meist endotherm.
- Durch die *Synthese* werden verschiedene Elemente zu einer Verbindung zusammengeschlossen. Da Elemente einer Synthese in einem bestimmten Massenverhältnis miteinander reagieren, sind Zusammensetzung und Eigenschaften einer Verbindung konstant. Synthesen verlaufen zumeist exotherm.
- Ein chemischer Vorgang zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:
 1. Edukte werden in Produkte mit anderen Eigenschaften umgewandelt.
 2. Für die Auslösung ist meistens eine Aktivierungsenergie erforderlich.
 3. Es findet ein Energieumsatz statt, der in Erscheinungen wie z.B. Lichtabgabe oder Temperaturänderung wahrgenommen werden kann.
 4. Stoffe reagieren in einem bestimmten Massenverhältnis miteinander.

3 Reinstoffe

- *Elemente* bestehen aus gleichartigen Atomen, sind Reinstoffe und lassen sich nicht weiter zersetzen oder in andere Stoffe umwandeln. In der Natur kommen die meisten der über 100 bekannten Elementen nicht als Einzelatome, sondern nur in Verbindungen vor. Elemente werden mit einem Namen und einem Symbol (aus einem oder zwei Buchstaben) bezeichnet, z.B. *O* (Sauerstoff), *Au* (Gold), *Pb* (Blei).
- Bei den meisten Elementen handelt es sich um *Metalle*, die sich durch folgende Eigenschaften auszeichnen: Leitfähigkeit (Strom, Wärme), hohe Dichte, hohe Schmelz- und Siedetemperatur, Metallglanz, Duktilität (Verformbarkeit).
- Elemente, die bei Normalbedingungen gasförmig sind, bezeichnet man als *Nichtmetalle*. Sie leiten weder Strom noch Wärme und haben überwiegend tiefe Schmelz- und Siedetemperaturen. *Halbmetalle* haben Eigenschaften von Metallen und von Nichtmetallen.
- Man unterscheidet zwischen *organischen* (Verbindungen der belebten Natur) und *anorganischen* Verbindungen (Verbindungen der unbelebten Natur). Organische Verbindungen lassen sich auch im Labor erzeugen und werden immer mit Kohlenstoff gebildet. Organische und anorganische Verbindungen unterscheiden sich in gewissen chemischen Eigenschaften voneinander.