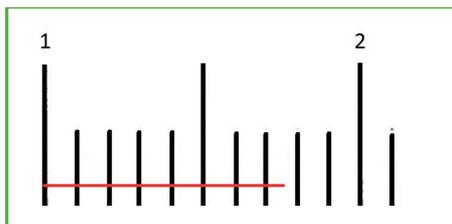


Statistik | Rechnen im Labor

Mess- und Rechengenauigkeit

Viele Zahlenangaben beruhen auf Messwerten. Aufgrund von Fehlern innerhalb des Messgerätes und auch des Messverfahrens können diese Werte nur eine bestimmte Genauigkeit besitzen. So kann ein Lineal nur eine Genauigkeit von 1 mm erreichen, während diese bei einem Messschieber in der Regel 0,1 mm beträgt. Bei der Angabe des Zahlenwertes wird das berücksichtigt, indem alle Ziffern bis zur vorletzten als sicher und die letzte Ziffer als unsichere Schätzung gelten.



Die rote Linie links ist sicher größer als 1,7 mm und kleiner als 1,8 mm, aber es lässt sich nur schätzen, dass sie 0,06 mm größer als 1,7 mm ist. Das geschätzte Ergebnis ist also in diesem Fall:

$$l = 1,76 \text{ mm}$$

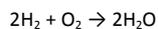
Bei Rechnungen ist immer darauf zu achten, dass mit dem errechneten Ergebnis nicht eine Genauigkeit vorgetäuscht wird, die die Messwerte gar nicht zulassen. Bei einfachen Rechnungen gilt als Faustregel, dass das Ergebnis nicht mehr Kommastellen haben kann, als der unsicherste Ausgangswert, beispielsweise:

$$23,3712 \text{ mm} + 1,76 \text{ mm (geschätzt)} = \mathbf{25,13 \text{ mm}}$$

Ein Fehler wäre das Ergebnis 25,1312 mm

Rechnen mit molaren Massen

Da Atome sehr klein und daher mit bloßem Auge nicht abzählbar sind, bedient man sich der *Stoffmenge n*, um mit makroskopisch sichtbaren Größen Rechnen zu können. Ein Mol entspricht dabei immer $6,022 \cdot 10^{23}$ Teilchen, der AVOGADRO-Konstanten. Bei chemischen Reaktionen findet man die Stoffmenge als stöchiometrischen Faktor wieder:



Das bedeutet nichts anderes, als das 2 Mol Wasserstoff mit einem Mol Sauerstoff zu 2 Mol Wasser reagieren.

Über die *molare Masse M* können wir diesen Stoffmengen nun eine Masse zuordnen. Die molare Masse eines Elements ist ein Tabellenwert im Periodensystem der Elemente. Die molare Masse eines Moleküls kann aus der Summe der molaren Massen seiner Teile berechnet werden:

$$M_{\text{Wasser}} = 2 \cdot M_{\text{Wasserstoff}} + M_{\text{Sauerstoff}} = 2 \cdot 1 \text{ g/mol} + 16 \text{ g/mol} = 18 \text{ g/mol}$$

Mit diesem Wissen lässt sich auch bestimmen, welche *Masse m* von jedem Ausgangsstoff wir für eine bestimmte Reaktion benötigt wird. Man benutzt dafür die Formel

$$m = M \cdot n$$

Es reagieren also 4g Wasserstoff mit 32g Sauerstoff zu 36g Wasser (Gesetz der Massenerhaltung).

Bei flüssigen Substanzen ist es oft leichter das *Volumen V* zu bestimmen als die Masse. Über die *Dichte ρ* (gr. *Rho*) können wir das Volumen aber in eine Masse umrechnen:

$$\rho = m/V$$

Das $\rho_{\text{Wasser}} = 1$, erhält man am Ende der vorgegebenen Reaktion 36mL Wasser.

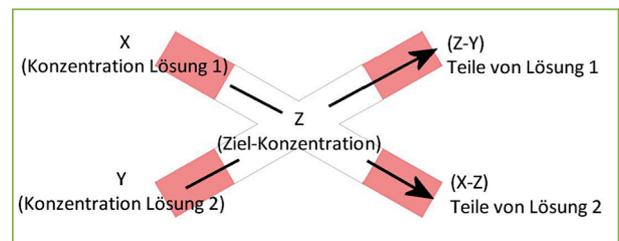
Einstellen von Lösungskonzentrationen, Andreaskreuz*

Oftmals wird in Chemie mit Lösungen gearbeitet. Dann ist es wenig sinnvoll anzugeben, welche Masse eines Stoffes in der Lösung ist. In diesem Fall verwendet man die *Stoffmengenkonzentration c* der Lösung, die *Molarität*:

$$C = n/V$$

Man gibt also an, wie viel Mol eines Stoffes sich in einem Liter Lösung befinden. Die Einheit ist folglich mol/L oder M. Häufig muss dabei eine Volumenkontraktion beim Ansetzen der Lösung beachtet werden. So ergeben 52 mL Ethanol und 48 mL Wasser nur 96,3 mL Lösung. Deswegen gibt man zuerst den zu lösenden Stoff in ein Gefäß und füllt dann auf das gewünschte Volumen auf.

In Laboren findet man häufig hochkonzentrierte Stammlösungen, die zunächst verdünnt werden müssen. Dazu bedient man sich des Mischungs- oder Andreaskreuz:



Gegeben sei eine 12%-ige Glukoselösung (X) sowie Wasser (0%) zum Verdünnen (Y). Benötigt wird eine 5%-ige Glukoselösung (Z).
Berechnung: Es werden gemischt $(5-0) = 5$ Teile 12%iger Glukoselösung mit $(5-12) = 7$ Teilen Wasser.

Sollen insgesamt 500 mL 5%-ige Lösung hergestellt werden, mischt man also:

$$0,5 \text{ L} \cdot 7/12 = \mathbf{292 \text{ mL Wasser}}$$

$$\text{mit } 0,5 \text{ L} \cdot 5/12 = \mathbf{208 \text{ mL 12\%-ige Glukoselösung.}}$$

* Ein Andreaskreuz ist ein Kreuz mit zwei diagonal verlaufenden sich kreuzenden Balken. Sein Name verweist auf den Apostel Andreas, der an einem solchen Kreuz gekreuzigt worden sein soll. Heute findet man es unter den Verkehrszeichen als Gefahrensymbol für einen Bahnübergang.