

### Vorbemerkung:

Der hier skizzierte Unterrichtsgang ist in mehreren Jahren gewachsen als Einstieg in das chemische Rechnen. Da an nicht allen Schulen in den verschiedenen Bundesländern die gleichen Voraussetzungen bzw. Hauscurricula vorhanden sind, um genau den gleichen Weg zu gehen, muss eventuell die eine oder andere Passage (s.u.) abgeändert werden.

Als zusätzliche Hilfe zu dem didaktischen Vorschlag findet man über der Darstellung Links zu Hilfen wie Videoclips oder Arbeitsblättern.

### Inhalt

Bedeutung der Abkürzungen: LV Lehrerversuch, SV Schülerversuch, IB Informationsblatt, AB Arbeitsblatt, HA Hausaufgabe, Vi Videofilm, Co Computerprogramm, Hy App für Handy

	LV	SV	IB	AB	HA	Vi	Co	Hy
1 Die Hypothese von Avogadro - die Avogadrozahl								
2 Das molare Volumen							+	+
3 Die Stoffmenge 'Mol'				+			+	+
4 Die molare Masse				+			+	+
5 Der Mol Comic			+				+	+
6 Das Schema von Dr. Kappenberg (Stöchiometrie)			+	+			+	+
7. Quantitativen Synthesen und Analysen		+		+				

Aus Schüleraufzeichnungen (überarbeitet und mit Links versehen)

## Chemisches Rechnen

Wie man Formeln von Stoffen aufstellt, haben wir ja im Kapitel "Aufbau der Materie" genügend geübt. Nun soll es darum gehen, heraus zu bekommen, in welchen Massenverhältnissen die Stoffe miteinander reagieren.

Der Lehrer zeigt uns Silberoxid und sagt: "Wie viel Silber erhalten wir aus 1 g Silberoxid?"

### 1 Die Hypothese von Avogadro - die Avogadrozahl

**Merksatz** mit den vier "G"s: **Nur für**

**G**ase gilt:

**g**leiche Volumina enthalten bei.

**g**leichem Druck und

**g**leicher Temperatur

**g**leich viele Teilchen.

### 2 Das molare Volumen

Er zeigt uns einen Holzwürfel und sagt "Ihr ratet nie, wie viel Sauerstoffteilchen in einem Volumen wären mit dem gleichen Rauminhalt wie der Holzwürfel!". Wir raten, doch unser Vorstellungsvermögen reicht nicht. Es sind:

602.300.000.000.000.000.000.000  
 sechshundertzweitrilliardendreitridionen  
 $N_A = \text{Avogadrozahl}$

Es dauert einig Zeit, bis wir den Namen zu der Zahl gefunden haben. Das spezielle Volumen des Holzwürfels heißt

**Merken:** **Das molare Volumen  $V_M = 24,2 \text{ L/mol}$**

und gilt bei uns für 25°C und 101,3 kPa (**SATP** = Standard Ambient Temperatur and Pressure)

Unsere Parallelklasse muss lernen: **Das molare Volumen  $V_M = 22,4 \text{ L/mol}$**  (schöner Zahlendreher)

(Bei 0°C - **STP** = Standard Temperatur and Pressure - aber die haben wir meistens in der Schule nicht)

Uns ist überhaupt nicht klar, warum das spezielle Volumen molares Volumen heißt und der Lehrer redet von Stoffmenge.

### 3. Die Stoffmenge 'Mol'

Bei einer chemischen Reaktion reagieren nicht einfach z.B. drei g (Gramm) eines Stoffes sondern immer die kleinsten Teilchen einzeln miteinander. Weil man aber ein einzelnes Teilchen nicht anfassen oder auf eine Waage legen kann, nimmt der Chemiker als Grundlage nicht ein Teilchen sondern sehr viele und zwar genau  $N_A$ -Teilchen.

$$1 \text{ mol} = N_A \text{ Stück eines Stoffes}$$

$N_A$  ist eine unvorstellbare große Zahl, aber mit ihr kann man ganz einfach berechnen, wie viel von einem Stoff weg reagiert oder entsteht.

**Merken:**  $N_A$  ist eine Zahl - 1 mol sind immer  $N_A$  Stück von einem Stoff - daher Stoffmenge.

### 4. Die molare Masse

Wo kommt denn bloß diese große Zahl  $N_A$  her?


Ganz einfach: Wenn man 1g des leichtesten Stoffes auf der Welt (Wasserstoff als Einer-Teilchen) haben will, muss man genau 602 300 000 000 000 000 000 auf die Waage legen.

**Merken:** Die molare Masse  $M$  = Masse von  $N_A$  Teilchen in g

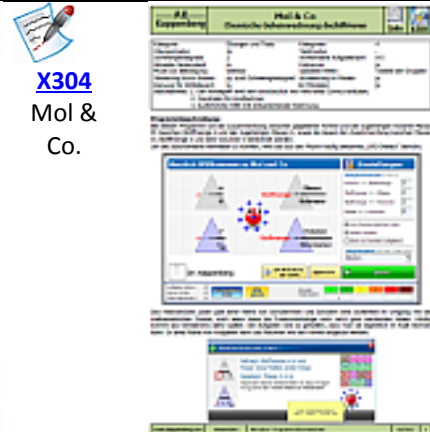
Das ist auch die schwarze Zahl, die oben links am Elementsymbol an den Tafeln steht, die in unseren Chemieräumen hängt.

### 5 Der Mol Comic

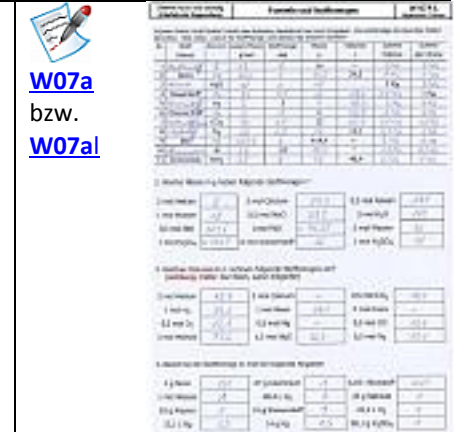
Der Begriff der Stoffmenge ist so "schwierig", dass der Lehrer sogar dazu einen Comic hat zeichnen lassen.



**X304a**  
Mol-Comic



**X304**  
Mol & Co.



**W07a**  
bzw.  
**W07al**

Wir üben das Ganze ausgiebig mit dem Programm **Mol & Co**: Berechnen von molaren Massen, Umrechnungen von Stoffmengen in Massen, von Volumina in Massen und von Massen in Volumina.

Der Lehrer teilt hierzu eine Reihe von Arbeitsblättern aus. Der Höhepunkt sind die Rechenaufgaben W07C.

**6 Das Schema von Dr. Kappenberg (Rechnen von chemischen Textaufgaben)**

Aufgabe: Wie viel g Wassers erhält man aus 1 g Wasserstoff?

Das Schema von Dr. Kappenberg besteht aus 5 Zeilen (Beispiel):

1. Namensreaktion: Wasserstoff + Sauerstoff → Wasser (Dihydrogenoxid)
2. Formelreaktion:  $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$
3. Formelgleichung:  $2 H_2 + O_2 = 2H_2O$
4. Frage:  $1\text{ g}$   $x\text{ g}$
5. (aus molare Massen):  $2 \cdot 1 \cdot 2\text{g} + 16 \cdot 2\text{g} = 2 \cdot (1 \cdot 2 + 16)\text{g}$

Reihe 3 bedeutet alles Mögliche:

**2 Wasserstoffteilchen reagieren mit 1 Sauerstoffteilchen zu 2 Wasserteilchen**

oder

**2 mol Wasserstoff reagieren mit 1 mol Sauerstoff zu 2 mol Wasser**

oder

**4 g Wasserstoff reagieren mit 32g g Sauerstoff zu 36 g Wasser**

oder

**48,4 Liter Wasserstoff reagieren mit 24,2 Liter Sauerstoff zu 36 g Wasser - g Wasser, weil Wasser bei Raumbedingungen nicht gasförmig ist**

Die Lösung erhält man, wenn man bei den Zeilen 4 und 5 jeweils einen Bruchstrich zieht und nach "x" auflöst.

$$\begin{array}{l} 4. \qquad \qquad \qquad 1\text{ g} \\ 5. \qquad \qquad \qquad \frac{2 \cdot 1 \cdot 2\text{g}}{2 \cdot (1 \cdot 2 + 16)\text{g}} = \frac{x\text{ g}}{2 \cdot (1 \cdot 2 + 16)\text{g}} \end{array}$$

daraus folgt:

$$x\text{ g} = \frac{1\text{ g} \cdot 36\text{ g}}{4\text{ g}} = 9\text{ g (Wasser erhält man aus 1 g Wasserstoff)}$$

Solche Rechenaufgaben kann man auch mit Hilfe des Programms **Chemsolve** lösen. Hier ist das Schema von Dr. Kappenberg eingearbeitet.

Doch nun endlich zu unserer Aufgabe mit dem Silber:


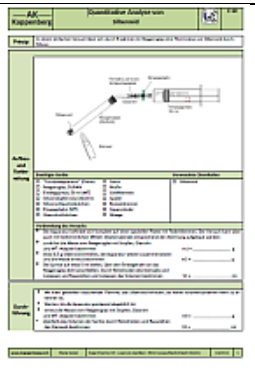

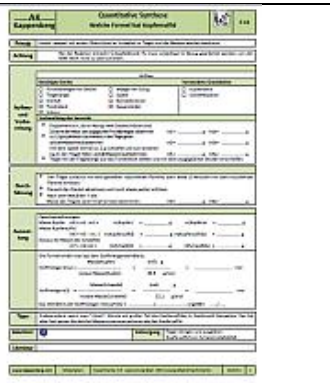
Wie viel Silber können wir aus 1 g Silberoxid gewinnen?

1. Namensreaktion: Disilberoxid → Silber + Sauerstoff
2. Formelreaktion:  $Ag_2O \rightarrow Ag + O_2$
3. Reaktionsgleichung:  $2 Ag_2O = 4 Ag + O_2$
4. Frage:  $1\text{ g}$   $x\text{ g}$
5. (molare Massen):  $2 \cdot 231,74\text{ g} = 4 \cdot 107,9\text{ g}$

$$x\text{ g} = \frac{1\text{ g} \cdot 4 \cdot 107,9\text{ g}}{2 \cdot 231,74\text{ g}} = 0,93\text{ g (Silber können wir aus 1 g Silberoxid gewinnen)}$$

7. Quantitative Synthesen und Analysen

Hier sind noch einige quantitative Reaktionen aufgeführt:

 <p><b>C10</b></p> 	 <p><b>C11</b></p> 	Empty space for additional content
---	--	------------------------------------