

## Rechnungen mit Masse und Massenanteil

Massen können einfach addiert oder subtrahiert werden. Der Massenanteil einer Substanz  $i$  ist

definiert als  $w_i = \frac{m_i}{m_{\text{gesamt}}}$ .  $w_i$  wird meistens in Prozent angegeben.

Einfache Aufgaben lassen sich auch ohne Formel "mit gesundem Menschenverstand" lösen.

Beispiel: Eine NaOH-Lösung hat den Massenanteil  $w(\text{NaOH}) = 40\%$ . Wie viel g NaOH ("reine Substanz") und wie viel g  $\text{H}_2\text{O}$  sind in 70 g dieser Lösung?

$\Rightarrow m(\text{NaOH}) = w(\text{NaOH}) \cdot m(\text{Mischung}) = 0,4 \cdot 70 = 28 \text{ g}$ . **28 g** sind "reine Substanz", dann ist die Masse von Wasser  $70 - 28 = 42 \text{ g}$ .

$\Rightarrow$  Ohne Formel: 40% von 70 g sind 28 g; dies ist die Masse reiner Substanz.

Wenn verschiedene Lösungen gemischt werden, addiert man a) die einzelnen Massen an "reiner Substanz" und b) die einzelnen Massen der Lösungen.

Beispiel: 20 g einer 30% Lösung und 40 g einer 50% Lösung werden gemischt. Welche Menge Lösung mit welchem Gehalt entsteht?

$\Rightarrow$	Anteil	Gesamtmasse	Masse der "reinen Substanz"
	Lösung 1	20 g	30% von 20 g = 6 g
	Lösung 2	40 g	50% von 40 g = 20 g
	Mischung	60 g	= 6 + 20 = 26 g

**60 g** Mischung mit dem Gehalt  $w(\text{Mischung}) = 26 / 60 = 0,433333 \approx 43,3\%$  entstehen.

Bei Mischungen vergrößert jede Zugabe die Masse der Mischung; aus dem Aufgabentext ist herauszufinden, ob sich damit auch die Masse der "reinen Substanz" ändert.

Beispiel: 10 g einer 1,5% Lösung und 20 g einer 2,5% Lösung werden gemischt.

Anschließend werden noch 30 g Wasser und 400 mg reine Substanz zugegeben. Welche Mischung entsteht (Gesamtmasse und Gehalt)?

$\Rightarrow$	Anteil	Gesamtmasse	Masse der "reinen Substanz"
	Lösung 1	10 g	1,5% von 10 g = 0,15 g
	Lösung 2	20 g	2,5% von 20 g = 0,50 g
	Wasser	30 g	--- = 0,00 g
	reine Substanz	0,4 g	= 0,40 g
	Mischung	60,4 g	= 1,05 g

**60,4 g** Mischung mit dem Gehalt  $w(\text{Mischung}) = 1,05 / 60,4 = 0,017384 \approx 1,74\%$  entstehen.

Wenn von einer Lösung ein Teil genommen wird, ändert sich die Masse aber nicht der Gehalt! Wenn aus einer Cola-Flasche ein Glas abgefüllt wird, ist im Glas dieselbe Art von Flüssigkeit - nur eben weniger. Wenn eine bestimmte Menge Lösung mit Lösungsmittel (oder irgendeinem anderen Stoff, der die "reine Substanz" nicht enthält) verdünnt wird, ändert sich die Gesamtmasse, aber die Masse reiner Substanz bleibt gleich. Damit ändert sich auch der Massenanteil.

Beispiel: Eine 30% Lösung liegt vor; 25 g davon werden mit 45 g Wasser gemischt. Welchen Gehalt hat die entstehende Lösung? Wie viel g "reine Substanz" sind in der entstehenden Lösung?

$\Rightarrow$  25 g Lösung sind auch noch 30%-ig. Darin sind also **7,5 g** "reine Substanz". Die Zugabe von Wasser ändert an dieser Menge nichts. Insgesamt entstehen  $25 + 45 = 70 \text{ g}$  Lösung. Der Massenanteil ist damit  $7,5 / 70 = 0,10714 \approx 10,7\%$ .

Beim Verdünnen ändert sich der Gehalt entsprechend dem Verhältnis der Gesamtmassen!

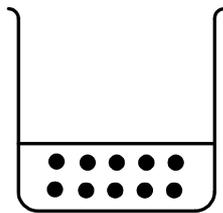
Nimmt die Gesamtmasse zu, nimmt der Gehalt entsprechend ab.

$\Rightarrow$  voriges Beispiel: Die Gesamtmasse ändert sich beim Verdünnen von 25 g auf 70 g. Das ist ein Verhältnis  $25/70 (= 0,35714)$ . Der Massenanteil wird um dieses Verhältnis kleiner.

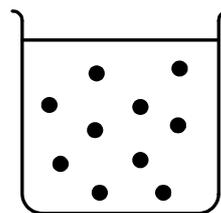
$w(\text{verdünnt}) = 30\% \cdot 25/70 = 10,7\%$ .

## Verdünnen: Überlegungen zum Verständnis

1. Beim Verdünnen ist das Konzentrationsverhältnis gleich dem Volumenverhältnis!  
Beim Verdünnen ändert sich die Konzentration, aber die Menge an Stoff nicht!
2. Beim Verdünnen muss die neue Konzentration kleiner, das Volumen der verdünnten Lösung größer sein! Daraus findet man durch "Überlegen", ob mit dem Verhältnis multipliziert oder durch das Verhältnis dividiert werden muss.
3. Beispiel: Aus einer HCl-Lösung  $w = 10\%$ , sollen 10 ml einer HCl-Lösung,  $w = 2\%$ , hergestellt werden. (Gefragt ist offensichtlich, wieviel ml der 10%-igen Lösung zu verwenden sind.)  
Das Konzentrationsverhältnis ist  $10\% / 2\% = 5$ . Das bekannte Volumen ist 10 ml, gesucht wird das Volumen der konzentrierten Lösung. Nicht "mal"  $10 \text{ ml} \cdot 5 = 50 \text{ ml}$ , weil das benötigte Volumen der konzentrierten Lösung kleiner sein muss, also "dividiert":  $10 \text{ ml} / 5 = 2 \text{ ml}$  **konzentrierte Lösung**.
4. Sinnvoll ist, sich die Verhältnisse "bildlich" vorzustellen!



konzentrierte Lösung  
**kleines** Volumen  
**große** Konzentration



verdünnte Lösung  
**großes** Volumen  
**kleine** Konzentration

ABER in beiden Lösungen ist die Menge des Stoffs gleich!

### d.h. beim Verdünnen

⇒ ändern sich das *Volumen* und der *Gehalt*

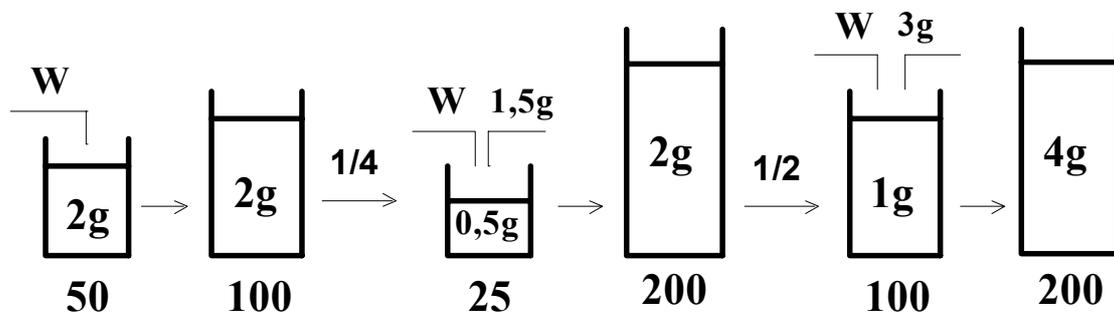
⇒ ändert sich **nicht** die *Menge an Stoff* in der Lösung

5. Solche Skizzen sind auch sinnvoll, wenn umständlichere Aufgaben vorliegen!  
(Anmerkung: Lehrer meinen, sie sollten so etwas tun, um die Schüler ein wenig anzuregen - nicht aufzuregen! - und deren Verständnis vertiefen.)

Ein **typischer Bandwurm**, bei man "die Übersicht verlieren kann": 50 g 4%-ige Lösung werden mit Wasser auf 100 g verdünnt; man nimmt 1/4 davon, gibt 1,5 g r.S. dazu und füllt auf 200 g auf. Zu 1/2 davon gibt man 3 g r.S. und füllt auf 200 g auf. Wie groß ist dann  $w$ ?

⇒ 50 g 4%-ige Lösung enthalten 2 g r.S., nach Auffüllen sind 2 g r.S. in 100 g Lösung; 1/4 davon sind 0,5 g r.S. in 25 g und nach Auffüllen in 200 g Lösung; durch die Zugabe der 1,5 g r.S. sind 2 g in dieser Zwischenlösung; 1/2 davon sind 1 g in 100 g Lösung; nach Zugabe von 3 g r.S. und Auffüllen auf 200g haben wir 4 g r.S. in 200 g Lösung;  $w = 2\%$ .

**Vielleicht wäre dann folgendes besser:**



(Anmerkung: Zwar immer noch etwas "Schikane", aber durch die - **selbst erstellte** Skizze - könnten die durchgeführten Rechenschritte etwas klarer werden!)