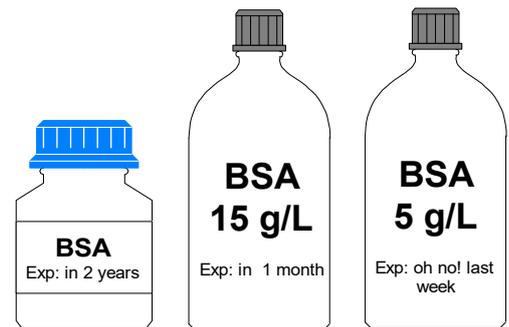


**Rechnen mit der Mischungsgleichung und dem Mischungskreuz** C1BL/C1CL



**A** Ausgangssituation

Sie sollen 500 mL einer BSA-Lösung herstellen mit  $\beta(\text{BSA}) = 12 \text{ g/L}$ .  
 Zur Verfügung stehen die drei rechts abgebildeten Chemikalien.  
 Beschreiben Sie möglichst viele Möglichkeiten, wie die Lösung prinzipiell hergestellt werden kann!



**B** Herleitung der allgemeinen Mischungsgleichungen

Zwei Lösungen desselben Stoffs mit unterschiedlichem Gehalt  $\beta_1 (c_1, w_1)$  und  $\beta_2 (c_2, w_2)$  und unterschiedlichem Flüssigkeitsvolumen bzw. Flüssigkeitsmassen werden gemischt (**vgl. Abbildung unten**)

Zählen Sie die gelösten Punkte in den Ausgangslösungen und der Mischung! Sie stellen fest, dass die Mischung die Summe der beiden Einzel-Mengen enthält. Es gehen ja auch keine gelösten Teilchen verloren. Gleiches gilt auch für die gelösten Massen: Die Mischung enthält die Summe der gelösten Massen der Ausgangslösungen.

Mithilfe der Definitionsgleichungen der Gehalte (Formeln ③ bis ⑤, [Link: siehe Formelblatt](#)) kann man entsprechend umformen:

2. Ergänzen Sie die fehlenden Formeln.

<p>Lsg1</p>	+	<p>Lsg2</p>	=	<p>Mischung</p>
Flüssigkeit $V_1$ oder $m_1$		Flüssigkeit $V_2, m_2$		Flüssigkeit $V_M, m_M$
gelöste Masse	+	gelöste Masse	=	gelöste Masse
mit $m = \beta \cdot V$	+	gelöste Masse	=	gelöste Masse
mit $m = w \cdot m$	+	gelöste Stoffmenge	=	gelöste Stoffmenge
mit $n = c \cdot V$	+	gelöste Stoffmenge	=	gelöste Stoffmenge

Die drei Mischungsgleichungen in den Kästen finden Sie auch auf Ihrem Formelblatt als Formeln ⑫.

Weiterhin gilt für das Gemisch

$m_1 + m_2 = m_M$  auch die Massen der Lsg. verhalten sich additiv: Das Gemisch besitzt die Masse  $m_1 + m_2$   
 $V_1 + V_2 \approx V_M$  in dünnen wässrigen Lösungen verhalten sich die Volumina nahezu additiv (da die Volumeneffekte vernachlässigbar sind)

3. [Zurück zur einführenden Beispielaufgabe] Berechnen Sie nun mit der Mischungsgleichung die zu mischenden Volumina der Lösungen mit 15 g/L und 5 g/L um 500 mL Mischung mit 12 g/L zu erhalten.

**C Vereinfachung, wenn eine Komponente Wasser ist: Verdünnen mit Wasser**

Wasser besitzt für alle Analyte X (qua Definition) einen Gehalt von 0 ( $c = \beta = w = 0$ ), sonst wäre es ja kein Wasser, sondern eine Lösung. Der eine Summanden der Mischungsgleichungen fällt dadurch weg, denn  $0 \cdot V = 0$  bzw.  $0 \cdot m = 0$ :

$$\underbrace{\beta_1 V_1}_{\text{Konzentrat}} + \underbrace{0 V_2}_{\text{Wasser}} = \underbrace{\beta_M V_M}_{\text{Mischung}} \Rightarrow \beta_1 V_1 = \beta_M V_M$$

$$\underbrace{c_1 V_1}_{\text{Konzentrat}} + \underbrace{0 V_2}_{\text{Wasser}} = \underbrace{c_M V_M}_{\text{Mischung}} \Rightarrow c_1 V_1 = c_M V_M$$

$$\underbrace{w_1 m_1}_{\text{Konzentrat}} + \underbrace{0 m_2}_{\text{Wasser}} = \underbrace{w_M m_M}_{\text{Mischung}} \Rightarrow w_1 m_1 = w_M V_M$$

Statt von der Mischung zu sprechen, zieht man meist den Begriff Verdünnung vor und ändert die Symbolik (aus „M“ wird „2“). Es resultieren die Verdünnungsformeln, aus dem Formelblatt (Formeln Nr. 11):

$$\underbrace{\beta_1 V_1}_{\text{Konzentrat}} = \underbrace{\beta_2 V_2}_{\text{Verdünnung}}$$

$$\underbrace{c_1 V_1}_{\text{Konzentrat}} = \underbrace{c_2 V_2}_{\text{Verdünnung}}$$

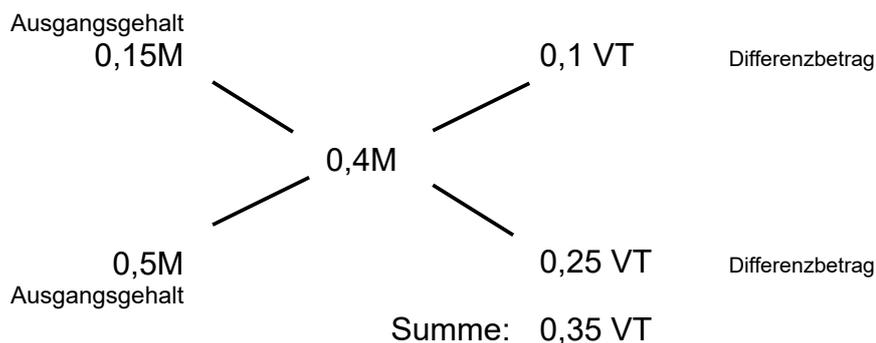
$$\underbrace{w_1 m_1}_{\text{Konzentrat}} = \underbrace{w_2 m_2}_{\text{Verdünnung}}$$

**D Mischungskreuz: Die graphische Variante, die nicht so viel kann**

Typische Mischungs- oder Verdünnungsaufgaben aus dem Laboralltag sind, die benötigten Portionen der Ausgangslösungen zu berechnen, um daraus ein Gemisch/Verdünnung mit einem bestimmten Wunschgehalt herzustellen. Diesen Aufgabentyp kann man auch graphisch lösen, statt die Mischung- der Verdünnungsgleichungen zu benutzen.

**Rechenbeispiel:** (Aufgabe 1.1 auf dem Arbeitsblatt „Rechnen mit dem Mischungskreuz und der Mischungsgleichung“:) Welche Volumina einer 0,15M-NaCl-Lösung und einer 0,5M-NaCl-Lösung müssen gemischt werden, um 250 mL einer 0,4M-Lösung herzustellen?

**Musterantwort und Erklärung:** In die Mitte eines *Andreaskreuzes* (Schrägkreuz: X) wird der Wunschgehalt geschrieben (hier: 0,4 M). Links oben und unten die Ausgangsgehalte. Welcher der beiden Ausgangsgehalte oben oder unten notiert wird, spielt keine Rolle. Bei H<sub>2</sub>O als Ausgangsflüssigkeit, also beim Verdünnen mit Wasser, für den einen Ausgangsgehalt 0 schreiben! Nun berechnet man entlang der Schrägstriche die beiden Differenzbeträge (*d.h. so voneinander abziehen, dass ein positives Ergebnis resultiert*). Die Differenzbeträge (hier:  $0,5 - 0,4 = 0,1$  Volumenteile und  $0,4 - 0,15 = 0,25$  Volumenteile) stellen das erforderliche Mischungsverhältnis dar: Mischt man beispielsweise 0,1 Liter der 0,15-M-Lösung mit 0,25 Liter der 0,5M-Lösung (*in waagerechter Linie zuordnen*), so entsteht der gewünschte Gehalt (0,4 M). [VT = Volumenteil]



Allerdings besäße die Lösung so ein Volumen von 0,35 VT (z.B. 0,35 Liter). Wir wollen aber nur 0,25 Liter erhalten. Deshalb muss man beim Mischungskreuz mit einer nachgeschalteten Dreisatzrechnung die Volumina anpassen. hier:

$$0,1 \text{ Liter Komponente 1} \cong 0,35 \text{ Liter Gemisch}$$

$$x \text{ Liter Komponente 1} \cong 0,25 \text{ Liter Gemisch} \Rightarrow \text{Dreisatz} \Rightarrow x = 0,07143 \text{ Liter (71,43 mL)}$$

**Es müssen also 71,43 mL der 0,1 M und  $250 \text{ mL} - 71,43 \text{ mL} = 0,17857 \text{ Liter (178,57 mL)}$  der 0,5M-Lösung gemischt werden.**