



## Simulation zum Gleichgewicht auf der Teilchenebene

Mit dem vorherigen Modellversuch konnten wir darstellen, dass sich nach einer gewissen Zeit ein chemisches Gleichgewicht zwischen den beiden Messzylindern einstellt. Im nächsten Schritt wollen wir die Darstellung vertiefen und drei Simulationen auf der Teilchenebene durchführen. Als chemische Reaktion nutzen wir vereinfacht:  $A + B \rightleftharpoons C + D$ .

### Ziel der Simulation:

Mit Hilfe der Simulationen 1-3 sollen drei verschiedene dynamische Gleichgewichte auf der Teilchenebene dargestellt werden. Die Geschwindigkeiten, mit der die einzelnen Reaktionen ablaufen variiert in den einzelnen Simulationen.

### Ablauf der Simulation:

#### Vorbereitung:

- 1) Schneidet die Teilchen A, B, C und D aus der Vorlage aus.
- 2) Platziert auf einem Tisch ein A3-Blatt (Spielfeld) und zeichnet in der Hälfte eine gestrichelte Linie ein. Befestigt das Spielfeld mit Klebband am Tisch. Die linke Seite des Blattes bietet Platz für die Edukte, während die rechte Seite Platz für die Produkte bietet.
- 3) Befestigt mit Hilfe eines Stativs das Tablet mittig über dem Spielfeld und startet die StopMotion-App. Stellt die Bildrate so ein, dass jedes Bild für eine Sekunde angezeigt wird.
- 4) Auf der nächsten Seite sind die Tabellen für die einzelnen Simulationen dargestellt. Die Spalte „Geschwindigkeit“ gibt euch an, wie viele Teilchen pro Zeitschritt von (A + B) zu (C + D) reagieren.
- 5) Die Spalte „Konzentration“ gibt euch an, wie viele Teilchen (A + B) und (C + D) zum aktuellen Zeitschritt vorhanden sind.

#### Spielablauf:

- 6) Zu Beginn jeder Simulation legt ihr zuerst 63 „A“ und 63 „B“- Teilchen auf die linke Seite des Spielfeldes und erstellt ein Foto.
- 7) Anschließend beginnt ihr mit dem ersten Zeitschritt. Zum Beispiel reagieren im ersten Schritt 15 „A“ mit 15 „B“- Teilchen zu 15 „C“ und 15 „D“- Teilchen. Dann werden die entsprechenden Teilchen vom Spielfeld genommen und durch die anderen ersetzt.
- 8) Pro Zeitschritt erstellt ihr zwei Fotos. Eins nach der Hinreaktion und eins nach der Rückreaktion. Platziert mittig am oberen Rand des Spielfeldes ein Zettel, auf dem ihr notiert, um welchen Zeitschritt und um welche Reaktion es sich handelt.
- 9) Nach jedem Zeitschritt ergänzt ihr die Spalte Konzentration in der entsprechenden Tabelle.

#### Auswertung:

- 10) Am Ende der Simulation erstellt ihr zwei Diagramme:
  - a. Einstellzeit bis zum chemischen Gleichgewicht (x-Achse: Zeitschritte; y-Achse: Geschwindigkeit (Anzahl der Teilchen die pro Zeitschritt von den Edukten zu den Produkten reagieren oder von den Produkten zu den Edukten).
  - b. Verlauf der Konzentration (x-Achse: Zeitschritte; y-Achse: Konzentration)
- 11) Beschreibt die jeweiligen Diagramme, vergleicht diese mit den jeweils anderen Diagrammen aus den anderen Simulationen und nutzt dabei euer bereits erworbenes Fachvokabular.



### Simulation 1:

Zeitschritte	Geschwindigkeit		Konzentration	
	Hinreaktion (A + B → C + D)	Rückreaktion (C + D → A + B)	Anzahl Edukte (A bzw. B-Teilchen)	Anzahl Produkte (C bzw. D Teilchen)
Startwert (0):	-	-	63	0
1	15	-		
2	11	1		
3	9	-		
4	9	2		
5	7	3		
6	6	4		
7	5	4		
8	5	-		
9	5	5		
10	5	5		

### Simulation 2:

Zeitschritte	Geschwindigkeit		Konzentration	
	Hinreaktion (A + B → C + D)	Rückreaktion (C + D → A + B)	Anzahl Edukte (A bzw. B-Teilchen)	Anzahl Produkte (C bzw. D Teilchen)
Startwert (0):	-	-	63	0
1	15	-		
2	11	1		
3	8	2		
4	6	2		
5	-	3		
6	5	3		
7	5	3		
8	-	4		
9	4	4		
10	4	4		

### Simulation 3:

Zeitschritte	Geschwindigkeit		Konzentration	
	Hinreaktion (A + B → C + D)	Rückreaktion (C + D → A + B)	Anzahl Edukte (A bzw. B-Teilchen)	Anzahl Produkte (C bzw. D Teilchen)
Startwert (0):	-	-	63	0
1	5	-		
2	3	1		
3	-	1		
4	3	2		
5	2	2		
6	2	2		