

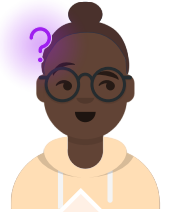
Analogie zur quantitativen Betrachtung des Gleichgewichts



LNCU.de
ID 33899
CC-BY-SA 4.0
Online abrufen

Erwachsener vs. Baby - ein Wettstreit im Kinderzimmer

M1 Das Ausgangsszenario - wähle zwischen Mama oder Papa



Bei unserem ersten **Blick ins Kinderzimmer** waren ein Papa oder Mama oder Baby stets alleine vor Ort. Stellen wir uns nun vor, ein Erwachsener⁴ und das Baby sind nun gemeinsam vor Ort.

Nehmen wir an, es ist eigentlich egal ob Mama oder Papa antreten. Sie sind gleich gut trainiert und jeder der beiden kann genau doppelt so viele Würfe pro Zeiteinheit machen wie das Baby.

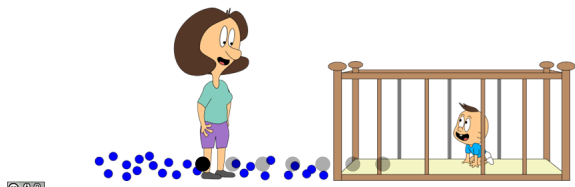
Und stellen wir uns vor, ein Erwachsener kann die blauen Bälle mit einem Knopfdruck zu roten Bällen machen.

Das Baby kann dies wieder umkehren. Das ist auch für uns ganz praktisch, denn so können wir die Bälle gut unterscheiden.

Wie endet der Wettstreit deiner Meinung nach? Lässt sich ein Ergebnis vorhersagen?



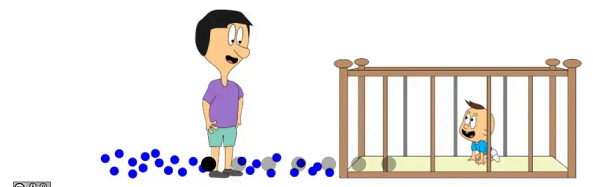
Mama vs. Baby



Galerie 1: Das Ausgangsszenario mit Mama. ⁵



Papa vs. Baby



Galerie 2: Das Ausgangsszenario mit Papa. ⁵

Vorab

1 **Machen** Sie sich mit den Formeln, Größen und angedachten Berechnungen aus M2 vertraut.

M2 Formel, Größen und Berechnungen

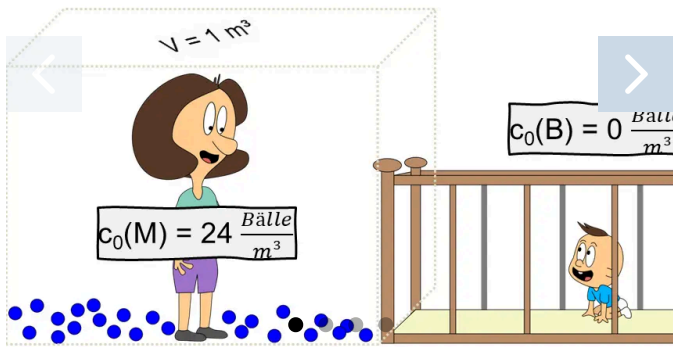
Mama

--	--

Konzentration $c(M)$ und $c(B)$

In unserem Beispiel liegen zunächst 24 Bälle im „Bereich bzw. Raum“ der I

Annahme: Das Volumen des Raums, den Mama (oder Baby) leerräumen, zufällig jeweils genau $V = 1 \text{ m}^3$ groß sein.



Galerie 3: Konzentration c , Reaktionsrate v und Reaktionsgeschwindigkeit $\Delta c/\Delta t$. ⁶

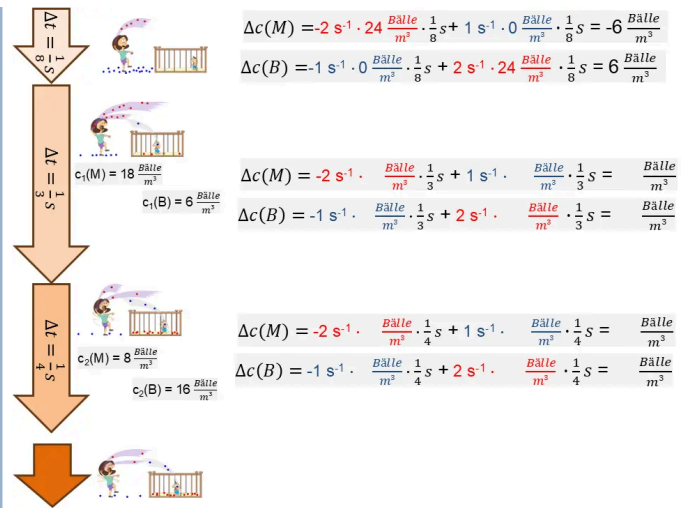


Abb. 1: Vorlage für die Berechnung der Veränderung der Konzentrationen. ⁶

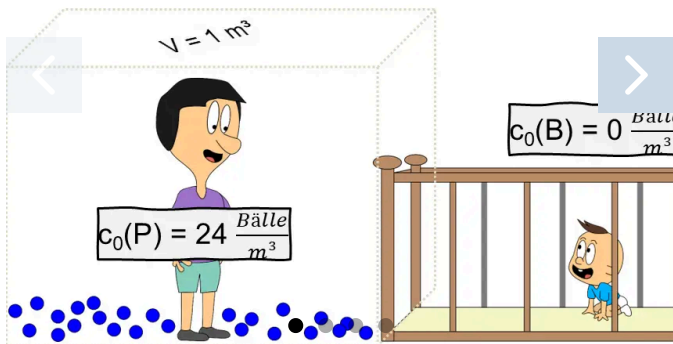
Zur Berechnung der Veränderung der Konzentration werden der **Abfluss** und **Zufluss** der Bälle auf jeder Seite für die Dauer des Intervalls addiert. Aus der Veränderung der Konzentration pro Zeitintervall kann man die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmen.

Papa

Konzentration $c(P)$ und $c(B)$

In unserem Beispiel liegen zunächst 24 Bälle im „Bereich bzw. Raum“ des

Annahme: Das Volumen des Raums, den Papa (oder Baby) leerräumen, s zufällig jeweils genau $V = 1 \text{ m}^3$ groß sein.



Galerie 4: Konzentration c , Reaktionsrate v und Reaktionsgeschwindigkeit $\Delta c/\Delta t$. ⁶

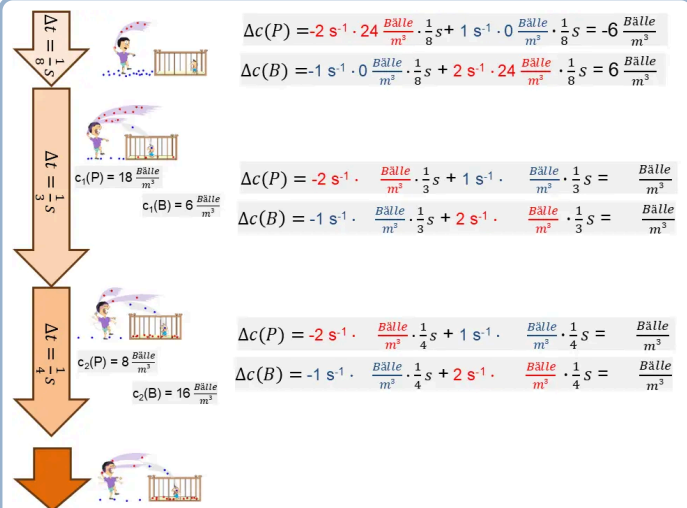


Abb. 2: Vorlage für die Berechnung der Veränderung der Konzentrationen. ⁶

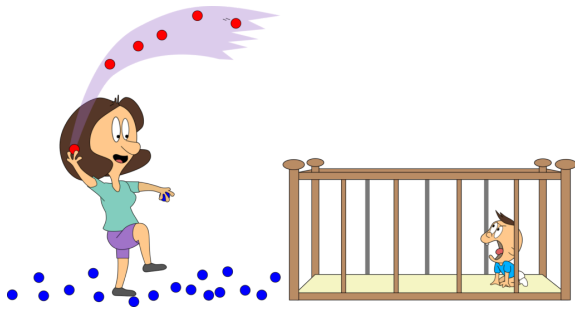
Zur Berechnung der Veränderung der Konzentration werden der **Abfluss** und **Zufluss** der Bälle auf jeder Seite für die Dauer des Intervalls addiert. Aus der Veränderung der Konzentration pro Zeitintervall kann man die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmen.

Aufgaben

- 2 **Betrachten** Sie die Fortführung der Bildergeschichte in **M3** und ...
 - a **nutzen** Sie die Vorlage aus **M2** und **ergänzen** Sie die fehlenden Berechnungen.
 - b **geben** Sie jedem Zeitintervall einen kurzen und prägnanten Titel.
 - c **diskutieren** Sie die Verwendung der folgenden vier Symbole \rightarrow , \rightleftharpoons , \rightleftharpoons (?) und erörtern Sie, ob und wenn ja inwiefern die Analogie ein sich einstellendes, dynamisches Gleichgewicht zeigt.

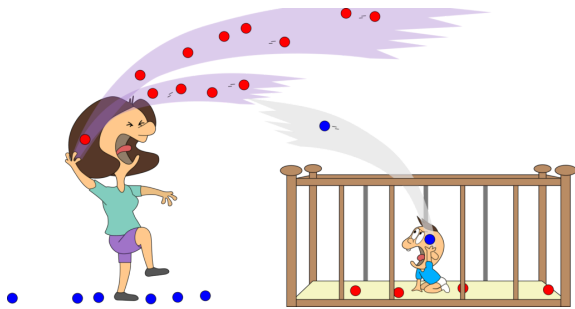
Mama

Zeitintervall Nr. 1 (Dauer 0,125 s)

Abb. 3: → Mama beginnt. ⁷

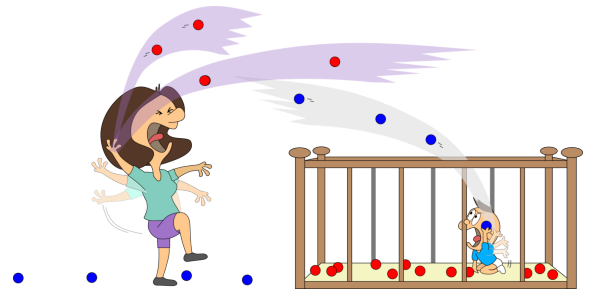
Am Zeitpunkt $t_0 = 0$ s legt Mama los. Bereits in einem kurzen Zeitintervall ⁸ gelingt es ihr, die Konzentration der blauen Bälle um 6 Bälle/m^3 zu verringern, sofern wir vereinfachend annehmend, dass das Baby noch nichts machen kann.

Zeitintervall Nr. 2 (Dauer 1/3 s)

Abb. 4: ☒ Es entwickelt sich ein Wettstreit. ⁷

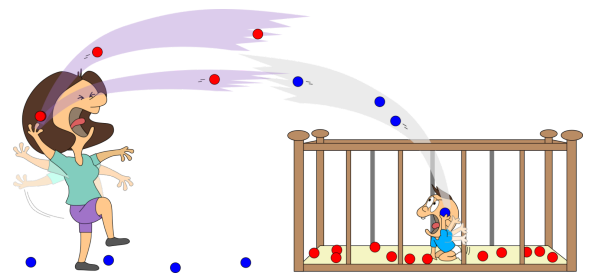
Das Baby kann nun auch agieren. Die Abb. 2 zeigt den Zustand kurz nach Beginn dieses Intervalls. Lassen wir eine **Drittel Sekunde vergehen** ⁹ und berechnen wir die neue Konzentration am Ende des Intervalls.

Zeitintervall Nr. 3 (Dauer 1/4 s)

Abb. 5: ⇐ (?) zum Beispiel 1/4 s später ... ⁷

Schauen wir an den Anfang des 3. Zeitintervalls. Wie wird die Verteilung der Bälle zum Ende dieses Zeitintervalls aussehen?

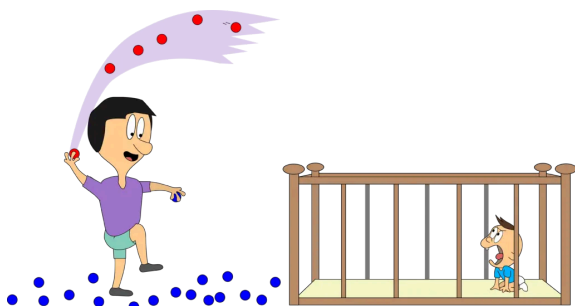
Jedes weitere Zeitintervall

Abb. 6: ⇐ ... und am Abend? ⁷

Nun wird es absurd aber lustig: wenn Mama und Baby nicht nachlassen und immer weiter machen, wie wird die Verteilung der Bälle am Ende jedes weiteren, beliebigen Zeitintervalls aussehen?

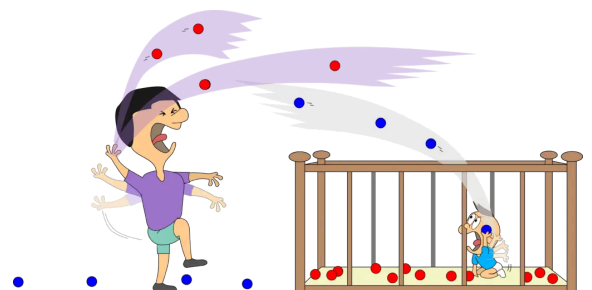
Papa

Zeitintervall Nr. 1 (Dauer 0,125 s)

Abb. 7: → Papa beginnt. ¹⁰

Am Zeitpunkt $t_0 = 0$ s legt Papa los. Bereits in einem kurzen Zeitintervall ¹¹ gelingt es ihm, die Konzentration der blauen Bälle um 6 Bälle/m^3 zu verringern, sofern wir vereinfachend annehmend, dass das Baby noch nichts machen kann.

Zeitintervall Nr. 3 (Dauer 1/4 s)

Abb. 9: ⇐ (?) zum Beispiel 1/4 s später ... ¹⁰

Schauen wir an den Anfang des 3. Zeitintervalls. Wie wird die Verteilung der Bälle zum Ende dieses Zeitintervalls aussehen?

Zeitintervall Nr. 2 (Dauer 1/3 s)

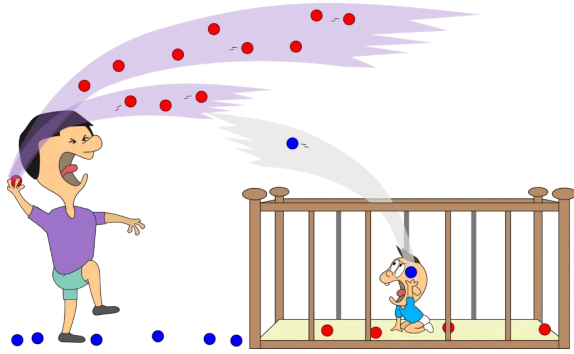


Abb. 8: Es entwickelt sich ein Wettstreit.¹⁰

Das Baby kann nun auch agieren. Die Abb. 2 zeigt den Zustand kurz nach Beginn dieses Intervalls. Lassen wir eine Drittel Sekunde vergehen⁹ und berechnen wir die neue Konzentration am Ende des Intervalls.

Jedes weitere Zeitintervall

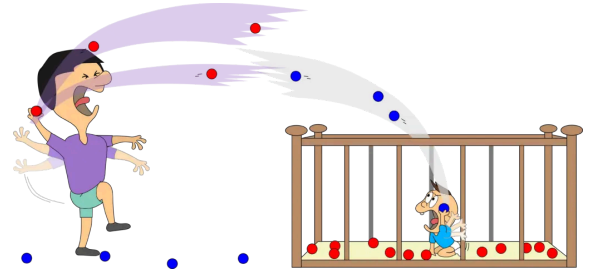


Abb. 10: \rightleftharpoons ... und am Abend?¹⁰

Nun wird es absurd aber lustig: wenn Papa und Baby nicht nachlassen und immer weiter machen, wie wird die Verteilung der Bälle am Ende jedes weiteren, beliebigen Zeitintervalls aussehen?



Schon fertig

- 3 Erläutern** Sie folgende Aussage: „Da im chemischen Gleichgewicht die Reaktionsraten gleich sind mit $v(P) = v(B)$ bzw. $v(M) = v(B)$, ist das Verhältnis der Konzentrationen automatisch durch das Verhältnis der Geschwindigkeitskonstanten gegeben“
- 4 Erklären** Sie, warum es heute egal war, ob wir Papa oder Mama als Gegner für das Baby ausgewählt hatten.

Einzelnachweise

- 1 von Borstel, G., & Böhm, A. (2021). Eine Bälleschlacht, das Massenwirkungsgesetz und Le Chatelier – eine tragfähige Analogie für den Unterricht zum dynamischen Gleichgewicht. *CHEMKON*, 29(7), 673-680. <https://doi.org/10.1002/ckon.202100017>
- 2 Kraska, T. (2021). Kommentar zum Artikel: „Eine Bälleschlacht, das Massenwirkungsgesetz und Le Chatelier – eine tragfähige Analogie für den Unterricht zum dynamischen Gleichgewicht“. *CHEMKON*, 28(8), 353-355. <https://doi.org/10.1002/ckon.202100061>
- 3 Hähndel, Joachim & Kremer, Matthias & Nickel, Heike & Sieve, Bernhard & Thielen-Redlich, Harald & Tittel, Carsten. (2020). Das chemische Gleichgewicht – Empfehlungen für eine konsistente Begriffsentwicklung und Symbolik. *Chemkon*. 27. 10.1002/ckon.202000005., online abrufbar unter https://www.gdch.de/fileadmin/downloads/Netzwerk_und_Strukturen/Fachgruppen/Chemieunterricht/PDF/Das_chemische_Gleichgewicht.pdf
- 4 Wir können frei wählen, ob Mama oder Papa. Wir werden sehen, dass dies keinen Unterschied macht. Es soll nur einer gendergerechten Darstellung dienen.
- 5 Gregor von Borstel, 2025, überarbeitete Version (editierbar:[LNCU_01_Baelle_Schlacht_Ggw_Szenario_blau_rot](#)) der ursprünglichen Idee der Bälleschlacht **von Borstel, G., & Böhm, A.** (2021). Eine Bälleschlacht, das Massenwirkungsgesetz und Le Chatelier – eine tragfähige Analogie für den Unterricht zum dynamischen Gleichgewicht. *CHEMKON*, 29(7), 673-680. <https://doi.org/10.1002/ckon.202100017>
- 6 Gregor von Borstel, 2026
- 7 Gregor von Borstel, 2025, überarbeitete Version der ursprünglichen Idee der Bälleschlacht **von Borstel, G., & Böhm, A.** (2021) a. a. O.
- 8 Wie haben bewusst 125 ms also 0,125 s gewählt. In diesem Zeitintervall wirft Mama bei unseren Annahmen eine ganze Anzahl an Bällen
- 9 Nun sind es genau 1/3 s, damit wieder eine ganze Anzahl an Bällen geworfen wird
- 10 Gregor von Borstel, 2026, überarbeitete Version der ursprünglichen Idee der Bälleschlacht **von Borstel, G., & Böhm, A.** (2021) a. a. O.
- 11 Wie haben bewusst 125 ms also 0,125 s gewählt. In diesem Zeitintervall wirft Papa bei unseren Annahmen eine ganze Anzahl an Bällen