

# Die Bälleschlacht im Kinderzimmer

Alles auf einen Blick



LNCU.de  
ID 33953  
CC-BY-SA 4.0  
Online abrufen

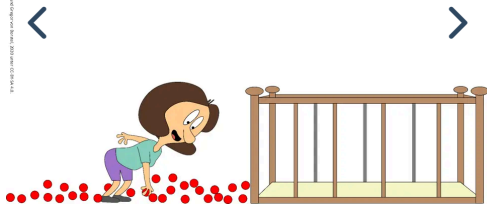
## M1 Am Morgen im Kinderzimmer

Stellen wir uns vor, morgens betritt eine erwachsene Person das Kinderzimmer und will noch schnell das Chaos beseitigen. Heute ist es zufällig „Mama“<sup>4</sup>.

LNCU.de

Jeden Morgen das gleiche Chaos!  
Am Anfang ...

© 2019 LNCU.de



Galerie 1: Aufräumaktion im Kinderzimmer<sup>5</sup>

t Zeit [s]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y Anzahl [Bälle]	0	5	10	14	18	21	24	26	28	29	30

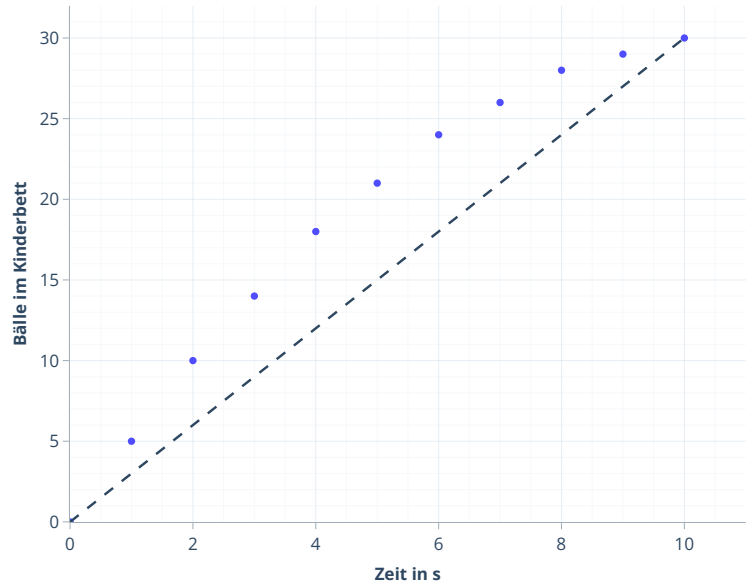
Tab. 1: Wertetabelle zur fiktiven Aufräumaktion<sup>6</sup>

Die **Geschwindigkeit**  $v$  (von engl. *velocity*), mit der hier geworfen wird, ergibt sich aus der Anzahl der Bälle pro Zeit. Die Zeitintervalle kann man beliebig wählen.

Startzeitpunkt Intervall



Endzeitpunkt Intervall

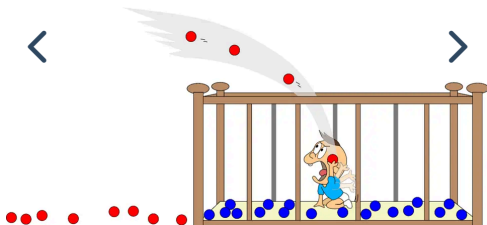


## M2 Am Nachmittag im gleichen Kinderzimmer

Am Nachmittag ist das Baby alleine im Kinderzimmer und stellt „die alte Ordnung“ wieder her. Für uns ganz praktisch: alle Bälle, die das Baby wirft, werden rot.

... wenig später ...

© 2019 LNCU.de



Galerie 2: nachmittags im Kinderzimmer<sup>7</sup>

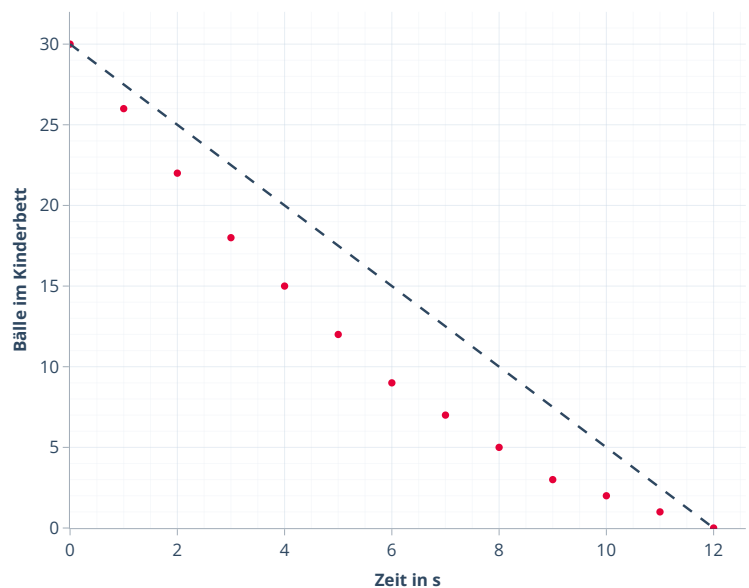
### Die dazu gehörigen Daten

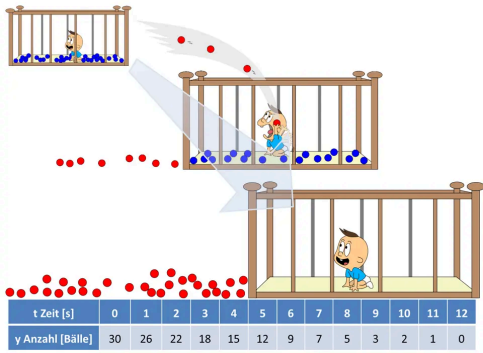
Auch hier ließe sich eine Wertetabelle erstellen, wenn wir zu mehreren festgelegten Zeitpunkten die Bälle im Laufstall zählen:

Startzeitpunkt Intervall



Endzeitpunkt Intervall



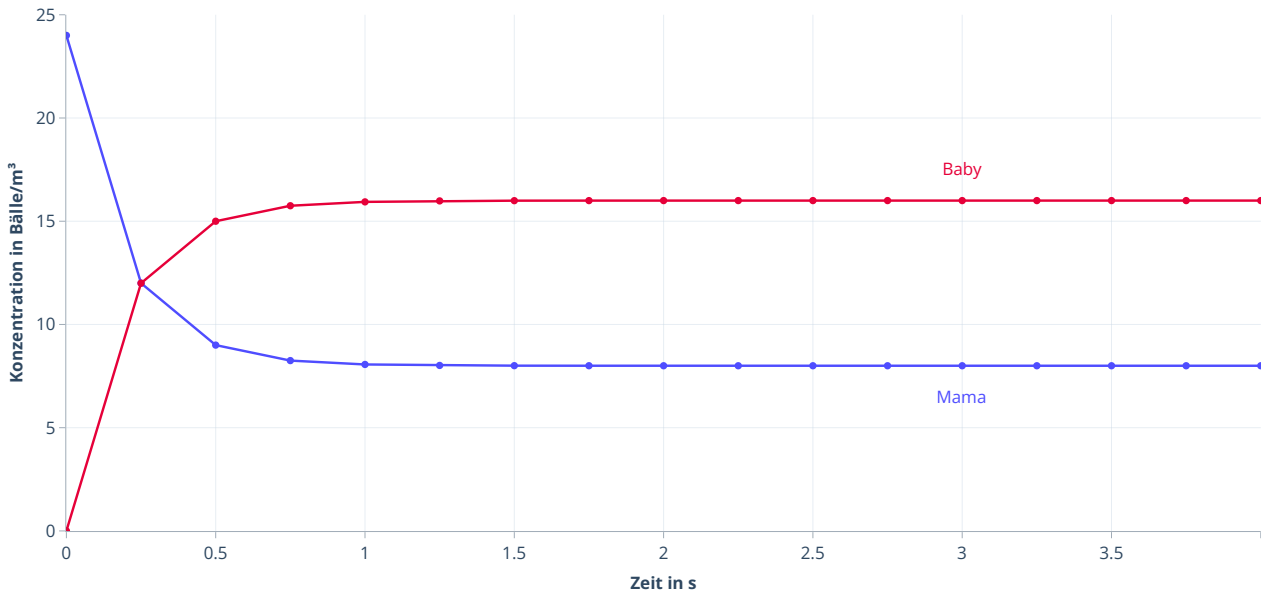


Tab. 2: Wertetabelle zur fiktiven Aufräumaktion <sup>6</sup>

### M3 Bälleverteilung am Start

Anzahl Bälle am Anfang bei Mama

24



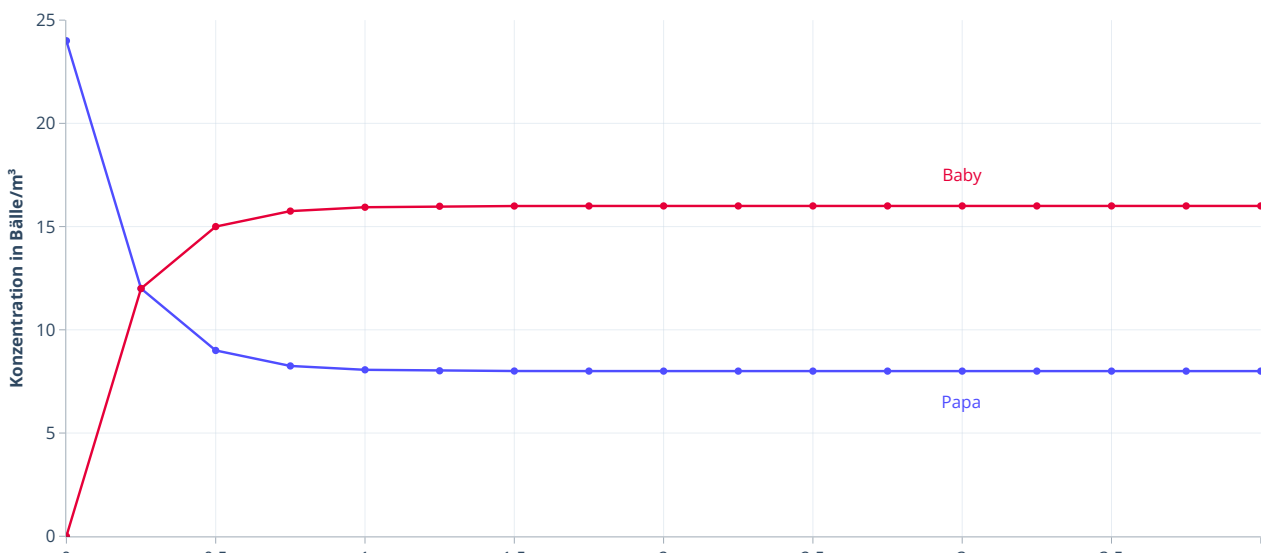
### M4 Hätten wir Papa ins Rennen geschickt



Denkst du, mit Papa hätte es ein anderes Ergebnis gegeben? Schau Dir die Berechnungen an. Du weißt ja: in unseren Analogien sind Papa und Mama gleich agil. Es gilt  $k(P) = k(M)$ . Dies soll dich nicht verwirren, sondern dir die Möglichkeit geben, zwischen beiden zu wählen.

Anzahl Bälle am Anfang bei Papa

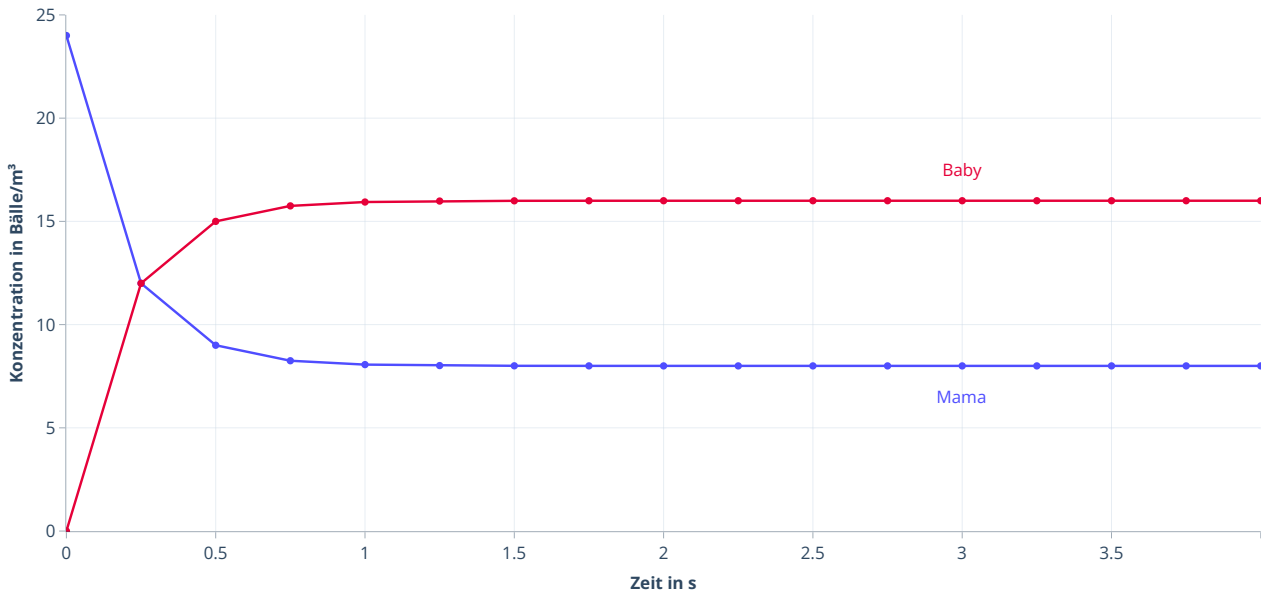
24



### M5 Bälleverteilung am Start & Zeitintervall wählbar

Anzahl Bälle am Anfang bei Mama

Zeitintervall in mS



### M6 Modellierung der Störung eines Gleichgewichtszustandes (Konzentration)

#### Bälle werden bei Papa hinzugefügt

(1) Das System ist im Gleichgewicht

**Papa vs. Baby**

Analogie zur Störung eines Gleichgewichts durch Erhöhung der Konzentration der Edukte

**Galerie 3:** Analogie zur Erhöhung einer Konzentration auf Seiten von Mama. 8

#### Das geht auch beim Baby (hier gegen Mama)

(1) Ein Gleichgewicht herrscht ⇌

**Mama vs. Baby**

Störung des Gleichgewichts durch Zugabe von Bällen auf der Seite des Babys

$$V_M = 2 \frac{m^3}{s} \cdot 8 \frac{\text{Bälle}}{4m^3} = 4 \frac{\text{Bälle}}{s}$$

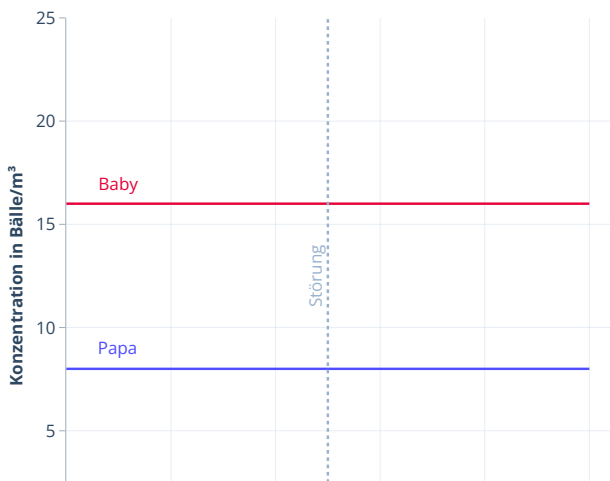
$$V_B = 1 \frac{m^3}{s} \cdot 16 \frac{B}{4m^3}$$

**Galerie 4:** Analogie zur Erhöhung einer Konzentration auf Seiten von Baby. 8

#### Berechnungen dazu

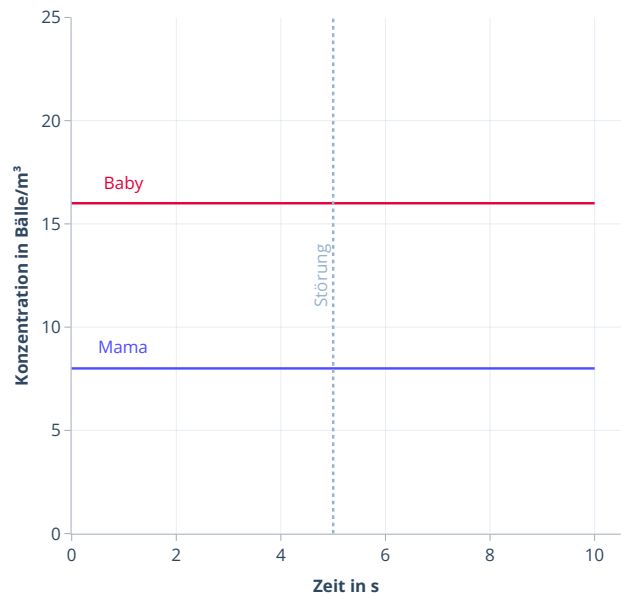
Das System befindet sich im Gleichgewicht und wird nach 5s gestört, indem Bälle auf der Seite des Vaters hinzugefügt (oder auch entfernt) werden. Mit Hilfe des Reglers kann die neue Bälleanzahl direkt nach der Störung eingestellt werden. Der Modellierung der Kurven liegen die **unbekannten Formeln** zugrunde und die betrachteten Zeitintervalle sind auf 1 ms eingestellt.

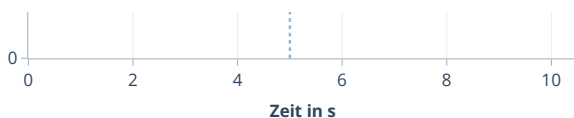
neue Zahl Bälle auf Seiten des Babys direkt nach der Störung



#### Berechnungen hierzu

neue Zahl Bälle auf Seiten des Babys direkt nach der Störung





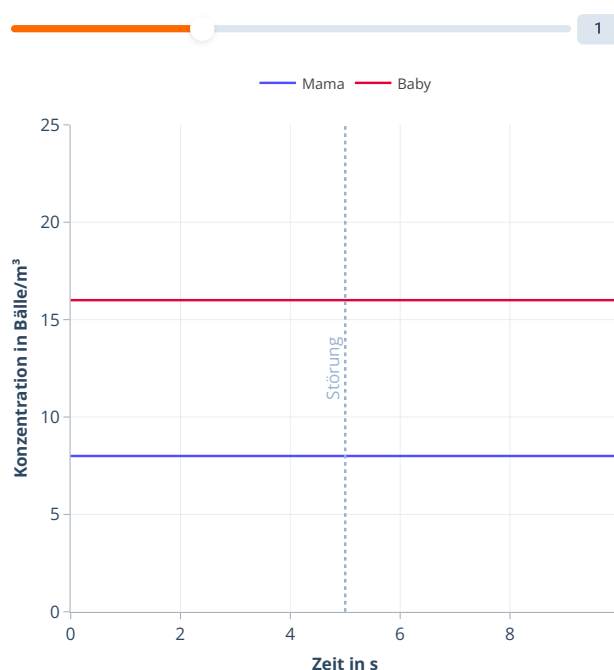
## M6 Modellierung der Druckänderung Gas über Wasser

### Das Volumen bei Mama vergrößern



Wir können auch das Volumen des Raumes bei Mama vergrößern (oder verkleinern). Das simuliert eine Druckänderung und damit eine Konzentrationsänderung in einer Gasphase (Mama) über eine wässrige Phase (Baby).

### Volumenänderung Mutter (Gasphase über Flüssigkeit) um den Faktor



## M7 Modellhafte genauere Betrachtung

### Papa

### Veränderung der Temperatur im Modell

Verändert man die Temperatur, verändert sich K. Dies zeigen vielleicht am besten die Analogie oder animierte Diagramme



Auch wenn es sich bei unserem Beispiel um gekoppelte Gleichgewichte handelt, können wir uns den Zusammenhang sehr leicht mit unserer Analogie und den Modellrechnungen erklären.

In den vorherigen Einheiten haben wir das Gleichgewicht gestört, indem wir Bälle hinzugefügt oder entfernt – also Konzentrationen verändert haben. Die Wurfhäufigkeiten von Mama und Baby blieben dabei gleich. K blieb gleich. Nur Q hatte sich verändert.

Bei einer Temperaturänderung ist das anders: Hier verändern sich die Wurfhäufigkeiten selbst – und zwar unterschiedlich stark. Papa und Baby werfen nicht mehr gleich oft wie vorher.

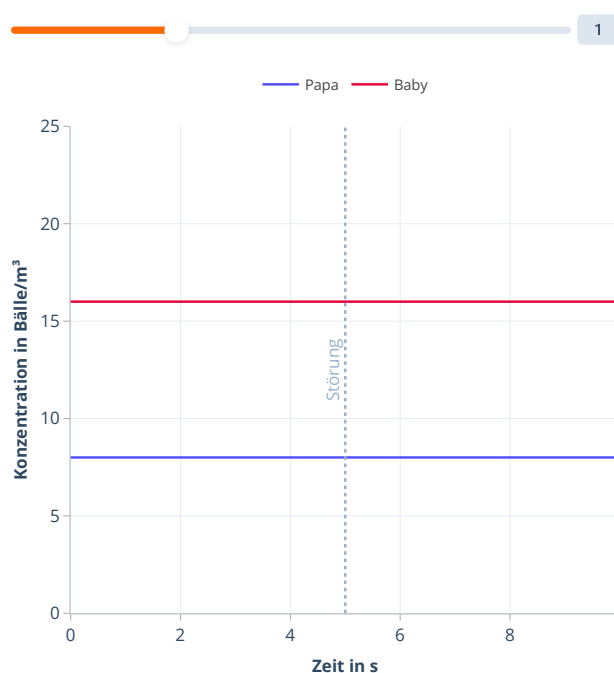
### Diesmal werden nicht einfach Bälle hinzugefügt

Galerie 5: Analogie zur Erhöhung der Temperatur

### Diagramme dazu

Das System befindet sich im Gleichgewicht und wird nach 5s gestört, indem die Temperatur verändert wird. Dadurch verändert sich das Verhältnis von  $k(P)$  zu  $k(B)$ . In der Realität wird durch eine Temperaturerhöhung immer die endotherme Reaktion bevorzugt ablaufen. Hier profitiert das Baby mehr.

### Temperaturveränderung zur Raumtemperatur um den Faktor ...



### Mama

## Veränderung der Temperatur im Modell

Verändert man die Temperatur, verändert sich K. Dies zeigen vielleicht am besten die Analogie oder animierte Diagramme



Auch wenn es sich bei unserem Beispiel um gekoppelte Gleichgewichte handelt, können wir uns den Zusammenhang sehr leicht mit unserer Analogie und den Modellrechnungen erklären.

In den vorherigen Einheiten haben wir das Gleichgewicht gestört, indem wir Bälle hinzugefügt oder entfernt haben – also Konzentrationen verändert. Die Wurfhäufigkeiten von Mama und Baby blieben dabei gleich. K blieb gleich. Nur Q hatte sich verändert.

Bei einer Temperaturänderung ist das anders: Hier verändern sich die Wurfhäufigkeiten selbst – und zwar unterschiedlich stark. Mama und Baby werfen nicht mehr gleich oft wie vorher.

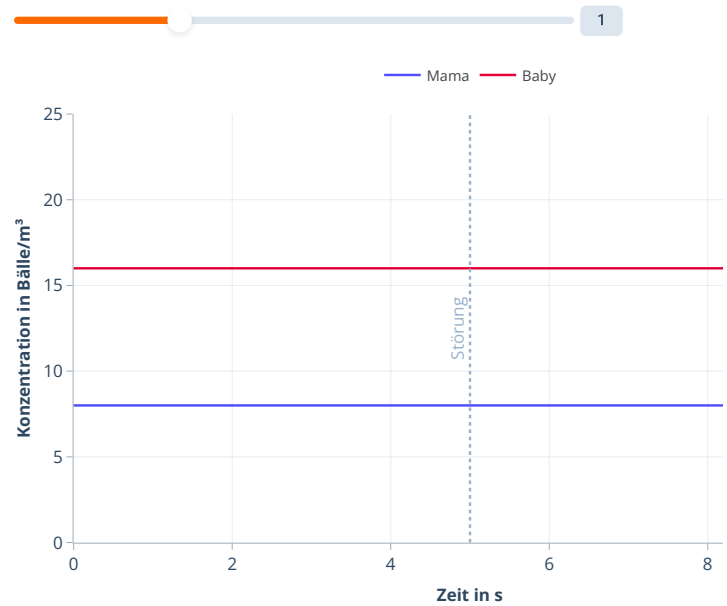
### Diesmal werden nicht einfach Bälle hinzugefügt

**Galerie 6:** Analogie zur Erhöhung einer Konzentration auf Seiten von Mama <sup>8</sup>

## Diagramme dazu

Das System befindet sich im Gleichgewicht und wird nach 5s gestört, indem die Temperatur verändert wird. Dadurch verändert sich das Verhältnis von  $k(M)$  zu  $k(B)$ . In der Realität wird durch eine Temperaturerhöhung immer die endotherme Reaktion bevorzugt ablaufen. Hier profitiert das Baby mehr.

Temperaturveränderung zur Raumtemperatur um den Faktor ...



## Einzelnachweise

- <sup>1</sup> 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>
- <sup>2</sup> 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>
- <sup>3</sup> 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](https://www.gdch.de/fileadmin/downloads/Netzwerk_und_Strukturen/Fachgruppen/Chemieunterricht/PDF/Das_chemische_Gleichgewicht.pdf)
- <sup>4</sup> Du kannst aber genauso [gut Papa wählen](#).
- <sup>5</sup> David Weninger, Gregor von Borstel, 2020 – 2025
- <sup>6</sup> Gregor von Borstel, 2020
- <sup>7</sup> Gregor von Borstel, David Weninger, 2020-2025
- <sup>8</sup> Gregor von Borstel, 2026, nach Gregor von Borstel und Andreas Böhm, Bälleschlacht 2021