

Konzentration und Reaktionsgeschwindigkeit

Untersuchung des Einflusses der Konzentration eines Stoffes auf die Geschwindigkeit einer Reaktion



LNCU.de
ID 32428
CC-BY-SA 4.0
Online abrufen



Wenn die **Oberfläche** eines Feststoffs eine Rolle für die Reaktionsgeschwindigkeit spielt, dann doch sicherlich auch die **Konzentration** der beteiligten Stoffe in der Lösung, oder?

Für die uns bereits bekannte Reaktion von Magnesium mit Salzsäure könnten wir das leicht im **Experiment** prüfen.



Aufgaben

- 1 Stellen Sie eine begründete **Hypothese** zum möglichen Einfluss der Konzentration auf die Reaktionsgeschwindigkeit auf.
- 2 **Prüfen Sie Ihre Hypothese**, indem Sie ...
 - a ... das Experiment **V1** nach Anleitung oder in einer sinnvollen Variation durchführen sowie auswerten,
 - b ... oder Ausschnitte aus **M2** nutzen, um die Anfangsgeschwindigkeiten der Reaktionen der unterschiedlich konzentrierten Säuren in bestimmten Zeitintervallen zu bestimmen.
- 3 **Erläutern** Sie ihre Versuchsbeobachtungen mit Hilfe von **M4**.

V1 Einfluss der Konzentration auf die Reaktionsgeschwindigkeit



Materialien

- Schutzbrille
- 2 Spritzen (12 mL)
- 2 Spritzen (30 mL)
- Verbinder luer-lock w-w
- Rückschlagventil luer-lock
- Alternativ 3-Wegehahn zum Verschließen*
- Becherglas
- 2 Klammern mit Magnet
- fakultativ zum Fixieren während der Filmaufnahme*

Chemikalien

- Salzsäure 1 mol/L
- Salzsäure 0,5 mol/L
- Magnesiumband, gefaltet ca. 2 cm wiegen!

Hinweis

Es entsteht Wasserstoff – von Zündquellen fernhalten!

Aufbau und Durchführung

1. Beide kleinen Spritzen blasenfrei mit je 3 mL Salzsäure befüllen.
2. In beide 30 mL Spritzen je ein gleich großes Stück Magnesiumband geben. Die Luft aus den Spritzen herausdrücken.
3. Je eine kleine „Salzsäure-Spritze“ mit einer größeren „Magnesiumband-Spritze“ derart verbinden, dass die Säure zum Magnesium gedrückt werden kann.
4. Die Spritzen mit einem Magnethalter aufhängen, eine Videoaufnahme des Experiments starten und **gleichzeitig** in beiden Konstruktionen die Säure zum Magnesium hinzugeben.
5. Die Gasentwicklung für ca. 90 Sekunden filmen und beobachten.

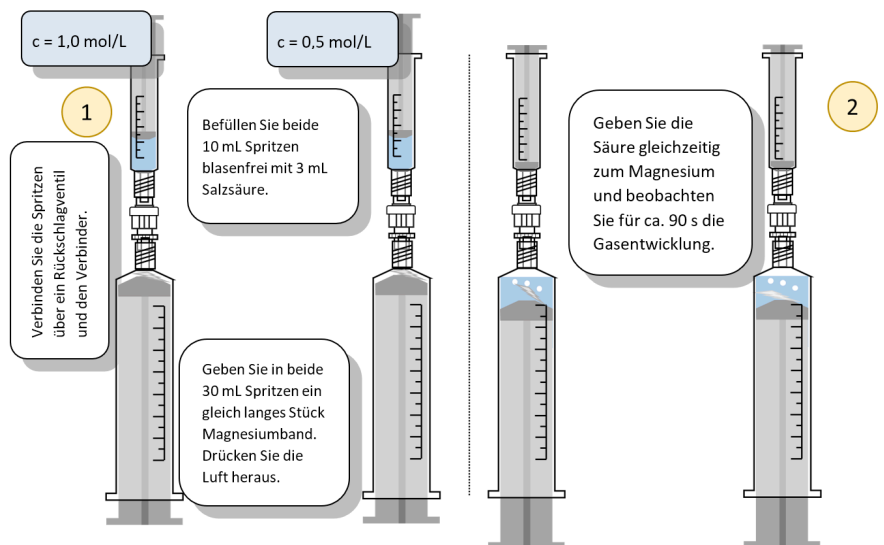


Abb. 1: Beide Reaktionen gleichzeitig starten (1) und dann beobachten (2).

Entsorgen und Aufräumen



Reste in den **Ausguss** geben und mit viel Wasser nachspülen.



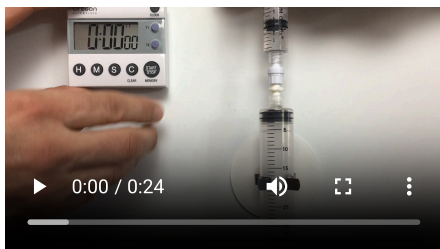
Alle verunreinigte **Labormaterialien** spülen.



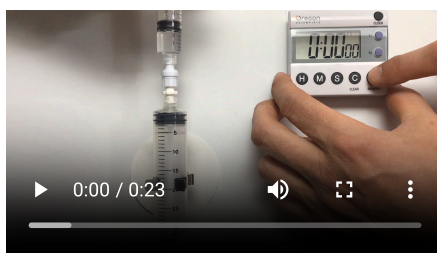
Alle Materialien an ihren **Ursprungsort** zurückstellen.

M2 Alternative zum eigenen Versuch: Videografie von vier Experimenten

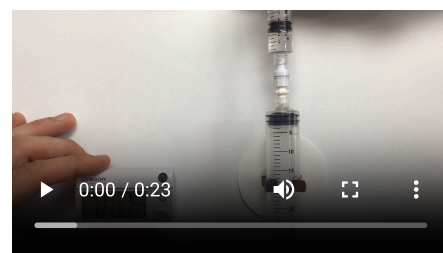
Der uns bereits bekannte Versuch wurde hier vier Mal durchgeführt. Bei jeder erneuten Durchführung variierte alleine die Konzentration der Salzsäure.



Video 1: Zeitrafferaufnahme, [HCL] = 1,00 mol/L. ¹



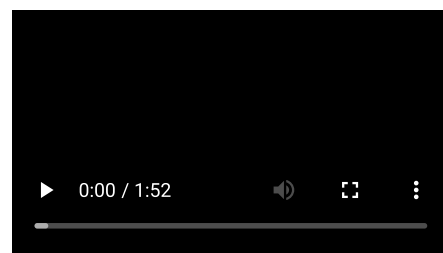
Video 2: Zeitrafferaufnahme, [HCL] = 0,75 mol/L. ¹



Video 4: Zeitrafferaufnahme, [HCL] = 0,25 mol/L. ¹



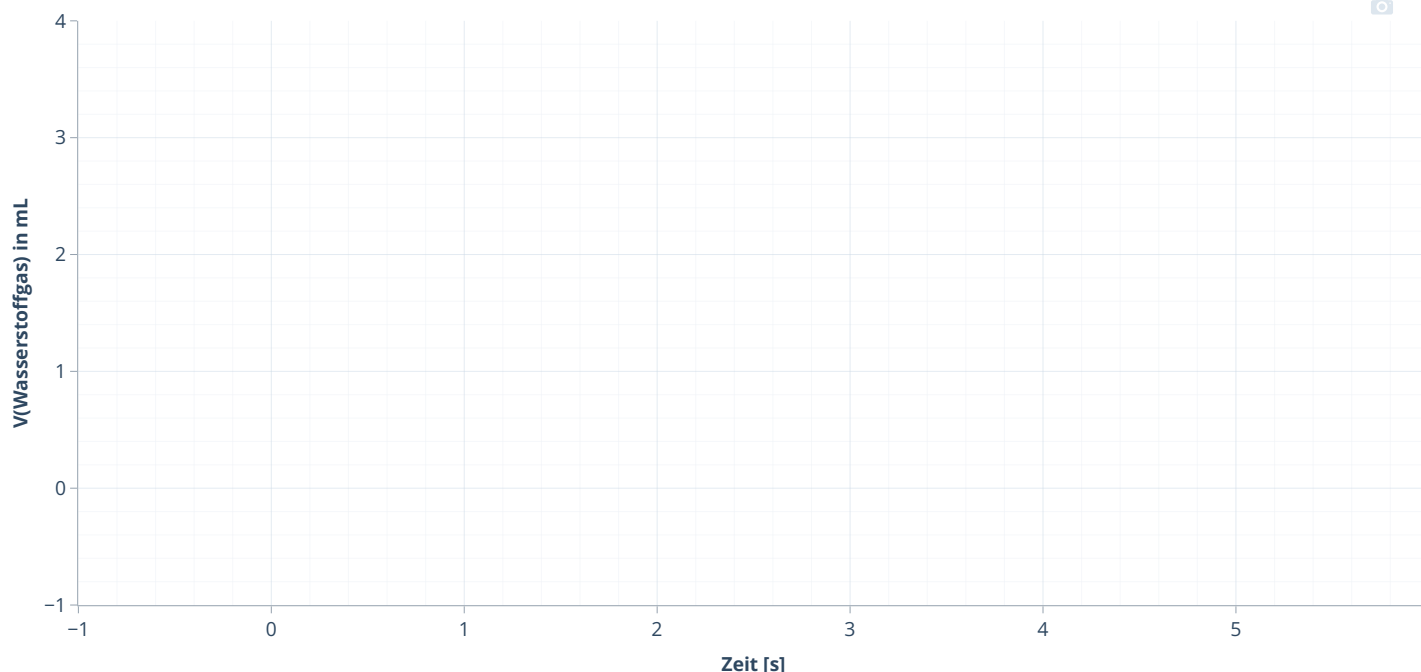
Video 3: Zeitrafferaufnahme, [HCL] = 0,50 mol/L. ¹



Video 5: Standbilder der vier Experimente im Vergleich nebeneinander. ¹

M3 Auswertungshilfe bei Bedarf

Für V1 oder M2



Achsenbeschriftung

Zeit [s]

V(Wasserstoffgas) in mL

Wertepaar

X

Y

Hinzufügen



M4 Stoßtheorie und mathematische Zusammenhänge

Mathematische Betrachtung unseres Versuchs

Bei der Reaktion von Magnesium mit Salzsäure

Die Stoßtheorie passend zu unserem Versuch mit zwei Phasen

Ein vereinfachtes, noch zu ergänzendes Modell für den Versuch könnte wie folgt aussehen:

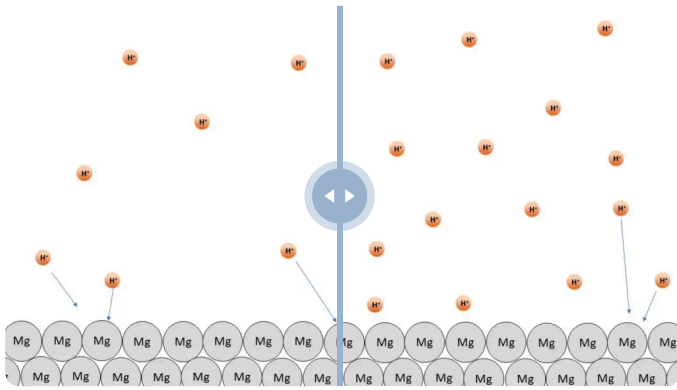


Abb. 2: Vorlage „Halbe bzw. doppelte Konzentration“ zum Herunterladen und Ergänzen.

Die Stoßtheorie für Reaktion in einer Lösung oder Gasphase

Die Stoßtheorie besagt, dass chemische Reaktionen erfolgen, wenn Teilchen (Atome, Ionen oder Moleküle) zusammenstoßen und ausreichend kinetische Energie besitzen, um die Aktivierungsenergie zu überwinden.

Die Erhöhung der Konzentration eines Stoffes sollte zu mehr Kollisionen führen. Mehr Zusammenstöße pro Zeiteinheit führen zu einer höheren Reaktionsgeschwindigkeit.

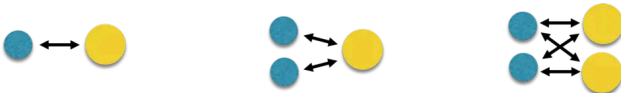
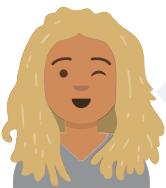


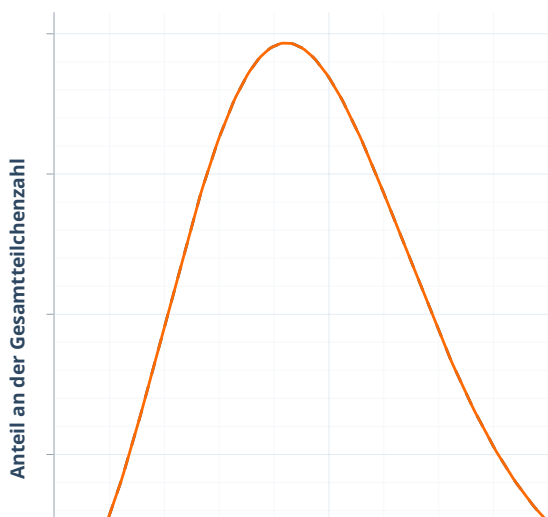
Abb. 3: Mögliche Treffer in Anhängigkeit von der Teilchenanzahl.



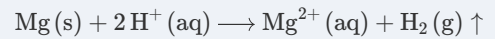
Wir können an dieser Stelle auch gut mit der Maxwell-Boltzmann-Verteilung argumentieren.

Konzentration

Mindestenergie



1 Magnesium reagiert mit Salzsäure



ist die Reaktionsgeschwindigkeit (v) direkt proportional zur Konzentration der H^+ -Ionen, die aus der Salzsäure ($\text{HCl}(\text{aq})$) stammen. Wird also die HCl -Konzentration verdoppelt, so verdoppelt sich in der Regel auch die Geschwindigkeit der Reaktion zwischen Magnesium und den H^+ -Ionen.

Man kann diese Beziehung mathematisch so ausdrücken:

2 Mathematische Formel

$$v = k \cdot [\text{HCl}]$$

Dabei ist k die **Geschwindigkeitskonstante** für genau diese Reaktion, die von weiteren Faktoren wie Temperatur oder der Oberfläche des Magnesiums abhängt, $[\text{HCl}]$ steht für die Konzentration der Salzsäure. Da diese vollständig in Wasser dissoziiert, gilt übrigens $[\text{HCl}] = [\text{H}^+]$.

Allgemeine mathematische Betrachtung

Bei vielen anderen chemischen Reaktionen in einer Lösung oder Gasphase ist es oft so, dass die Reaktionsgeschwindigkeit von der Konzentration beider (aller) Edukte abhängt. Für eine Reaktion

3 Allgemein



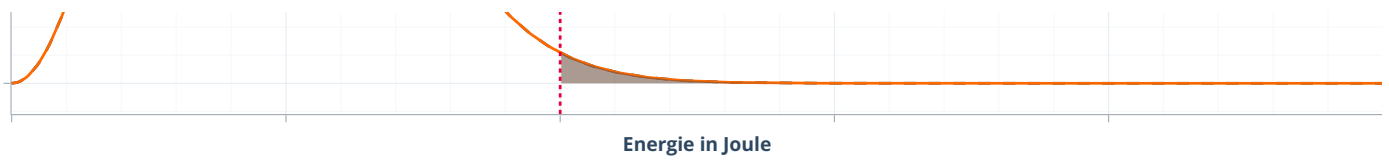
wird die Reaktionsgeschwindigkeit häufig durch die Gleichung beschrieben:

4 Mathematische Formel

$$v = k \cdot [\text{A}] \cdot [\text{B}]$$



Wie wir sehen werden, gilt die obige **Formel 4** allerdings nicht immer!



Ein Blick in die Säure-Base-Chemie

- 4 In einem Versuch werden die Anfangsgeschwindigkeiten der Reaktionen von Magnesium mit **a) Salzsäure** und **b) Essigsäure** – beide jeweils 1 molar – miteinander verglichen. Die Anfangsgeschwindigkeiten beider Versuchen unterscheiden sich deutlich. **Benennen** Sie einen möglichen Denkfehler, der der Annahme zugrunde liegt, dass die Anfangsgeschwindigkeiten gleich sein müssten.

Einzelnachweise

- 1 Gregor von Borstel, 2020
- 2 Gregor von Borstel, 2025