

## Ermittlung der Reaktionsgeschwindigkeit

der Reaktion von Magnesium mit Salzsäure

Die **durchschnittliche Reaktionsgeschwindigkeit**  $\bar{v}$  ist ein Maß für die Stoffmengenkonzentrationsänderung  $\Delta c$  innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls  $\Delta t$ . Für eine Reaktion der Form  $\nu_A A + \nu_B B \rightarrow \nu_C C + \nu_D D$  kann man daraus ableiten, dass sich die Durchschnittsgeschwindigkeit  $\bar{v}$  auf vier mögliche Arten berechnen lässt.

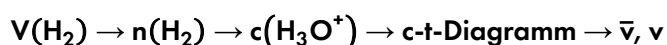
$$\bar{v} = -\frac{1}{v_A} \frac{\Delta C_A}{\Delta t} = -\frac{1}{v_B} \frac{\Delta C_B}{\Delta t} = \frac{1}{v_C} \frac{\Delta C_C}{\Delta t} = \frac{1}{v_D} \frac{\Delta C_D}{\Delta t} \quad [\bar{v}] = \frac{\text{mol}}{\text{L.s}}$$

Die **momentane Reaktionsgeschwindigkeit  $v$**  beschreibt die Reaktionsgeschwindigkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt. Sie ergibt sich als Grenzwert der durchschnittlichen Reaktionsgeschwindigkeit für  $\Delta t \rightarrow 0$  und entspricht der Steigung der Tangente an die Konzentrations-Zeit-Kurve zu diesem Zeitpunkt.

$$v = \frac{1}{v_i} \left| \frac{dc_i}{dt} \right| \quad [v] = \frac{\text{mol}}{\text{l.s}}$$

## Zielstellung und Erkenntnisweg

In dieser Untersuchung bestimmen Sie die Geschwindigkeit der Reaktion von Magnesium mit Salzsäure zunächst mithilfe einer **Simulation** und anschließend in einem **realen Experiment**. Dazu reagiert Magnesium mit Salzsäure, wobei gasförmiger Wasserstoff entsteht. Das Volumen des gebildeten Wasserstoffs wird in Abhängigkeit von der Zeit erfasst und daraus die Änderung der Stoffmengenkonzentration der Oxonium-Ionen bestimmt. Anhand des Konzentrations-Zeit-Verlaufs werden die durchschnittliche Reaktionsgeschwindigkeit  $\bar{v}$  und die momentane Reaktionsgeschwindigkeit  $v$  ermittelt.



## Teil 1: Simulation

[spacelabs.online/apps/magnesium-salzsaeure](https://spacelabs.online/apps/magnesium-salzsaeure)

Mithilfe der Simulation untersuchen Sie zunächst den zeitlichen Verlauf der Reaktion von Magnesium mit Salzsäure und nutzen die simulierten Messwerte, um die durchschnittliche und die momentane Reaktionsgeschwindigkeit zu bestimmen. In der Simulation können Sie die Reaktion starten, pausieren und zurücksetzen. Die Messwerte können anschließend angezeigt und ausgewertet werden.



## Aufgaben

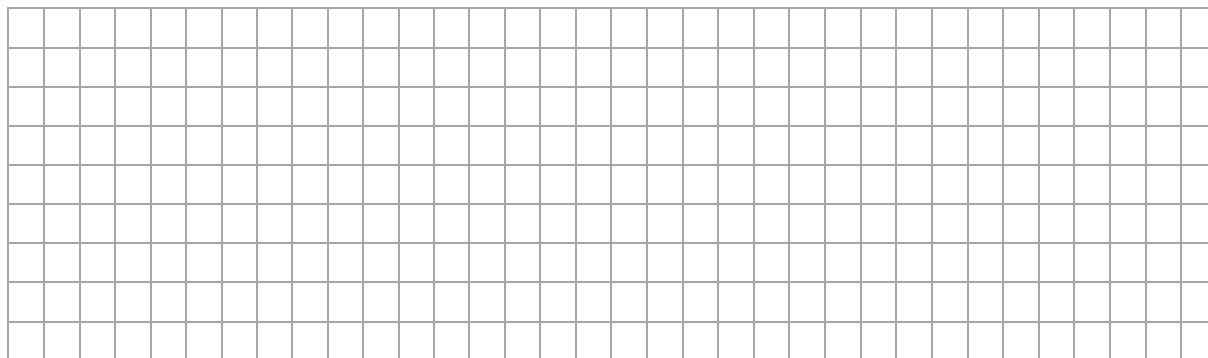
1. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung der Reaktion in Ionenschreibweise.

[illegible]

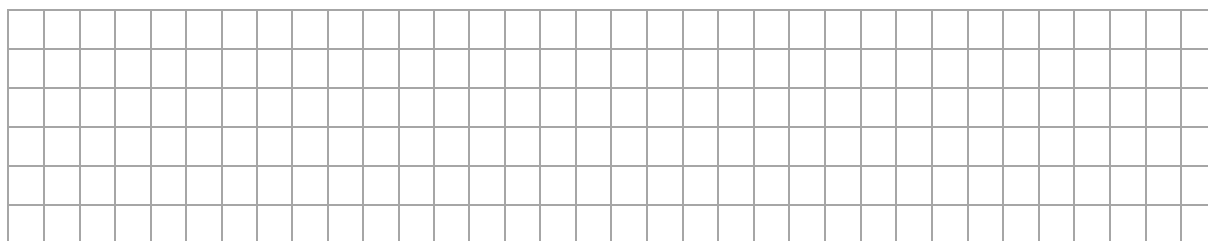
**2.** Stellen Sie in der Simulation eine Magnesiummasse von 1,0 g ein und starten Sie die Reaktion. Erfassen Sie für jede Zunahme des Wasserstoffvolumens um 5 mL die zugehörige Reaktionszeit und übertragen Sie die Messwerte in die Tabelle.

| t in [s] | V(H <sub>2</sub> ) [mL] | n(H <sub>2</sub> ) [mol] | n(H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ) [mol] | c(H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ) [mol L <sup>-1</sup> ] |
|----------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 0        | 0                       | 0                        | 0,0040                                  | 0,2000                                                   |
|          | 5                       | 0,0002                   | 0,0036                                  | 0,1793                                                   |
|          | 10                      | 0,0004                   | 0,0032                                  | 0,1587                                                   |
|          | 15                      | 0,0006                   | 0,0028                                  | 0,1380                                                   |
|          | 20                      | 0,0008                   | 0,0023                                  | 0,1174                                                   |





6. Bestimmen Sie die **momentane Reaktionsgeschwindigkeit** im Konzentrations-Zeit-Diagramm zu dem Zeitpunkt, zu dem 25 mL Wasserstoff entstanden sind. Konstruieren Sie dazu mithilfe der **Kapillarrohrmethode** eine **Tangente** an die Konzentrations-Zeit-Kurve im zugehörigen Punkt. Bestimmen Sie die Steigung der Tangente mithilfe eines möglichst großen Steigungsdreiecks und berechnen Sie daraus die momentane Reaktionsgeschwindigkeit. Berücksichtigen Sie den stöchiometrischen Koeffizienten der Oxonium-Ionen sowie das Vorzeichen.



## Teil 2: Experiment

### Geräte

Reagenzglas (200 mm x 30 mm) mit seitlichem Ansatz und passendem Stopfen, 50-mL-Messzylinder, 50-mL-Kolbenprober, Wägeschälchen, Waage (Genauigkeit 0,01g), Silikonschlauch (5 cm), Stoppuhr, Pinzette, Schere, Pipette, 2 Stative, 2 Stativklammern, 2 Stativmuffen, Küchensieb, Papiertücher

### Chemikalien

Magnesiumband,  
Salzsäure (0,2 mol L<sup>-1</sup>) [GHS05 , GHS07 

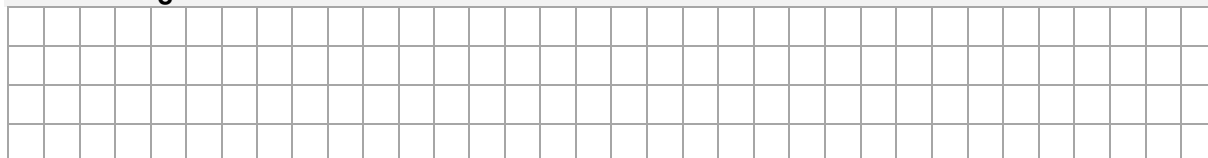
### Hinweise zur Entsorgung

Nicht umgesetztes Magnesium abtrennen und trocknen lassen. Die verbleibende Lösung erst nach vollständiger Entfernung des Magnesiums nach Anweisung der Lehrkraft entsorgen.

### Durchführung

Das Reagenzglas mit seitlichem Ansatz wird mithilfe einer Stativklemme am Stativ befestigt. Anschließend wird der seitliche Ansatz über einen Schlauch gasdicht mit dem 50-mL-Kolbenprober verbunden. In das Reagenzglas werden 20 mL Salzsäure gegeben. 1,0 g Magnesiumband wird in etwa 1,0 cm lange Stücke geschnitten und möglichst rasch in die Salzsäure gegeben. Das Reagenzglas wird unmittelbar danach verschlossen und gleichzeitig die Zeitmessung gestartet. Während der Reaktion wird das Volumen des entstehenden Wasserstoffs am Kolbenprober abgelesen. Bei jeder Zunahme des Gasvolumens um 5 mL wird die zugehörige Reaktionszeit notiert. Die Messung wird fortgeführt, bis keine weitere Volumenzunahme mehr beobachtet wird.

### Beobachtungen



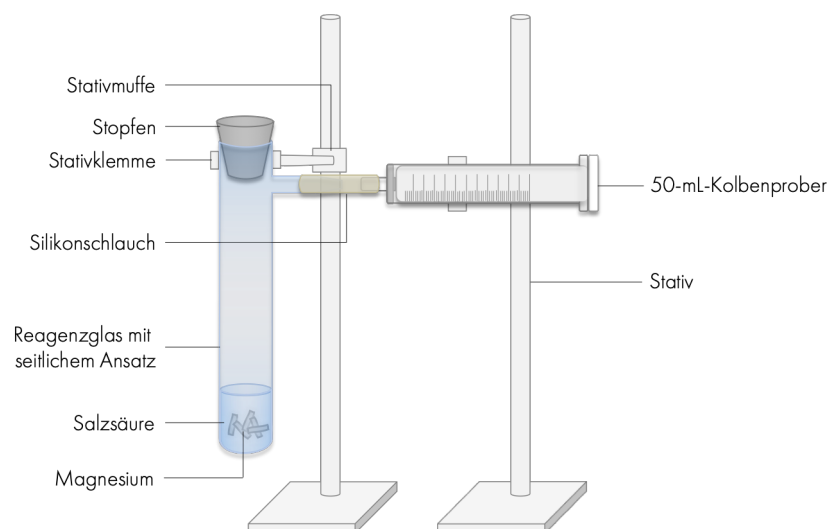
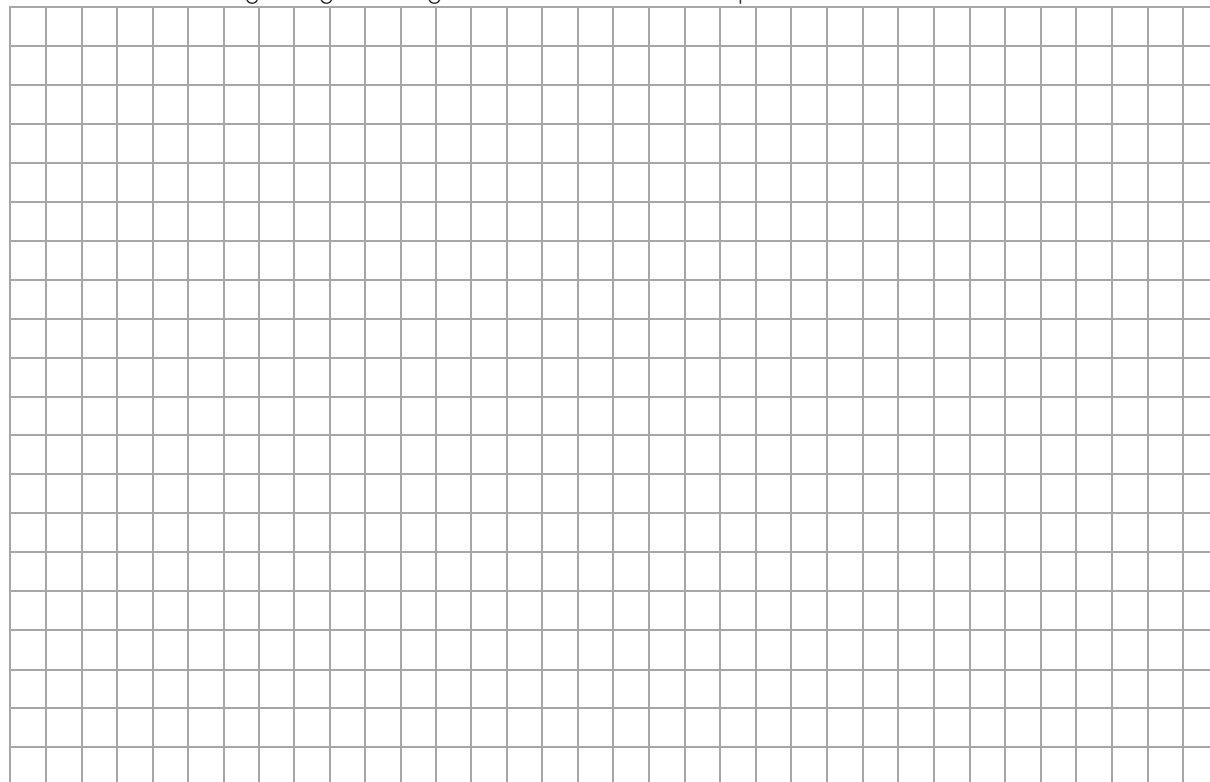


Abb.: Schematischer Versuchsaufbau zur Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktion von Magnesium mit Salzsäure

| t in [s] | V(H <sub>2</sub> ) [mL] | c(H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ) [mol L <sup>-1</sup> ] | t in [s] | V(H <sub>2</sub> ) [mL] | c(H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ) [mol L <sup>-1</sup> ] |
|----------|-------------------------|----------------------------------------------------------|----------|-------------------------|----------------------------------------------------------|
| 0        | 0                       | 0,2000                                                   |          | 30                      | 0,0760                                                   |
|          | 5                       | 0,1793                                                   |          | 35                      | 0,0554                                                   |
|          | 10                      | 0,1587                                                   |          | 40                      | 0,0347                                                   |
|          | 15                      | 0,1380                                                   |          | 45                      | 0,0140                                                   |
|          | 20                      | 0,1174                                                   |          |                         |                                                          |
|          | 25                      | 0,0967                                                   |          |                         |                                                          |

### Auswertung

7. Erstellen Sie aus den experimentellen Daten ein Konzentrations-Zeit-Diagramm der Form  $c(\text{H}_3\text{O}^+)/t$  und zeichnen Sie eine möglichst glatte Ausgleichskurve durch die Messpunkte.



[illegible][illegible][illegible][illegible]