

# Reaktionsgeschwindigkeit – gibt es langsame und schnelle chemische Reaktionen?

Was ist die maximale Geschwindigkeit, die du mit dem Fahrrad schon erreicht hast?

15 km/h	30 km/h	50 km/h
---------	---------	---------



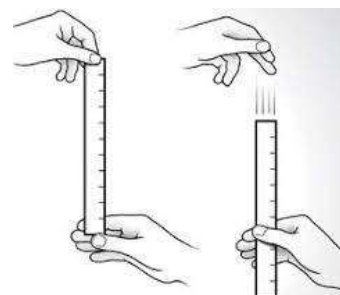
## Ist die Reaktionsgeschwindigkeit einer chemischen Reaktion messbar?

Überlege selbst einmal, vielleicht fallen dir messbare Größen für eine chemische Reaktion ein  
z.B. beim Verbrennen von Holz im Kamin?

1. \_\_\_\_\_ 2. \_\_\_\_\_

### Experiment 1: Der Lineal-Test. Wie lässt sich deine Reaktionsgeschwindigkeit messen?

Du brauchst dazu eine zweite Person, die das Lineal hält. Du umfasst das Lineal mit zwei Fingern nun im Abstand von je einem Zentimeter. Die zweite Person lässt das Lineal nun los und du fängst es zwischen den Fingern auf. Die Reaktionszeit lässt sich durch die Fallstrecke darstellen.



### Experiment 2: Wie lässt sich die Reaktionsgeschwindigkeit einer chemischen Reaktion messen?

#### Experiment mit Eierschalen

##### Material + Chemikalien:

Drei Gläser, 50 ml = 50 g Essigsäure 25% (=Essigessenz), Essig z.B. 2x 50 ml = 50 g Apfelessig 5% oder ein anderer Essig. 3 hart gekochte Eier.

##### Durchführung: 20 min

- Koche zunächst die drei Eier ab (7min in kochendem Wasser). Verwende anschließend die Eier wie in der Abbildung. Du kannst die Eier auch schälen und nur die Schale für den Versuch verwenden.
- Gib dann jedes in ein Glas (möglichst gleiche Gläser)
- fülle dann die drei Gläser: a) mit Essigessenz 25% b) Essig 5% c) Essig 5% leicht erwärmt

Essigessenz 25%	Essig 5%	Essig 5% leicht erwärmt
Beobachtung:	Beobachtung:	Beobachtung:
Vermutung welche Schale wird sich zuerst aufgelöst haben? Kreuze an x - xx - xxx		

## Thema: Die Reaktionsgeschwindigkeit lässt sich durch äußere Bedingungen beeinflussen:

Aus dem Experiment mit der Eierschale lassen sich 3 Bedingungen ableiten, die sich auf die Reaktionsgeschwindigkeit auswirken:

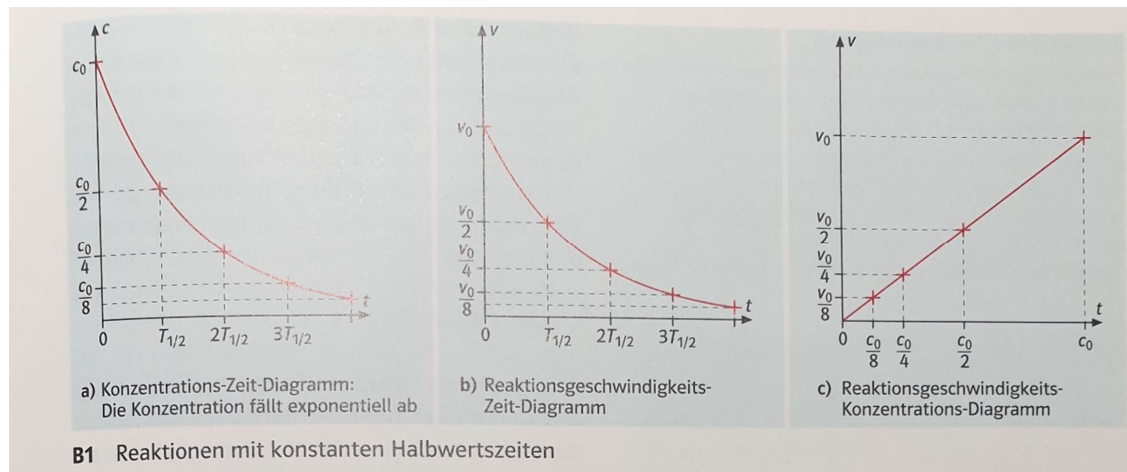
1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Welchen Verlauf des Experiments erwartest du, wenn die Eierschale vorab in kleinere Stücke zerkleinert wird?

---

**Tipp:** Ähnlicher Effekt wie beim Verbrennen von großen Holzscheiten und kleinen Zweigen.

## Zusammenhang zw. der Konzentration der Stoffe und Reaktionsgeschwindigkeit



### **Ausgangskonzentration und Reaktionsdauer.**

Lässt man gleiche Magnesiumportionen mit Salzsäure verschiedener Konzentration bei gleicher Temperatur reagieren, so stellt man fest, dass die Reaktionsdauer mit zunehmender Ausgangskonzentration abnimmt [V1]. Dieser Zusammenhang lässt sich bei den meisten chemischen Reaktionen feststellen. Die aus der Reaktionsdauer und einer Ausgangskonzentration berechenbare mittlere Reaktionsgeschwindigkeit ist z. B. von Bedeutung, wenn eine gewünschte Portion eines Reaktionsprodukts in einer bestimmten Zeit entstehen soll. Da sich jedoch während einer Reaktion die Konzentrationen der beteiligten Stoffe verändern, ändert sich auch die Reaktionsgeschwindigkeit ständig.

**Aufgabe:** Lies den Text im grauen Kasten zur Reaktionsgeschwindigkeit. Zeichne und beschrifte eine Skizze, die das beschriebene Experiment darstellt. Ordne dann eines der drei Diagramme dem Versuch zu. Begründe.

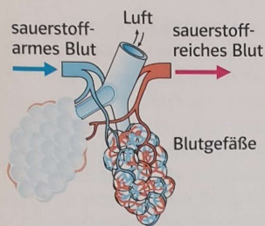
## Zusammenhang Reaktionsgeschwindigkeit und Temperatur

### Spaghetti Experiment

**Material:** 2x 25 g Spaghetti, 2 etwa gleich große Töpfe, 2x 1 L Wasser

**Aufgabe:** Erkläre in drei Schritten, wie du vorgehst um mit einem Spaghetti-Experiment zu zeigen, dass die Reaktionsgeschwindigkeit von der Temperatur abhängt. Hinweis: Um Spaghetti zu garen benötigt man nicht unbedingt kochendes Wasser.

## Zusammenhang Reaktionsgeschwindigkeit Zerteilungsgrad



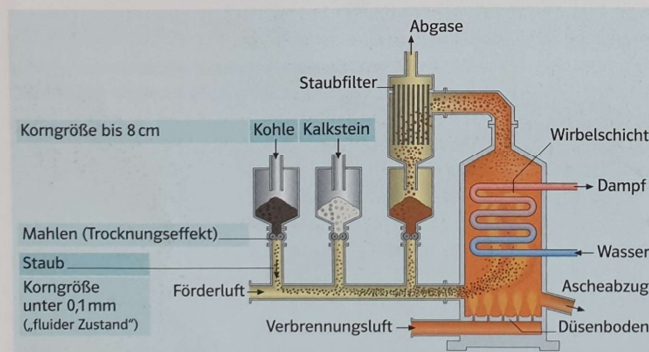
**B1** Lungenbläschen. Die gesamte Innenfläche der Lunge beträgt ca.  $90 \text{ m}^2$

Bei Reaktionen zwischen Stoffen in verschiedenen Phasen können nur die Teilchen reagieren, die an der Grenzfläche miteinander zusammenstoßen. Je größer diese ist, desto mehr Zusammenstöße können erfolgen. Mit der Zerteilung einer festen oder flüssigen Stoffportion wächst ihre Oberfläche. Daher nimmt auch die Reaktionsgeschwindigkeit mit dem Zerteilungsgrad zu [V1].

### Die Bedeutung vergrößerter Oberflächen.

Das Prinzip, durch eine Vergrößerung der Oberfläche eine Steigerung der Reaktionsgeschwindigkeit herbeizuführen, ist in der Technik, in lebenden Systemen und auch im Alltag häufig verwirklicht.

Bei Kohlefeuerungsanlagen konnten sowohl die Wirtschaftlichkeit als auch die Schadstoffreduzierung durch Vergrößerung der Oberfläche der eingesetzten Komponenten erhöht werden. So werden in der **Wirbelschichtfeuerung** Kohle und Kalkstein (Calciumcarbonat) staubfein gemahlen und durch starke Luftströme dem Brennraum zugeführt. In einer schwebenden Wirbelschicht aus Kohle und Kalk verbrennt die Kohle zu 99%. Der Schadstoff Schwefeldioxid reagiert mit dem aus dem Calciumcarbonat gebildeten Calciumoxid und Sauerstoff zu Calciumsulfat („Gips“), das mit der Asche abgezogen wird [B2].



**B2** Oberflächenvergrößerung von Kalkstein und Kohle beim Wirbelschichtverfahren

Die Natur zeigt eindrucksvoll und in vielfältigen Formen, wie chemische Reaktionen zwischen verschiedenen Phasen in Organismen an sehr großen Phasengrenzflächen vollzogen werden. Die bei Lebewesen unterschiedlichster Art anzutreffenden filigranen Strukturen, die sich durch feine Verästelungen ergeben, gehen mit großen Oberflächen des betreffenden Organs einher. So wird die atmungsfähige Gesamtoberfläche der Lunge eines erwachsenen Menschen auf 100 bis  $200 \text{ m}^2$  geschätzt [B1].

Bei Lösungsvorgängen erfolgt ein Übertritt von Teilchen aus der einen in die andere Phase. Wenn man z. B. Zucker in Wasser löst, stellt man fest, dass der Zerteilungsgrad die Geschwindigkeit des Vorgangs beeinflusst. Viele kleine Kristalle lösen sich wesentlich schneller als ein großer Kristall mit derselben Masse. Auch hier liegt die Ursache für unterschiedliche Geschwindigkeiten in der unterschiedlich großen Oberfläche.

**V1** Versuchsaufbau wie bei Kap. 2.1, V1. Bringen Sie jeweils 0,5 g Magnesiumpulver, Magnesiumpäne und Magnesiumband mit verdünnter Salzsäure ( $c = 0,5 \text{ mol/l}$ ) zur Reaktion. Bestimmen Sie das Volumen des entstehenden Wasserstoffs in Abhängigkeit von der Zeit und stellen Sie die Ergebnisse grafisch dar.

**A1** Vor dem Übergießen mit heißem Wasser werden Kaffeebohnen gemahlen; zur Entzündung eines Holzstoßes werden zunächst einige Holzspäne angebrannt; um auslaufendes Öl zu adsorbieren, benutzt man Kohlenstaub. Nennen Sie weitere Beispiele für Prozesse, bei denen eine Geschwindigkeitserhöhung durch Vergrößerung der Phasengrenzfläche bewirkt wird.

**A2** Bei speziellen Löscheinsätzen der Feuerwehr wird Wasser durch Sprengstoff oder mithilfe von Turbinen in feinste Tröpfchen zerteilt. Welchen Vorteil besitzt dieses Verfahren gegenüber dem Löschen mit einem Wasserstrahl?

**Aufgabe:** Lies den Text zum Zerteilungsgrad. Stelle an drei Beispielen aus dem Text kurz dar, wie die Oberflächenvergrößerung (= der Zerteilungsgrad) die Reaktionsgeschwindigkeit bzw. das Reaktionsgeschehen beeinflusst.

# Das Kollisionsmodell - Herleitung der Formel für die Reaktionsgeschwindigkeit

Die Geschwindigkeit einer Reaktion ist umso größer, je mehr Zusammenstöße in einer bestimmten Zeiteinheit in einem bestimmten Volumen stattfinden. Bei der Erhöhung der Anzahl jeder Teilchenart A und B erfolgt eine proportionale Zunahme der Anzahl der Zusammenstöße [B1]. Diese ist für eine Reaktion zwischen den Teilchenarten A und B proportional zum Produkt aus den Konzentrationen dieser Teilchen. Mit der Annahme, dass die Reaktionsgeschwindigkeit zur Anzahl der Zusammenstöße proportional ist, ergibt sich:

$$v = k \cdot c(A) \cdot c(B)$$

Aus dem Kollisionsmodell erhält man also das gleiche Geschwindigkeitsgesetz wie bei der Verseifung von Estern mit Natronlauge.

**A1** Bei der in wässriger Lösung verlaufenden Reaktion mit Peroxodisulfationen  $S_2O_8^{2-} + 2 I^- \rightarrow 2 SO_4^{2-} + I_2$  wurde die Geschwindigkeit der Iodbildung in Abhängigkeit von den Konzentrationen der Edukte bestimmt:

$c(S_2O_8^{2-})$ in mol/l	$c(I^-)$ in mol/l	$v$ in mol/(l · min)
0,0001	0,010	$0,65 \cdot 10^{-6}$
0,0002	0,010	$1,30 \cdot 10^{-6}$
0,0002	0,005	$0,65 \cdot 10^{-6}$
0,0002	0,015	$1,95 \cdot 10^{-6}$

Ermitteln Sie aus der Tabelle den Zusammenhang zwischen den Konzentrationen der Edukte und der Reaktionsgeschwindigkeit. Formulieren Sie das Geschwindigkeitsgesetz für die Reaktion und berechnen Sie die Geschwindigkeitskonstante  $k$ .

Erfolgt in einem gegebenen Volumen durchschnittlich ein Zusammenstoß zwischen je einem Teilchen A und B in der Zeit  $\Delta t$ , so ...



... sind es in der gleichen Zeit 4 Kollisionen bei der doppelten Anzahl der Teilchen A und der doppelten Anzahl der Teilchen B.



... sind es in der gleichen Zeit 6 Kollisionen bei der doppelten Anzahl der Teilchen A und dreifachen Anzahl der Teilchen B.



... sind es in der gleichen Zeit 8 Kollisionen bei der doppelten Anzahl der Teilchen A und vierfachen Anzahl der Teilchen B.



... sind es in der gleichen Zeit 16 Kollisionen bei der vierfachen Anzahl der Teilchen A und der vierfachen Anzahl der Teilchen B.



**B1** Kollisionsmodell. Die Anzahl der Zusammenstöße ist proportional zum Produkt der Teilchenanzahlen

**Wir leiten die Formel für die Reaktionsgeschwindigkeit her:**

$c(A)$  = Konzentration der Teilchen von Stoff A

$c(B)$  = Konzentration der Teilchen von Stoff B

➔ Einfacher Zusammenhang: Je größer die Konzentration der Teilchen, desto häufiger \_\_\_\_\_