

Kinetik – Geschwindigkeit chemischer Reaktionen im Stationenlernen

Nach einer Idee von Adrian Russek



© cooperr007/iStock/Getty Images Plus

Diese Unterrichtsmaterialien zeigen eine überwiegend experimentelle Herangehensweise an die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen. Die verschiedenen Einflussfaktoren Temperatur, Zerteilungsgrad oder Molekülgröße können separat behandelt und inhaltlich bearbeitet werden. Die Methoden Stationenlernen und Portfolioarbeit schulen dabei die Eigenverantwortlichkeit des Lernens in der gymnasialen Oberstufe und leisten einen wesentlichen Beitrag zum wissenschaftspropädeutischen Arbeiten.

Kinetik – Geschwindigkeit chemischer Reaktionen im Stationenlernen

Niveau: einführend, grundlegend

Klassenstufe: 11–13

Nach einer Idee von Adrian Russek

Methodisch-didaktische Hinweise	1
M1: Beschleunigen chemischer Reaktionen	3
M2: Laufzettel „Geschwindigkeit chemischer Reaktionen“	10
M3: Bestimmung von Reaktionsgeschwindigkeiten	10
M4: Reaktionsgeschwindigkeit und Zerteilungsgrad	20
M5: Reaktionsgeschwindigkeit und Molekülgröße	20
M6: Reaktionsgeschwindigkeit und Temperatur	44
M7: Reaktionsgeschwindigkeit und Konzentration	44
M8: Katalysatoren	44
M9: Benotung	45

Kompetenzprofil:

Niveau	eingehend, grundlegend
Fachlicher Bezug	Reaktionsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen
Methode	Schülerversuche, Internetrecherche, Stationenlernen, Protokollieren
Basiskonzepte	Energiekonzept, chemische Reaktion
Erkenntnismethoden	die Reaktionsgeschwindigkeit und ihre Abhängigkeit von der Konzentration und der Temperatur beschreiben
Kommunikation	den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit erläutern (Katalyse), recherchieren zu chemischen Sachverhalten (analog und digitalen Medien) und wählen Quellen zielgerichtet aus.
Bewertung/Reflexion	Beschreiben den Einfluss auf Mindestenergie und Aktivierungsenthalpie, heterogen und homogene Katalyse; Autoabgaskatalysator, Verminderung von Emissionen
Inhalt in Stichworten	Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von den Reaktionsbedingungen: Einfluss von Konzentration, Druck, Temperatur (RG-Regel), Zerteilungsgrad, Katalysator

Überblick:

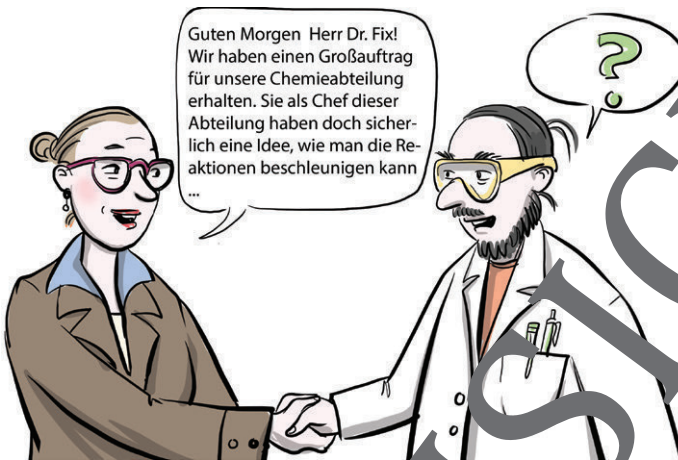
Legende der Abkürzungen:

AB Arbeitsblatt, GBU Gefährdungsbeurteilung, TX Informationstext,
SV Schülerversuch

Thema	Material	Materialart
Comic zum Beschleunigen chemischer Reaktionen, Merksätze zu Reaktionskinetik und Reaktionsgeschwindigkeit	M1	AB
Laufzettel „Geschwindigkeit chemischer Reaktionen“	M2	AB
Bestimmung von Reaktionsgeschwindigkeiten (Station 1)	M3	AB
Reaktionsgeschwindigkeit und Zerteilungsgrad (Station 2) inklusive Experiment	M4a M4b	AB SV, GBU
Reaktionsgeschwindigkeit und Molekülgröße (Station 3) inklusive Experiment und Infoblatt zur Reaktion von Alkalimetallen	M5a M5b M5c	AB SV, GBU TX
Reaktionsgeschwindigkeit und Temperatur (Station 4) inklusive Experiment	M6a M6b	AB SV, GBU
Reaktionsgeschwindigkeit und Konzentration (Station 5) inklusive Experiment	M7a M7b	AB SV, GBU
Katalysatoren (Station 6) inklusive Experiment	M8a M8b	AB SV, GBU
Beurteilung der Protokollmappe	M9	Benotung

Beschleunigen chemischer Reaktionen

M1



© Julia Lenzmann

© RAABE 2023

Merke

Reaktionskinetik: Lehre von der Geschwindigkeit chemischer Reaktionen

Reaktionsgeschwindigkeit: Die Reaktionsgeschwindigkeit v ist definiert als Quotient aus dem Betrag der Konzentrationsänderung eines Stoffes und dem zugehörigen Zeitintervall:

$$\text{Reaktionsgeschwindigkeit} = \frac{\text{Konzentrationsänderung}}{\text{Zeit}}$$

$$v = \frac{c(t + \Delta t) - c(t)}{\Delta t}$$

$$v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$$

M2 Laufzettel „Geschwindigkeit chemischer Reaktionen“

Übersicht Stationenlernen

- Es gibt insgesamt 6 Stationen, die bearbeitet werden müssen. Wenn Sie mit einer Station fertig sind, tragen Sie das Datum, an dem Sie sie bearbeitet haben, in die Tabelle des Laufzettels ein.
- Die Reihenfolge der Bearbeitung ist frei wählbar.
- Zu jeder Station gibt es ein Informationsblatt mit den Aufgabenstellungen und eine Experimentieranleitung (Ausnahme Station 1). Für Station 2 bis 6 liegt zusätzlich eine Experimentierbox für Sie bereit.
- Hinterlassen Sie die Stationen immer aufgeräumt!
- Pro Unterrichtsstunde (45 min) sollten Sie eine Station schaffen.



Laufzettel von _____

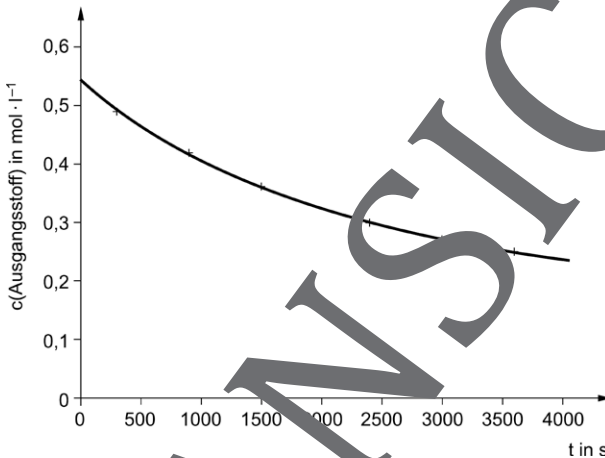
Stunde	Bearbeitung von ...	Experiment erledigt am ...	Aufgaben für zu Hause
1	Station 1		
2	Station 2		
3	Station 3		
4	Station 4		
5	Station 5		
6	Station 6		

Abgabe der Protokollmappen am _____ (keine Fristverlängerung!)

Bestimmung von Reaktionsgeschwindigkeiten

M3a

Die Reaktionsgeschwindigkeit (v) ist definiert als der Quotient aus dem Betrag der Konzentrationsänderung ($|c_2 - c_1|$) eines Stoffes und dem dazugehörigen Zeitintervall ($t_2 - t_1$). Um den zeitlichen Verlauf einer Reaktion zu verfolgen, versucht man, die Konzentrationsänderung eines Stoffes kontinuierlich zu erfassen. Die erhaltenen Messwerte lassen sich in einem Konzentrations-Zeit-Diagramm darstellen.



© RAABE 2023

Aufgaben

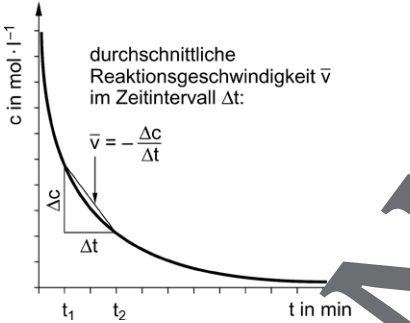
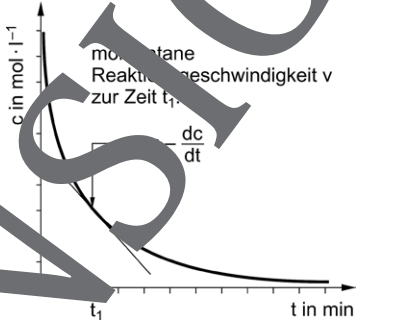
- Definieren** Sie die Begriffe Durchschnittsgeschwindigkeit und Momentangeschwindigkeit. **Informieren** Sie sich dazu in dem Informationstext.
- Bestimmen** Sie mit Hilfe des dargestellten Konzentrations-Zeit-Diagramms grafisch die Durchschnittsgeschwindigkeit im Intervall von 300 s bis 1500 s.
- Bestimmen** Sie mit Hilfe des dargestellten Konzentrations-Zeit-Diagramms grafisch die Momentangeschwindigkeit zum Zeitpunkt 1500 s.

Informationstext zur Bestimmung von Reaktionsgeschwindigkeiten

In der Chemie zeigt uns die Reaktionsgeschwindigkeit, wie schnell das Aufbrechen vorhandener Verbindungen und das Knüpfen neuer Verbindungen erfolgt. Chemische Reaktionen können über die Reaktionsgeschwindigkeit gemessen und beeinflusst werden. Das Wissen über die Reaktionsgeschwindigkeit ermöglicht es beispielsweise, Energie bei der Herstellung chemischer Produkte einzusparen, oder offenbart Erkenntnisse über einzelne Reaktionsmechanismen. Umgangssprachlich gibt die Geschwindigkeit das Verhältnis zwischen zurückgelegter Strecke und benötigter Zeit an. Allgemeiner versteht

man unter einer Geschwindigkeit die Änderung einer bestimmten Größe in einem bestimmten Zeitintervall. In Bezug auf die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen verfolgt man die Änderung der Konzentration (c) von Stoffen in Abhängigkeit von der Zeit (t). Die Einheit der Reaktionsgeschwindigkeit ist daher $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

Die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion ist praktisch nie konstant. Man unterscheidet daher die Größen durchschnittliche Reaktionsgeschwindigkeit (Durchschnittsgeschwindigkeit) und momentane Reaktionsgeschwindigkeit (Momentangeschwindigkeit).

Durchschnittliche Reaktionsgeschwindigkeit \bar{v}	Momentane Reaktionsgeschwindigkeit v
 <p>durchschnittliche Reaktionsgeschwindigkeit \bar{v} im Zeitintervall Δt:</p> $\bar{v} = -\frac{\Delta c}{\Delta t}$	 <p>momentane Reaktionsgeschwindigkeit v zur Zeit t_1:</p> $\frac{dc}{dt}$
<p>Zur Bestimmung der durchschnittlichen Reaktionsgeschwindigkeit \bar{v} wird die Konzentration eines Reaktionspartners zu einem Zeitpunkt t_1 und einem Zeitpunkt t_2 ermittelt. Durch Division der zugehörigen Konzentrationsdifferenz Δc durch dieses Zeitintervall Δt erhält man die durchschnittliche Reaktionsgeschwindigkeit für dieses Zeitintervall.</p> <p>Die Durchschnittsgeschwindigkeit ist in der Chemie meist wenig interessant, da selten einzelne Zeitintervalle betrachtet werden. Sinnvoller sind Aussagen über die Reaktionsgeschwindigkeit zu genau definierten Zeitpunkten.</p>	<p>Die momentane Reaktionsgeschwindigkeit v gibt die Geschwindigkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt der Reaktion an. Man erhält sie, wenn man das Zeitintervall Δt gegen null gehen lässt, sodass die Reaktionsgeschwindigkeit für einen unendlich kleinen Zeitabschnitt (praktisch einen Zeitpunkt) beschrieben werden kann.</p> <p>Die Bestimmung der momentanen Reaktionsgeschwindigkeit erfolgt grafisch, indem man an einen Zeitpunkt die Tangente (Gerade, die eine gegebene Kurve in einem bestimmten Punkt berührt) an diesen Punkt des Konzentrations-Zeit-Diagramms legt. Anschließend wertet man ein Steigungsdreieck dieser Tangente aus.</p>

Reaktionsgeschwindigkeit und Zerteilungsgrad

M4a

Aufgaben

1. Führen Sie den Versuch (M4b) durch.
2. Formulieren Sie eine Versuchsauswertung mit einer Erklärung der Versuchsergebnisse, Beobachtungen und einer Reaktionsgleichung.
3. Überlegen Sie weitere Beispiele aus Technik, Natur und Alltag, bei denen eine Vergrößerung der Oberfläche für die Reaktionsgeschwindigkeit eine Rolle spielt.

Die Bedeutung vergrößerter Oberflächen

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

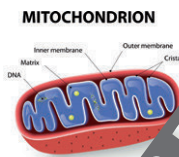
Oberflächenvergrößerung in der Technik



©maramicado/istock

Das Prinzip der Oberflächenvergrößerung findet sich in vielen Gegenständen des täglichen Gebrauchs. Durch die ständige Weiterentwicklung und Forschung besitzen Heizkörper heute eine möglichst große Oberfläche für die Wärmeabgabe.

Oberflächenvergrößerung in lebenden Systemen



© ttsz/istock

Bei Zellen, Geweben oder Organismen erfolgt Stoff-/Wärmetausch über die Oberfläche. Eine Vergrößerung der Oberfläche durch Einfaltungen oder feinste Verästelungen der Austauschflächen erhöht den Stoffaustausch pro Volumeneinheit. Beispiel: Die innere Membran eines Mitochondrions ist stark gefaltet, sodass es deutlich mehr Reaktionen zu Energieumwandlungen durchführen kann.

Oberflächenvergrößerung im Alltag



©laperla Foto/ Gettyimages

Jeder hat schon einmal Zucker in Wasser aufgelöst, z. B. bei der Teezubereitung. Beim Lösungsvorgang erkennt man einen Unterschied beim des Zerteilungsgrads des Zuckers: viele kleine Zuckerkrystalle lösen sich schneller auf als ein großer Kandiszuckerkrystall. Die Ursache für unterschiedliche Geschwindigkeiten liegt in der unterschiedlich großen Oberfläche.

M4b Experiment zu Reaktionsgeschwindigkeit und Zerteilungsgrad



Schülerversuch: Ist die Reaktionsgeschwindigkeit vom Zerteilungsgrad abhängig?

Vorbereitung: 5 min, **Durchführung:** 15 min

Chemikalien

- Kaliumiodid
- Silbernitrat
- destilliertes Wasser



Geräte

- Mörser und Pistill
- Waage
- Handschuhe
- Tropfpipette oder kleiner Messzylinder (5 ml)
- 3 Uhrgläser
- Spatel

Entsorgung: Die Lösungen werden in das Becherglas mit der Aufschrift „Schwermetalle“ (Lehrerpult) entsorgt.



Achtung! Schutzbrille und Sicherheitshandschuhe tragen!

Versuchsdurchführung

1. Tragen Sie bei diesem Versuch Handschuhe und Schutzbrille!
2. Wiegen Sie jeweils 100 mg Silbernitrat und 100 mg Kaliumiodid auf einem Uhrglas ab und vermischen Sie es anschließend mit einem Spatel.
3. Lassen Sie das Gemisch stehen und notieren Sie Ihre Beobachtungen (Beobachtung I).
4. Geben Sie das Gemisch aus Schritt 3 in einen Mörser und zerkleinern Sie es mit dem Pistill. Geben Sie es anschließend auf ein Uhrglas und säubern Sie den Mörser. Notieren Sie nun auch Ihre Beobachtungen (Beobachtung II).
5. Versetzen Sie das Gemisch aus Schritt 4 mit 1 ml destilliertem Wasser und notieren Sie erneut Ihre Beobachtungen (Beobachtung III).

Sie wollen mehr für Ihr Fach? Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



Über 5.000 Unterrichtseinheiten
sofort zum Download verfügbar



Webinare und Videos
für Ihre fachliche und
persönliche Weiterbildung



Attraktive Vergünstigungen
für Referendar:innen mit
bis zu 15% Rabatt



Käuferschutz
mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:
www.raabe.de