

Temperatur und Reaktionsgeschwindigkeit

Die sogenannte RGT-Regel

LNCU.de
ID 33086
CC-BY-SA 4.0
Online abrufen

M1 Was bringt uns ein Kühlschrank?

Heute ist er aus keinem Haushalt mehr weg zu denken: der **Kühlschrank**. Diesen gibt es aber erst nachdem 1876 Carl von Linde die Kühltechnik revolutionierte. Zuvor nutzten Menschen allenfalls Natur-Eis zur Kühlung von Lebensmitteln oder versuchten sie auf andere Weise haltbar zu machen. Technische und chemische Weiterentwicklungen führten dazu, dass in den 1930er Jahren der Kühlschrank in den USA zur Standardausstattung in privaten Haushalten gehörte und in den 1950er Jahren auch in Deutschland erschwinglich wurde.

Durch das **Herabsetzen der Temperatur** gelingt es augenscheinlich, chemische Prozesse in Lebensmittel sowie biochemische Stoffwechselprozesse in Mikroorganismen zu verlangsamen und so verderbliche Speisen länger genießbar zu machen.

In der Biologie wird die Verringerung der Stoffwechselrate mit der **Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel** (die sogenannte **RGT-Regel**) begründet.

Hat die Temperatur also einen Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit? Dies lässt sich leicht prüfen!



Abb. 1: In einem Kühlschrank ¹



Aufgaben

- 1 Stellen Sie einen Zusammenhang in Form einer Argumentationskette zwischen der Nutzung eines Kühlschranks und der Überschrift dieses Materials her.
- 2 Stellen Sie eine begründete Hypothese zum möglichen Einfluss der Temperatur auf die Reaktionsgeschwindigkeit auf. Planen Sie prinzipiell den Aufbau eines Experiments zur Prüfung Ihrer These.
- 3 Vergleichen Sie Ihren Ansatz mit **V1** und prüfen Sie die Hypothese mit Hilfe des Experiments. **Alternativ:** Nutzen Sie das Video in **M 2** und werten Sie zusätzlich zu den Beobachtungen zur Gasentwicklung auch die Aufnahmen mit der Wärmebildkamera aus.
- 4 Stellen Sie einen Rückbezug zur Hypothese her.

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
- 3 Bechergläser
Salzsäure, Eisbad, Wärmebad

Aufbau und Durchführung

Die beiden 30 mL-Spritzen werden mit Magnesiumband und die zwei 10 mL-Spritzen mit je 3 mL Säure möglichst blasenfrei befüllt. Letztere werden mit dem Rückschlagventil verschlossen und für ca. 1 Minute in Eiswasser bzw. in anfänglich ca. 55 °C warmes Wasser gelegt. Deutlich höhere Temperaturen sind wegen der Verbrühungsgefahr und dem Ausgasen von HCl nicht sinnvoll.

Die Vorgehensweise (Durchführung, Beobachtungen notieren, Entsorgung, Auswertung) kennen Sie bereits aus den vorhergehenden Versuchen.

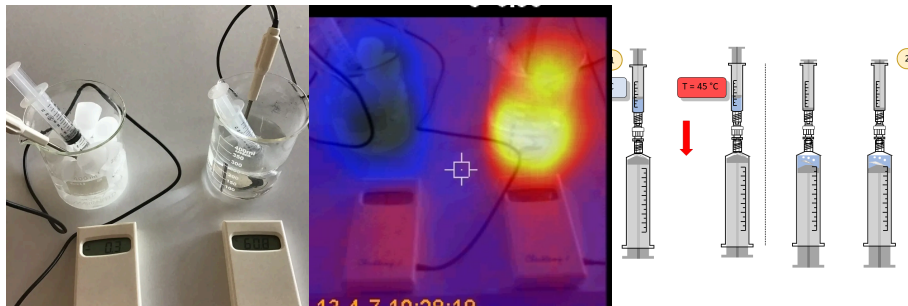
Arbeiten Sie nach Entnahme aus den Wasserbädern zügig weiter, damit sich die Temperaturen der Flüssigkeiten nicht wieder zu sehr an die Raumtemperatur annähern.

2 Klammern mit Magnet

fakultativ zum Fixieren während der
Filmaufnahme

Chemikalien

- Salzsäure (1 mol / L)
- Magnesiumband, gefaltet ca. 2 cm
wiegen!



Galerie 1: Möglicher Versuchsaufbau und Fotos mit einer Wärmebildkamera ²

Hinweis

Es entsteht Wasserstoff – von Zündquellen
fernhalten!

Entsorgen und Aufräumen

- Entstandenen Wasserstoff im
Abzug oder am offenen Fenster in
die Luft entlassen.
- Alle verunreinigte **Labormaterialien**
spülen.
- Alle Materialien an ihren
Ursprungsort zurückstellen.

Alternative: Butzen Sie folgende Videografie

Der Versuch wurde von uns durchgeführt und videografiert. Parallel haben wir mit einer
Wärmebildkamera Fotos während des Versuchs gemacht. Die Bilder haben wir in das Video
eingebunden.



Video 1: Versuch samt Fotos mit einer Wärmebildkamera ³



Weitergedacht

- Benennen Sie basierend auf **M2** den quantitativen Zusammenhang, den die RGT Regel zum Ausdruck bringt, und erklären Sie, warum der in **M2** genannte vereinfachte Wirkmechanismus zunächst plausibel erscheint.
- Nutzen sie das animierte Diagramm in **M2** und beschreiben Sie die Auswirkung einer Temperaturerhöhung auf die Energieverteilung der Teilchen innerhalb einer Stoffprobe. Erläutern Sie basierend darauf die RGT-Regel in Form einer Argumentationskette genauer.
- Für Biologieinteressierte:** Argumentieren Sie sinnvoll, warum sich die RGT-Regel nicht uneingeschränkt auf biochemische Stoffwechselprozesse übertragen lässt.

M2 Die RGT Regel und die Maxwell-Boltzmann-Verteilung

Die Veränderungen der Stoffwechselraten von Mikroorganismen im
Kühlschrank können – ähnlich wie in unseren Messungen – mit der
Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel erklärt werden.
Die **RGT-Regel** besagt, dass sich die Reaktionsgeschwindigkeit um
den Faktor zwei bis vier erhöht, wenn die Temperatur um 10 Kelvin
steigt.

Und wir könnten es uns für die Erklärung der RGT-Regel einfach
machen und sagen, dass sich Teilchen mit zunehmender Temperatur
schneller bewegen und dadurch folglich die Anzahl der Stöße
zwischen ihnen zunimmt.

Temperatur



Konzentration



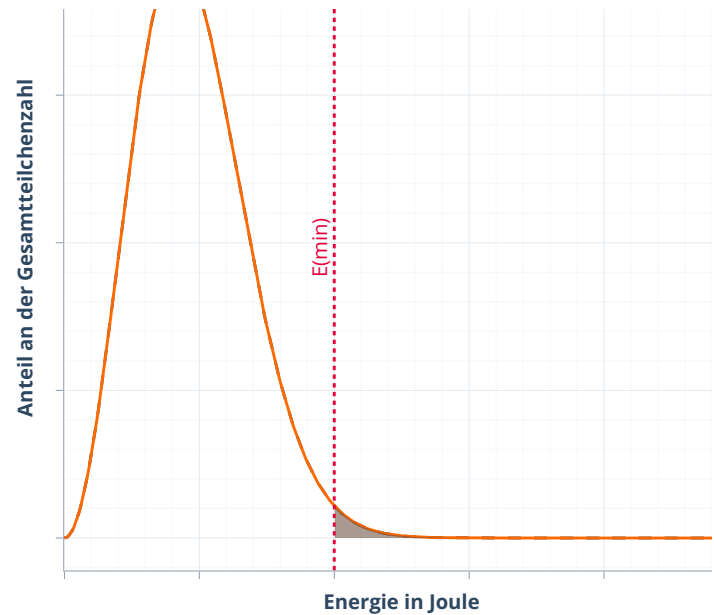
Mindestenergie



Dies ist aber nicht ganz korrekt, da diese Zunahme nur in geringem Maße erfolgt.

Wir erinnern uns: Ludwig Boltzmann hat erkannt, dass die Häufigkeitsverteilung der Geschwindigkeiten und damit Energie von Gasteilchen von der Temperatur abhängt und dies mathematisch erfasst.

Was verändert sich mit höheren Temperaturen exakt? Probieren Sie es aus.



Einzelnachweise

- 1 Gregor von Borstel, 2026 mit ChatGPT 5.2 nach eigener Fotovorlage
- 2 Gregor von Borstel, 2020
- 3 Andre und Gregor von Borstel, 2020