

MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK. ENTWICKLUNG EINES VERSTÄNDNISSES AUF MOLEKULARER EBENE ANHAND GEZIELTER VERSUCHE

Brigitte Nihant, Hamad Karous, Bernard Leyh

Didaktik der Chemie - Universität Lüttich (Belgien)



ÜBERSICHT

- Welche Rolle spielen die Modelle in den Naturwissenschaften?
- Angaben der Rahmenpläne
- Wie soll ein Modell eingesetzt werden?
- Sicht der Schüler: Umfrage „Was ist ein Modell“?
- Modellierung in der chemischen Kinetik (11. & 12. Klasse)**
- Auswertung unserer Unterrichtseinheit

ÜBERSICHT

- Welche Rolle spielen die Modelle in den Naturwissenschaften?**
- Angaben der Rahmenpläne
- Wie soll ein Modell eingesetzt werden?
- Sicht der Schüler: Umfrage „Was ist ein Modell“?
- Modellierung in der chemischen Kinetik
- Auswertung unserer Unterrichtseinheit

WELCHE ROLLE SPIELEN DIE MODELLE IN DEN NATURWISSENSCHAFTEN?

Die Naturwissenschaftler haben von Anfang an Modelle entwickelt und eingesetzt, um:

- Komplexe Beobachtungen in der belebten und unbelebten Natur zu beschreiben;
- Daten von durchgeführten Experimenten zu erklären, zusätzliche Experimente zu entwickeln und Vorhersagen über zukünftige Vorgänge oder Eigenschaften zu treffen.

Periodic Table of the Elements

The image shows a standard periodic table of elements. To the left of the table is a legend with colored boxes and labels for various element groups: Alkali metals, Alkaline earth metals, Transition metals, Lanthanides, Actinides, Noble gases, Halogens, and Other nonmetals. The table itself is color-coded according to these categories.



WELCHE ROLLE SPIELEN DIE MODELLE IN DEN NATURWISSENSCHAFTEN?

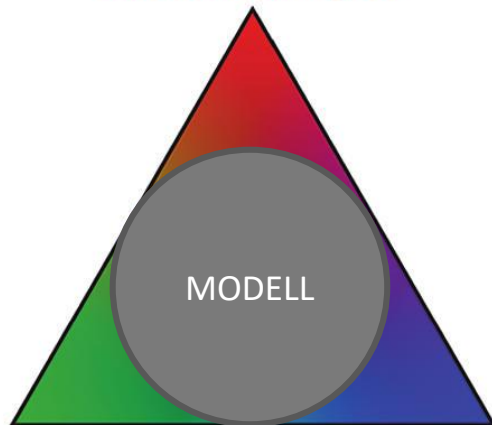
Eigenschaften eines Modells	Beispiele aus dem Chemieunterricht
Ein Modell ist eine „Erschaffung“ des menschlichen Geistes.	Alle angegebenen Beispiele
Ein Modell ist eine <u>absichtlich vereinfachte</u> Darstellung eines realen Prozesses.	<ul style="list-style-type: none"> Die chemische Gleichung Das Periodensystem der Elemente
Der Gültigkeitsbereich eines Modells kann ausgedehnt werden.	<ul style="list-style-type: none"> Modell von Arrhenius der Säuren und Basen Modell von Brønsted /Lowry der Säuren und Basen
Ein Modell ist da, um die Beobachtungen zu <u>beschreiben</u> .	<ul style="list-style-type: none"> Modell der harmonischen Schwingung, um die Schwingungen in einem Molekül zu beschreiben. Die Kugel-Stab-Modelle für die Moleküle Simulationen am Computer für die Kristallstruktur von Salzen
Ein Modell muss <u>Erklärungen</u> liefern.	<ul style="list-style-type: none"> Modelle des idealen Gases und Van der Waals Modell Stoßtheorie und Modell des Übergangszustandes in der chemischen Kinetik
Ein Modell muss zu <u>Voraussagen</u> führen.	<ul style="list-style-type: none"> Modell von Brønsted/Lowry, mit der Theorie der chemischen Gleichgewichte gekoppelt. Das Elektronenpaarabstoßungsmodell für den räumlichen Bau der Moleküle
Verschiedene Möglichkeiten für das Modellieren: <ul style="list-style-type: none"> Konkrete Darstellung Mathematische Modelle Computersimulationen Denkmodell im Gegensatz zum ausgedrückten Modell 	<ul style="list-style-type: none"> Kugel-Stab-Modelle für Moleküle Thermodynamik der Gleichgewichtszustände (Säure-Base Gleichgewichte) Computersimulationen von pH-Kurven Modell der Atom- und Molekülorbitale

WELCHE ROLLE SPIELEN DIE MODELLE IN DEN NATURWISSENSCHAFTEN?

Johnstone (1991)

Components Representing
Physical Science Concepts

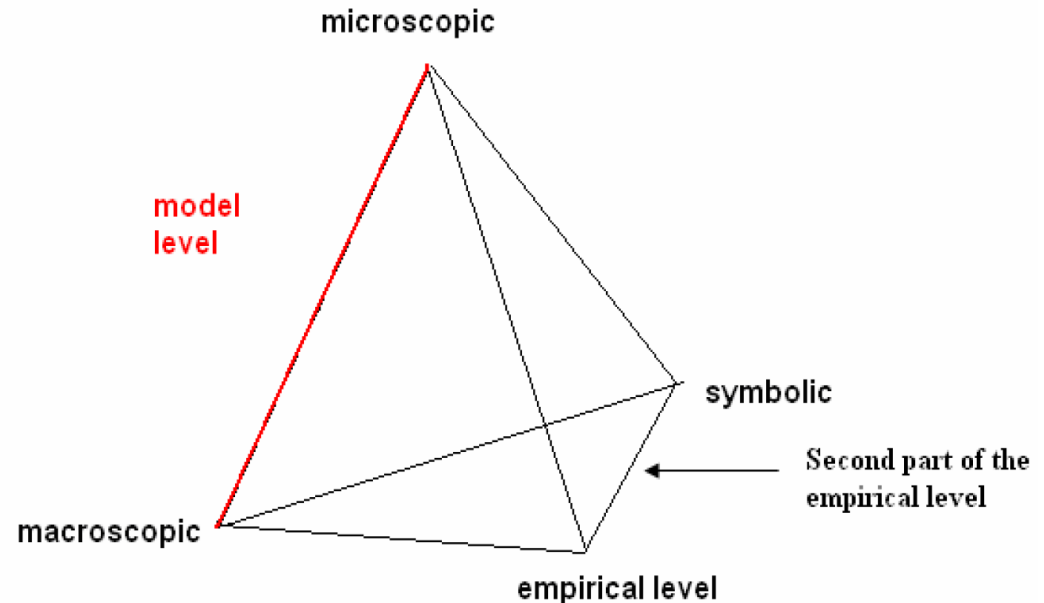
Macro and tangible



Molecular and invisible

Symbolic and mathematical

Kermen und Méheut
(2008)



WELCHE ROLLE SPIELEN DIE MODELLE IN DEN NATURWISSENSCHAFTEN?

Indem wir diesen Modellierungsprozess eindeutig beschreiben und fördern, werden unsere Schüler:

- sich der Vielfalt der Modelle in den Naturwissenschaften und auch im täglichen Leben bewusst;
- ihre Vorstellungen (Fehlvorstellungen) anhand von experimentellem Beweismaterial anpassen;
- Erklärungen anhand ihrer eigenen Modelle vorschlagen können;
- in ihrem Lernprozess unterstützt und motiviert.

WELCHE ROLLE SPIELEN DIE MODELLE IN DEN NATURWISSENSCHAFTEN?



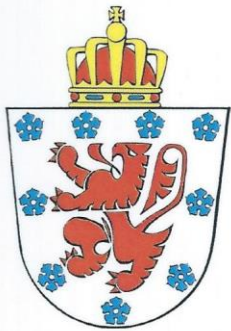
Naturwissenschaften erlernen
das heißt :
Modelle erstellen

Diese müssen geprüft werden,
d.h. mit den experimentellen
Beobachtungen gegenübergestellt
werden und weiterentwickelt
werden.

ÜBERSICHT

- Welche Rolle spielen die Modelle in den Naturwissenschaften?
- Angaben der Rahmenpläne**
- Wie soll ein Modell eingesetzt werden?
- Sicht der Schüler: Umfrage „Was ist ein Modell“?
- Modellierung in der chemischen Kinetik
- Auswertung unserer Unterrichtseinheit

ANGABEN DER RAHMENPLÄNE



Ministerium der Deutschsprachigen Gemeinschaft

RAHMENPLAN

Naturwissenschaften

Rahmenplan für die zweite und dritte Stufe des allgemeinbildenden und technischen Übergangsunterrichts in der Regelsekundarschule

VERANTWORTLICHER HERAUSGEBER:

Norbert Heukemes, Generalsekretär, Ministerium der Deutschsprachigen Gemeinschaft Belgiens
Gospertstraße 1 · B-4700 Eupen · info@dglive.be · www.dglive.be
D/2015/13.694/5 · Referenznummer: FbPAED.AE/33.00-00/15.678

© Ministerium der Deutschsprachigen Gemeinschaft Belgiens, Dezember 2015



ANGABEN DER RAHMENPLÄNE

Kernkompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung:

Arbeiten mit Modellen

Am Ende des 6. Sekundarschuljahres sind folgende naturwissenschaftliche Kompetenzerwartungen aufgelistet.

Die Schülerinnen und Schüler:

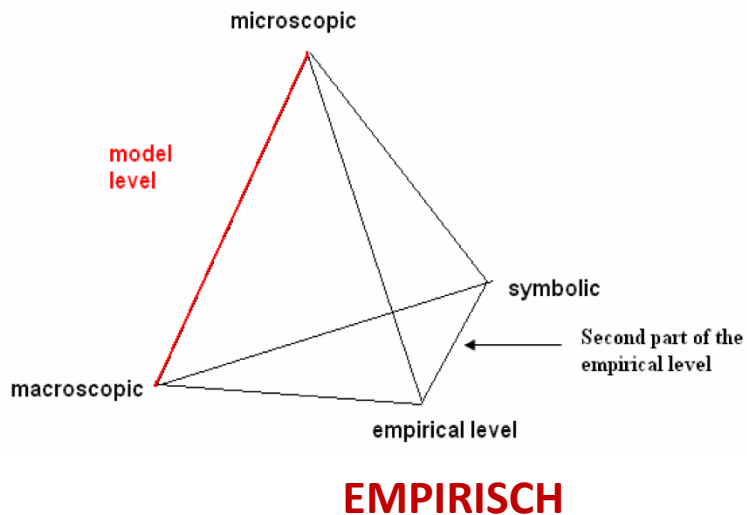
- unterscheiden zwischen Modellwelt und Wirklichkeit;
- unterscheiden sachgerecht qualitative und quantitative Modelle, wählen sie zweckmäßig aus und nutzen sie;
- reflektieren die Gültigkeit und die Grenzen der verschiedenen Modelle sowie den Modellbildungsprozess;
- modellieren, unter Nutzung mathematischer Werkzeuge, zunehmend komplexe Zusammenhänge und treffen Prognosen.

ÜBERSICHT

- Welche Rolle spielen die Modelle in den Naturwissenschaften?
- Angaben der Rahmenpläne
- Wie soll ein Modell eingesetzt werden?**
- Sicht der Schüler: Umfrage „Was ist ein Modell“?
- Modellierung in der chemischen Kinetik
- Auswertung unserer Unterrichtseinheit

WIE SOLL EIN MODELL EINGESETZT WERDEN?

Beispiel 1



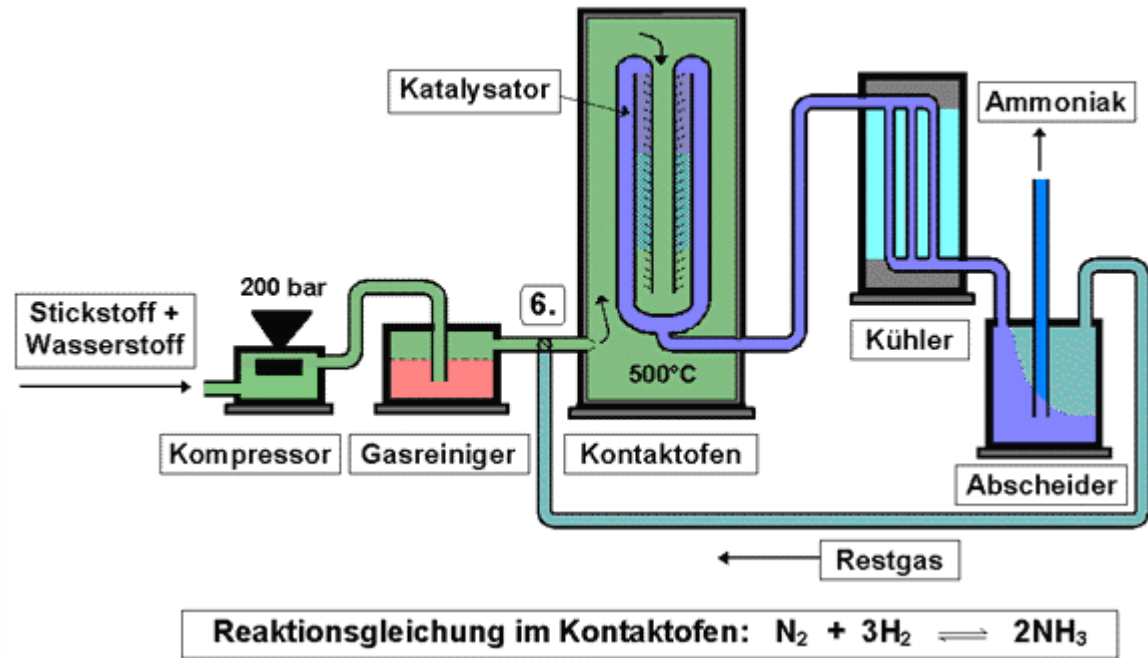
<http://www.seilnacht.com/Lexikon/HaberBo.htm>

Fritz Habers erste Versuchsanlage zur Ammoniaksynthese,
ausgestellt im Deutschen Museum in München

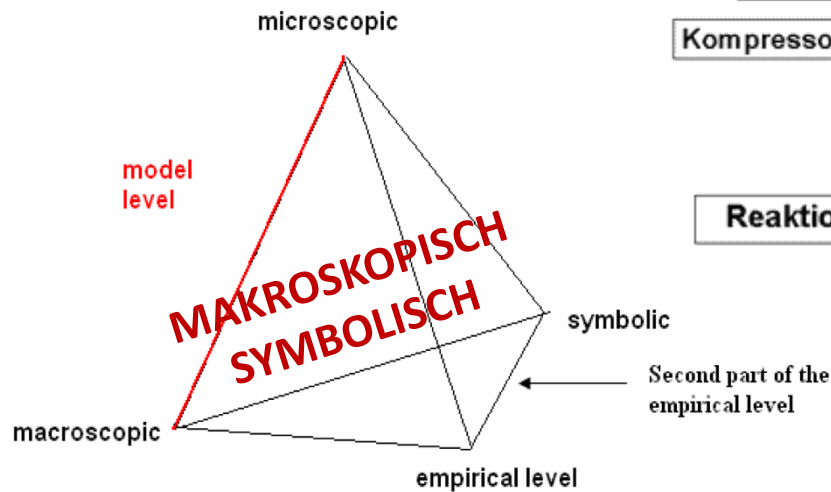
WIE SOLL EIN MODELL EINGESETZT WERDEN?

Die Ammoniaksynthese nach dem Haber-Bosch-Verfahren

Beispiel 1



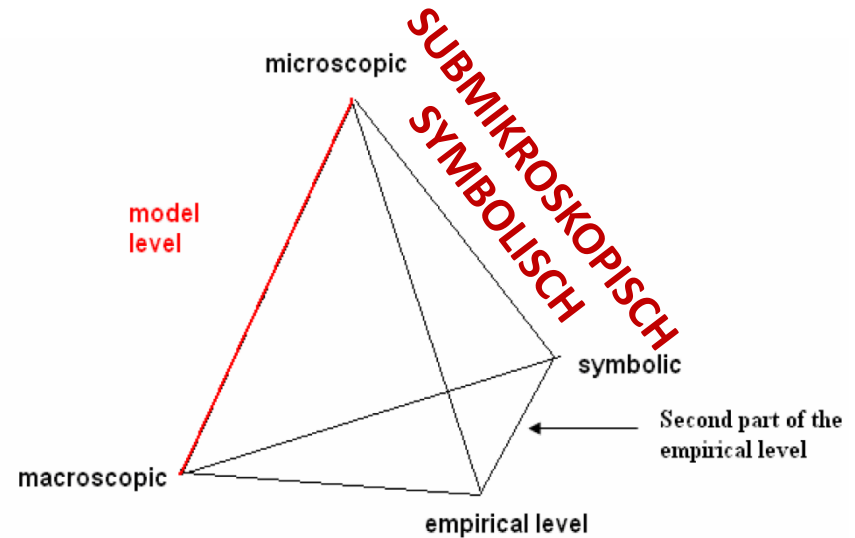
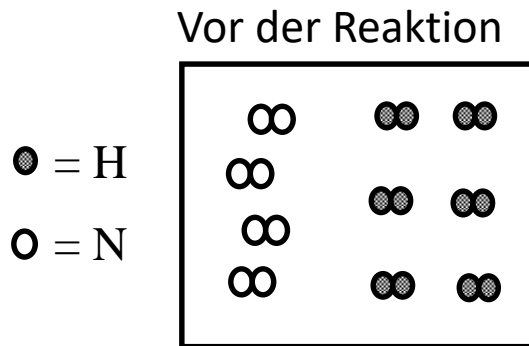
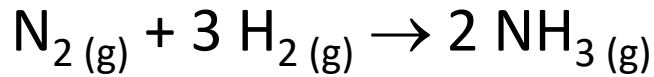
© Thomas Seilnacht



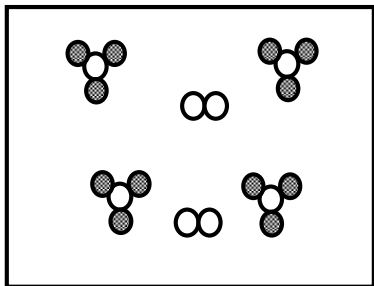
<http://www.seilnacht.com/Lexikon/HaberBo.htm>

WIE SOLL EIN MODELL EINGESETZT WERDEN?

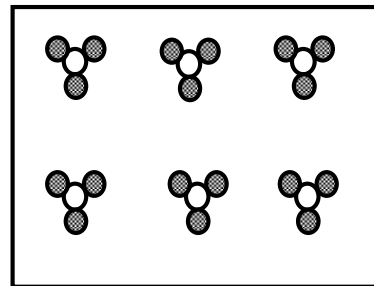
Beispiel 1



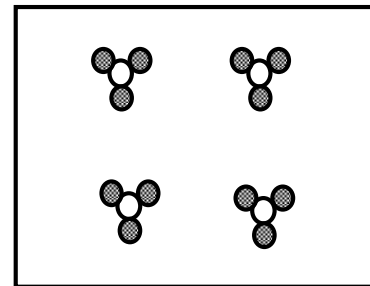
Welche der folgenden Modellierungen stellt den Endzustand dar?



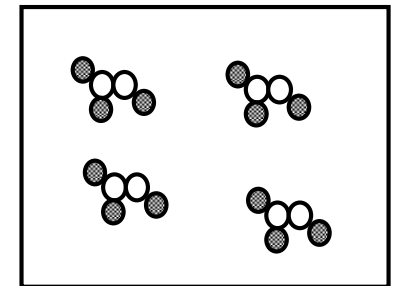
A



B



C

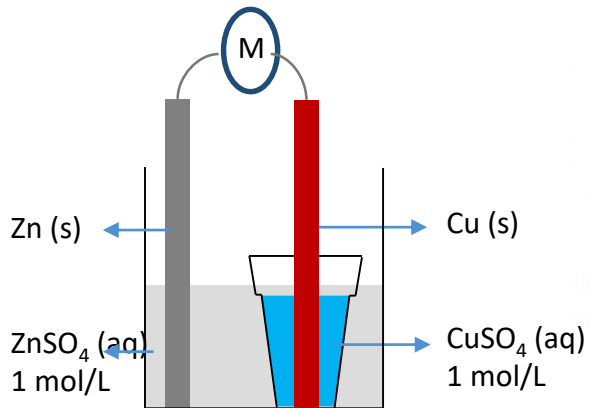


D

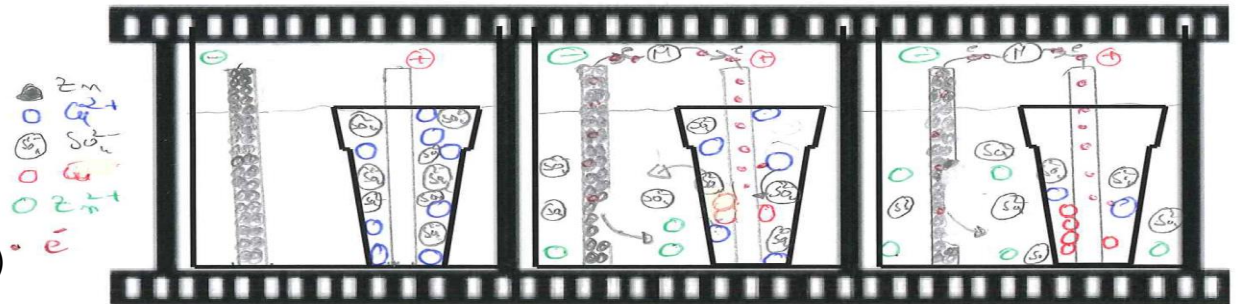
WIE SOLL EIN MODELL EINGESETZT WERDEN?

Beispiel 2

Durchgeführtes Experiment



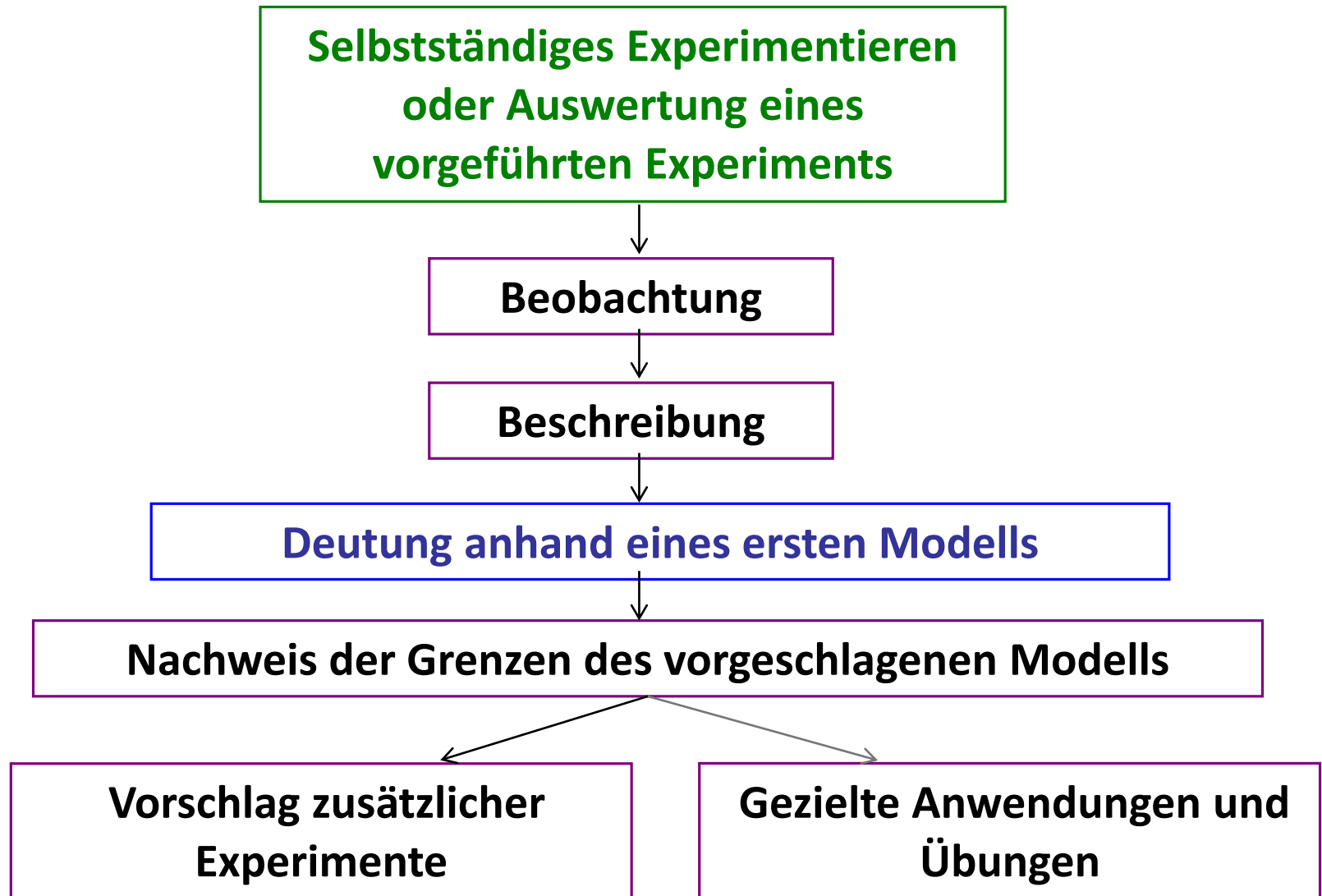
Modellierung des zeitlichen Ablaufs auf der Ebene der Teilchen



**MAKROSKOPISCH
SYMBOLISCH**

**SUBMIKROSKOPISCH
SYMBOLISCH**

WIE SOLL EIN MODELL EINGESETZT WERDEN?

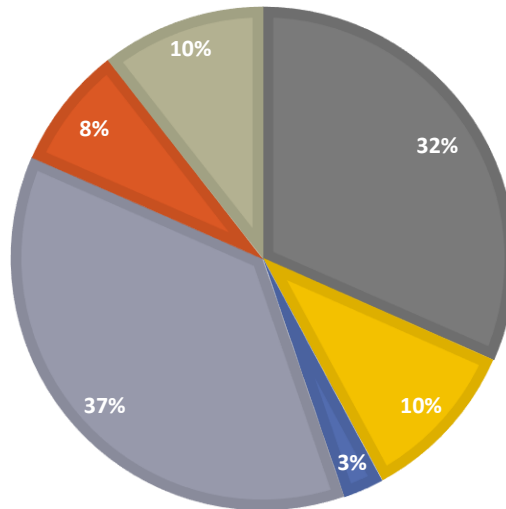


ÜBERSICHT

- Welche Rolle spielen die Modelle in den Naturwissenschaften?
- Angaben der Rahmenpläne
- Wie soll ein Modell eingesetzt werden?
- Sicht der Schüler: Umfrage „Was ist ein Modell“?**
- Modellierung in der chemischen Kinetik
- Auswertung unserer Unterrichtseinheit

SICHT DER SCHÜLER: UMFRAGE „WAS IST EIN MODELL“?

- 3 Schülergruppen (11. und 12. Klasse), 37 Schüler
- Für die befragten Schüler ist ein Modell...



- Vereinfachte schematische Darstellung
- Hilfsmittel Erklärung/Verständnis
- Gedankengang
- Veranschaulichung (einer Struktur, einer Reaktion)
- 3D Darstellung
- Unangepasste Antwort

SICHT DER SCHÜLER: UMFRAGE „WAS IST EIN MODELL“?

Beispiele von Modellen, die die SuS im Chemieunterricht kennengelernt haben und erwähnen:

Am häufigsten erwähnt:	Auch angegeben:
Die Atommodelle Räumliche Molekülmodelle (Kalottenmodell)	Die chemische Gleichung Modellierung des Lösungsmechanismus eines Salzes Elektronenpaarabstoßungsmodell Lewismodell der Moleküle Darstellung einer Kraft durch einen Vektor

ÜBERSICHT

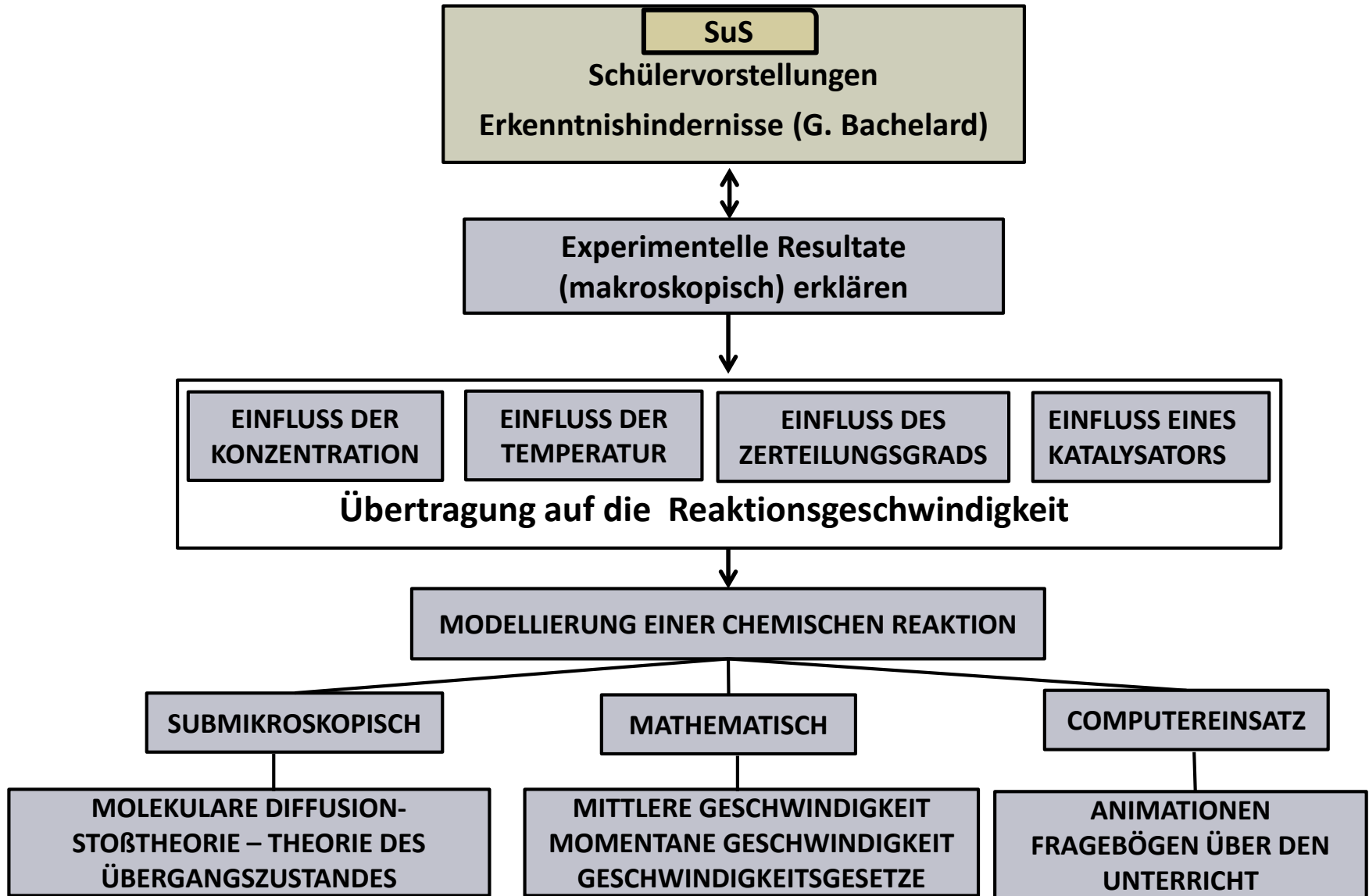
- Welche Rolle spielen die Modelle in den Naturwissenschaften?
- Angaben der Rahmenpläne
- Wie soll ein Modell eingesetzt werden?
- Sicht der Schüler: Umfrage „Was ist ein Modell“?
- Modellierung in der chemischen Kinetik (11. & 12. Klasse)**
- Auswertung unserer Unterrichtseinheit

MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Ziele der Unterrichtssequenz:

- Schülervorstellungen (Fehlvorstellungen) identifizieren
- Zielorientiertes Experimentieren \Rightarrow Selbstständige Konstruktion des Wissens und Verstehens
- Begleitung der SuS in ihrer Modellierungsaufgabe
 - der beobachteten Erscheinungen bei den Experimenten
 - oder von gegebenen experimentellen Aufzeichnungen
- Förderung ihrer Geschicktheit,
 - Modelle zu entwickeln
 - sich mit diesen Modellen kritisch auseinanderzusetzen.

MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

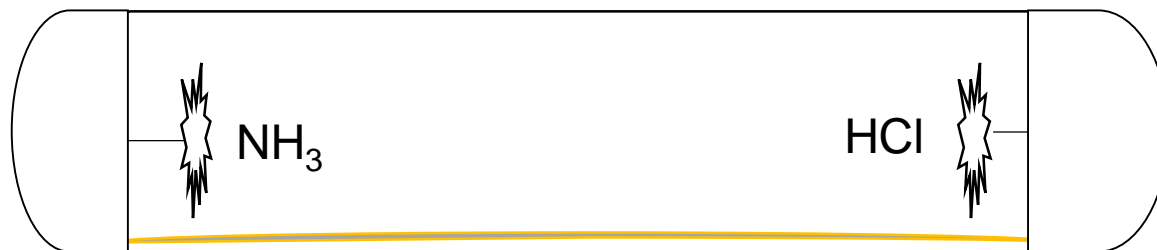


MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Einführungsexperiment 1

Ziel dieses Experiments: Die makroskopische Beobachtung der Diffusion der Gase und ihrer darauffolgenden Reaktion soll zum Verständnis folgender Prozesse und Begriffe beitragen:

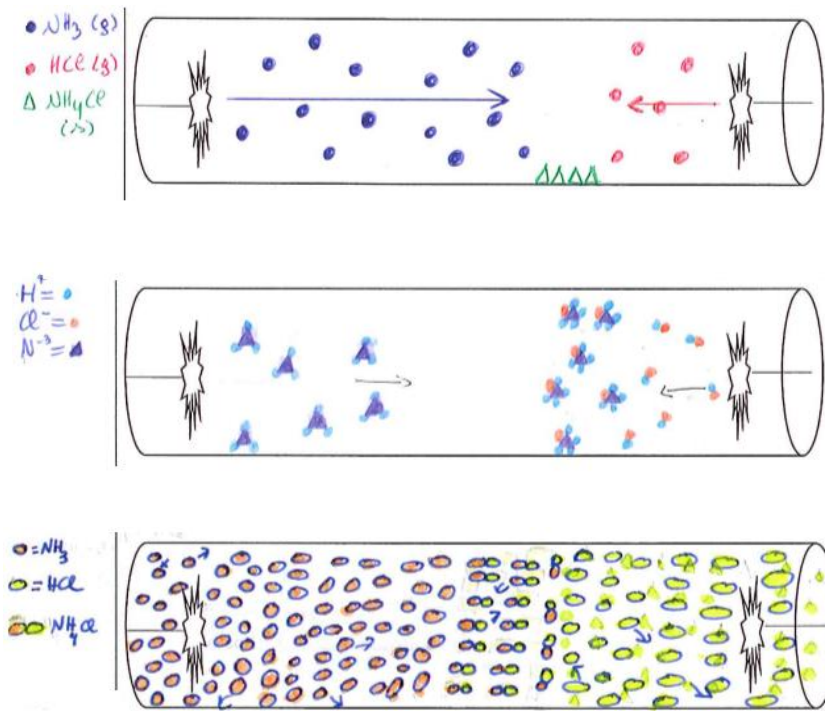
- **Molekulare Bewegungen**
- **Molekulare Stöße**
- **Thermische Energie**



In der Gasphase

MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Einige Vorschläge unserer SuS:



In der Gasphase

Annehmbar : **18%**

Teilweise annehmbar: **41%**

Unannehmbar: **41%**

Bewertung dieser Modellierungen:

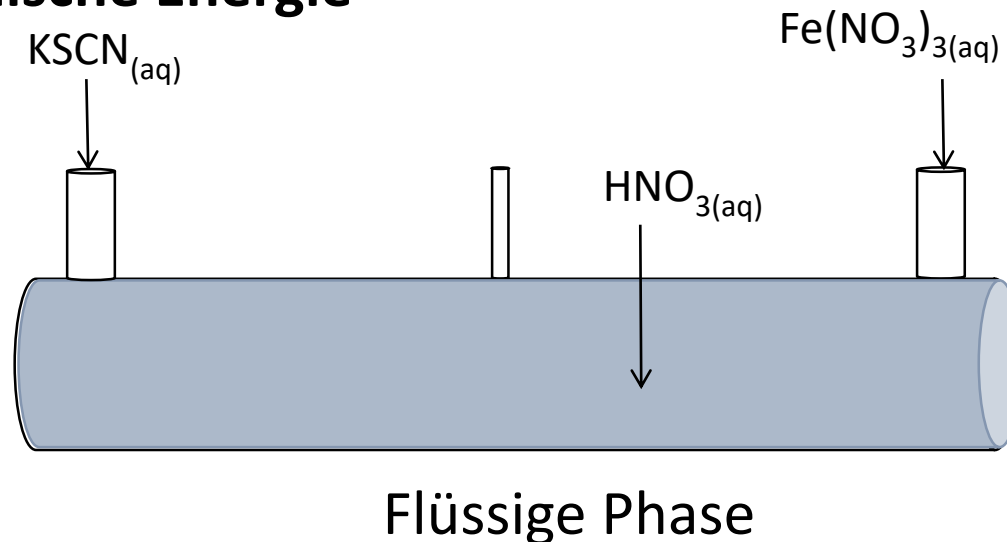
- Unterschiedliche Symbole für die verschiedenen Moleküle
- Darstellung der verschiedenen Diffusionsgeschwindigkeiten
- Korrekte Angabe für die Bildung des Reaktionsproduktes
- Voneinander entfernte Symbole für die Darstellung der beiden Gase

MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Einführungsexperiment 2 (bei 20 °C und 60 °C)

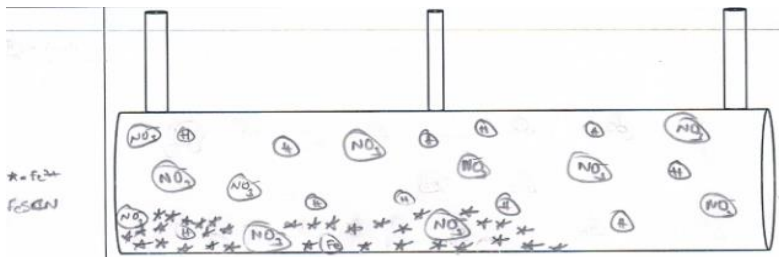
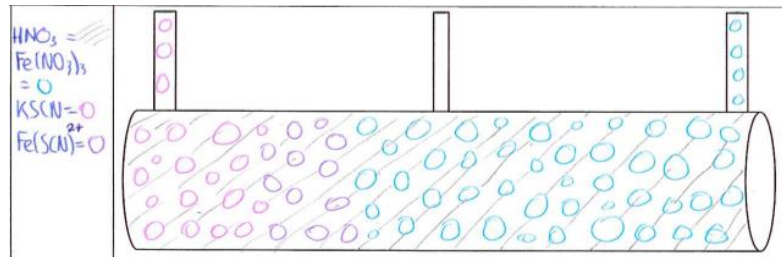
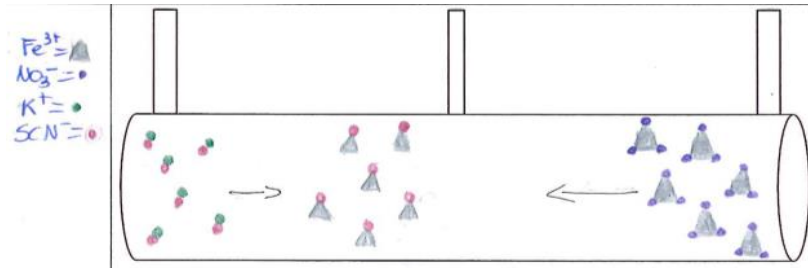
Ziel dieses Experiments: Die makroskopische Beobachtung des entstandenen Reaktionsproduktes soll zum Verständnis folgender Prozesse und Begriffe beitragen:

- **Bewegung der gelösten Teilchen**
- **Stöße zwischen diesen Teilchen**
- **Thermische Energie**



MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Einige Vorschläge unserer SuS



Flüssige Phase

Bewertung dieser Modellierungen:

- Unterschiedliche Symbole für die verschiedenen Ionen
- Darstellung der verschiedenen Diffusionsgeschwindigkeiten
- Korrekte Angabe für die Bildung des Reaktionsproduktes
- Gleiche Konzentrationen der Reaktanten für beide Experimente
- Darstellung der verschiedenen Temperaturen

Annehmbar: **19%** Teilweise annehmbar: **27%** Unannehmbar: **51%**

MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Online : Animations und Fragebögen

The image shows a Google Drive interface with a folder named "Chemische Kinetik". The folder contains six documents, each with a preview image showing a slide from a presentation. The documents are:

- Modellierung des... (Einfluss der Konzentration)
- Kollisionstheorie (Die Stoßtheorie oder Kollisionstheorie der Übergangszustand)
- Experimentelle Ei... (Experimentelle Einführung)
- Einfluss der Tem... (Einfluss der Temperatur)
- Die durchschnittli... (Durchschnittliche Reaktionsgeschwindigkeit und momentane Reaktionsgeschwindigkeit)
- Auswirkungen de... (Auswirkungen der Technologie auf das Lernen der Chemie)

The interface also shows a search bar, a "NOUVEAU" button, and a sidebar with navigation options like "Mon Drive", "Partagés avec moi", "Récents", "Google Photos", "Suivis", "Corbeille", and "Sauvegardes".

MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Online: Weitere Animation zum Thema Diffusion und Fragen

Experimentelle Einführung

*Obligatoire

Vorname, Name und Klasse *

Votre réponse

Klicken Sie auf das Bild unten, um das Video zu sehen und dann die folgenden Fragen zu beantworten.



Frage 1: Die molekularen Bewegungen in der Gasphase oder in der wässrigen Lösung erklären das Diffusionsphänomen. *

- richtig
- falsch
- ich weiß nicht

Frage 2: Ein Student versprüht Parfüm im hinteren Bereich einer Klasse. Dieser Geruch wird durch den Lehrer wahrgenommen werden *

- schnell, vor allem wenn es in dem Raum kalt ist
- schnell, wenn der Raum überhitzt ist.
- in den beiden Fällen (kalt oder überhitzter Raum) ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Geruchsmoleküle gleich.

Frage 3: Zwei Stoffe im gasförmigen Zustand (HCl und NH_3) werden an den beiden Seiten eines Rohres, das anschließend verschlossen wird, eingeführt. Diese Stoffe *

- werden sofort reagieren
- werden dank der Diffusion der Moleküle und der daraus folgenden Stöße zwischen ihnen reagieren.
- werden nicht reagieren können.

Teilnahme: **97%**

Bewertung: **77%**

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe4fOuupXzLvpziGaagVa9VgJQW4HM-UfaElqmGinO0fo5nzg/viewform>

MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Online: Mathematische Modellierung

Durchschnittliche Reaktionsgeschwindigkeit und momentane Reaktionsgeschwindigkeit

*Obligatoire

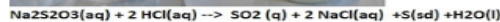
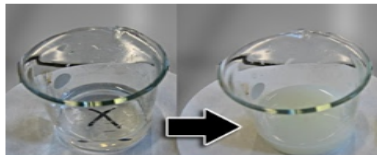
Vorname, Name und Klasse *

Votre réponse

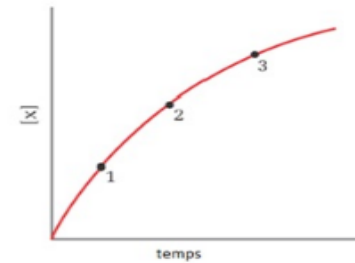
Kinetik einer chemischen Reaktion

Betrachten wir eine chemische Reaktion für die, die Veränderung der Stoffmengenkonzentration eines Reaktanten oder eines Produkts mit der Zeit untersucht wird. Als Beispiel könnten wir die chemische Reaktion vorschlagen, die in dem ersten Fragebogen modelliert wurde. Dies ist die Ionenzersetzungsreaktion der Thiosulfat (S₂O₃)²⁻ Ionen im sauren Milieu (Reaktionsprodukte : gelöste Sulfid-Ionen (SO₃)²⁻ und kolloidaler Schwefel S).

Wenn eine bestimmte Stoffmenge Schwefel S entstanden ist, kann man das Kreuz, das auf dem Papier unter dem Becherglas gezeichnet wurde, nicht mehr erkennen. Die Zeit für die Bildung dieser bestimmten Stoffmenge wird gemessen.

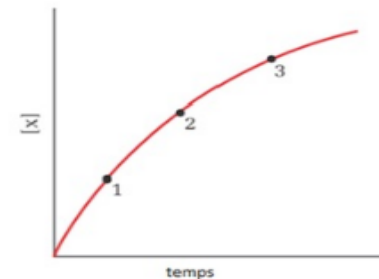


Frage 1: In der folgenden Abbildung ist auf der graphischen Darstellung die Konzentration einer Substanz X, durch [X] dargestellt, gegen die Zeit aufgetragen. *



- X ist ein Reaktant für die gegebene Reaktion.
- X ist ein Produkt für die gegebene Reaktion.
- X ist die Geschwindigkeit der Reaktion .

Frage 2: In der gleichen graphischen Darstellung ist die durchschnittliche Geschwindigkeit zwischen den Zeiten 1 und 2 im Vergleich zu derjenigen zwischen den Zeiten 2 und 3: *



Teilnahme: 100%
Bewertung: 58%

MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Recherche : Internet und Mediothek der Schule

- 1) *Weshalb beobachten die Kunsthistoriker besonders in den letzten Jahren eine wesentlich stärkere Beschädigung der Marmorstatuen oder der Kalksteinverzierungen der Gebäude in den Großstädten?*
- 2) *Weshalb hat sich das Ozonloch über der Antarktis besonders während der 1980er Jahre bis Anfang der 1990er schnell ausgedehnt?*
- 3) *Welche Rolle spielt der Abgaskatalysator eines PKWs? Wie funktioniert dieser?*
- 4) *Was ist ein Enzym? Welche Rolle spielt es?*
- 5) *Weshalb kann man ein Stück Schweinefleisch (rohes Fleisch, Masse =500 g) im Kühlschrank länger aufbewahren, als die gleiche Masse (500 g) des gleichen Schweinefleisches, aber in gehacktem Zustand.*

Ziel: Faktoren identifizieren, die die Reaktionsgeschwindigkeit beeinflussen.

MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Faktoren, die aus der Recherche identifiziert wurden, durch gezielte Experimente prüfen und bestätigen :

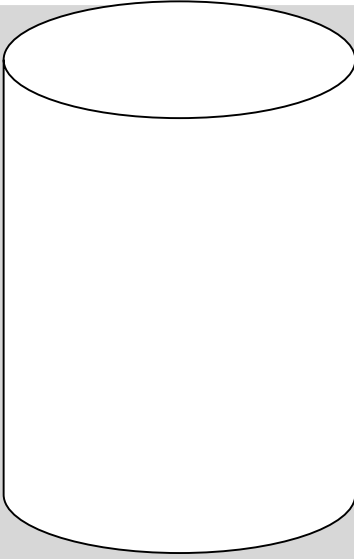
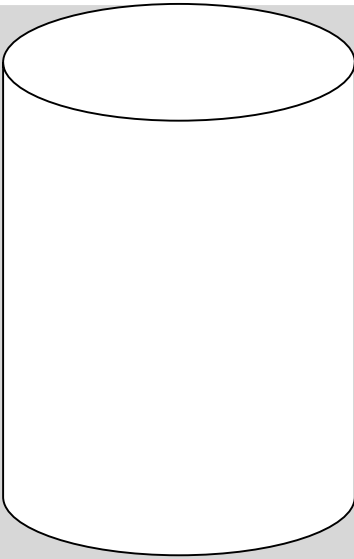
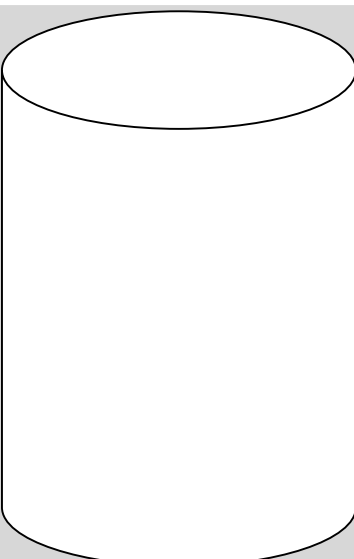
Jeweils **eine Variable** pro Experiment:

- $\text{Mg} + \text{HCl(aq)}$ (C mol/L) mit C = 0,1, 1,0 und 3,0 M bei Raumtemperatur
- $\text{Mg} + \text{HCl(aq)}$ (1 mol/L) mit (HCl(aq)) bei 25°C, 40°C et 60°C
- Mg Band oder Mg Pulver + HCl(aq) (1 mol/L)
- $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ + Katalysator (Fe^{3+} , Platin oder Mangandioxid, Hefe)

MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Der Einfluss der Stoffmengenkonzentration soll modelliert werden:













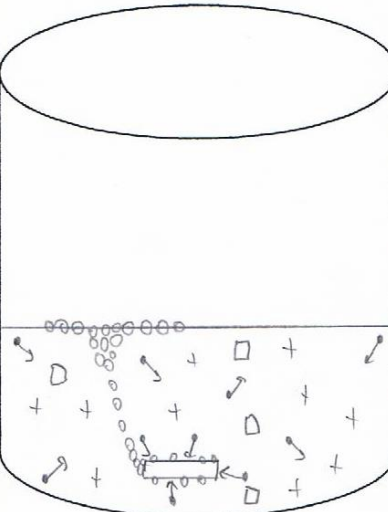
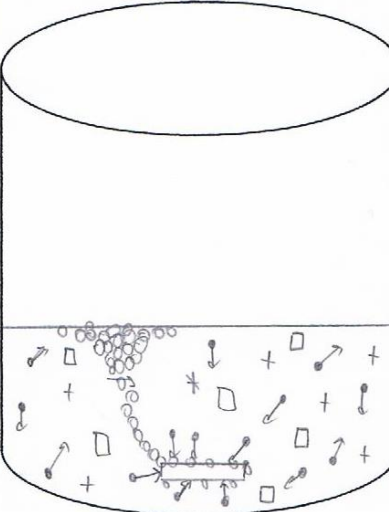
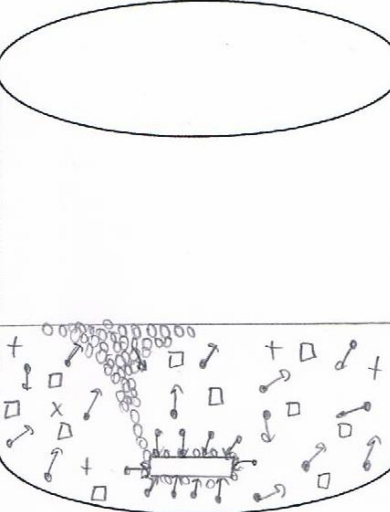
Mg + HCl(aq) (C mol/L) mit C = 0,1, 1,0 und 3,0 M

Symbole			
Modellierung			

MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Modellierung des Einflusses der Stoffmengenkonzentration

Mg + HCl(aq) (C mol/L) mit C = 0,1, 1,0 und 3,0 M

Symbole	<p>  Magnesiumstück (1,5mm)  Bläschen + H₂O  Cl⁻-Teilchen  H⁺-Teilchen → Bewegungsrichtung </p>	<p>  Magnesiumstück (1,5mm)  Bläschen + H₂O  Cl⁻-Teilchen  H⁺-Teilchen → Bewegungsrichtung </p>	<p>  Magnesiumstück (1,5mm)  Bläschen + H₂O  Cl⁻-Teilchen  H⁺-Teilchen → Bewegungsrichtung </p>
Modell	 <p>$c(\text{HCl}) = 0,5 \text{ mol/L}$</p>	 <p>$c(\text{HCl}) = 1 \text{ mol/L}$</p>	 <p>$c(\text{HCl}) = 3 \text{ mol/L}$</p>

MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Online: Animation und Fragen zum Einfluss der Stoffmengenkonzentration



Frage 1: Vergleicht die Stoffmengenkonzentrationen von A und B im zweiten und im dritten Fall. *

- [A] > [B]
- [A] = [B]
- [A] < [B]

Frage 2: Die benötigte Zeit für die Entstehung des Reaktionsprodukts in den drei Fällen ($n_A = n_B$, $n_B = 2 \cdot n_A$ und $n_B = 3 \cdot n_A$) *

- ist jeweils kleiner
- ist die gleiche
- ist erhöht

Frage 3: Bei einer erhöhten Stoffmengenkonzentration eines Reaktanten ist die Anzahl der Kollisionen: *

- Niedrig
- Gleich
- Hoch

Teilnahme: 81%

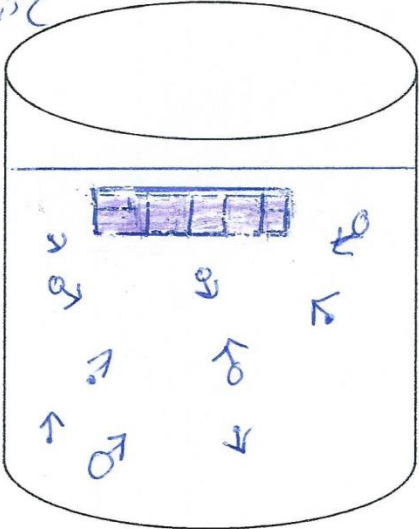
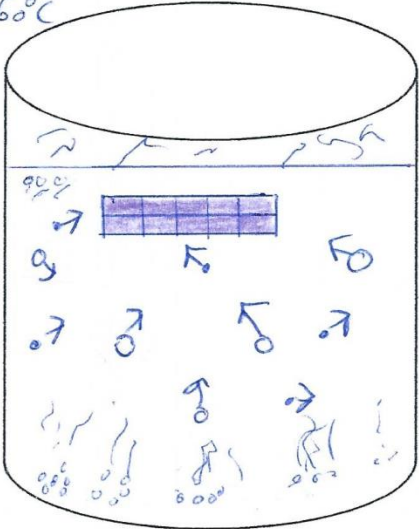
Bewertung: 89%

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScjUY66T526AWdZX9tq12u70FZF6L_TpNbYvNY7H8xO1uST1w/viewform

MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

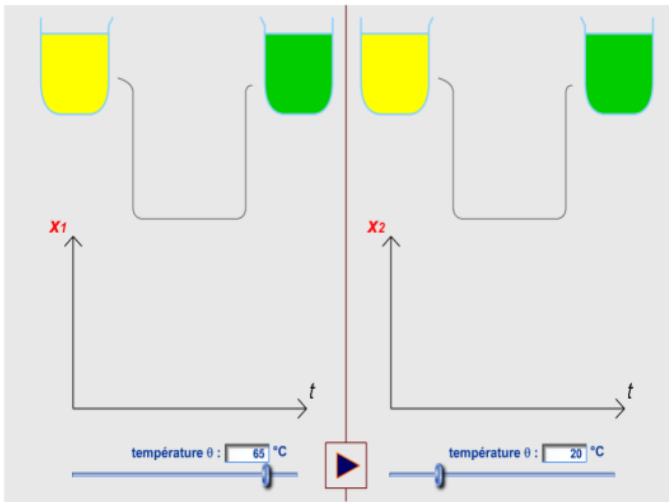
Modellierung des Einflusses der Temperatur

Mg + HCl(aq) (1 mol/L) bei 22°C und 60°C

Symbole	<ul style="list-style-type: none">▬ Mg-Atome• H⁺-Ionen○ Cl⁻-Ionen	<ul style="list-style-type: none">▬ Mg-Atome• H⁺-Ionen○ Cl⁻-Ionen/// entsteht bei 60°C
Modellierung	20°C 	60°C 

MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Online: Animation und Fragen zum Einfluss der Temperatur



Teilnahme: **86%**
Bewertung: **71%**

Frage 1: Diese Animation zeigt, dass: *

- für eine niedrige Temperatur, die Veränderung der Stoffmengenkonzentration des Produkts für ein bestimmtes Zeitintervall groß ist.
- für eine niedrige Temperatur, die Reaktanten schnell reagieren.
- für eine hohe Temperatur, das Reaktionsprodukt mit großer Geschwindigkeit entsteht.

Frage 2: Welchen Einfluss hat ein Temperaturunterschied auf molekularer Ebene? *

- Es gibt keinen Einfluss.
- Die kinetische Energie der Reaktanten nimmt zu
- Die Geschwindigkeit, mit der sich die Reaktanten bewegen nimmt ab.

Frage 3: Der Inhalt der Animation ist: *

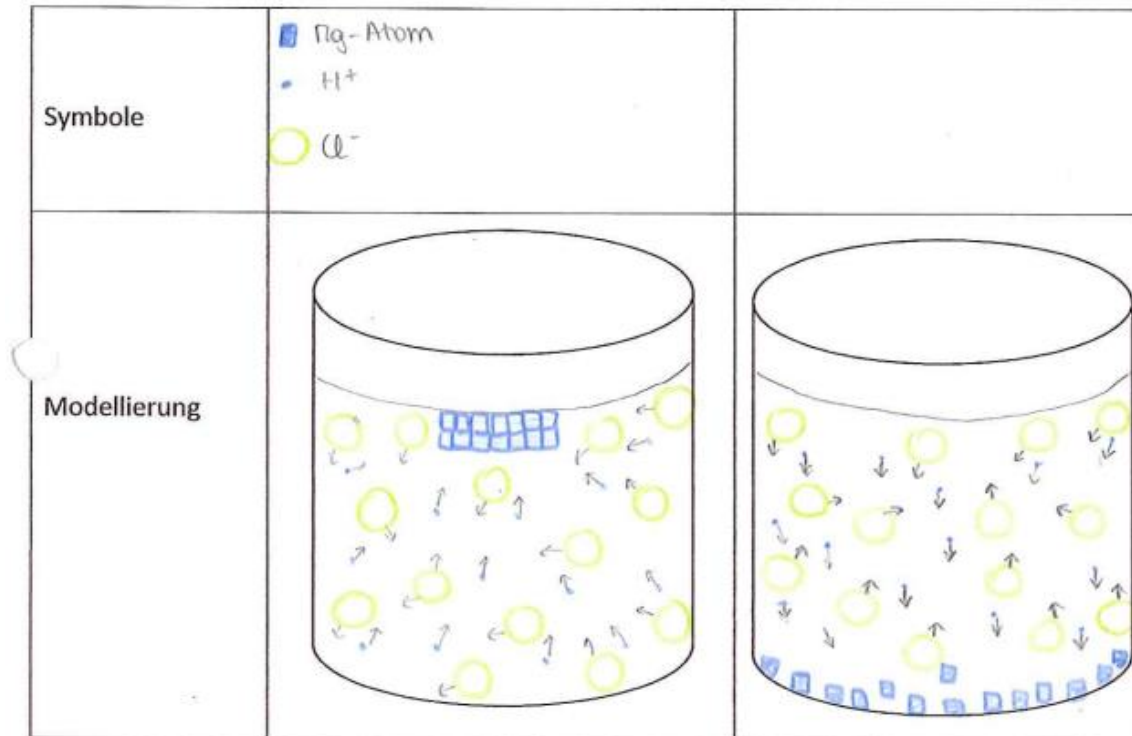
- Unverständlich.
- Sehr nützlich.
- Nicht wesentlich, um den Einfluss der Temperatur auf die Geschwindigkeit der Reaktion zu verstehen.

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdmK2a12Vwr7ObyPDNpzeVKVaLRnaFg8dZgo2mSqCt1Jk8i7w/viewform>

MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Modellierung des Einflusses des Zerteilungsgrades

Mg Band oder Mg Pulver + HCl(aq) (1 mol/L)

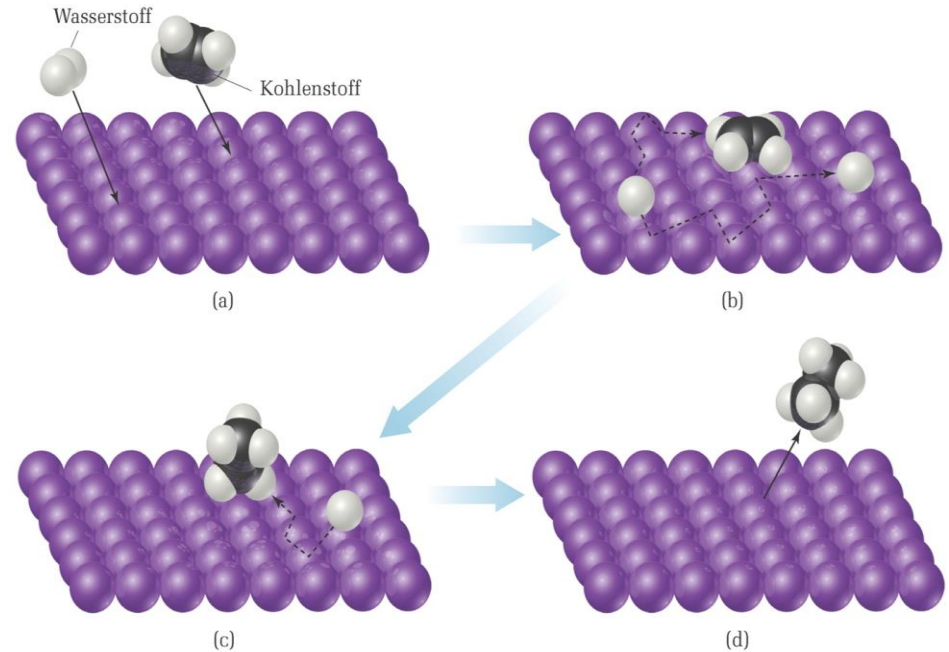
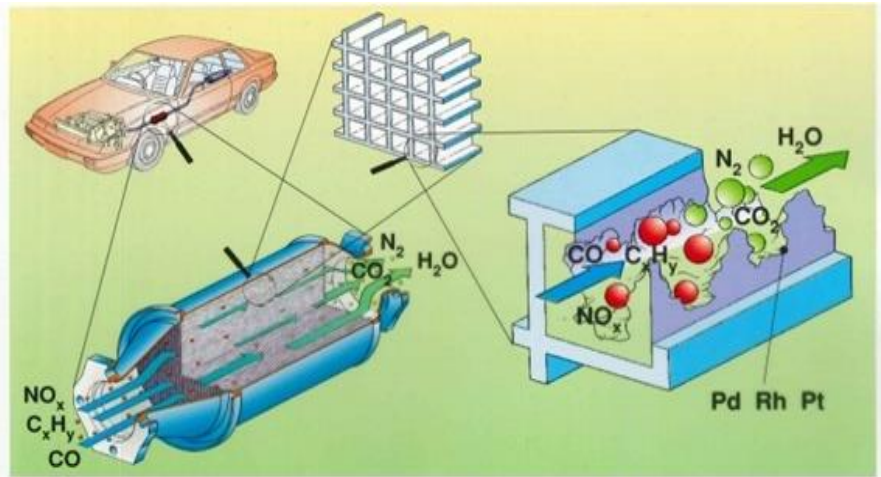


und

Mathematische Modellierung: Berechnung der Fläche eines Würfels bzw. der gesamten Anzahl Würfel, wenn die Seitenlänge ständig halbiert wird.

MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Folgende Modellierungen des Einflusses eines heterogenen Katalysators sollen erläutert werden.

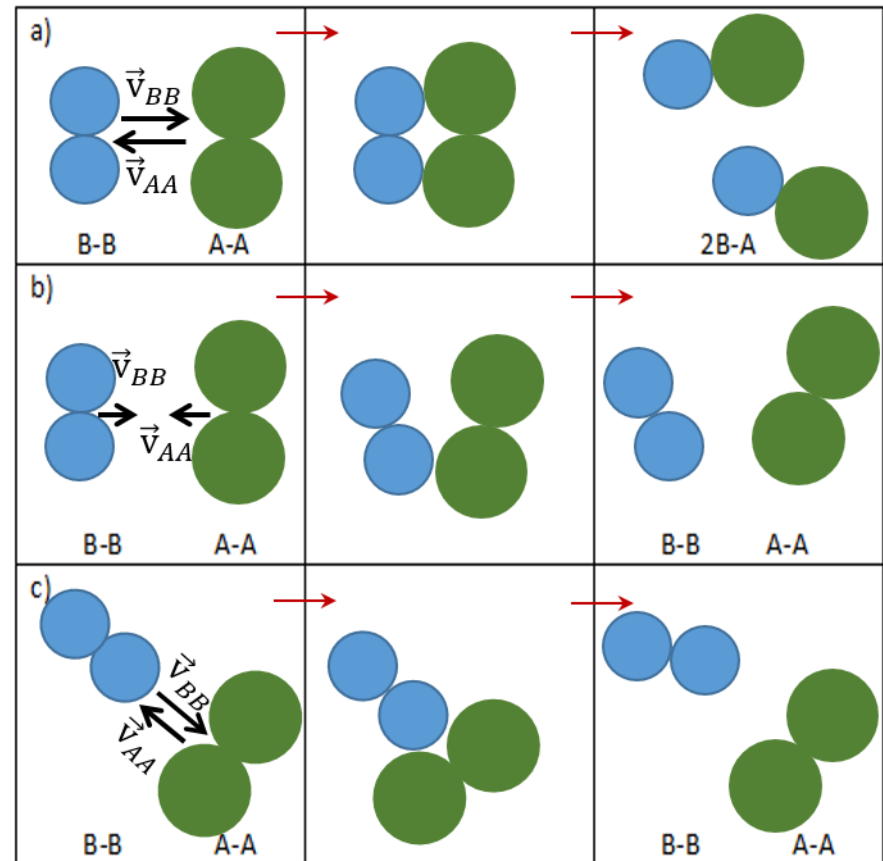
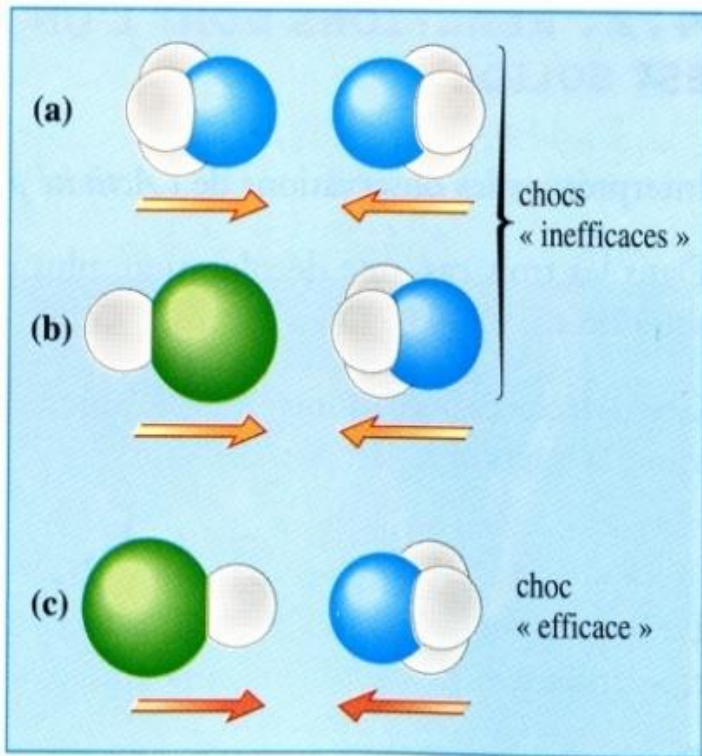


T.L.Brown, H.E.LeMay, B.E.Bursten, *Chemie, Die zentrale Wissenschaft*, Pearson Studium, Prentice Hall (2007)

MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Die Stoßtheorie

Unter welchen Bedingungen sind die Stöße zwischen zwei Reaktanten erfolgreich bzw. wirksam?



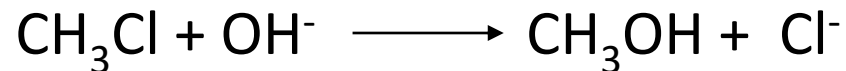
A.Durupthy et al., *Chimie TermS, Hachette Education* (2002)

MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Übergangszustand und Aktivierungsenergie

Was geschieht auf der Teilchenebene, wenn die Reaktanten zusammenstoßen?

Nukleophile Substitution eines Halogenalkans:



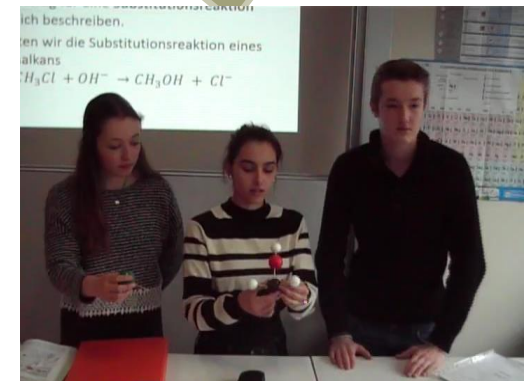
Der Reaktionsmechanismus verläuft in einem einzigen Schritt und beide Moleküle sind gleichzeitig beteiligt.

Der Übergangszustand soll anhand der Styroporkugeln (Gruppe von 2 Schülern/Schülerinnen) modelliert werden.

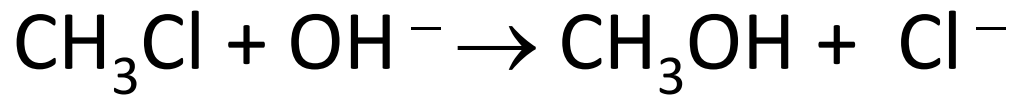
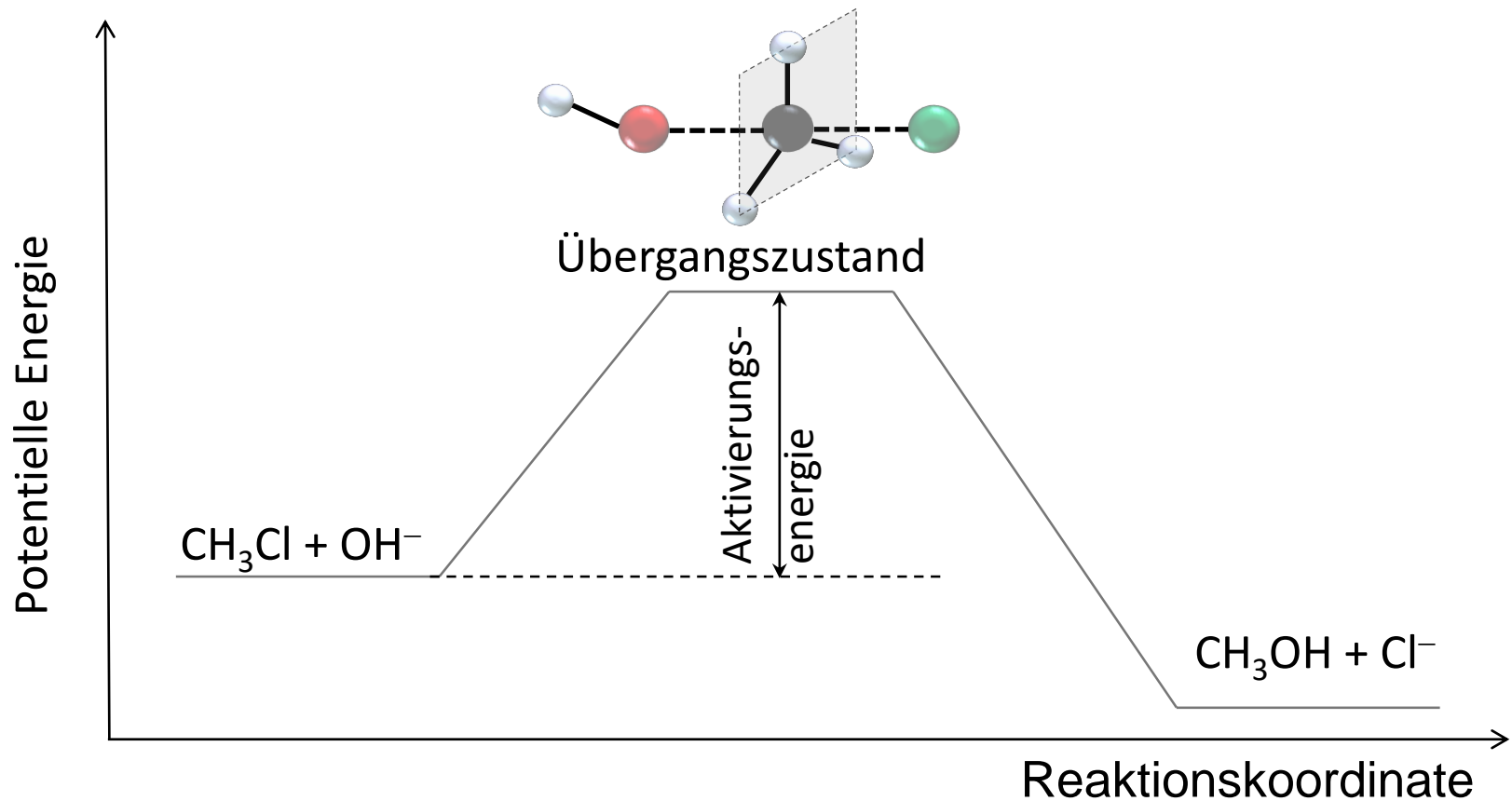


MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Übergangszustand



MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK



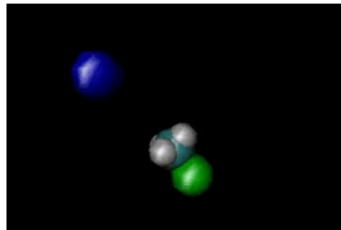
MODELLIERUNG DER CHEMISCHEN KINETIK

Online : Animation und Fragebogen

Animation

Klickt auf den Link unten, um die digitale Animation der Bildung des Übergangszustands für die Reaktion $\text{CH}_3\text{I} + \text{Cl}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{I}^-$ zu starten. Beantwortet anschließend die folgenden Fragen:

<http://hase-group.ttu.edu/group/animations/html/anilinktype2.html>



Frage 1: Alle Kollisionen *

- führen zur Bildung des/der Reaktionsprodukts(e).
- haben als Folge das Brechen einer Bindung und die Umgruppierung der Atome.
- die wirksam sind, spielen eine wichtige Rolle in der chemischen Kinetik.

Teilnahme: **86%**

Bewertung: **56%**

Frage 2: Die Wirksamkeit einer Kollision wird bestimmt durch: *

- die Orientierung der Reaktanten.
- die Kollisionsenergie.
- die Energie, mit der sie stattfindet und die Orientierung der Ausgangsstoffe.

Frage 3: Der Übergangszustand ist: *

- ein instabiler Zustand, der rasch in eine stabilere Gruppierung der Atome übergeht.
- in einer chemischen Reaktion nie vorhanden.
- der stabilste Zustand entlang der Reaktionskoordinate.

Frage 4: In einer chemischen Reaktion. *

- ist die potentielle Energie der Reaktanten immer größer als die potentielle Energie der Produkte.
- ist es unmöglich die Aktivierungsschwelle zu überwinden.
- wird die kinetische Energie der Reaktanten in potentielle Energie umgewandelt, um die Aktivierungsenergie aufzubringen, die es ermöglicht den "Berg" zu überwinden.

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdDdFKHfcB2wYylu0G15sX3co m2b8LKdLa9FVjpl0_m0dCjVA/viewform

ÜBERSICHT

- Welche Rolle spielen die Modelle in den Naturwissenschaften?
- Angaben der Rahmenpläne
- Wie soll ein Modell eingesetzt werden?
- Sicht der Schüler: Umfrage „Was ist ein Modell“?
- Modellierung in der chemischen Kinetik
- Auswertung unserer Unterrichtseinheit**

AUSWERTUNG UNSERER UNTERRICHTSEINHEIT

Lehrer: Bessere Kenntnisse über die Vorstellungen (Fehlvorstellungen) der Schüler

Schüler:

- Abwechslungsreiche Unterrichtssequenz
- Genaue Beobachtungen der Experimente und ihre Erklärung anhand der Modellierung \Rightarrow gründliches Verständnis der submikroskopischen Ebene
- Förderung der Kreativität \Rightarrow Fähigkeit, Modelle selbst zu entwickeln
- Kritische Gegenüberstellung der Entwürfe der verschiedenen Gruppen \Rightarrow Kommunikation
- Selbständiges Wiederholen durch Online- Animationen und Fragebögen

AUSWERTUNG UNSERER UNTERRICHTSEINHEIT

Einige Antworten unserer SuS zur Frage: „Erklärt inwiefern die Online-Aktivitäten Euch für das Verständnis des Kapitels "Chemische Kinetik" behilflich waren.“

Tobias: „ *Diese unbewerteten Online-Tests geben den schon im Unterricht gesehenen Stoff gut wieder und ergänzen ihn mit Animationen. Vor allem die Animationen und Darstellungen erklären das Thema mal auf eine andere Weise und führen zu einem besseren Verständnis.*“

Sven: „ *Es war hilfreich, damit man schauen konnte ob man die jeweiligen Teile des Kapitels und am Ende das gesamte Kapitel chemische Kinetik verstanden hatte oder eben nicht.*“

Sabrina: „ *Man konnte so die im Unterricht gesehenen Inhalte nochmal wiederholen.*“

AUSWERTUNG UNSERER UNTERRICHTSEINHEIT

Einige Antworten unserer SuS zur Frage: „Erklärt kurz inwiefern das Modellieren Euer Verständnis des Kapitels "Chemische Kinetik" erleichtert hat.“

Tobias: *„Modellierungen haben das Verständnis des Kapitels verbessert, jedoch habe ich manchmal Probleme selbst einen Vorgang zu modellieren.“*

Sven: *„Man konnte es sich anhand der Modellierung, wie in der Klasse, besser vorstellen, was da genau passiert und was passieren sollte.“*

Tatjana: *„Man konnte sich die Vorgänge der Reaktionen besser vorstellen und damit auch besser verstehen wie sie abläuft (z.B bei den Modellierungen des Übergangszustandes).“*