

## Protokoll LeChatelier

Auftrag: Erarbeiten Sie sich mit Hilfe der Experimente die wesentlichen Aussagen zu den Prinzipien von Le Chatelier

Hypothese: Sinkt das Volumen, bei Zunahme des Druckes und bei Abnahme des Druckes kommt es zu einer Volumenvergrößerung? Bei der Hinreaktion die exotherm verläuft, könnte man entweder die Hinreaktion kühlen und ihr so Energie (wärme) entziehen oder man führt der Rückreaktion Energie (wärme) hinzu.

### Materialliste:

#### Experiment1

Geräte	Chemikalien	GHS-Symbole
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 2Reagenzgläser</li><li>➤ 2Bechergläser</li><li>➤ Heizplatte</li></ul>	Speisestärke 1g Wasser 200ml Iodtinktur	

#### Experiment 2

Geräte	Chemikalien	GHS-Symbole
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Spritze</li><li>➤ Wasserflasche</li></ul>	Universallösung Kohlenstoffdioxid Wasser 10ml	

#### Experiment 3

Geräte	Chemikalien	GHS-Symbole
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 3Bechergläser oder Reagenzgläser</li><li>➤ Spatel</li><li>➤ Falls nötig, Reagenzglasständer</li></ul>	Eisen(III) chlorid 0,27g Kaliumthiocyanat 0,29 Wasser 300ml	

### Durchführung:

#### Experiment 1 (Verschiebung mit Hilfe der Temperatur)

Stelle eine Stärkelösung her, indem du lösliche Stärke in Wasser aufkochst ( $w = 1\%$ ). Lasse abkühlen. Statt dieser Lösung kannst du auch Kartoffelkochwasser nehmen, das du allerdings 1:10 verdünnen musst. Fülle ein Reagenzglas halbvoll mit Stärkelösung. Gib dann Iodtinktur hinzu und vermische jedes Mal gut. Du wirst feststellen, dass die Farbe anfänglich wieder verschwindet. Das liegt daran, dass sich die Iodmoleküle auf alle Stärkemoleküle gleichmäßig verteilen, ohne die farbgebenden Ketten aufzubauen. Gib deshalb langsam so viel Lugol-Lösung zu, bis die blaue Farbe auch nach 1-2 min noch stabil bleibt. Parallel dazu bereitest du ein Glas mit heißem Wasser vor. In dieses stellst du dann das Gläschen mit der blauen Mischung. Beobachte. Lasse nun das Reagenzglas abkühlen, indem du es in kaltes Wasser stellst.

## Experiment 2 (Verschiebung mit Hilfe des Drucks)

Zunächst präpariert man eine Spritze mit einem Loch im Stempel. Dazu zieht man den Stempel maximal heraus und durchbohrt ihn mit einem erhitzten Nagel. Mit dem Nagel kann man den Stempel später bei Unterdruck fixieren. Dann zieht man in diese Spritze 10mL Wasser mit wenig Indikator und sprudelt Kohlenstoffdioxid durch das Wasser, bis die Farbe eben nach gelb umschlägt (ca. 5mL). Überschüssiges Kohlenstoffdioxid wird verworfen (vorsichtig aus Spritze drücken) und die Flüssigkeit auf zwei Spritzen verteilt und diese verschlossen. Die zweite Spritze dient später dem Farbvergleich. Der Stempel der präparierten Spritze wird maximal herausgezogen und fixiert. Die Lösung wird geschüttelt. Beobachten.

## Experiment 3 (Verschiebung der Konzentrationsänderung)

0,27 g Eisen(III)chlorid und 0,29 g Kaliumthiocyanat werden abgewogen und in je 300 mL Wasser gelöst. In die drei Bechergläser werden jeweils gleiche Mengen der beiden Lösungen gegeben. In das eine Becherglas wird anschließend festes Eisen(III)chlorid, in ein anderes festes Kaliumthiocyanat gegeben. Das dritte Becherglas dient als Vergleichslösung.

### Beobachtungen:

#### Experiment 1:

Die Lösung in dem Reagenzglas mit warmem Wasser ist heller geworden und die Lösung in dem im kalten Wasser gestellte Reagenzglas färbte sich dunkler.

#### Experiment 2:

Der Indikator färbt sich bei höherem Druck Gelb/ leicht Orange (PH-Wert sauer)

#### Experiment 3:

### Auswertung:

Bei den Experimenten von LeChatelie, ging es um die Veränderung des chemischen Gleichgewichts durch verschiedene Faktoren. Dabei wird das Gleichgewicht zwischen den Produkten und Edukten verändert, sodass sie nicht mehr in Gleichgewicht liegen. Bei den 3 Experimenten haben wir Gleichgewichtsverschiebungen vorgenommen, in dem wir die Reaktionen verändert haben, indem wir jeweils einen der folgenden Faktoren geändert haben: Temperatur, Druck und Konzentration. Bei dem Prinzip von LeChatelie oder auch vom kleinsten Zwang, geht es darum, dass durch eine äußere Einwirkung auf ein chemisches System, welches sich zuerst im Gleichgewicht befindet und sich dann durch die äußeren Einwirkungen das Gleichgewicht verschiebt. Die Eigenschaften eines Gleichgewichtes, sind das es dynamisch ist, also die Reaktion in beide Richtungen abläuft und es keine Konzentrationsänderungen im Gleichgewicht gibt, die zweite Eigenschaft ist das die Reaktionsgeschwindigkeit von der Hin- sowie Rückreaktion gleich schnell ablaufen. Das Gleichgewicht kann groß sein ( $k \gg 1$ ), es liegt also eine hohe Konzentration an Produkten vor (das Gleichgewicht liegt auf der Seite der Produkte) oder die Gleichgewichtskonstante ist sehr klein ( $k \ll 1$ ), das heißt dass es

eine hohe Konzentration von Edukten gibt (das Gleichgewicht liegt auf der Seite der Edukte) Bei dem ersten Experiment ging es um die Veränderung der Temperatur. Dabei hat man Speisestärke und Iodtinktur in ein Reagenzglas gekippt. Dabei handelt es sich um eine exotherme Reaktion bei der Stärke nachgewiesen wird, dies geschieht indem sich Iodtinktur Blau färbt. Nachdem das Reagenzglas in das Becherglas mit kaltem Wasser gegeben wurde, führte dies dazu das sich die Lösung dunkel blau färbte, dies geschah, weil die Hinreaktion von Speisestärke und Iodtinktur exotherm ist und deshalb wird die exotherme bevorzugt wird, weil sie ihre Wärme abgeben kann, dadurch kommt es zu einer Zunahme der Edukte (Gleichgewicht auf der Seite der Edukte). Dies war die Hinreaktion, bei der Rückreaktion, bei der das Reagenzglas in das Becherglas mit warmem Wasser gestellt wurde, färbte sich die Lösung hellblau, weil die Verbindung zwischen den Stärke-Molekülen und den Iod-Molekülen getrennt wurde. Dabei wurde der Reaktion Energie zugeführt, dies dann je doch zugunsten der endothermen Reaktion. In beiden Fällen gilt das Prinzip des kleinsten Zwanges, das System weicht der Veränderung aus und versucht die Folgen der Störung zu verkleinern, das Gleichgewichtssystem, strebt nach dem Gleichgewicht, möchte also wieder ausgleichen.

Bei dem 2ten Experiment, ging es um die Veränderung des Drucks. Dabei wurde in eine Wasserflasche eine Spritze gesteckt, welche sich durch das Kohlenstoffdioxid, welches aus der Flasche entweicht, gefüllt. Durch diesen Druck, welcher sich als Folge aufbaut, steht weniger Volumen zur Verfügung. Wichtig ist zudem das dies nur in geschlossenen Systemen funktioniert, bei einem offenen System würde das Kohlenstoffdioxid dauerhaft entweichen und die Reaktion würde nur in eine Richtung ablaufen (zu den Produkten). Durch das weniger vorhandene Volumen, läuft die Reaktion in die Richtung ab in der die Teilchen also Produkte oder Edukte weniger Volumen einnehmen. Dieser Vorgang ist auf dem unteren Bild zu erkennen. (In diesem Fall nimmt das Produkt weniger Volumen ein)



Quelle: <https://studylfex.de/chemie/prinzip-vom-kleinsten-zwang-4675>

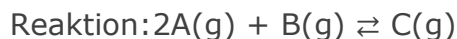
Bei diesem Beispiel wurde Stickstoff und Wasser, welche zu Ammoniak reagieren genommen. Zusehen ist das, durch die Druckerhöhung nun mehr Ammoniak erzeugt wird, welcher weniger Volumen einnimmt. Dies geschieht auch wieder nach dem Prinzip des kleinen Zwangs, die Reaktion welche weniger Volumen beansprucht wird stärker gefördert in diesem Fall ist das Produkt also Ammoniak bevorzugt. Zurück zu dem Experiment, nachdem sich die Spritze mit Kohlenstoffdioxid gefüllt hatte, färbte sich der Indikator bei größerem Druck Gelb. Als nächstes sorgten wir für ein Druckabfall, indem man das Kohlenstoffdioxid entweichen ließ. Dabei ist Wasser und Kohlenstoffdioxid das Edukt und Kohlensäure das Produkt. Bei einem Druckanstieg wird also die Herstellung von dem Edukt oder Produkt vermehrt, das weniger Volumen einnimmt, meist sind dies Gase, in diesem Fall ist das Kohlensäure. Zusätzlich kann es zu einer Druckerniedrigung kommen. Dadurch ist im System wiederum mehr Platz wodurch sich nun mehr Edukte bilden, in unserem Beispiel also Wasser und Kohlenstoffdioxid. Dies ist auch wieder mit einem Beispielbild dargestellt.



Zusehen ist Stickstoff und Wasser, welche die Produkte sind, Ammoniak ist das Edukt. Dadurch das nun mehr Volumen zur Verfügung steht und die Produkte mehr Volumen einnehmen als das Edukt (Ammoniak), werden diese vermehrt gebildet durch die Rückreaktion, das Gleichgewicht liegt also auf der Seite der Produkte. Dabei wird die Reaktion gefördert (hier Rückreaktion, bei dem Experiment auch Rückreaktion zu Produkten) welche volumenvergrößert wird, die Teilchen des Systems werden nichtmehr gezwungen sich zu dem Produkt das platzsparender ist zu reagieren. Bei unserem durchgeführten Experiment färbte sich der Indikator nach der Druckverniedrigung auf Orang (sauer/)

Bei dem letzten Experiment, geht es um die Veränderung der Konzentration, dabei reagieren Eisen(III)Chlorid mit Kaliumthiocyanat zu einer Lösung, diese färbt sich dann Blutrot, dies geschieht, weil es eine Wechselwirkung zwischen den Thiocyanat Liganden und dem Eisenion gibt. (Eisenkomplexbildner) Durch das reagieren von Eisen(III)Chlorid und Kaliumthiocyanat entsteht als Edukt, Eisenthio cyanat. Dieses Experiment zeigte die Hinreaktion, einmal mit Eisen(III)chlorid in einem Reagenzglas, in das später Kaliumthiocyanat gegeben wird und ein Reagenzglas mit Kaliumthiocyanat in welches später Eisen(III)chlorid gegeben wird. Die Beobachtungen zeigen, das sich die Lösung in welche nachträglich mehr Kaliumthiocyanat gegeben wurde, sich blutrot färbt und die Lösung in welche nachträglich mehr Eisen(III)chlorid gegeben wurde hat die Farbe Rot/ etwas helleres Rot. Wichtig ist bei diesem Experiment zu erwähnen das wir nur die Konzentrationserhöhung an den Edukten vornehmen und nicht zusätzlich eine Konzentrationsniedrigung an den Produkten. Durch diese Änderung der Konzentration werden die Hinreaktionen gestärkt, wodurch das Gleichgewicht auf die Seite der Edukte fällt. Weil das System versucht dies wieder auszugleichen produziert es dann mehr zu der Produktseite (strebt nach dem Gleichgewicht).

#### Hypothese



Ein hoher Druck würde dazu führen, dass die Hinreaktion vermehrt durchgeführt wird, dabei würde das Produkt C öfters produziert werden, weil es weniger Volumen benötigt. Entgegengesetzt würde bei einer Druckverringerung die Edukte, 2A und B öfters produziert werden (Reaktion läuft öfter ab), weil viel Volum zu Verfügung für die Teilchen.

Alle gasförmigen Stoffe haben bei gleichem Volumen, Druck und Temperatur auch die genau exakte Anzahl an Teilchen, diese sind bei einem Druck von 1013 hPa und der Temperatur von 0°C genau  $6,0022 \times 10^{23}$  Teilchen vorhanden. Diese Teilchen entsprechen einem Volumen von circa 22,4l ( $V_m = 22,41383 \frac{1}{\text{mol}}$ )



Bei der Gleichgewichtsreaktion, bei der die Hinreaktion exotherm verläuft, könnte man der exothermen Reaktion Wärme zu führen, dies würde dazu führen das das Gleichgewicht wieder gleichmäßig verteilt wäre, da die Reaktion ihre überschüssige Energie nicht abgeben könnte. Außerdem könnte man einen Katalysator benutzen, der die Aktivierungsenergie anhebt und so die Wirkung der exothermen Reaktion schwächt. (Ihre Energie nimmt)

#### Fehleranalyse:

Bei Experimenten kommt es oft zu Fehlern, egal ob bei Messungen oder bei der Verwendeten Menge an Stoffen. Bei diesem Experiment, beziehungsweise bei den späteren Recherchen kam es allerdings auch zu einigen Problemen. Vorab war das Beobachten des Experimentes (direktes Beispiel: 2tes Experiment) etwas schwer festzuhalten, jedoch habe ich durch das vergleichen der Beobachtungen mit einigen anderen Kursteilnehmern dieses Problem lösen können, davor hatte ich anhand einiger aus dem Internet gefundenen Messwerte bezüglich des Ph-Wertes von Kohlensäure und Kohlenstoffdioxid gesucht, dieser ist schließlich von entscheidender Bedeutung für die Erklärung bezüglich der Druckveränderung. Das genaue Problem ist, das ich keine genauen Werte für den PH-Wert von Kohlenstoffdioxid und Wasser gefunden habe, lediglich den PH-Wert von Kohlenstoffdioxid mit 5,6. Mir ging es darum genau sagen zu können, welche der Reaktion nun vermehrt abläuft bei erhöhtem Druck, die Edukte oder Produkte, wegen zu ungenauen Messwerten bezüglich des PH-Wertes der Stoffe war mir dies nicht möglich, bei erhöhtem Druck war der Indikator Gelb und bei verringertem Druck Orange. Orang ist noch ein weniger stärker sauer als Gelb (gehören beide zu schwach sauer). Schlussendlich habe ich mich mit einigen anderen Kursteilnehmern ausgetauscht und mich so dafür entschieden das es bei einem Druckanstieg zu einer erhöhten Produktion von Kohlensäure kommt.

#### Quellen:

Ph-Wert von Kohlensäure, von Gerolsteiner: <https://www.gerolsteiner.de/de/mineralwasser-verbraucherfragen/kohlensaeure-in-mineralwasser/kohlensaeure-hoehe-des-ph-werts/>