

Liebe Alle,

über eure Lösungen zum Prinzip von Le Chatelier habe ich mich gefreut. Es hapert an vielen Stellen jedoch noch an den konkreten Zusammenhängen, die zur Erklärung von Phänomenen wichtig sind. Das ist im Prinzip ein alter Hut, jedoch muss immer wieder darauf aufmerksam gemacht werden.

Ich nenne mal ein anschauliches Beispiel:

Die Frage „**Warum färbt sich das Gasgemisch bei Temperaturerhöhung braun?**“ kann auf ganz unterschiedliche Art beantwortet werden. Mögliche Antworten wären:

- 
- 1) *Das Gemisch färbt sich braun, weil sich mehr NO_2 , welches ein bräunliches Gas ist, bildet.*
 - 2) *Das Gemisch färbt sich braun, weil durch die Veränderung der Temperatur die endotherme Reaktion gefördert wird, bei der sich mehr NO_2 bildet.*
 - 3) *Das Gemisch färbt sich braun, weil durch die Veränderung der Temperatur die endotherme Reaktion gefördert wird, bei der sich mehr NO_2 bildet und Energie verbraucht wird, die dem System von außen hinzugefügt wird.*

Ihr merkt, dass sich hier der Umfang unterscheidet und somit auch die Tiefe der Antwort. Nur in der zweiten und dritten Antwort wird die Temperaturerhöhung **begründet**. Nur in der dritten Antwort wird das Prinzip von Le Chatelier, mit dem wir uns ja beschäftigt haben, angewendet!

Wichtig ist jedoch, dass alle Antworten eine Begründung angeben!

Hier mal ein paar ausgedachte Negativbeispiele:

- 
- 1) *Weil die Temperatur steigt.* (Dies ist nur ein Nebensatz und KEIN vollständiger Satz in der deutschen Sprache. Außerdem wird hier nichts begründet. Die Temperaturerhöhung steht bereits in der Frage)
 - 2) *NO_2 ist ein braunes Gas.* (Das stimmt, beantwortet aber die Frage nicht. Weder die Änderung äußerer Bedingungen noch das Prinzip von Le Chatelier werden hier angewendet.)
- 

Ich habe euch zur persönlichen Kontrolle Musterlösungen für die drei Aufgaben hochgeladen. Mir ist klar, dass eine Antwort, die ich formuliere, Unterschiede zu Antworten aufweist, die ihr formuliert. Der Punkt ist jedoch – und ich bitte euch, darauf zu achten – dass die Zusammenhänge bei mir ersichtlich werden (wenn...dann...).

Nun zum weiteren Vorgehen:

Als nächstes wollen wir uns mit den Fragen beschäftigen:

- 1) auf welcher Seite sich ein Gleichgewicht befindet,**
- 2) wie man Gleichgewichte überhaupt beschreiben kann und**
- 3) wie genau Gleichgewichte und Reaktionsgeschwindigkeiten erweitert zusammenhängen.**

Um Gleichgewichte besser beschreiben zu können, nutzt man das

Massenwirkungsgesetz (MWG)

Infos zum Massenwirkungsgesetz

Buch:

S. 68/69 zum Massenwirkungsgesetz

S. 52/53 für die erweiterte Geschwindigkeitsgleichung, die dem MWG zugrunde liegt.

Video:

SimpleClub: https://www.youtube.com/watch?v=v_KFPhoXsc4

Zur Herleitung im Zusammenhang mit der Geschwindigkeit:

https://www.youtube.com/watch?v=NUATmB5m_Kw

Aufgaben:

- 1) Lest euch die unten aufgeführten Informationen sorgfältig durch.
- 2) Bearbeitet die Aufgaben, die in den Videos bei Edpuzzle bereitgestellt sind vollständig.
Link zu Edpuzzle: <https://edpuzzle.com/open/dorugel>
- 3) Gib den Term zur Berechnung der Gleichgewichtskonstante für eine Reaktion des folgenden Typs an:
$$3 A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2 A_3B$$
- 4) Formuliere konkrete Fragen, falls du etwas nicht verstehst.

INFO:

Man hat festgestellt, dass die an chemischen Reaktionen beteiligten Stoffe, die auf ein Gleichgewicht zusteuern *reproduzierbare* Konzentrationen haben. Konzentrationen also, die sich immer wieder gleich eingestellt haben.

Diese Tatsache lässt vermuten, dass dahinter eine Gesetzmäßigkeit steht.

Diese Gesetzmäßigkeit soll im Folgenden kurz am Beispiel der Reaktion von Iod und Wasserstoff zu Iodwasserstoff veranschaulicht werden. Bei dieser Reaktion reagiert je 1 Mol

Wasserstoffgas (H_2) mit einem Mol Iodgas (I_2) zu 2 Mol Iodwasserstoffgas (HI)

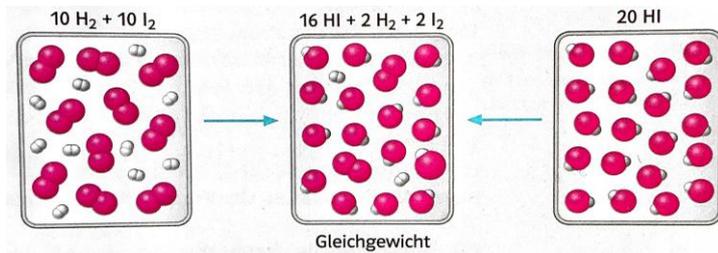
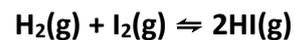


Abb.1 Gleichgewichtsreaktion von Wasserstoff und Iod zu Iodwasserstoff

Das Massenwirkungsgesetz besagt folgendes:

Bei allen Gleichgewichtsreaktionen lässt sich ein konstanter Quotient¹ der Konzentrationen beobachten, deren Edukte und Produkte entweder alle gasförmig im selben Behälter vorliegen oder alle im selben Lösungsmittel gelöst sind, d.h. in einem homogenen System.

Stehen in der Reaktionsgleichung von einer Teilchenart zwei Teilchen, z.B. 2 HI, so ist das Produkt² von zwei gleichen Konzentrationen einzusetzen, also das Quadrat $c^2(\text{HI})$.³ Allgemein werden die Konzentrationen der Teilchen mit den zugehörigen **Koeffizienten**⁴(unten bunt markiert) der Reaktionsgleichung **potenziert**. Das bedeutet, dass der Koeffizient als **Exponent**⁵ der Konzentration eingesetzt wird (vergleiche Farben im Beispiel!).

Für eine allgemein Reaktion



in einem homogenen System gilt:

$$K_c = \text{Gleichgewichtskonstante} \quad K_c = \frac{c^c(\text{C}) \cdot c^d(\text{D})}{c^a(\text{A}) \cdot c^b(\text{B})}$$

¹ Ergebnis einer Division

² Hier: Ergebnis einer Multiplikation

³ $c^2(\text{HI})$ ist also eine andere Schreibweise für $c(\text{HI}) \times c(\text{HI})$

⁴ Begriff aus der Mathematik, in der Chemie ist der Koeffizient die Zahl, die vor dem jeweiligen Stoff in der Reaktionsgleichung steht (z.B. ist bei „3 H₂O“ die 3 der Koeffizient)

⁵ Begriff aus der Mathematik: Hochzahl (z.B. ist bei x^2 das „hoch 2“ der Exponent)

Allgemein kann man sagen:

Im chemischen Gleichgewicht bei konstanter Temperatur ist das Produkt aus den Konzentrationen der rechts in der Reaktionsgleichung stehenden Teilchen dividiert durch das Produkt aus den Konzentrationen der links stehenden Teilchen konstant.

Die Koeffizienten der Reaktionsgleichung treten als Exponenten der Konzentrationen auf.

Die *Einheit* der Gleichgewichtskonstante K_c ist abhängig von den Koeffizienten in der Reaktionsgleichung. K_c hat manchmal keine Einheit, kann aber auch die Einheit mol/l haben.

Der Zahlenwert der Gleichgewichtskonstante hängt bei vielen Reaktionen sehr stark von der Temperatur ab.

Das ist logisch, weil sich die Konzentrationen von Stoffen in Gleichgewichtsreaktionen mit Temperatureinfluss ändern können.