Chemisches Gleichgewicht

umkehrbare Reaktionen

Umkehrbare chemische Reaktionen sind Reaktionen, bei denen die Produkte wieder zu den Ausgar stoffen reagieren können, z. B.:									
•									
•									

chemisches Gleichgewicht

Bei umkehrbaren chemischen Reaktionen kann sich ein Gleichgewicht einstellen. Der folgende Modellversuch veranschaulicht das:

Modellexperiment zum chemischen Gleichgewicht

Geräte: zwei Meßzylinder (100 ml), zwei Glasrohre mit unterschiedlichem Innendurchmesser

Durchführung: Die Meßzylinder symbolisieren Ausgangsstoff und Reaktionsprodukt. Die Glasrohre stehen für die Hin- und Rückreaktion.

Gehe wie folgt vor:

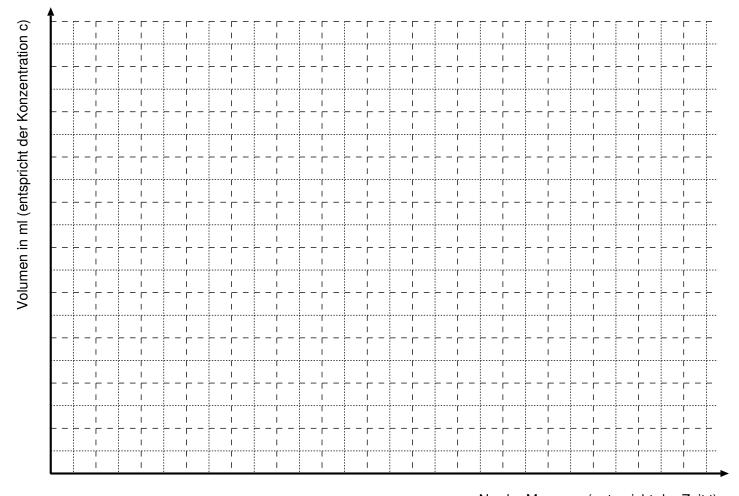
- Fülle einen Meßzylinder (links) mit 100 ml Wasser. Dieser gefüllte Zylinder steht für den Ausgangsstoff. Stelle den zweiten, leeren Zylinder rechts daneben. Er symbolisiert das zu Beginn noch nicht vorhandene Reaktionsprodukt.
- 2. Nimm das Glasrohr mit dem größeren Durchmesser in die rechte Hand (symbolisiert die Hinreaktion) und das Rohr mit dem kleineren Durchmesser in die linke Hand (Rückreaktion).
- 3. Stelle beide Glasrohre über Kreuz (größeres links, kleineres rechts) in die Meßzylinder, halte sie anschließend mit dem Daumen oben zu und hebe das darin stehende Wasser jeweils in den anderen Zylinder.
- 4. Notiere die Volumina in beiden Meßzylindern und trage sie in die Wertetabelle ein.
- 5. Wiederhole Schritte 3 und 4 so lange, bis trotz Herüberheben keine Volumenänderungen in den Meßzylindern mehr feststellbar sind.

Wertetabelle:

Messung	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Zyl. 1 (AS)																		
Zyl. 2 (RP)																		
Messung	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Zyl. 1 (AS)																		
Zyl. 2 (RP)																		
Messung	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Zyl. 1 (AS)																		
Zyl. 2 (RP)																		

Auswertung Modellexperiment

Trage deine Meßwerte in das Diagramm ein. Benutze für Ausgangsstoff und Reaktionsprodukt unterschiedliche Farben.



Nr. der Messung (entspricht der Zeit t)

Kennzeichne Einstellzeit und chemisches Gleichgewicht farbig.

iele für Gleic	hgewichtsrea	ktionen:		

Prinzip von Le Châtelier und Braun

Übt man auf ein **System**, das sich im **chemischen Gleichgewicht (GG)** befindet, einen **Zwang** durch Änderung der äußeren Bedingungen aus, so stellt sich infolge dieser **Störung des Gleichgewichts** ein **neues Gleichgewicht**, dem **Zwang ausweichend**, ein.

1. Änderung der Konzentration	
Eine Konzentrationsänderung verändert	und da-
durch die	pro Zeit. Damit wird die Geschwindig-
keit einer Teilreaktion verändert und das Gleichgewicht verscho	ben.
Eine Konzentrationserhöhung verschiebt das GG	
Eine Konzentrationsverringerung verschiebt das GG	
Beispiele aus der Praxis	
2. Änderung der Temperatur	
Eine Temperaturänderung beeinflusst die Teilreaktionen energ Wärmeenergie.	getisch durch Zufuhr oder Abfuhr von
Eine Temperaturerhöhung (Wärmezufuhr) begünstigt die	Teilreaktion.
Eine Temperaturverringerung (Kühlung) begünstigt dagegen die Teilreaktion.	e andere,
Beispiel Ammoniaksynthese	
$N_2 + 3H_2 \xrightarrow{\text{-therm}} 2NH_3$ Q	$=-92,4 \mathrm{\ kJ/mol}$
Ergänze die Angaben an den Reaktionspfeilen.	
Wie müsste man die Temperatur verändern, damit möglichst vie	el Ammoniak gebildet wird.
Schätze ein, ob diese Maßnahme in der Praxis genutzt werden	kann.

3. Änderung des Druckes

Eine Druckänderung beeinflusst nur Reaktionen, bei denen sich das Volumen messbar ändert. Das sind immer nur Reaktionen, an denen ______ beteiligt sind.

- GG-Reaktionen mit _____ sind nicht vom Druck abhängig.

Beispiel Ammoniaksynthese

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} = 2NH_{3(g)}$$
 $Q = -92,4 \text{ kJ/mol}$

Wie ändert sich das Volumen bei der Ammoniaksynthese?

Welche Möglichkeit der Gleichgewichtsbeeinflussung durch den Druck ergibt sich daraus?

Recherchiere, bei welchem Druck man die Ammoniaksynthese in der Praxis (Haber-Bosch-Verfahren) durchführt.

Übung

Analysiere die folgenden Reaktionen auf ihre Beeinflussbarkeit durch Druck und Temperatur. Ziel ist jeweils eine Erhöhung der Ausbeute der Reaktionsprodukte.

		p↑
• $CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \Longrightarrow CH_{4(g)} + H_2O_{(g)}$	$\mathrm{Q} = -300~\mathrm{kJ/mol}$	

$$O CH_3COOCH_3 + H_2O \implies CH_3COOH + CH_3OH$$
 $Q = +2,36 \text{ kJ/mol}$

$$4 \text{ NH}_{3(g)} + 5 \text{ O}_{2(g)} \implies 4 \text{ NO}_{(g)} + 6 \text{ H}_2 \text{O}_{(g)}$$
 $Q = -904 \text{ kJ/mol}$

9
$$4 \text{ HCI}_{(a)} + O_{2(a)} \rightleftharpoons 2 \text{ CI}_{2(a)} + 2 \text{ H}_2 O_{(a)}$$
 $Q = -114 \text{ kJ/mol}$

6
$$CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(g)}$$
 $Q = -120 \text{ kJ/mol}$

(Zutreffendes ankreuzen!)

T↑

p↓

 $\mathsf{T} \!\! \downarrow$