

Liebe Schüler*innen,

in der letzten Woche haben wir uns mit dem Ammoniak-Gleichgewicht auseinandergesetzt. Die Nutzung des Luftstickstoffs zur Herstellung von Ammoniak eröffnete damals viele neue Möglichkeiten, da Ammoniak einer der zentralen Grundstoffe in der chemischen Industrie ist: Dünger, Farbstoffe, Kunststoffe, Sprengstoffe, Salpetersäure und Ammoniumchlorid werden auf der Basis von Ammoniak hergestellt.

Um die Entdeckung der Ammoniak-Synthese etwas besser nachvollziehen zu können, schauen Sie sich bitte folgenden Film an – es ist ein wahrer Klassiker:

<https://www.youtube.com/watch?v=NZ6tM1ospQE>



Weitere Informationen zu Ammoniak finden Sie unter:

https://www.seilnacht.com/Chemie/ch_nh3.htm



Bearbeiten Sie anschließend das **Arbeitsblatt zur technischen Herstellung von Ammoniak** und zum **Ammoniak-Gleichgewicht**. Auf dem ersten Arbeitsblatt können Sie noch einmal das Erstellen von Reaktionsgleichungen und Fließdiagrammen üben. Das zweite Arbeitsblatt dient als Anwendung des chemischen Gleichgewichts. Hilfen finden Sie im Buch auf den Seiten 82 und 83. Sie können mich bei Fragen gerne per Mail oder Messenger anschreiben. Sie können mir Ihre Lösungen gerne per Mail zuschicken. In der nächsten Woche folgen weitere Aufgaben.

Ich wünsche Ihnen, dass Sie und Ihre Familien gesund durch diese merkwürdige Zeit kommen und freue mich auf ein Wiedersehen!

Herzliche Grüße
Wiebke Puvogel

Die Technische Herstellung von Ammoniak

Ammoniak ist neben Schwefelsäure eine der bedeutendsten anorganischen Grundchemikalien. Die jährliche Produktion beläuft sich weltweit auf etwa 120 Millionen Tonnen. Etwa 80 % davon werden zur Herstellung von Stickstoffverbindungen für Düngemittel verwendet. Aus Ammoniak werden aber auch Salpetersäure, Kunststoffe, Farbstoffe und Sprengstoffe, Pflanzenschutzmittel und Medikamente hergestellt. Bei der großtechnischen Herstellung von Ammoniak aus den Elementen wird zunächst das Synthesegas erzeugt, anschließend erfolgt die Umsetzung im Synthesereaktor.

1. Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen zur Herstellung des Synthesegases, das aus einem Volumenteil Stickstoff und drei Volumenteilen Wasserstoff besteht.

a) Methan reagiert mit Wasserdampf zu Kohlenstoffmonooxid und Wasserstoff.

b) Überschüssiges Methan bildet mit Luftsauerstoff im zweiten Reaktor Kohlenstoffmonooxid und Wasserstoff.

c) Kohlenstoffmonooxid wirkt bei der Ammoniak-Synthese als Katalysatorgift; es wird deshalb mit Wasserdampf zu Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff umgesetzt.

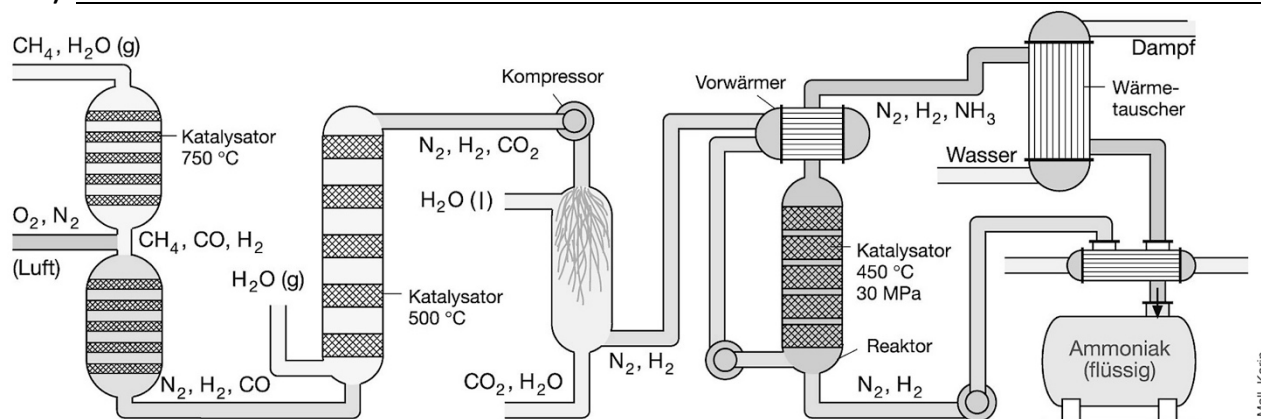
d) Kohlenstoffdioxid wird mit Wasser aus dem Gasgemisch ausgewaschen.

zu a) _____

zu b) _____

zu c) _____

zu d) _____



2. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Synthese von Ammoniak aus den Elementen.

3. a) Teilen Sie die Skizze der Syntheseanlage durch senkrechte Striche in folgende Bereiche ein:

Herstellung des Synthesegases, Umsetzung des Synthesegases und Verflüssigung des Ammoniaks.

b) Erstellen Sie ein Fließschema über die einzelnen Schritte der Ammoniaksynthese.

c) Geben Sie an den Leitungen die Stoffströme mit Hilfe von Pfeilen wieder.

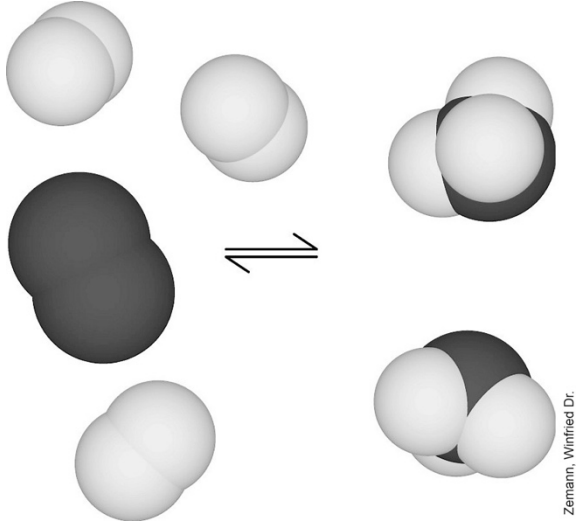
4. Erläutern Sie, warum zwischen Reaktor und Kühler ein Stoffkreislauf erforderlich ist.

Die Synthese von Ammoniak – eine Gleichgewichtsreaktion

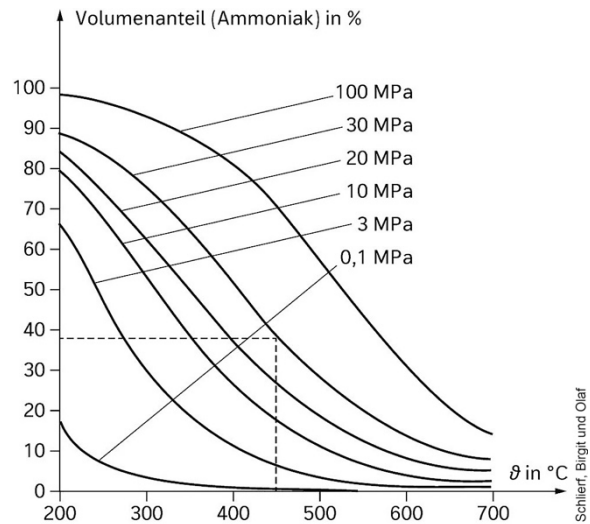
Für ein großtechnisches Verfahren wie die Ammoniaksynthese ist es besonders wichtig, den Einfluss der Reaktionsbedingungen auf den Verlauf der Reaktion zu kennen. Aus diesen Kenntnissen kann man unter ökonomischen Gesichtspunkten (hohe Ausbeute, kurze Reaktionszeit und günstige Produktionskosten) gezielt die entsprechenden Reaktionsbedingungen wählen.

Bei der Ammoniaksynthese nach dem HABER-BOSCH-Verfahren wird ein Gemisch aus drei Volumenteilen Wasserstoff und einem Volumenteil Stickstoff auf 30 MPa verdichtet und auf etwa 450 °C erhitzt. Poröses Eisen mit einem geringen Anteil von Aluminiumoxid und Kaliumoxid wirkt dabei als Katalysator.

//



Gleichgewichtsreaktion



Ammoniakanteile im Gleichgewicht

1. Formulieren Sie den Term für die Gleichgewichtskonstante für die Ammoniaksynthese.

$$K_p =$$

2. Geben Sie zwei Maßnahmen an, die nach dem Prinzip von LE CHATELIER die Ausbeute an Ammoniak erhöhen.

a) _____

b) _____

3. Die Reaktionsgeschwindigkeit und die Lage des chemischen Gleichgewichts werden bei der Ammoniaksynthese in unterschiedlichem Sinne von der Temperatur beeinflusst. Erläutern Sie diesen Sachverhalt.

4. Beurteilen Sie mit Hilfe des Diagramms die in der Technik gewählten Reaktionsbedingungen.
