



Sozialform: Einzelarbeit

Methode: Textarbeit

Aufgabe:

Lies dir den Lerntext zum Thema *Ammoniaksynthese* aufmerksam durch und fülle mit den gewonnenen Informationen die Lücken auf dem Arbeitsblatt aus. Das Arbeitsblatt stellt den technischen Weg der Ammoniaksynthese dar.

Es gibt zwei verschiedene Arbeitsblätter:

- a) eines mit einigen Vordrucken AB 1
- b) ein ganz leeres für die **Superprofis** AB 2

(Hinweis: Trage die Lösungen zuerst mit Bleistift in die vorgegebenen Kästchen ein, damit du später einfacher Korrekturen vornehmen kannst.)

Zusatzaufgabe:

Bei der Ammoniaksynthese spielt der Katalysator eine wichtige Rolle. Informiere dich in deinem Lehrbuch über Katalysatoren und mache dir Notizen in deinen Hefter! Kläre dabei die Begriffe Katalysator, Katalysatorgift und vergifteter Katalysator!



C4 Die Ammoniaksynthese nach dem Haber-Bosch-Verfahren

Das großchemische Verfahren zur Ammoniaksynthese, welches auch als Haber-Bosch-Verfahren bezeichnet wird, stammt aus dem 20. Jahrhundert und wurde nach den deutschen Chemikern *Fritz Haber* und *Carl Bosch* benannt, denen für die Entwicklung des Verfahrens der Nobelpreis verliehen wurde. In der chemischen Industrie ist Ammoniak (NH₃) eine der wichtigsten Basen und Ausgangsstoff für viele chemische Synthesen. In folgendem Text wird der Weg der Herstellung von Ammoniak nachvollzogen:

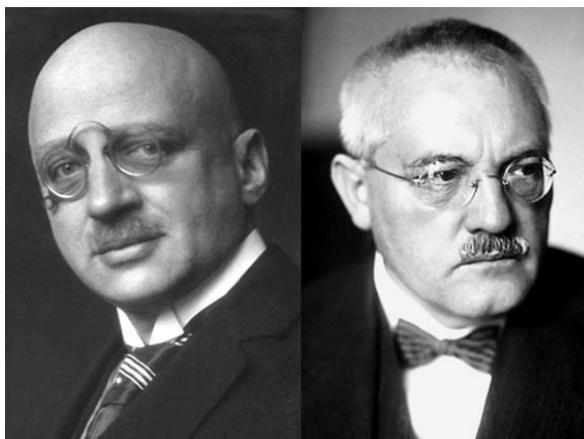
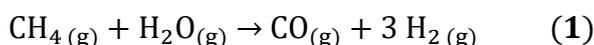


Abbildung: Fritz Haber (links) und Carl Bosch (rechts)

Erzeugung des Synthesegases:

Im ersten Schritt wird im Primärreformer Wasserstoff, als einer von zwei Ausgangsstoffen, für die Ammoniaksynthese erzeugt. Heutzutage wird dafür der Wasserstoff aus Erdgas und Wasser gewonnen. Den Hauptbestandteil des Erdgases bildet die Verbindung Methan (CH₄), welche einen hohen Wasserstoffanteil besitzt.

Das Erdgas muss für die weitere Verwendung zuerst entschwefelt werden, da enthaltene Schwefelverbindungen als sogenanntes „Katalysatorgift“ wirken. Das gereinigte Erdgas wird im Primärreformer bei 700 – 800 °C und unter Druck mit Wasserdampf zur Reaktion gebracht:



Das entstandene Kohlenstoffmonooxid (CO) reagiert mit Wasser (H₂O) weiter zu Kohlenstoffdioxid (CO₂):

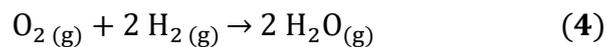


So bildet sich im Primärreformer ein Gemisch aus Wasserstoff, Kohlenmonooxid, Kohlenstoffdioxid, nicht umgesetzten Methan und Wasserdampf.



Im Sekundärreformer wird der zweite Ausgangstoff für die Ammoniaksynthese erzeugt – der Stickstoff (N₂). Hierzu wird dem Gasgemisch aus dem Primärreformer verdichtete Luft zugeführt. Die Luft besteht aus 21 % Sauerstoff (O₂), 79 % Stickstoff und sehr geringen Anteilen an Kohlenstoffdioxid und Edelgasen.

Es kommt zu einer Reaktion des Sauerstoffanteils der Luft mit dem Methan und dem Wasserstoff aus dem Gasgemisch des Primärreformers:



Anschließend laufen wie zuvor die Reaktionen (1) und (2) ab. Der reaktionsträge Stickstoff bleibt jedoch unverändert und kann für die weitere Synthese genutzt werden.

Reinigung des Synthesegases:

Im nächsten großen Verfahrensschritt muss das Gasgemisch von störenden Bestandteilen gereinigt werden. So machen die Kohlenstoffoxide als Katalysatorgifte den Katalysator der Synthese unwirksam. Dazu wird der Restbestandteil an Kohlenstoffmonooxid zu Kohlenstoffdioxid oxidiert und anschließend in einem Lösungsmittel gelöst und ausgewaschen.

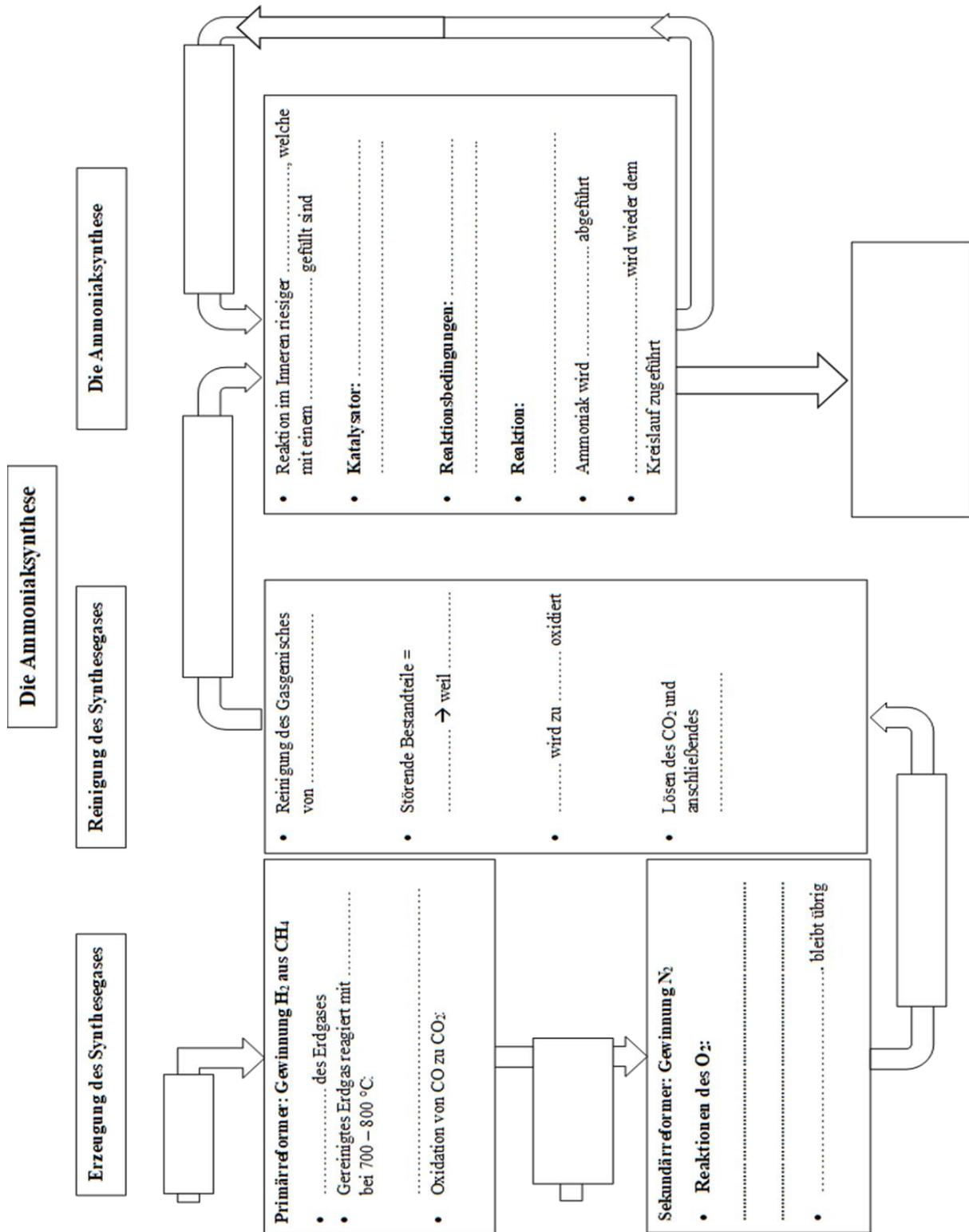
Die Ammoniaksynthese:

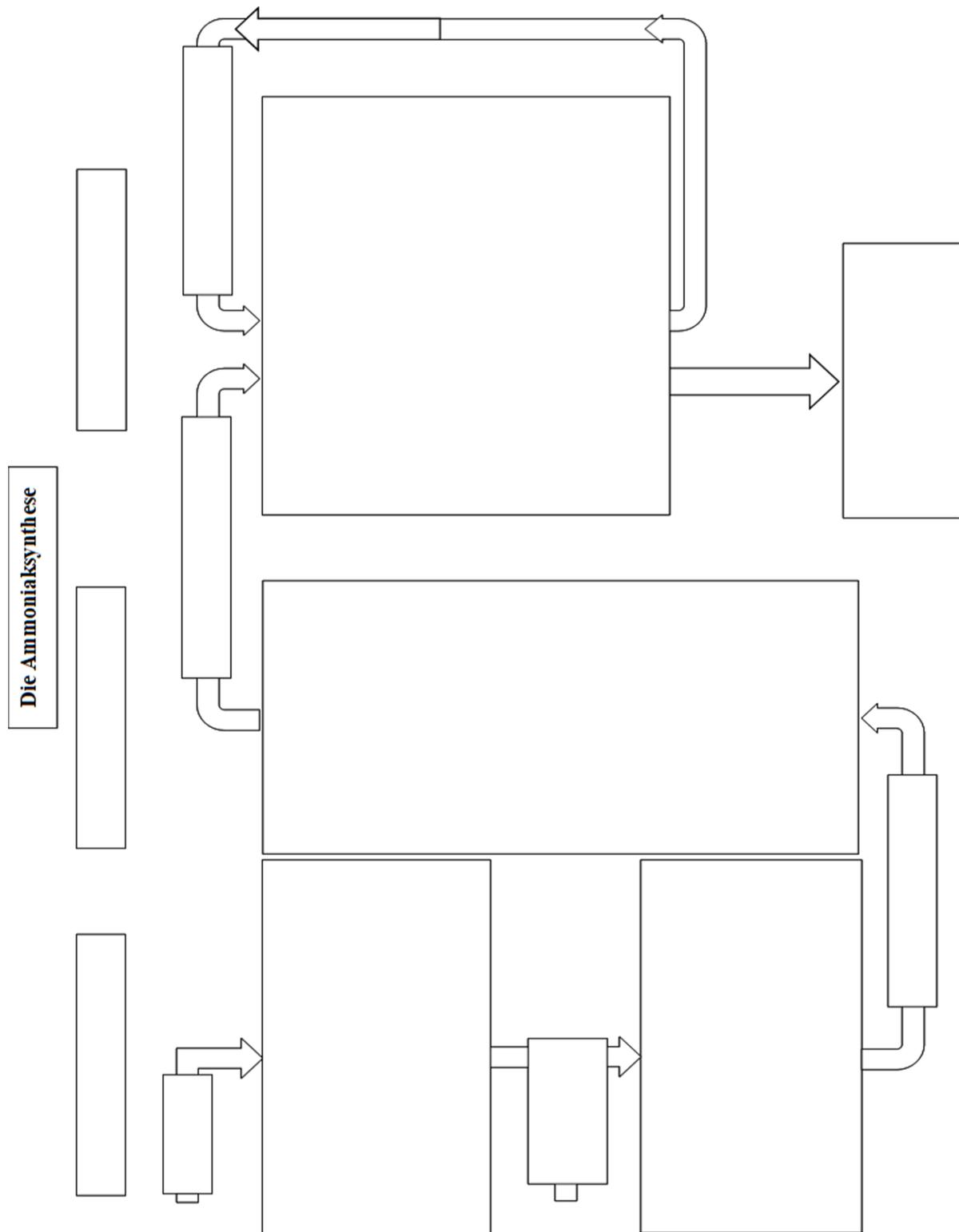
Die eigentliche Ammoniaksynthese erfolgt im Inneren riesiger Hochdruckreaktoren, welche mit einem Katalysator gefüllt sind. An der Kontaktfläche des Katalysators kommt es bei Drücken von 150 – 200 bar und Temperaturen von 400 – 500 °C zur Reaktion von Wasserstoff und Stickstoff zu Ammoniak:

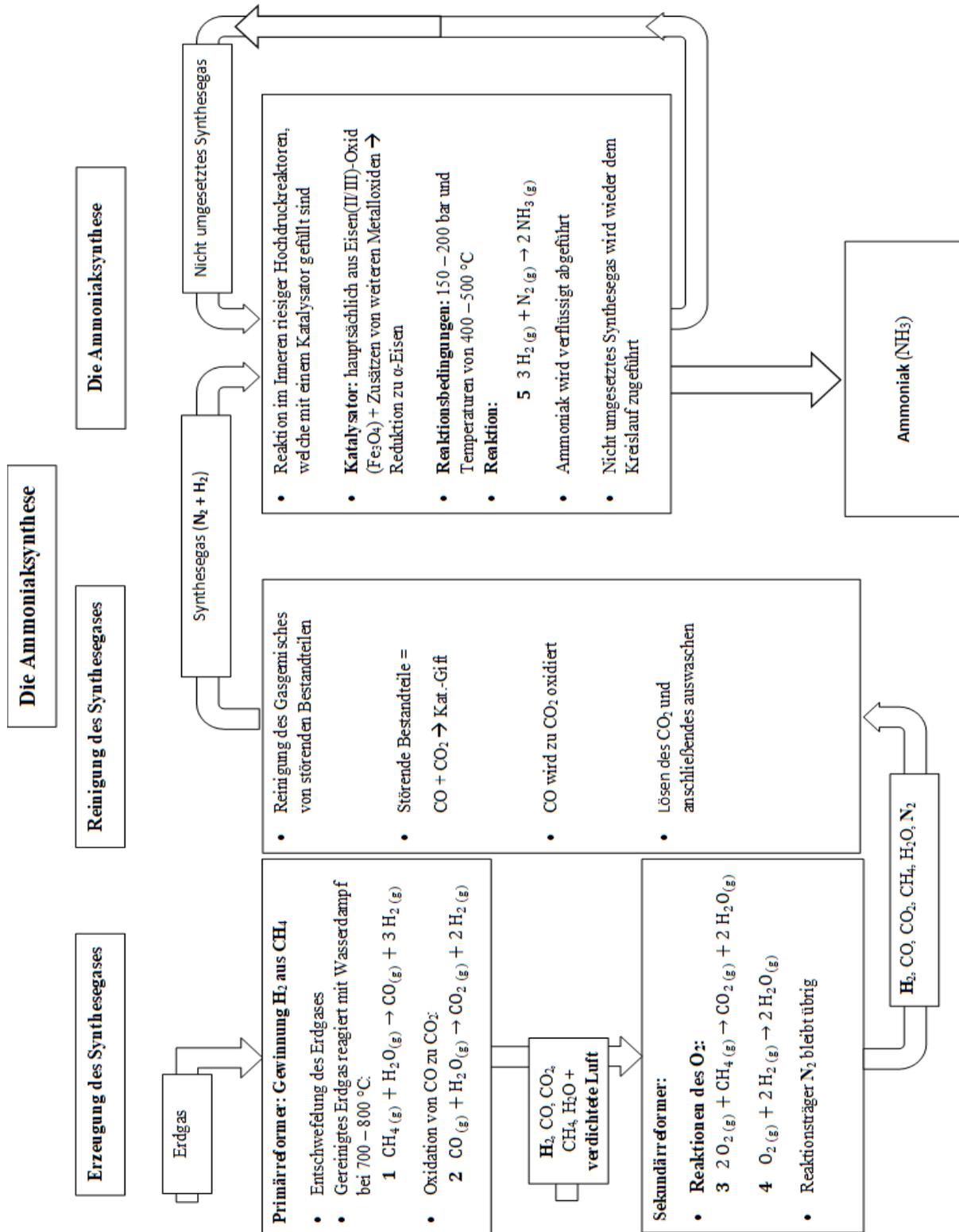


Nach einmaligem Durchgang durch den Reaktor beträgt die Ausbeute an Ammoniak ca. 15 %. Das entstandene Produkt wird durch Abkühlung des Synthesegasgemisches verflüssigt und abgetrennt. Die Bestandteile des Gases, welche noch nicht abreagiert sind, werden mit frischem Synthesegas ergänzt und dem Kreislauf wieder hinzugeführt.









Quellen:

Lerntext:

Vgl. Schülermaterial der BASF, <https://www.basf.com/de/de/company/about-us/sites/ludwigshafen/commitment-for-the-region/education/angebote-7-13/unterrichtsmaterialien/Ammoniaksynthese.html> [letzter Zugriff: 30.08.2018]



FRIEDRICH-SCHILLER-
UNIVERSITÄT
JENA

Differenzierungsmatrix
- Säuren & Basen -

Chemiedidaktik

