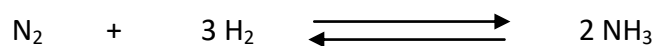
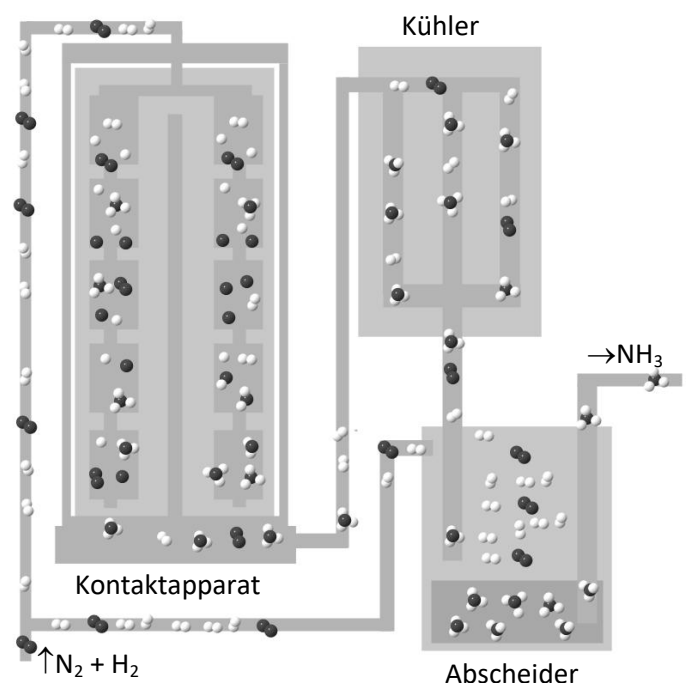


**Ammoniak** ist die technisch wichtigste Stickstoffverbindung und eine der wichtigsten Chemikalien in der chemischen Industrie. Er dient als Ausgangsstoff für viele Synthesen. Die Herstellung von anderen Stickstoffverbindungen erfolgt ausschließlich über Ammoniak. Düngesalze wie Ammoniumnitrat, die technisch bedeutende Salpetersäure, viele Farben und Lacke (Nitroverbindungen) sowie Sprengstoffe wie Trinitrotoluol (TNT), Kunststoffe und Synthesefasern zeigen diese immense Bedeutung. Weltweit werden jährlich über 100 Millionen Tonnen Ammoniak (NH<sub>3</sub>) produziert, die zum Großteil zu Stickstoffdüngemitteln weiterverarbeitet werden.

Das technische Verfahren zur **Ammoniaksynthese** wird nach seinen Entwicklern Haber-Bosch-Verfahren genannt. Hierbei werden Wasserstoff und Stickstoff mithilfe eines Katalysators bei hoher Temperatur und hohem Druck zu Ammoniak umgesetzt. Die ablaufende Reaktion ist umkehrbar und muss unter optimierten Bedingungen für die Hinreaktion ablaufen. Für die Ammoniaksynthese erhält man den Wasserstoff aus der Erdgasverarbeitung, den Stickstoff nutzt man aus der Luft. Das Gasmisch aus Wasserstoff und Stickstoff wird im Verhältnis 3:1 als Synthesegas eingesetzt.



**Die Bildung von Ammoniak** aus den Elementen ist exotherm. Nach dem Prinzip des kleinsten Zwanges begünstigen daher niedrige Temperaturen und hohe Drücke die Bildung von Ammoniak. Die Untersuchung des Gleichgewichtes ergab, dass es nur bei Temperaturen unter 200 °C und einem Druck von weit über 10 MPa weitgehend auf der Seite des Ammoniaks liegt. Bei diesen Temperaturen ist aber die Reaktionsgeschwindigkeit unmessbar klein, da insbesondere Stickstoff außerordentlich reaktionsträge ist. Durch Einsatz eines Katalysators lässt sich die Einstellung des Gleichgewichtes zwar beschleunigen, die technisch geeigneten Katalysatoren sind aber erst oberhalb 400 °C ausreichend wirksam. Man arbeitet daher in der Technik bei 400°C bis 520°C und Drücken von 25MPa bis 30 MPa.



**Zur Beschleunigung der Reaktion** der Ausgangsstoffe zum Ammoniak sind eine Reihe von Katalysatoren geeignet. In der ursprünglichen Versuchsanlage von FRITZ HABER wurde Osmium als Katalysator verwendet. Wichtig für den Erfolg des Verfahrens war jedoch die Entwicklung eines preiswerteren Katalysators hoher Lebensdauer durch ALWIN MITTASCH. Unter seiner Leitung wurden in über 20.000 Versuchen etwa 3.000 verschiedene Katalysatoren getestet. Als besonders geeignet erwies sich ein Kontaktkatalysator aus metallischem Eisen mit Zusätze von Aluminium-, Calcium- und Kaliumoxid. Diese Blöcke sind im Kontaktapparat angeordnet und werden vom Gasgemisch durchströmt.

Schlussendlich trennt man Ammoniak aus dem Reaktionsgasgemisch ab, indem man es durch Kühlung (–35°C) verflüssigt. Die nicht umgesetzten Ausgangsstoffe werden kontinuierlich wieder dem Reaktor zugeführt. Durch die Anwendung dieses **Kreislaufprinzips** können die Ausgangsstoffe effektiv eingesetzt und letztendlich vollständig umgesetzt werden.

In der **Badischen Anilin- und Sodafabrik** (BASF) wurde schon 1913 die erste Anlage zur großtechnischen Ammoniaksynthese mit einer Tageskapazität von 30 Tonnen Ammoniak in Betrieb genommen. Eigens für die Ammoniaksynthese wurden die Leunawerke bei Leipzig dann 1915 gebaut. Moderne Großanlagen erzeugen heute 1.000 -1.500 Tonnen Ammoniak pro Tag.