

## DAS HABER-BOSCH-VERFAHREN

Das Haber-Bosch Verfahren ist ein chemisches Verfahren, welches dazu dient, aus den Elementen Stickstoff und Wasserstoff eine Ammoniak Synthese herbeizuführen. Dieses Verfahren wurde von deutschen Chemiker Fritz Haber erfunden und später von Carl Bosch weiterentwickelt, sodass die Synthese Ammoniaks auch auf Industriellen Ebene gebracht wurde. Mit dieser Erfindung revolutionierte er die Produktion Düngemittels, da man bereits vorher herausfand das Stickstoffverbindungen eine positive Wirkung auf Pflanzenwachstum haben, man aber nicht in der Lage war diese chemisch in Massen zu produzieren, um dem rapiden Bevölkerungswachstum entgegenzuwirken und eine schlimme Hungerkrise zu verhindern und beeinflusst die Lebensmittelproduktion durch diese Entdeckung bis heute.

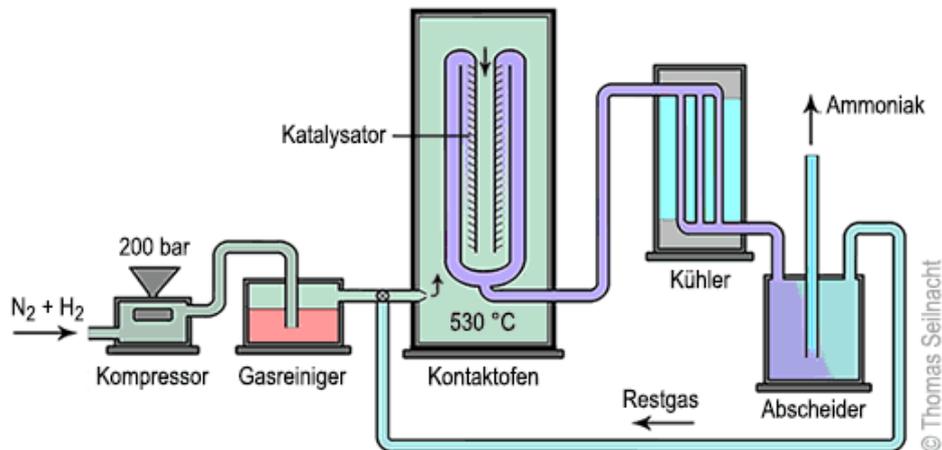
Fritz Haber hat mit seiner bahnbrechenden Arbeit aus dem Jahr 1909 1918 ebenfalls den Nobelpreis für Chemie gewonnen und somit würde man meinen, dass er als Held in Erinnerungen bleiben müsste. Jedoch hat seine Errungenschaften auch eine dunkle Seite. Er war nämlich ein besessener Patriot, welcher sich und sein Wissen freiwillig im ersten Weltkrieg in den Dienst der Armee stellte und dort an der Arbeit vieler Chemie Waffen mithalf, sodass er aktiv die Entwicklung und den Einsatz von Giftgas organisierte, woraufhin sich seine pazifistische Frau mit seiner Dienstwaffe das Leben nahm. In seiner Laufbahn stellte er noch ein Gas namens Zyklons her, welches ursprünglich zur Schädlingsbekämpfung diente. Jedoch entwickelten später die Nazis die Erfindungen des ehemaligen Juden weiter und nutzen Zyklon B, um Millionen Juden und KZ-Insassen zu vergasen. Damit half er einerseits durch großtechnische Produktion von Ammoniak die Grundlage für die Herstellung von Kunstdünger und die Sicherung der globalen Nahrungsmittelversorgung, aber andererseits starben durch seine Erfindungen Millionen Menschen.

Um jetzt das Haber-Bosch-Verfahren zu erklären muss man die einzelnen Schritte dieser Methode erläutern.

Das nötige Stickstoff wird aus der Luft gewonnen, die zu etwas 78% aus Stickstoff besteht, während der Wasserstoff größtenteils von Erdgas, genauer Methan (CH<sub>4</sub>), gewonnen, indem das Gas zusammen mit Wasser zu Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff reagiert:  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$ .

Das Kohlenstoffmonoxid wird anschließend ebenfalls weiter in Wasserstoff umgewandelt:  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$ . Schlussendlich wird das Gasgemisch von übrig gebliebenen CO und CO<sub>2</sub> gereinigt, damit der Eisenkatalysator bei der Synthese nicht beschädigt wird. Das nun gereinigte Gas wird in einen Reaktor geleitet, damit sie dort reagieren können unter einem Druck von 150 bar bis 300 bar, einer hohen Temperatur von 450-550°C und dem Eisenkatalysator. Diese Temperaturen kommen so zustande, da der Katalysator ( $\alpha$ -Fe) ab Temperaturen von etwa 450 bis 550 °C optimal wirksam ist. Durch den Katalysator wird die benötigte Aktivierungsenergie für die Spaltung der Dreifachbindung des Stickstoffmoleküls stark abgesenkt und bei der gewählten Reaktionstemperatur liegt das Optimum zwischen dem Zerfall von Ammoniak in die Edukte und der Wirksamkeit des Katalysators. Das Prinzip des kleinsten Zwangs ermöglicht das eigentliche Gleichgewicht durch den hohen Druck zur Reaktion. Das gebildete Ammoniak wird laufend aus dem Reaktionssystem entfernt. Der Volumenanteil von Ammoniak im Gasgemisch beträgt ungefähr 20 %. Die Reaktion der Ammoniaksynthese lautet:  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  und ist mit  $\Delta H = -92 \text{ kJ/mol}$  eine exotherme Reaktion, also eine bei der Wärme abgegeben wird. Das noch gasförmige Ammoniak wird im nächsten Schritt durch eine Abkühlung zum Kondensieren gebracht und vom restlichen Gasgemisch getrennt. Das restliche Gas, welches noch Reste an Stickstoff und Wasserstoff beinhaltet, wird zurück in den Reaktor geleitet, um dadurch das Recycling und die Effizienz des Reaktor zu fördern.

## Die Ammoniaksynthese nach dem Haber-Bosch-Verfahren



Zusammengefasst kann man sagen, dass das Haber-Bosch-Verfahren ein revolutionäres Verfahren zur Synthese von Ammoniak ist und dadurch eine beinahe unbegrenzte Herstellung von Düngemittel ermöglichte und immer noch ermöglicht. Die Lebensmittelproduktion erfuhr eine erhebliche Steigerung und als erstes künstliches Düngemittel eroberte es sofort den Markt unter dem Slogan: "Brot aus der Luft!" und verhinderte dadurch schlimme Hungersnöte. Jedoch muss man auf die negativen Aspekte eingehen. Das Verfahren ist extrem energieintensiv und ist mit ca. 1% aller ausgestoßener Emissionen ein großer Träger des Klimawandels. Aus dem Grund sollte man weiter in dem Bereich forschen und versuchen dieses Verfahren, von welchem ein erheblicher Teil und Nahrungsmittelproduktion abhängt, zu optimieren und versuchen den Prozess CO<sub>2</sub> neutraler zu gestalten, damit die Umweltbelastungen minimiert wird, ohne dass wir auf Dünger verzichten müssen.

Phillip Leithoff.: Modell und Paul Kurzke: Infotext

