

Das Haber-Bosch-Verfahren

1. Was ist das Haber-Bosch-Verfahren?

Seit der Mitte des 19. Jahrhunderts ist durch die Forschung von Justus von Liebig bekannt, dass die Aufnahme von Stickstoffverbindungen eine Grundlage für das Wachstum von Getreide ist. Dem Ackerboden wurden die notwendigen Stickstoffverbindungen über Gülle, Kompost oder durch eine bestimmte Fruchtfolge (z. B. Vierfelderwirtschaft) zugeführt.

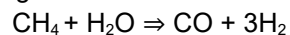
Durch das starke Anwachsen der Weltbevölkerung seit dem 19. Jahrhundert konnte der große Bedarf an Düngern nicht mehr durch natürliche Vorkommen von Ammoniakverbindungen in beispielsweise Guano (getrockneter Vogelkot) gedeckt werden.

Den Forschern Fritz Haber und Carl Bosch war es Anfang des 20. Jahrhunderts erstmals gelungen, Ammoniak auf kostengünstige Art und Weise in einem großen Maßstab zu synthetisieren. Dadurch kann heutzutage ein viel größerer Anteil der Erdoberfläche für den Anbau von Nutzpflanzen verwendet werden, und der mögliche Ertrag pro Fläche hat sich stark erhöht.

Heutzutage wird Ammoniak unter anderem auch für die Herstellung von Kunststoffen wie Nylon und für die Produktion von Sprengstoffen verwendet.

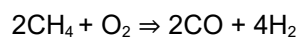
2. Wie funktioniert das Verfahren?

Im Primärreformer reagiert gasförmiges Methan mit Wasserdampf:



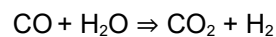
Dabei entsteht Wasserstoff und Kohlenstoffmonoxid.

Im Sekundärreformer wird Luft zu dem Gemisch hinzugegeben, wodurch weiteres Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff entsteht:



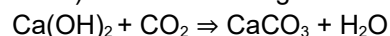
Außerdem enthält das Gemisch jetzt auch Stickstoff, was später benötigt werden wird.

Im nächsten Reaktor wird heißer Wasserdampf zugeführt und es kommt es zur sogenannten Wassergas-Shift Reaktion, einer Redoxreaktion:



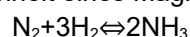
Es entsteht zusätzlicher Wasserstoff und das Kohlenstoffmonoxid wird zu Kohlenstoffdioxid umgewandelt, welches deutlich einfacher zu entfernen ist.

Zur Entfernung des Kohlenstoffdioxids wird das Gasgemisch in einen Waschturm geleitet. Dort reagiert es unter Druck(200 Bar) mit einer wässrigen Calciumhydroxidlösung:



Dabei entsteht Calciumcarbonat, welches in der Lösung verbleibt.

Nachdem die Gase vorgeheizt und komprimiert wurden, werden sie in den Reaktionsreaktor geführt. Hier werden sie unter Anwesenheit eines Magnetit-Katalysators vereinigt:



Es entsteht Ammoniak.