

Bruttogleichung und Gesamtprozess

Die Reaktion zur Salpetersäure läuft über mehrere Schritte ab. Fasst man alle Schritte zusammen, so kann das OSTWALD-Verfahren durch folgende Bruttogleichung beschrieben werden:

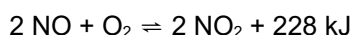


Teilschritte

1. Schritt – katalytische Verbrennung von Ammoniak: Durch die Verbrennung von Ammoniak im Luftüberschuss an Platindrahtnetzen wird zunächst Stickstoff(II)-oxid (NO) gebildet:

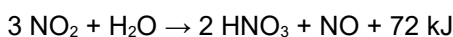


2. Schritt – Oxidation durch Luftstickstoff: Das NO wird durch den überschüssigen Sauerstoff der Luft spontan oxidiert. Dabei entsteht Stickstoff(IV)-oxid (NO₂):



Die Bildung von NO₂ wird durch die tiefere Temperatur die man bei diesem Schritt wählt, begünstigt (*Prinzip des kleinsten Zwangs/Le Chatelier*).

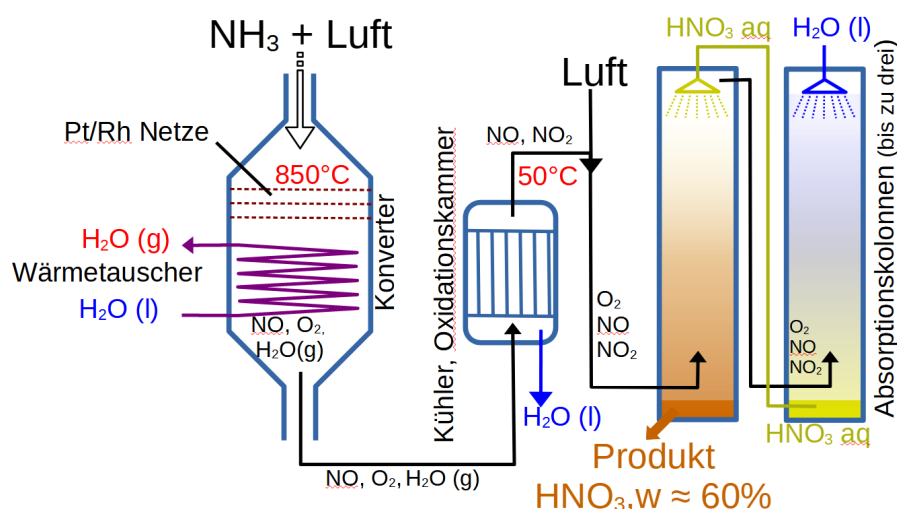
3. Schritt – Einleiten in Wasser: Durch die hydrolytische Absorption des NO₂ in Wasser wird HNO₃ erhalten:



Dabei handelt es sich um eine Disproportionierung. Die Oxidationsstufe des Stickstoffs von + IV zu +V und +II auf. NO₂ (Oxidationsstufe: + IV) ist also nicht das Anhydrid der Salpetersäure (Oxidationsstufe: + V). Das Anhydrid der Salpetersäure selbst, ist das instabile Stickstoff(V)-oxid (N₂O₅). Das NO das bei der Absorption zwangsläufig anfällt, wird zurückgeleitet und kann nach Reaktion zu NO₂ (2. Schritt) auch zur Salpetersäurebildung dienen (3. Schritt). Im Gegensatz zu NO₂ löst sich NO praktisch nicht in Wasser.

Technischer Ablauf

Das NH₃-Luft-Gemisch wird mit sehr hoher Geschwindigkeit über die 850 °C heißen Platindrahtnetze (mit 10% Rh-Anteil) geleitet. Die Kontaktzeit mit dem Netzen darf lediglich wenige Millisekunden betragen, da ansonsten das Stickstoffmonoxid als **endotherme Verbindung** wieder in die Elemente zerfällt. Da die Verbrennung exotherm ist, erhitzt sich das Platinnetz von selbst auf die notwendige Temperatur. Sofort nach Passieren der Platindrahtnetze wird das Reaktionsgemisch abgekühlt. Die Oxidation verläuft während des Abkühlens oder spätestens in den Absorptionskolonnen. Es sind bis zu drei hintereinander geschaltete Absorptionskolonnen im Einsatz um.



Fragen zum OSTWALD-Verfahren

1. Warum zerfällt NO nicht bei Raumtemperatur in die Elemente, schließlich ist es ja eine endotherme Verbindung?
2. Wie kann man herleiten, dass N₂O₅ das Anhydrid der Salpetersäure sein muss?
3. Verbindungen wie NO₂ oder auch ClO₂ werden als **gemischte Anhydrid** bezeichnet. Was ist damit gemeint?

Abb. 1: Prozessablauf zum OSTWALD-Verfahren zur Herstellung von Salpetersäure (Quelle: eigenes Werk)

4. Entwickeln Sie ein einfach einzuprägendes Stoffschema zum OSTWALD-Verfahren