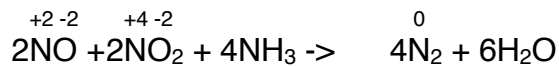
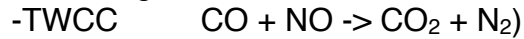


## -NO-Emissionen reduzieren

-Kraftwerke (seit 1990): NH<sub>3</sub>-SCR (selektive Katalytische Reduktion von NO<sub>x</sub>)



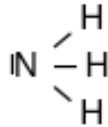
-in Kraftfahrzeugen:



-Harnstoff-SCR (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO (Schematische Zeichnung im Zusatzmaterial)

-Speicherkatalysator (Funktionsweise siehe Zusatzmaterial)

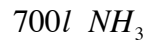
## -Ammoniak (NH<sub>3</sub>)



trigonal-pyramidal

-charakteristisch riechendes, farbloses giftiges Gas

-Smp. -77°C; Sdp. -37,5°C



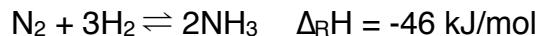
in H<sub>2</sub>O sehr gut löslich ( bei 20°C), Salmialegeist (pH 10-12)

-**Vorkommen**: -Fäulnis von Eiweißen

-Hydrolyse von Harnstoff,

-Atmosphäre des Jupiter

-**Herstellung**: Synthese aus Luftstickstoff und Wasserstoff



bei Raumtemperatur (RT) liegt das Gleichgewicht auf NH<sub>3</sub> -Seite

-Temperaturerhöhung -> Verschiebung des Gleichgewichts zu Edukten

-Druckerhöhung -> Verschiebung des Gleichgewichts zu NH<sub>3</sub>

-> Katalysator benötigt:

-**Fritz Haber** (1868-1910, Arbeiten zu NH<sub>3</sub> 1905-1908 in Karlsruhe, Prof. für Phys. Chemie, Nobelpreis 1918,) **Katalysator Osmium**

-**Katalysator (heute)**: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mit Zusätzen Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO, CaO

(Mittasch, BASF, 1920 ...)

technische Realisierung (1913) durch **Carl Bosch** (BASF, Nobelpreis 1930)

-> **Haber-Bosch-Verfahren** (Schemazeichnung im Zusatzmaterial)

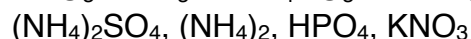
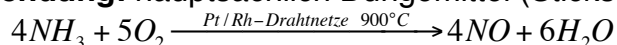
500°C, 200bar; 17% NH<sub>3</sub> im ausströmenden Gas

-Aufklärung des Reaktionsmechanismus NH<sub>3</sub>/Fe: **G. Ert.** (\*1936, Nobelpreis 2007)

-Aufbrechen der N<sub>2</sub> -Bindung ist der langsamste Schritt, erfolgt während der Adsorption von N<sub>2</sub>.

-Bindung N<sub>(s)</sub> stark genug zur Verhinderung der Rekombination, aber schwach genug, um Reaktion mit H-Atomen zu erlauben

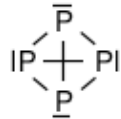
-**Verwendung**: hauptsächlich Düngemittel (Stickstoffdünger u.a.)



**-Belastung von Gewässern** durch Mineralien/Düngemitteln

- O<sub>2</sub> wichtig für den aeroben Stoffwechsel von Mikroorganismen, die pflanzliche Substanzen in Gewässern abbauen
  - Düngemiteleintrag (N,P) ins Gewässer -> Überproduktion von Biomasse („Algenblüte“) -> O<sub>2</sub>-Mangel
  - >“Umkippen“ des Gewässers in anaeroben Stoffwechsel durch Mikroorganismen  $2(\text{CH}_2\text{O})_n \rightarrow n\text{CH}_4 + n\text{CO}_2$  (Faulgas)
- Eutrophierung (Nährstoffüberangebot)

### 3.1.7 Phosphor und Verbindungen



**weiß:** fest P<sub>4</sub>-Moleküle

**rot, schwarz:** kristallin

**Verwendung:** Düngemittel (über Phosphorsäure)