

## Vorlesung Anorganische Chemie I: Pentele

**Gruppentendenzen:** Nichtmetall-Metall-Übergang, Stabilität von Oxidationsstufen, Sonderstellung Stickstoff: Stärke von  $\sigma$ - und  $\pi$ -Bindungen bei Stickstoff bzw. Phosphor

**Elemente:** Phosphor: Allotrope (Strukturen, Reaktivität), Vorkommen, Produktion, Bedeutung, Arsen: Struktur, Allotrope, Darstellung, Bedeutung (GaAs), Antimon: Darstellung

**N-H-Verbindungen:** Ammoniak, Haber-Bosch-Verfahren (Problematik, Katalysator), Hydrazin (Konformation, Redoxverhalten, S/B-Verhalten), Raschig-Verfahren, Stickstoffwasserstoffsäure, Azide (Darstellung, Verwendung), Hydroxylamin (Produktion, Verwendung),

**N-Oxide und -Säuren:** Lachgas, NO (techn. Darstell. Reaktivität), NO<sub>2</sub>, HNO<sub>2</sub> Diazotierungs-reaktion, HNO<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Verhalten von Nitraten (Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), Nitritpökelsalz, NO als Neurotransmitter

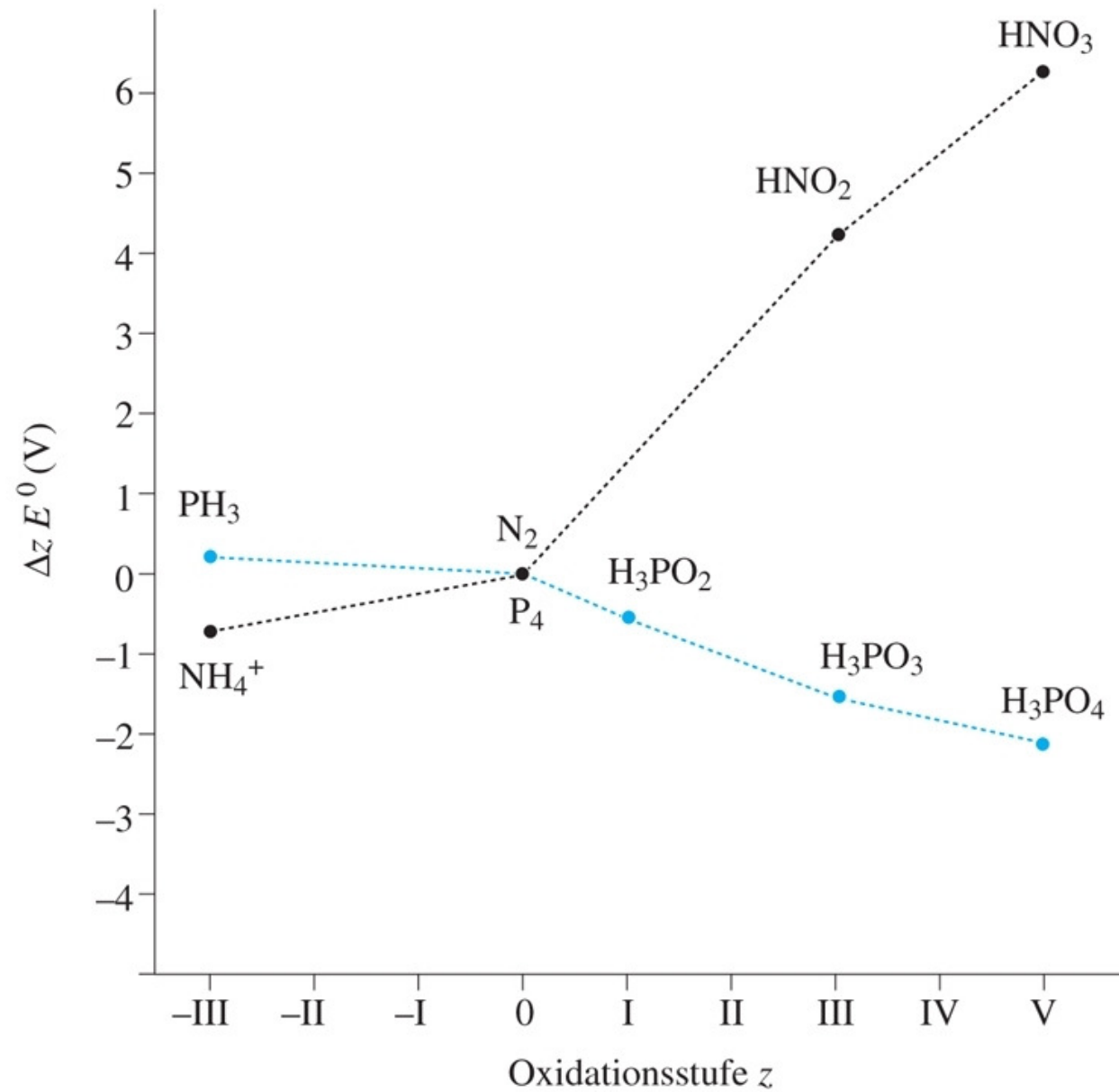
**P-Chalcogenide und Sauerstoff-Säuren:** P<sub>4</sub>O<sub>6</sub>, P<sub>4</sub>O<sub>10</sub>, Hydrolyse, Polyphosphorsäuren, Polyphosphate, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Superphosphat, hist. Triphosphat zur Wasserenthärtung, Phosphonsäure, Phosphinsäure, Schichtstruktur As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, amphoterer Charakter (Übergang E<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: As, Sb, Bi), H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub> (Redoxverhalten), As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Ionengitter), P-Sulfide (Isomere P<sub>4</sub>S<sub>3</sub>), Realgar (Unterschied zu S<sub>4</sub>N<sub>4</sub>)

**Element-Halogenide:** Hydrolyse PCl<sub>3</sub>/NCl<sub>3</sub>, Darstellung NCl<sub>3</sub>, NF<sub>3</sub> (Lewis-Verhalten), Bentsche Regel, Iodstickstoff, PCl<sub>3</sub>, Bedeutung POCl<sub>3</sub> und PSCl<sub>3</sub>, PCl<sub>5</sub>, PBr<sub>5</sub> (Struktur in Lösung und im Feststoff), PF<sub>5</sub> (Berryrotation, NMR-Spektroskopie), Eigenschaftensänderung PF<sub>3</sub>, AsF<sub>3</sub>, SbF<sub>3</sub>, Darstellung E(III)-F-Verbindungen, AsF<sub>5</sub>, SbF<sub>5</sub>, Stabilität AsCl<sub>5</sub> und d-Block-Kontraktion

**Ketten, Ringe, Käfige:** Phosphane, Zyklophosphane, PH<sub>3</sub> (Unterschied zu NH<sub>3</sub> in Polarität und Reaktion), Diphosphan, Metallphosphide, AsH<sub>3</sub> und Marshe Probe, Zyklotriphosphazene, Bindungssituation, anorganischer Kautschuk, Salvarsan, Toxikologie des Arsens

**Die folgenden Folien haben in der Vorlesung zur Veranschaulichung ausgewählter Fakten gedient, sie stellen keine umfassende Darstellung der betreffenden Themen dar.**

## Vorlesung Anorganische Chemie I: Pentele



Aus "Allgemeine und Anorganische Chemie" (Binnewies, Jäckel, Willner, Rayner-Canham), erschienen bei Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg; © 2004 Elsevier GmbH München. Abbildung19-24.jpg

# Vorlesung Anorganische Chemie I: Pentele

## Geschichte

Entdeckung 1669 durch Henning Brandt

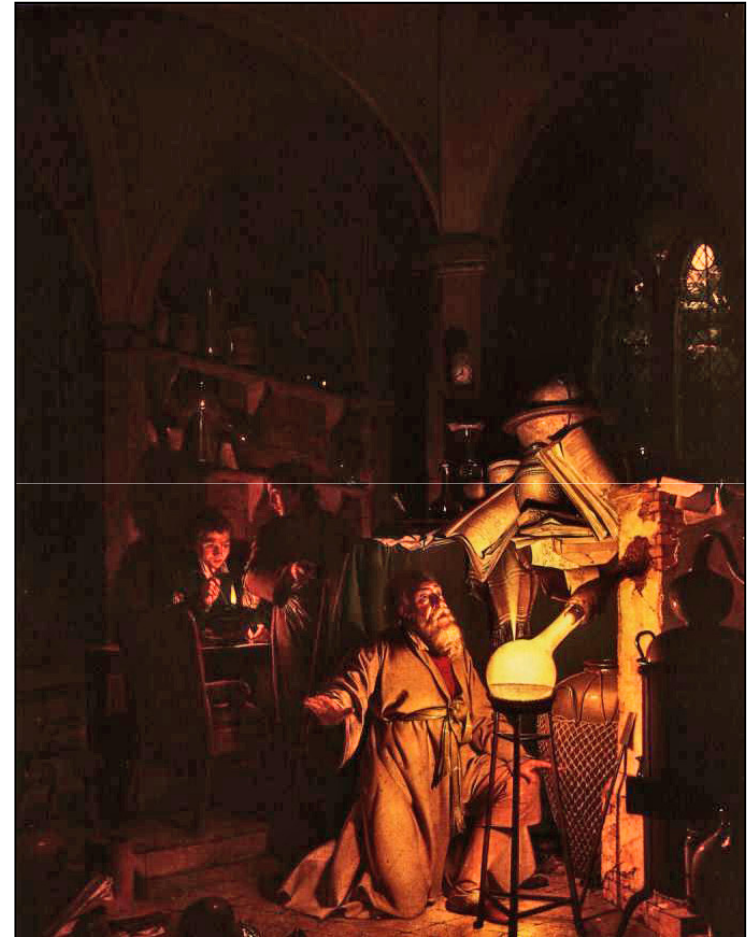
Ausgangsmaterial: Urin („der goldene Strom“)

Name aus dem Griechischen

*Phos* : Licht    *Phorus*: Bringer

Historische Darstellung:

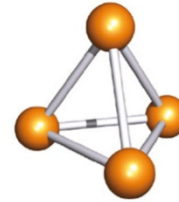
Natriumphosphat + Kohlenstoff + Sand + Wärme  $\rightarrow$  P<sub>4</sub> + CO + Natriumsilicat



J. Wright, 1669

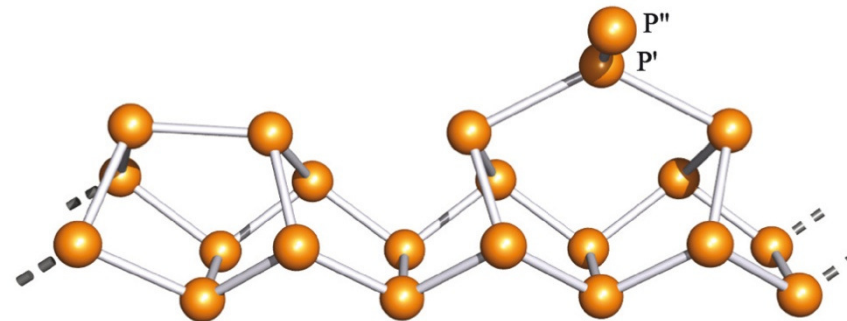
## Vorlesung Anorganische Chemie I: Pentele

weißer Phosphor:  $P_4$



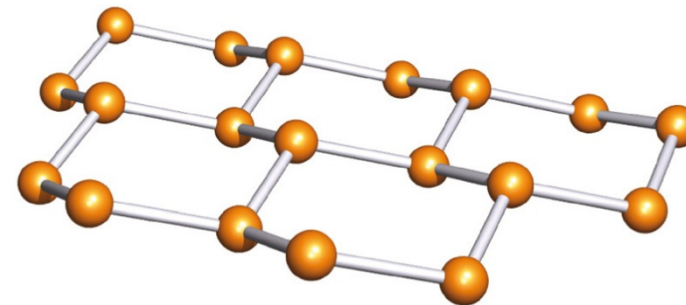
(a)

roter Phosphor:



(b)

schwarzer Phosphor:



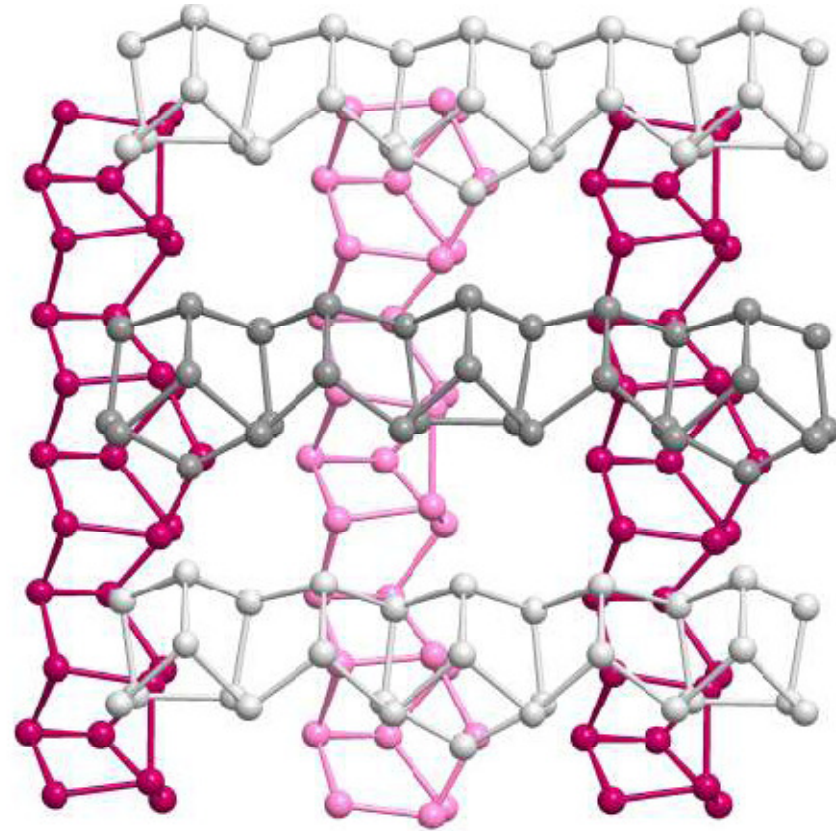
(c)

## Vorlesung Anorganische Chemie I: Pentele

**Violetter** bzw. Hittorfscher Phosphor

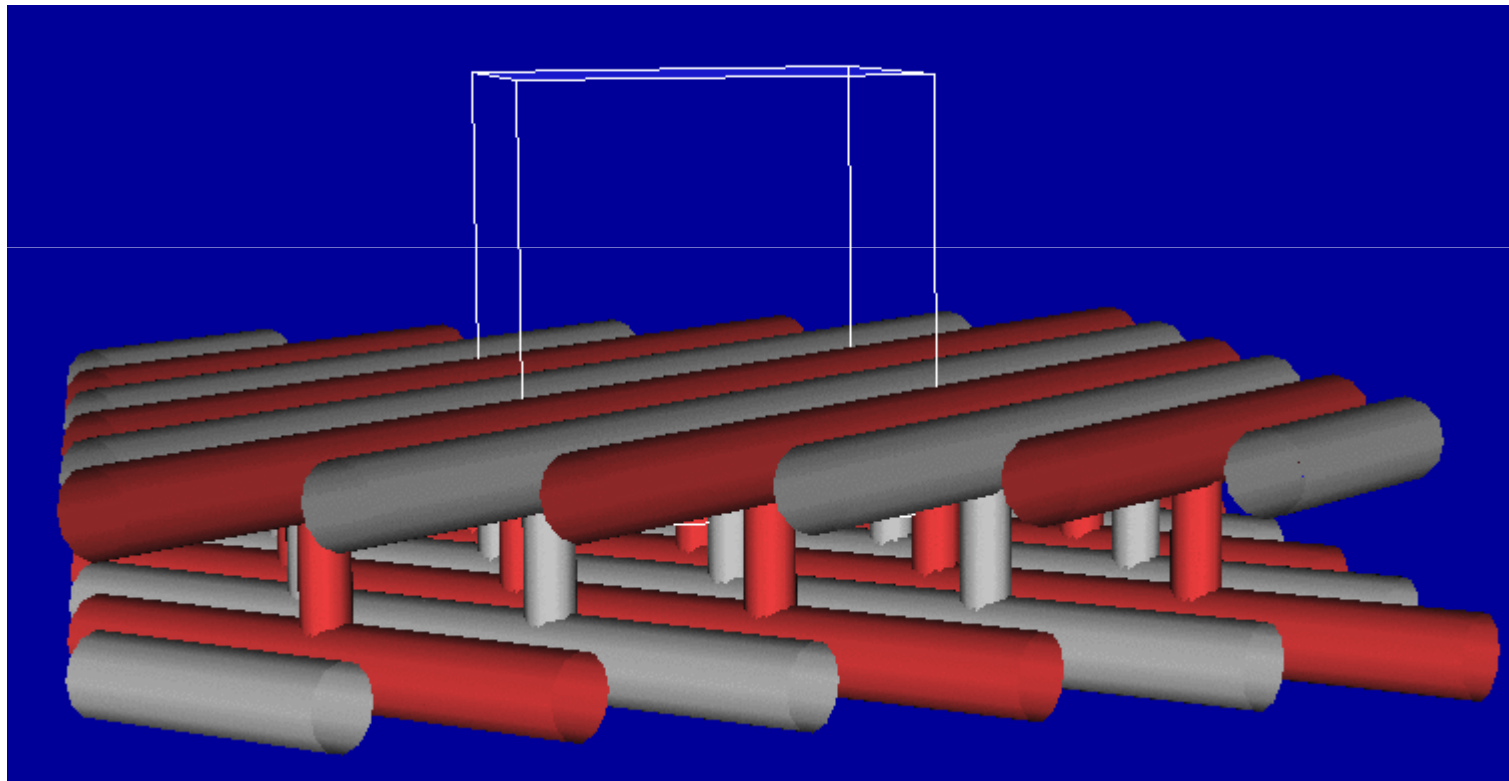


Johann Wilhelm Hittorf,  
1852-1989 Prof. in Münster



**P-Modifikationen :  
Violetter Phosphor**

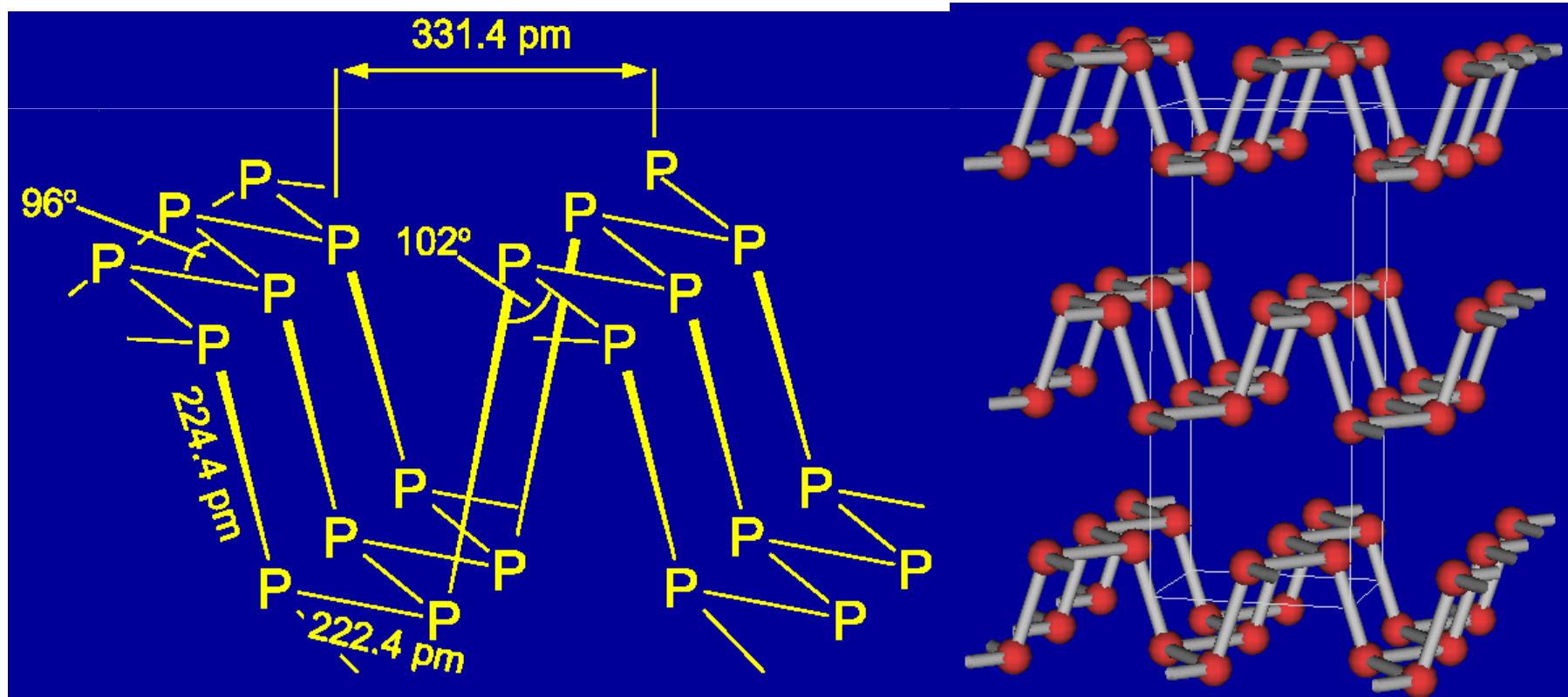
**Zwischen den Doppelschichten nur Van-der-Waals-Kräfte**



# Vorlesung Anorganische Chemie I: Pentele

## P-Modifikationen : Schwarzer Phosphor

Gewellte Schichten aus kondensierten Sechsringen

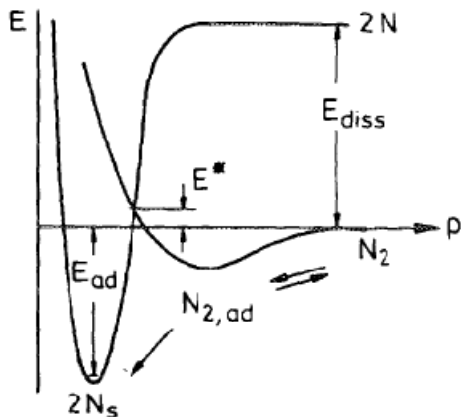
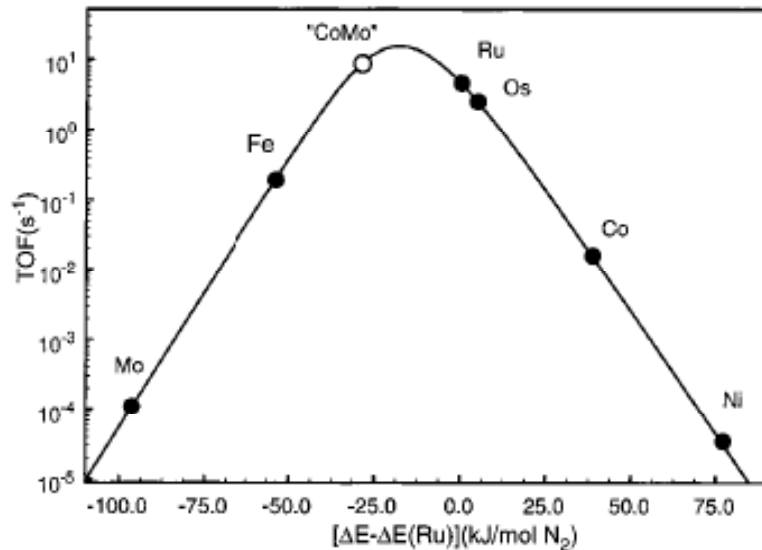


# Vorlesung Anorganische Chemie I: Pentele

## Katalysatoren für das Haber-Bosch-Verfahren

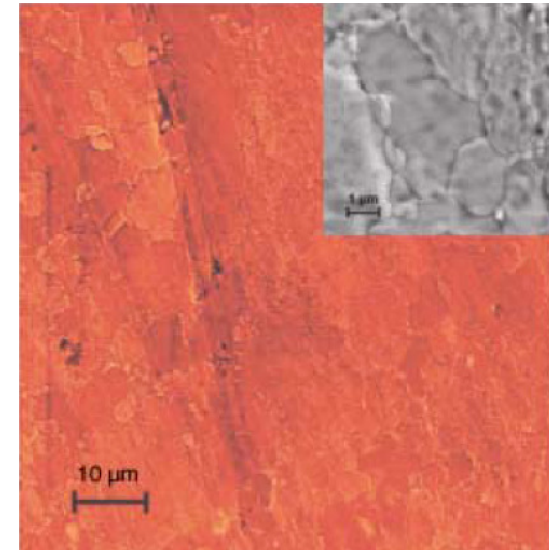
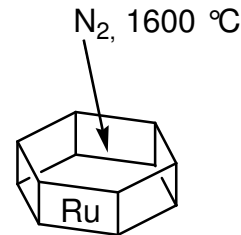
Mechanismus (Pionierarbeiten G. Ertl):

- Dissoziation von  $N_2$  an der Oberfläche
- Dissoziation von  $H_2$  an der Oberfläche
- interatomare Reaktion auf der Oberfläche

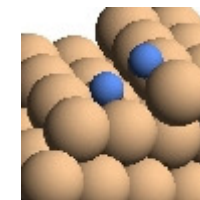
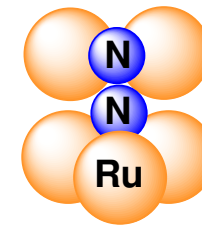


Modellexperimente an Ruthenium:

- Einkristalle katalytisch inaktiv
- mesoskopische Strukturierung durch  $N_2$ -Behandlung



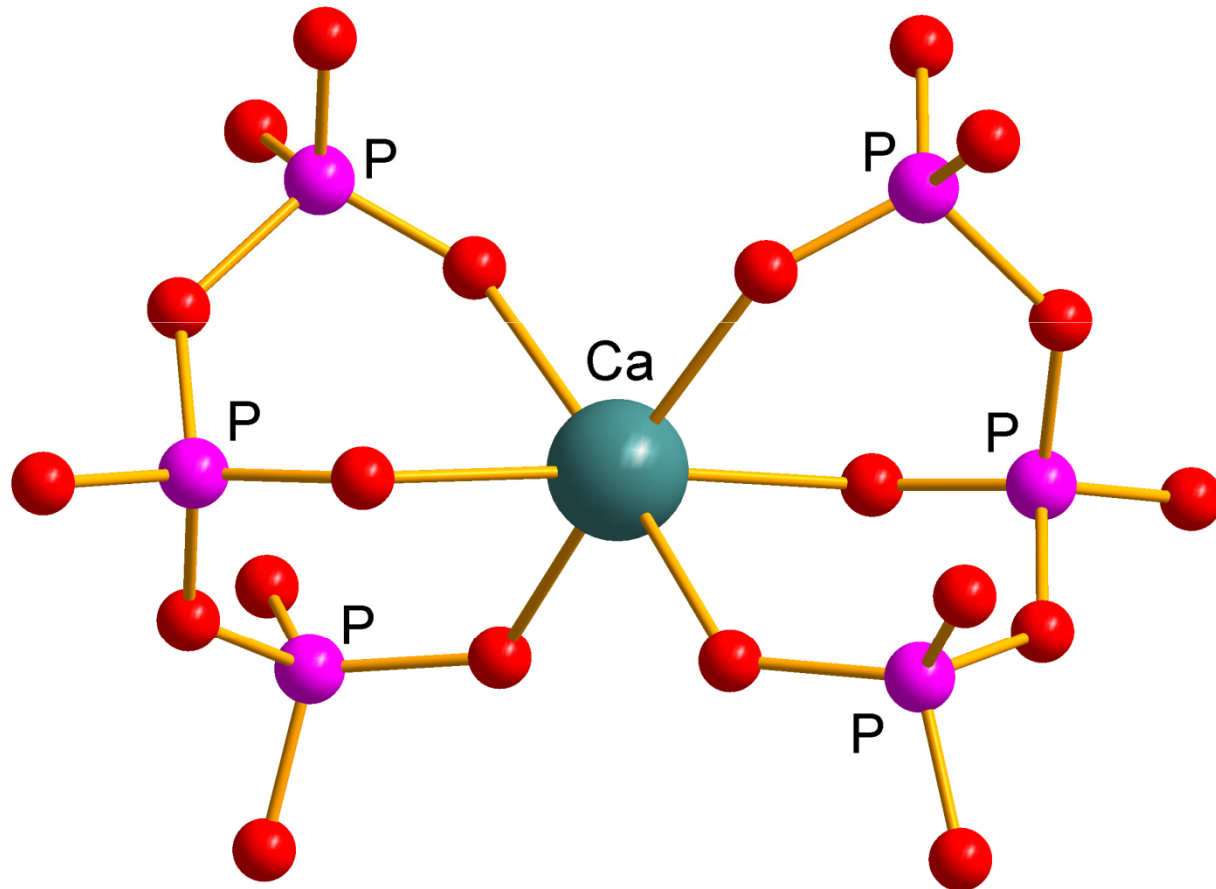
- Stufendefekte entscheidend für katalytische Wirkung
- B5-Zentren, maximale Anzahl in 2 nm-Kristalliten



R. Schlögl, *Angew. Chem.* **2003**, *115*, 2050.

## Vorlesung Anorganische Chemie I: Pentete

Löslicher Calcium-bis(triphosphat)-Komplex  $[\text{Ca}(\text{P}_3\text{O}_{10})_2]^{4-}$

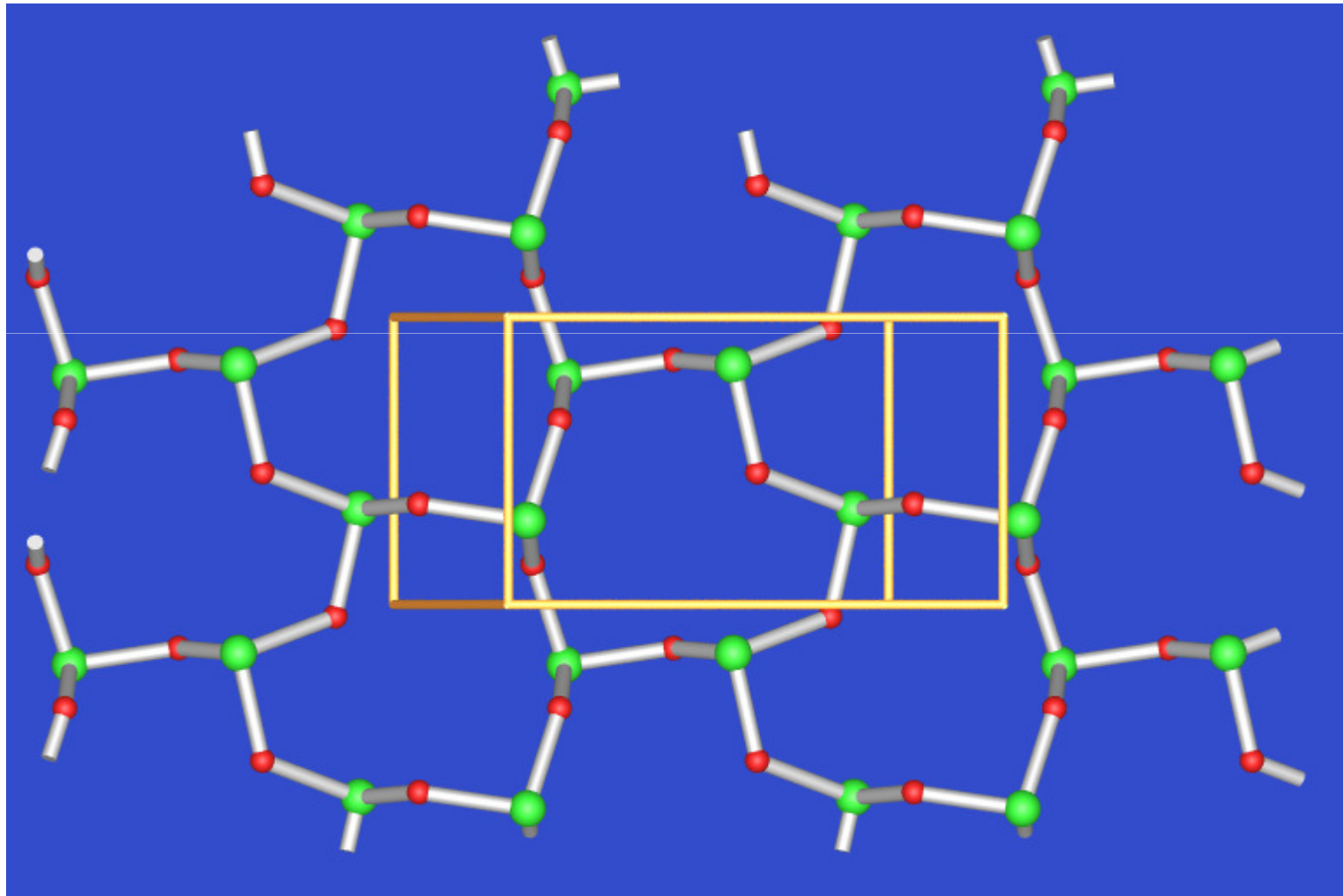


## Vorlesung Anorganische Chemie I: Pentele

Realgar [As<sub>4</sub>S<sub>4</sub>]



**As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: Schichtstruktur**



## Vorlesung Anorganische Chemie I: Pentele

