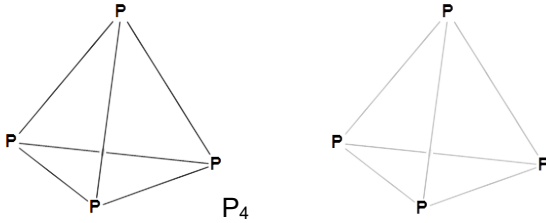


Phosphoroxide

Phosphor(III)-oxid, P₄O₆

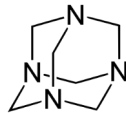
Die Struktur leitet sich ausgehend von P₄ ab, indem sich zwischen die P-P-Bindungen noch jeweils ein O-Atom schiebt, so dass P-O-P-Bindungen vorliegen:



Diese Struktur gleicht der von Adamantan und wird deshalb auch **Adamantan-Struktur** genannt. Ein weiteres Molekül mit Adamantan-Struktur ist das Urotropin:



Adamantan, C₁₀H₁₆



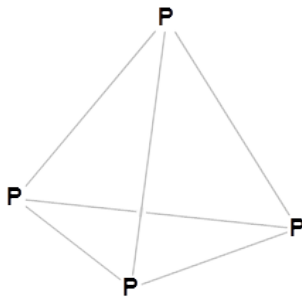
Urotropin (Hexamethylenetetramin), C₆H₁₂N₄

Phosphor(III)-oxid ist das Anhydrid der Entsprechend hydrolysiert es in kaltem Wasser nach folgender Reaktionsgleichung:

Phosphor(V)-oxid, P₄O₁₀

Beim Phosphor(V)-oxid, das unrichtig aber traditionell auch **Phosphorpentoxid** genannt wird, handelt es sich um das Verbrennungsprodukt von Phosphor, wenn ausreichend Sauerstoff zur Verfügung steht.

Aufbauend auf der Adamantan-Struktur vom P₄O₆ leitet sich die Struktur von P₄O₁₀ ab, in dem jedes Phosphoratom noch mit einem weiteren O-Atom verbunden ist. Mit der Überschreitung der Oktettregel resultiert also die Struktur:



P₄O₁₀ besitzt auch ein Adamantan-Gerundgerüst!

P₄O₁₀ ist extrem wassenziehend und dient als Trockenmittel und zur Darstellung von Säureanhydriden. Es selbst hydrolysiert dabei über Tetrametaphosphorsäure (Rkt.gl. 1) und Diphosphorsäure (Rkt.gl. 2) schließlich zur ortho-Phosphorsäure (Rkt.3.). Insgesamt ergibt sich also:

Rkt.gl. 1

Rkt.gl. 2

Rkt.gl. 3

Brutto:

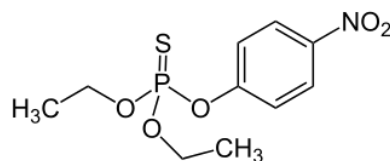
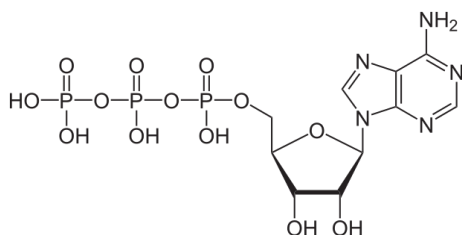
Beispiel: Reaktionsgleichung zur Herstellung von Essigsäureanhydrid:

Phosphorsäureester und ihre Derivate

Phosphorsäureester (auch **Alkylphosphate**) sind Ester der Orthophosphorsäure. Sie können als *organische Phosphate/Organophosphate* bezeichnet werden, gehören aber nicht zur Gruppe der *Organophosphorverbindungen*, da keine Kohlenstoff-Phosphorbindung vorliegt. Bei den Estern der Orthophosphorsäure unterscheidet man Monoester, Diester und Triester.

Allgemeine Strukturformeln:

Auch von *meta*- und *poly*-Phosphorsäuren gibt es entsprechende Ester, z.B. das physiologisch besonders wichtige ATP. Von größerer Bedeutung sind auch die von der **Thiophosphorsäure** ($S=P(OH)_3$) abgeleiteten *Thiophosphorsäureester*, die häufig biozide und neurotoxische Eigenschaften zeigen. Allerdings besitzen auch einige Phosphorsäureester solche Eigenschaften (z.B. *Dichlorvos*)

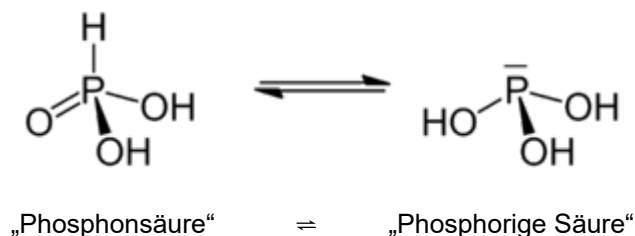


Bsp.: Adenosintri-phosphat (ATP) – die Energiewährung des Körpers

Bsp.: Parathion, ein wichtiges Insektizid

Phosphonsäure (H_3PO_3) und ihre Ester

Von der Phosphonsäure gibt es zwei Tautomere, wobei das Gleichgewicht auf Seite der Phosphonsäure (im engeren Sinn) liegt.



Kennzeichen von Tautomerie (allgemein):

Von beiden Tautomeren gibt es Ester mit 1-3 org. Resten. Allgemein werden alle diese Vertreter und dem Begriff **Phosphonsäureester** zusammengefasst.

- allgemeine Halbstrukturformel von Phosphorigsäureestern: $P(OR)_3$.
- allgemeine Strukturformeln von Phosphonsäureestern (im engeren Sinn): $R-P(O)-(OR)_2$.

Wie auch bei den Thiophosphorsäureestern gehören zu den Phosphonsäureestern zahlreiche Insektizide, Akarizide (Zecken- und Milbenbekämpfungsmittel) aber auch Nervenkampfstoffe wie Sarin und VX.

