

# Die Rolle der Phosphate in der Natur

Norbert Nowack

- 1) Phosphate als Nährstoffe für Pflanzen (Symbiose)
- 2) Die überlebenswichtigste Phosphatverbindung ATP sowie einige Eigenschaften der Phosphate in Hinblick auf die Natur
- 3) Die Phosphate und der Dümmer See (limitierender Faktor f. Biomasse)

Phosphate als Nährstoffe für Pflanzen (Symbiose)

*Trömel-Möller-  
Gericke*

*Verteilung  
des  
Phosphors  
aus Thomas-  
phosphat  
in einer  
Kartoffel-  
pflanze.  
24 Stunden  
nach der  
Düngung*

*M.P.J.  
3030*



ATP=Adenosintriphosphat

P ist das Phosphatmolekül  $\text{PO}_4^{3-}$

Pflanze/  
Wurzel

Zwischenraum  
(Apoplast)

Membran /Pilzfaden

P aus Phosphat-Nährstoffen

Pilzfaden  
(Mykorrhiza)

ATP

P

Saccharose  
(„Zucker“)

Saccharose

Abbau Glucose + Energie

Glucose

Membran/Wurzel

Die überlebenswichtigste Phosphatverbindung

Adenosin-tri-phosphat (ATP)

und

einige Eigenschaften der Phosphate in Hinblick auf die Natur

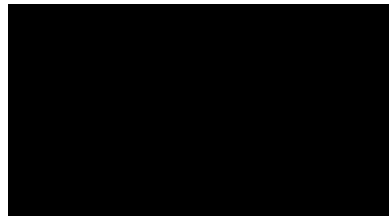


$\text{PO}_4^{3-}$  ortho-Phosphat

Alle Phosphate enthalten immer diese Moleküleinheit.

Diese Einheit kann Ketten oder Ringe (Polyphosphate) bilden.

Zum Beispiel das Diphosphat-Molekül

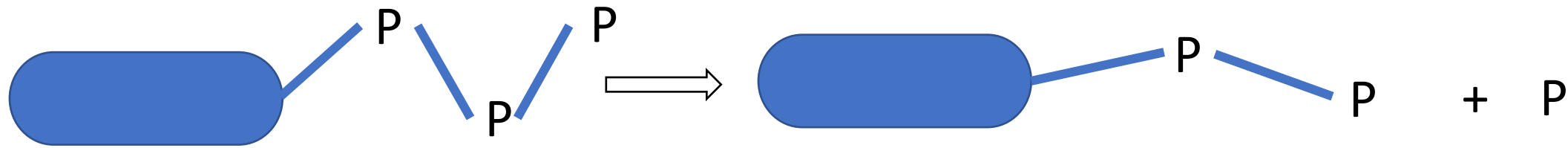


$\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$

Bekannt sind einige Verbindung als Wasser-enthärtungsmittel.

Dadurch gibt es sehr vielfältige Phosphate.

Organische Phosphate werden für eine Energie-Strategie in Zellen benötigt. Sie speichern Energie und geben sie bei Bedarf an einer anderen Stelle der Zelle wieder ab. Adenosintriphosphat (ATP) zu Adenosindiphosphat (ADP) unter Energieabgabe wie folgt: (P ist die Phosphatgruppe  $\text{PO}_4^{3-}$ )



Durch die Ladungsabstoßungen entspannt sich das ATP-Molekül (wie eine gespannte Feder) und wird Energie in Höhe von rd.  $15 \text{ cal/g-ATP} = 65 \text{ J/g-ATP}$  freigesetzt. Die Energie wird auf andere Zellenpartner übertragen, dort wo Energie gebraucht werden. Zum Beispiel in Muskelzellen des Menschen.

Die Energiefreisetzung liegt im Bereich von msec.

Der Umsatz im menschlichen Körper pro Tag liegt bei rd. 40 kg.

Bei körperlichen Höchstleistungen kann der Umsatz bis zum 20 fachen ansteigen.

## Eigenschaften der Phosphate im Allgemeinen

Mineral-Vorkommen als Calciumphosphate (Rohphosphate) teils magmatisch, ehemalige Meeressedimente, oder Ausscheidung von und mit Tieren; Vergesellschaftung mit Cadmium, Uran, Arsen, Lanthan,.....

Sie sind in der Natur nicht abbaubar

Phosphate sind nicht toxisch, Mensch: Knochenbildung, ATP-Bildung .....  
Biologisch hochwirksam, überlebenswichtig, noch in geringen Konzentrationen Blaualgen-Bildung

Phosphate sind mit Eisen(III)-, Aluminium-, Calcium und Magnesium-Salzen ausfällbar, aber Aufsalzung durch notwendigen Überschuss,  
dann Abtrennung durch Filtration oder Sedimentation

Sehr unterschiedliche Phosphat-Typen: anorganische und organische Verbindungen, aber alle Verbindungen enthalten immer die  $\text{PO}_4^{3-}$  - Gruppe

Anorganische Phosphate (also salzartige) sind nicht flüchtig, sind thermisch und chemisch äußerst stabil, besitzen Schmelzpunkte im Bereich zwischen 700 °C und 1600 °C

Phosphate sie lassen sich weder oxidieren noch reduzieren, auch nicht biochemisch, , d.h. sie sind äußerst redox-stabil,  
erst bei sehr hohen Temperatur in Gegenwart von Kohlenstoff werden sie im Lichtbogenofen reduziert (Bildung von Phosphiden), Temperaturen über 2000 °C



## Phosphat-Typen / Eintrag durch die Hunte

**a)** Lösliche Phosphate (Hydrogenphosphate, ortho-Phosphat, pH-Abhängigkeit), direkt pflanzenverfügbar, auch für Schilf

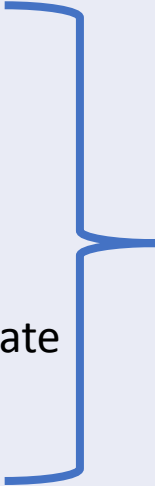
Schwerlösliche Phosphate (Partikel):

**b)** Eisen(III)-, Calcium-, Aluminium-, Magnesium-phosphate

**c)** Phosphate verbunden mit Kohlenstoffverbindungen (=organische Phosphate)

**d)** Wasserlösliche und wasserunlösliche Phosphate können an Mineral-Partikeln wie Silikate (Bentonite, Zeolithe, Tone etc.) angelagert, Chemiesorption, Boden-Erosion und Abschwemmungen mobilisierbar

partikuläre Phosphate



Auch partikuläre Phosphate können wie die löslichen Phosphaten algenverfügbar sein.

Durch biologisch-chemische Umwandlungen sind sie direkt in löslicher Form pflanzen- und algenverfügbar.

Wirkung Schilfpolder in hinreichender Flächengröße (Ripl, Poltz):

a) Durch P-Retension ca. 40 %-Abnahme (primär partikuläre Phosphate), Sedimentation

b) Aufnahme von lösliche Phosphate durch Aufwuchsgemeinschaften (z.B. Kieselalgen), sehr hohe Wachstumsintensität: hohe P-Retension besonders im Frühjahr

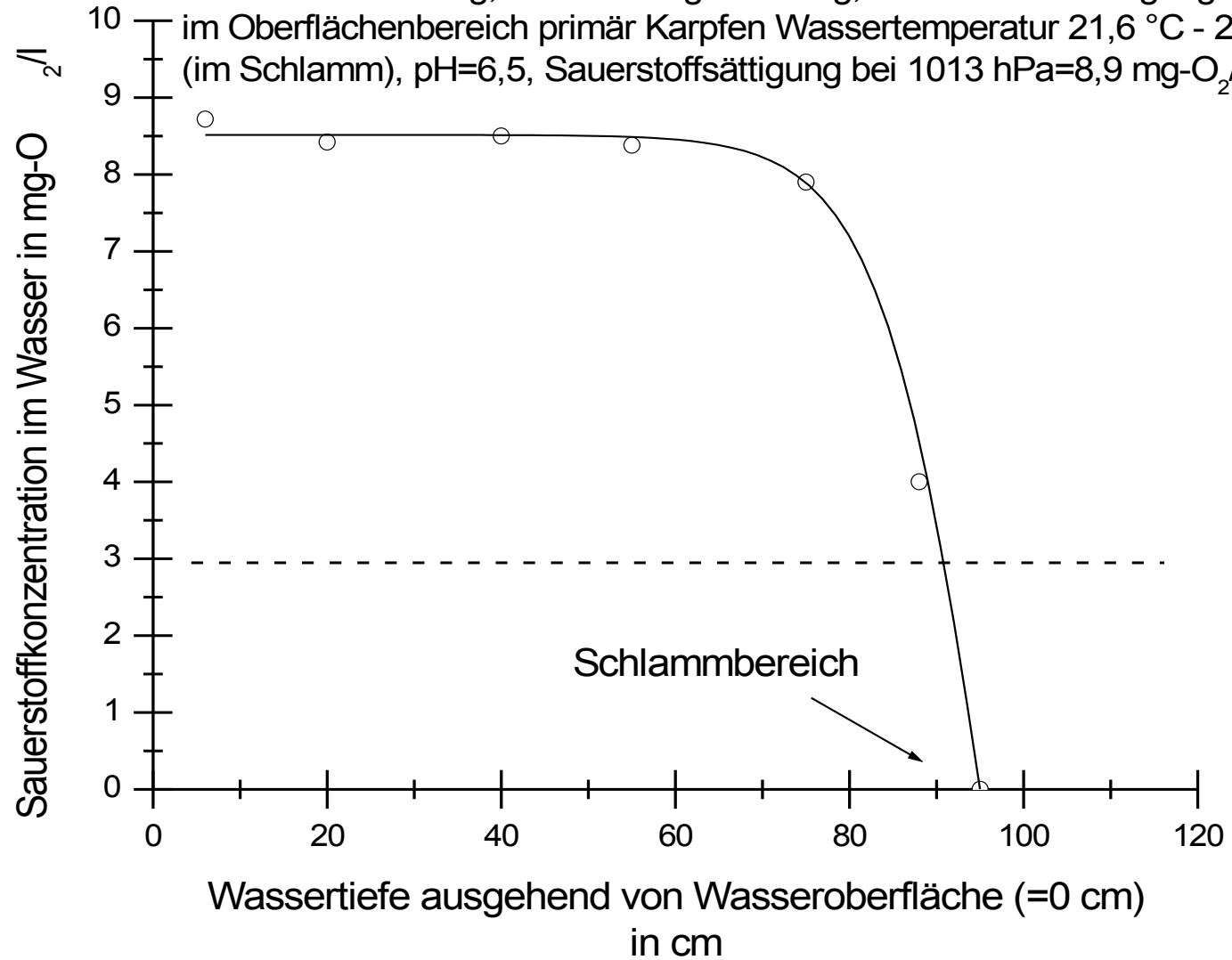
c) Rückgewinnung von Mineralpartikel (durch Erosion entstanden), Abnahme der Sedimentbildung von 5 mm/a auf 1 mm/a

d) Teilweise Mitfällung bei der Bildung von „Kalk“ (biogenes Calciumcarbonat/Calcit) in Hunte und Dümmmer

Anreicherung schwerlöslicher Phosphate im Dümmer Schlamm („interne Algendüngung“) und daraus folgende Mobilisierung

Die Phosphate und der Dümmer See  
(limitierender Faktor f. Biomasse)

○ 21.Aug.2019 um 17.30-18.00 Uhr, SVH-Stegspitze, Windstille, intensive Sonneneinstrahlung, intensive Algenbildung, starke Fischbewegungen im Oberflächenbereich primär Karpfen Wassertemperatur 21,6 °C - 21,1 °C (im Schlamm), pH=6,5, Sauerstoffsättigung bei 1013 hPa=8,9 mg-O<sub>2</sub>/l



Zufluß über die Hunte:  
lösliche Phosphate sowie  
partikuläre Phosphate (Schwebestoffe)



partikuläre P ↔ lösliche P

Algenbildung in  
durchleuchteten Zonen

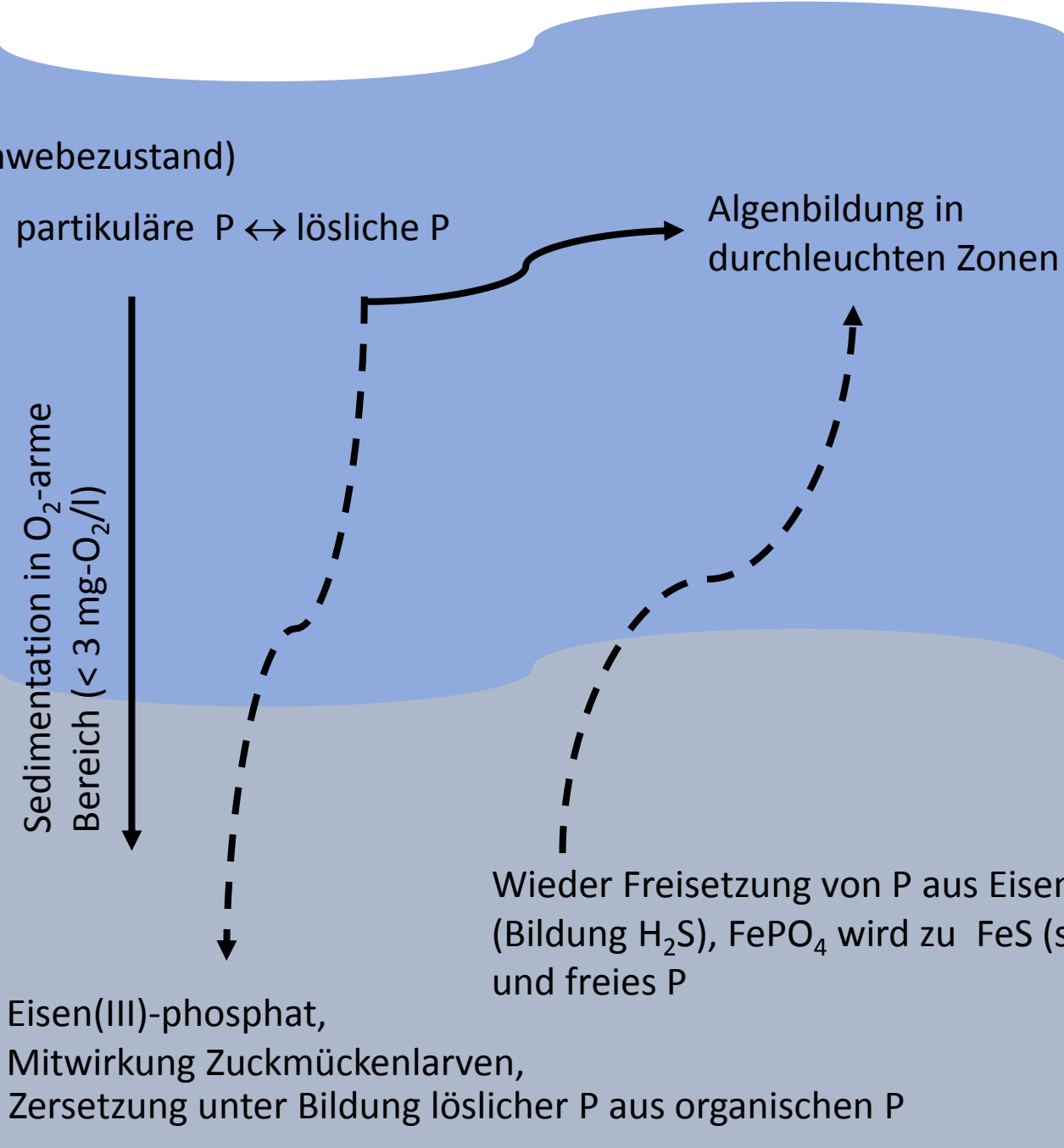
Wasserkörper > 3 mg-O<sub>2</sub>/l

Sedimentation in O<sub>2</sub>-arme  
Bereich (< 3 mg-O<sub>2</sub>/l)

anaerobes Schlamm Sediment  
< 3 mg-O<sub>2</sub>/l

Wieder Freisetzung von P aus Eisen(III)-phosphat  
(Bildung H<sub>2</sub>S), FePO<sub>4</sub> wird zu FeS (schwarze Färbung)  
und freies P

Eisen(III)-phosphat,  
Mitwirkung Zuckmückenlarven,  
Zersetzung unter Bildung löslicher P aus organischen P





Aufnahme  
Heuer

Ostufer Hüde im Bereich Segelclub Münster-Hafen, Badestelle und Buchten des Dümmer Sees, Sept. 2010



Zur Erinnerung: Ja, Ja früher war alles besser!







