BIOPOND

# Bedeutung von Makro- und Mikronährstoffen für die Pflanzenversorgung und das Algenwachstum im Schwimmteich

## Impact of Macro- and Micronutrients for plant nutrition and growth of algae in the swimmingpond

Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Martin

BIOPOND

# Das Grundprinzip eines gut funktionierender Schwimmteiches

## The basic principle of a well performing swimming pond

Die Idee: Selbstständige Einstellung eines biologisches Gleichgewichtes mit niedrigem Nährstoffgehalt.

The idea: Autonmous adjustment of a a biological equilibrium with low concentrations of nutrients.

Dichte Bepflanzung mit eingesetzten Sumpf und Unterwasserpflanzen entzieht ausreichend Nährstoffe um das Wachstum von Schweb- und Fadenalgen effektiv zu unterdrücken.

Tight planting of emers and submers aquatic plants withdraws enough nutrients to effectively suppress the growth of planktonic and filamenous algae.

Voraussetzung dafür ist natürlich die Einhaltung ein paar simpler Regeln:

For this, the adherence to some simple rules is of course a prerequisite:

- Verwendung phosphatarmen Füllwassers
  The use of low-phosphate filling water
- Vermeidung unnötigen Neueintrages von Makronährstoffen ( vor allem Phosphat).
  Avoidance of needless input of macro-nutrients (in particular phosphate)
- Entfernung angereicherter Nährstoffe durch Schlammabsaugung und den jährlichen Rückschnitt der Pflanzen im Herbst.
  Removal of excessive nutrients through mud suction and the annual pruning of aquatic plants.

So zumindest die Theorie……

So far at least in theory…..

Quelle: hotnewsblog.net

# Algen im Schwimmteich

## Algae in swimming ponds

So sieht es leider häufig in der Praxis in Schwimmteichen aus:
This is how in frequently looks in reality:

- Massive Algenblüte im Frühjahr.
  Massive algal blossom in spring
- Fadenalgen nehmen Überhand, die Folie im Schwimmbereich ist mit dicken grünen oder braunen Biofilmen bedeckt.
  Massive groth of filamentous algae, the pond liner in the swimming area is coverered with green and brown biofilms.
- Mühevolles Abschrubben und Absaugen hilft nur temporär, nur kurze Zeit später wuchern die Algen meist wieder wie zuvor.
  Laborious scrubbing and suction cleaning show temorary effects, only. Only shortly thereafter, algae usually grow as before.

**Was ist die Ursache?**
**What is the underlying reason?**

# Algen kommen besser mit Mangel an einzelnen Makro- und Mikroelementen klar!

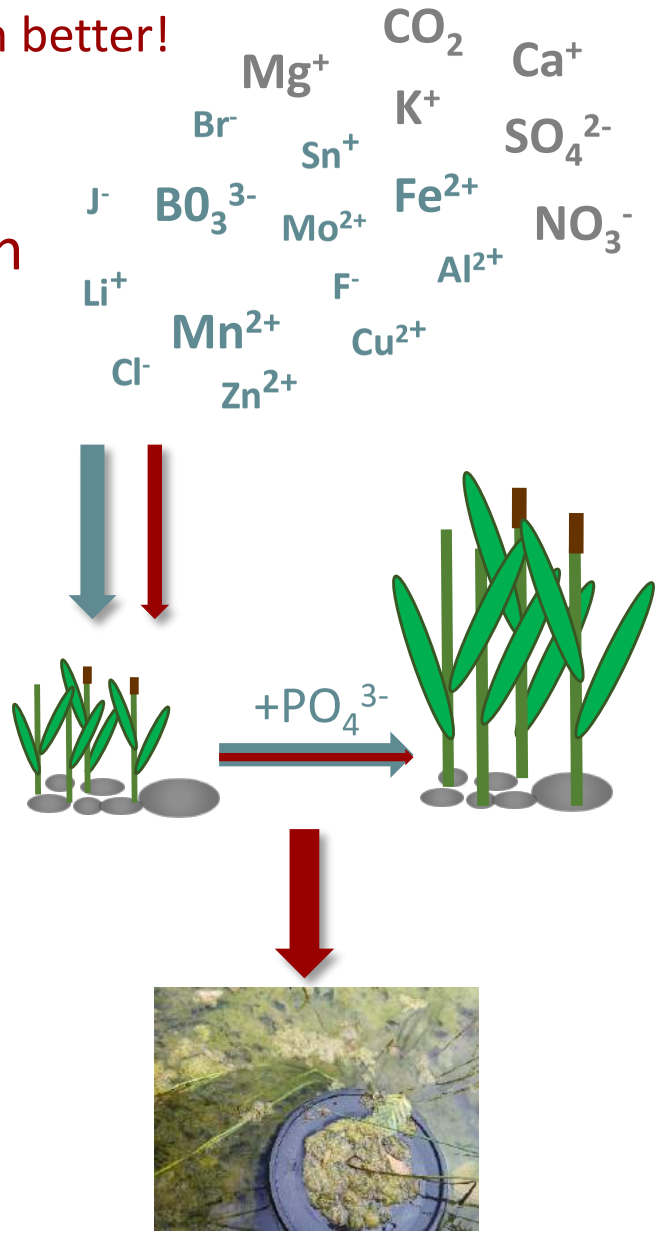
Algae tolerate lack of single trace elements much better!

Ein Mangel an einzelnen Makro- oder Mikronährstoffen hemmt das Wachstum höherer Teichpflanzen

- unzureichende Bindung von pflanzenverfügbarem Phosphat
- übermässiges Wachstum von Algen und Biofilmen

A lack in in single Makro or micronutrients trace elements inhibits the growth of higher plants

- insufficient binding of plant-available phosphate
- excessive growth of algae



BIOPOND

# Warum können höhere Teichpflanzen so effizient mit Algen um verfügbare Nährstoffe konkurrieren?

## Why aquatic macrophytes are so efficient in competing with algae for available nutrients?

# Gemeinsamkeiten und Unterschiede von höhere (bewurzelte) Pflanzen und Algen

## Similarities and differences between rooted aquatic macrophytes algae

Algen sind urspüngliche Pflanzen, höhere Wasserpflanzen haben sich aus Algen entwickelt.

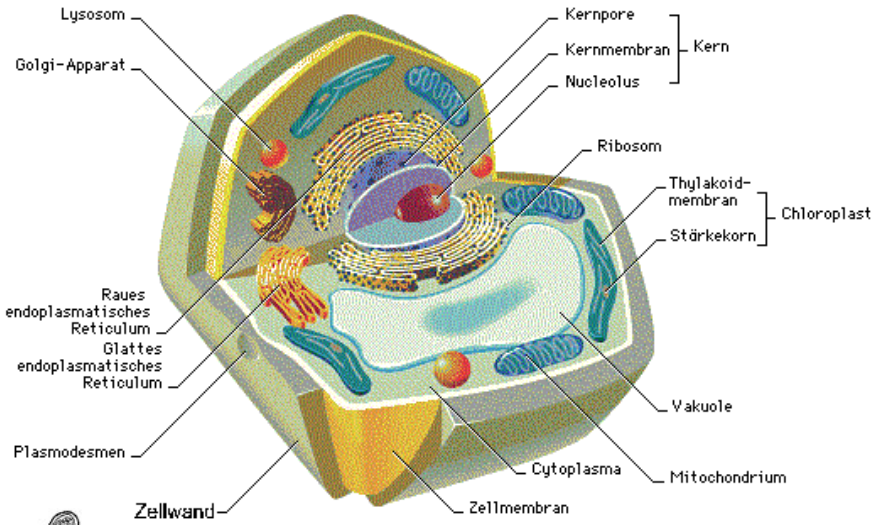
Algae are primitive plants, higher (vascular) aquatic plants have developed from algae.

Algen sind einfach aufgebaut und können daher unter für sie optimalen Wachstumsbedingungen sehr hohe Vermehrungs-/Wachstumsraten entwickeln (Verwendung als Biomasseproduzenten in der Biotechnologie).

Algae are very simple anatomically organized, and are therefore able to grow very fast if optimal growth conditions are provided (use in biotechnology).

Zellen von Algen und höheren Wasserpflanzen haben viele Gemeinsamkeiten, aber: Algen besitzen keine oder nur wenig spezialisierte Zellen (z.B. Haftzellen, Rhizoide).

Cells of algae and vascular plants have many features in common, however algae posses no or single specialised cells (fixation cells, rhizoids).



# Wieso können höhere (bewurzelte) Pflanzen dem Teichwasser effizienter Makronährstoffe entziehen als Algen?

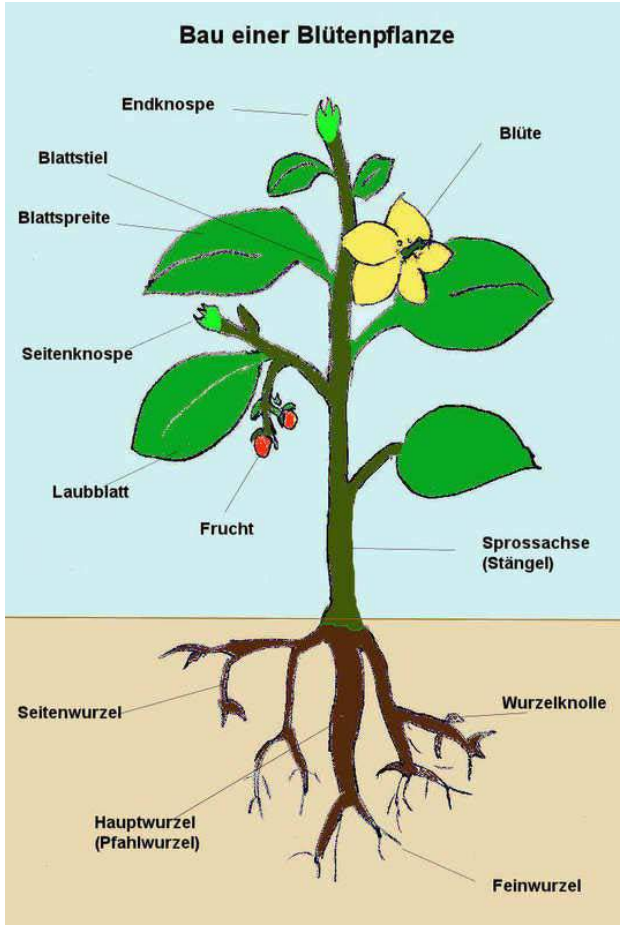
## Why rooted aquatic plants are much more efficient in reducing macronutrients (P&N) than algae?

In der Evolution haben höhere Wasserpflanzen spezialisierte Zellen einschließlich Wurzeln entwickelt, und haben sich damit Wachstumsvorteile gegenüber Algen, insbesondere unter Mangelbedingungen (Trockenheit, Licht, pH, Salzgehalt, Nährstoffmangel) erworben.

During evolution higher plants have developed various specialised cells including roots, and have thereby aquired growth advantages to algae, in particular under suboptimal growth conditions (aridity, light, pH, high salt, lack of nutrients).

Höhere Pflanzen besitzen in der Regel einen leitungsfähigeren und komplexeren Stoffwechsel, und effizientere Systeme der Nährstoffaufnahme.

Higher plants typically possess a more efficient and komplex metabolism and more efficient systems for uptake of nutrients.



# Wieso können höhere (bewurzelte) Pflanzen dem Teichwasser effizienter Makronährstoffe entziehen als Algen?

## Why rooted aquatic plants are much more efficient in reducing macronutrients (P&N) than algae?

Wurzeln sind hochspezialisierte Aufnahmeorgane mit aktiven Transportmechanismen

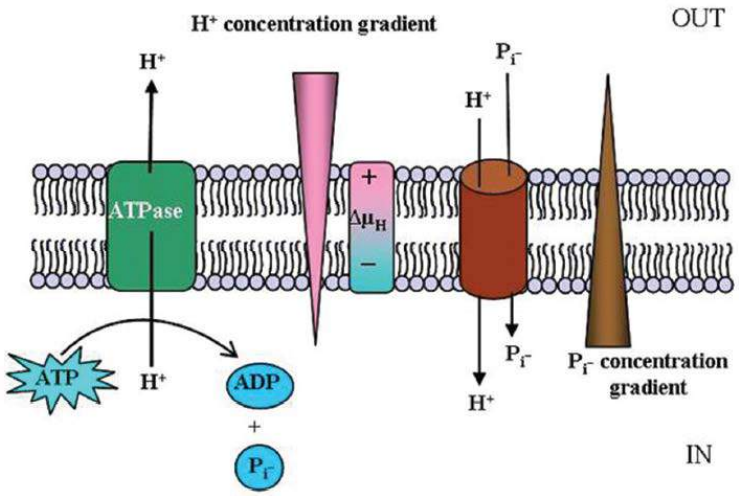
Roots are highly specialised uptake-organs?

Effizientere Phosphattransporter als Algen?

More efficient phosphate transporters?

Wurzeln setzen Chelate, P-mobilisierende organische Anionen und hydrolytische Ectoenzyme frei, die Nährstoffe nutzbar machen (*Grossmann, AnnPlantRev 2015*, Brassicaceae)

Plant roots release P-mobilising organic anions and ecto-enzymes




Chrispeels, The Plant Cell, 1999

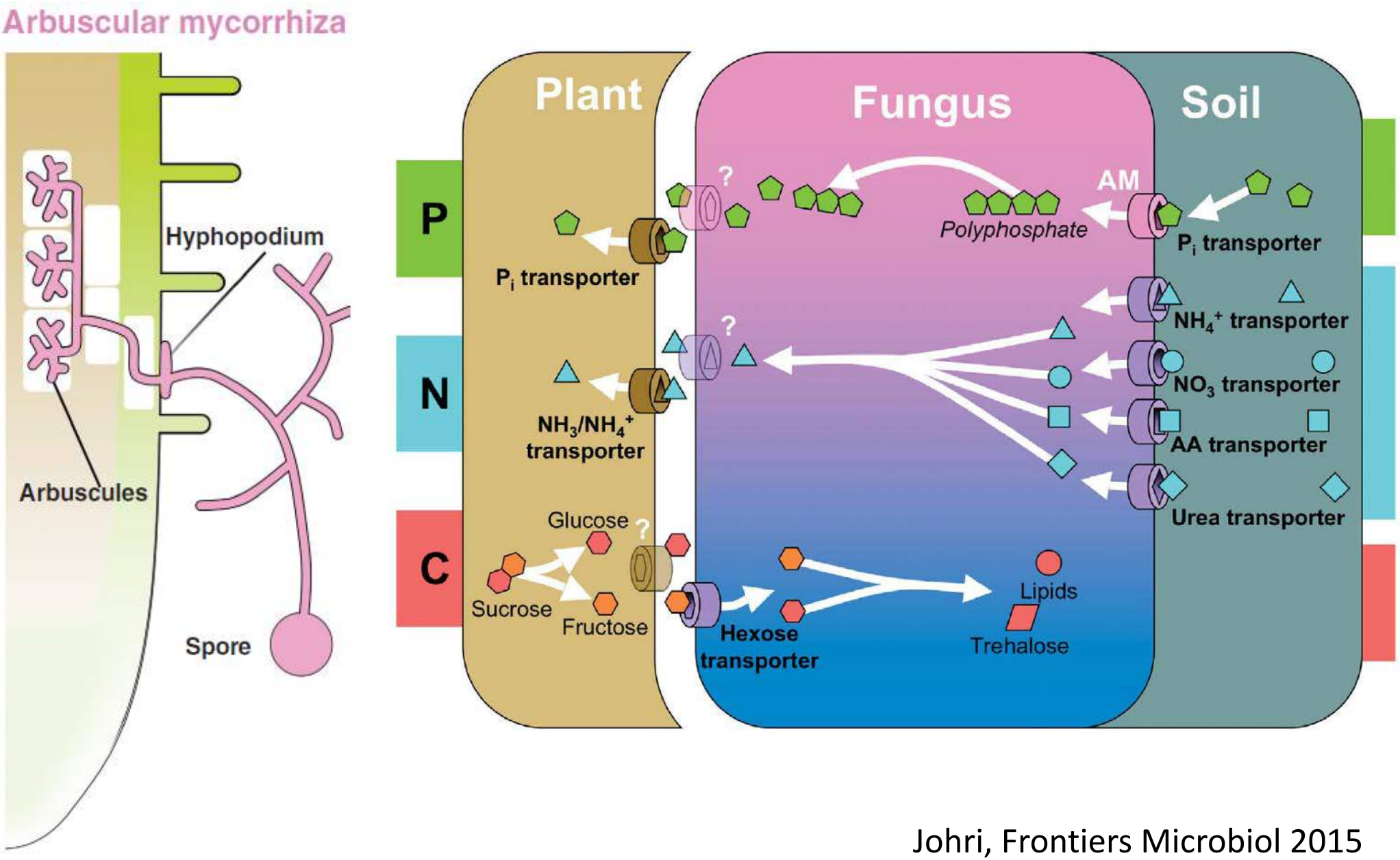
Direkte Aufnahme von aus biologischen Sedimenten (Pflanzenreste und absterbende Mikroorganismen) freigesetztem löslichem Orthohosphat über die Wurzeln. Direct uptake of soluble orthophosphate released from dying soil bacteria via the roots.

Symbiose mit arbuskulären Mycorrhiza (Kohout FEMS MicrobiolEcol 2012)

Symbiosis with arbuscular mycorrhiza

# Symbiose zwischen höheren Pflanzen und Mycorrhiza

## Symbiosis between macrophytes and mycorrhiza




Johri, Frontiers Microbiol 2015

## Die gute Nachricht:

**Üppiges Pflanzenwachstum kann wirklich nachhaltig Algenplagen vermeiden!**

## The good news:

**Rank plant growth is able to sustainably avoid overgrow with algae!**

## Die schlechte Nachricht:

**In vielen Schwimmteichen wachsen höhere Pflanzen alles andere als gut….!**

## The bad news:

**In many swimming ponds there is no rank growth of plants!**

BIOPOND

# Generell mangelt es vielen Schwimmteichen an Stickstoff und abhängig vom Füllwasser and anderen Nährstoffen!

## At least after several years, many swimmingponds suffer from Nitrogen and (dependent on the filling water) other nutrients!

- Ein Schwimmteich ist ein abgeschlossenes Gewässer ohne Zufluß oder Grundwasseraustausch.
  A swimming pond represents a closed system without inflow and groundwater exchange
- Anders als in natürlichen Gewässern fehlt ein permanenter Zufluß notwendiger Mineralstoffe in ausgewogenem Verhältnis.
  Different from a natural lake, there is no permanent inflow of all required mineral nutrients.
- Im Sommer kommt es häufig zu einem Mangel an Stickstoff
  During summertime frequently Nitrogen is a limiting macronutrient.
- Es mangelt aber z.T., abhängig vom Füllwasser und eingebrachten Gesteinen, auch an Mineralstoffen wie Kalium, Magnesium, Kalzium oder Sulfat
  There may also be a lack in the macronutrients potassium, magnesium, calcium or sulfate

$K^+$ $Mg^+$ $Ca^+$ $SO_4^{2-}$

Höhere Pflanzen haben spezialisierte Zellen, komplexe Vermehrungsstrategien und hocheffiziente Systeme zur Aufnahme von Makronährstoffen entwickelt.

Higher plants have developed specialised cells, komplex reproduction strategies and highly efficient systems for uptake of nutrients.

Höheren Pflanzen reichen damit meist schon recht geringe Konzentrationen an Makronährstoffen wie Phosphat und Nitrat für ein üppiges Wachstum.

Typically relatively low concentrations of macronutrients are sufficient for rank growth of higher plants.

Damit haben sie Wachstumsvorteile gegenüber Algen erworben.

Thereby they have acquired growth advantages towards algae.

Aber: Moderate Konzentrationen von Makronährstoffen werden zwingend benötigt!

But: Moderate concentrations of macronutrients are definitely required!

| Element | Funktion | Mangelerscheinungen |
|---|---|---|
| Kohlenstoff | Strukturfunktion | Kein Wachstum ohne ausreichend Kohlenstoff! |
| Stickstoff | Entscheidenderer Bestandteil u.a. von Proteinen, RNA und DNA | Kein Wachstum ohne ausreichend Stickstoff! |
| Phosphor | Entscheidenderer Bestandteil u.a. von Proteinen, RNA und DNA | Kein Wachstum ohne Phosphor! |
| Kalium | Osmoticum bei Spaltöffnungsbewegungen und Gegenspieler von Calcium-Ionen | Wachstumsstörungen |
| Magnesium | Strukturbestandteil von Chlorophyllen, Ribosomen, Zellwand-komponenten etc. | Wachstumsstörungen |
| Calcium | Struktur und Funktion von Proteinen und Biomembranen | Wachstumsstörungen |
| Schwefel | Struktur und Funktion von Proteinen | Wachstumsstörungen |

Höhere Pflanzen haben spezialisierte Zellen, komplexe Vermehrungsstrategien und hocheffiziente Systeme zur Aufnahme von Makronährstoffen:

→ Wachstumsvorteile gegenüber Algen

Higher plants have specialised cells, komplex reproduction strategies and highly efficient systems for uptake of nutrients:

→ Growth advantages towards algae.

Aber:

Komplexere physiologische Systeme und eine große Vielfalt an Enzymen heißt auch:

→ größere Abhängigkeit von Spurenelementen!

But:

More complex physiological systems and a large variety of enzymes also means:

→ higher degree of dependence on different trace elements!

| Element | Funktion | Mangelerscheinungen |
|---|---|---|
| Kalium | Osmoticum bei Splatöffnungsbewegungen und Gegenspieler von Calcium-Ionen | Wachstumsstörungen |
| Magnesium | Strukturbestandteil von Chlorophyllen, Ribosomen, Zellwand-komponenten etc. | Wachstumsstörungen |
| Calcium | Struktur und Funktion von Proteinen und Biomembranen | Wachstumsstörungen |
| Schwefel | Struktur und Funktion von Proteinen | Wachstumsstörungen |
| Eisen | Bestandteil von Porphyrinverbindungen und vielen Enzymen | Wachstumsstörungen |
| Mangan | Cofaktor von Enzymen, Photosystem II | Chlorose, Veränderung der Chloroplatenstruktur |
| Bor | Komplexbildung mit Polyhydroxy-verbindungen | Störungen in der Gewebs-entwicklung, im Kohlenhydratstoffwechsel und beim Zuckertransport |
| Zink | Co-Faktor von Enzymen | Chlorose, gestörte Blattenetwicklung und Rosettenbildung, Stöungen im Phytohormonhaushalt |
| Kupfer | Bestandteil von verschiedensten Enzymen (Oxidasen, Redoxkatalysatoren) | Wachstumsstörungen |
| Molybdän | Bestandteilen von enzymen des Stickstoffstoffwechsels | Ähnlich Stickstoffmangel |
| Kobalt | Bestandteil Vitamin B12 | |

BIOPOND

# Unser Schwimmteich 2012

## Our Swimming Pond 2012

# Unser Schwimmteich
# Frühling/Sommer 2018

## Our Swimming Pond
## Spring/Summer 2018

# Was ist jetzt anders?

## What has made the difference?

# Alle benötigten Makro- und Mikroelemente sind verfügbar!

## All required macro- and micronutrients are available!

# Verfügbarkeit von Makro- und Mikronährstoffen schafft Artenvielfalt: Gut gedeihende Pflanzenarten in unserem Teich

Availability of Makro- & Mikronutrients supports species diversity: plant species that grow well in our swimming pond?

| Deutscher Name | Wiss. Name | Nährstoffbedarf |
|---|---|---|
| Kalmus | Acorus calamus | 0/+ |
| Duftlauch | Allium suaveolens | |
| Lanzettförmiger Froschlöffel | Alisma lanceolatum | |
| Froschlöffel | Alisma plantago-aquatica | +/0 |
| Igelschlauch | Baldellia ranunculoides | -/0 |
| Blumenbinse, Schwanenblume | Butomus umbellatus | + |
| Wasserstern | Callitriche palustris | -/+ |
| Sumpfdotterblume | Caltha palustris | 0/+ |
| Morgensternsegge | Carex grayii | 0/+ |
| Zyperngrassegge | Carex pseudocyperus | 0/+ |
| Characeen | Chara spec. | +/0 |
| Zyperngras | Cyperus longus | +/0 |
| Nadelsimse | Elocharis acicularis | -/+ |
| Wasserschachtelhalm | Equisetum varigatum | 0/+ |
| Wasserdost | Eupatorium purpureum "Atropurpure | 0/+ |
| Tannenwedel | Hippuris vulgaris | 0/+ |
| Sumpfiris | Iris pseudoacorus | 0/+ |
| Froschbiss | Hydrocharis morsus-ranae | 0/+ |
| Wassernabel | Hydrocotyle vulgaris | |
| Schwertlilie | Iris ensata | |
| Sibirische Schwertlilie | Iris sibirica | + |
| Zwiebelbinse | Juncus bulbosus | -/0 |
| Zwergbinse | Juncus ensifolius | |
| Binse blaugrün | Juncus glaucus (inflexus) | 0/+ |
| Strandling | Littorella uniflora | - |

| Deutscher Name | Wiss. Name | Nährstoffbedarf |
|---|---|---|
| Wolfstrapp | Lycopus europaeus | |
| Gelbweiderich, Pfennigkraut | Lysimachia nummularia | 0/+ |
| Strauß-Goldfelberich | Lysimachia thyrsiflora | -/0 |
| Blutweiderich | Lythrum salicaria i.S. | -/0 |
| Wasserminze | Mentha aquatica | +/- |
| Fieberklee | Menyanthes trifoliata | -/0 |
| Gauklerblume blau | Mimulus ringens | |
| Sumpfvergißmeinnicht | Myosotis palustris | +/- |
| Wechselblütiges Tausendblatt | Myriophyllum alterniflorum | -/0 |
| Ähriges Tausendblatt | Myriophyllum spicatum | |
| Teichmummel | Nuphar lutea | 0/+ |
| Seerose zartrosa | Nymphea "Mariliacae Carnea | |
| Seerose kirschrot | Nymphea "James Brydon " | |
| Hechtkraut | Pontederia cordata | |
| Glänzendes Laichkraut | Potamogeton lucens | 0/+ |
| Durchwachs.Laichkraut | Potamogeton perfollatus | |
| Großer Hahnenfuß gelb | Ranunculus lingua | 0/+ |
| Efeublättriger Hanhenfuß? | Ranunculus hederaceus? | |
| Pfeilkraut | Sagittaria saggittifolia | |
| Seesimse | Scirpus lacustris | 0/+ |
| Aufrechter Igelkolben | Sparganium erectum | 0/+ |
| Schmalblättriger Igelkolben | Sparganium angustifolium | -/0 |
| Schmalblättriger Rohrkolben | Typha angustifolium | 0/+ |
| Zwergrohrkolben | Typha minima | -/0 |
| | | |

# Makronährstoffe

- **Carbon**
- Nitrogen
- Potassium
- Calcium
- Magnesium
- Phosphorus
- Sulfur

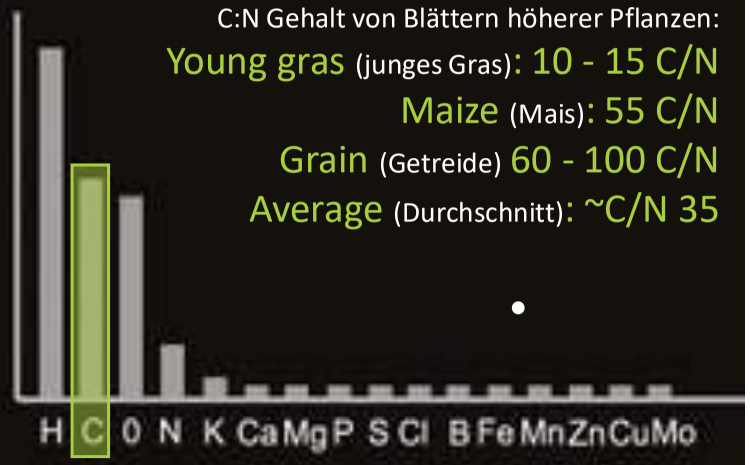
- **Kohlenstoff**
- Stickstoff
- Kalium
- Calcium
- Magnesium
- Phosphor
- Schwefel

Ratio of chemical elements in dry mass of a leaf compared to Mo (= 1)
Verhältnis chemischer Elemente in einem Pflanzenblatt im Verhältnis zu Molybdän (= 1).

| | | |
|---|---|---|
| Molybdän | Mo | 1 |
| Kupfer | Cu | 100 |
| Zink | Zn | 300 |
| Mangan | Mn | 1000 |
| Eisen | Fe | 2000 |
| Bor | B | 2000 |
| Chlor | Cl | 3000 |
| Schwefel | S | 30000 |
| Phosphor | P | 60000 |
| Magnesium | Mg | 80000 |
| Kalzium | Ca | 125000 |
| Kalium | K | 250000 |
| Stickstoff | N | 1000000 |
| Sauerstoff | O | 30000000 |
| Kohlenstoff | C | 35000000 |
| Wasserstoff | H | 60000000 |

C:N:P in leaves of higher plants
C:N:P in Blättern höherer Pflanzen:
Average (Durchschnitt): **~583C :17N : 1P**

C:N content in leaves of higher plants:
C:N Gehalt von Blättern höherer Pflanzen:
Young gras (junges Gras): 10 - 15 C/N
Maize (Mais): 55 C/N
Grain (Getreide) 60 - 100 C/N
Average (Durchschnitt): ~C/N 35




➟ Beside Hydrogen, Oxygen and Carbon, **Nitrogen is the most frequent and essential Element in plant biomass, Phosphorus is less frequent!**

➟ **Stickstoff** ist neben Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff **das häufigste notwendige Element** in der Pflanzenbiomasse, Phosphor ist deutlich weniger häufig!

BIOPOND

# Bedeutung einzelner Makronährstoffe für das Wachstum von Teichpflanzen und den Algenwuchs im Schwimmteich

## Importance and Sources of individual Makronutrients for the Growth of Higher Plants and Algae in the Swimming Pond

# Stickstoff

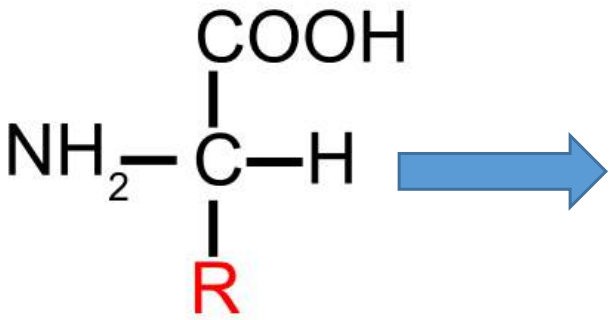
## Nitrogen

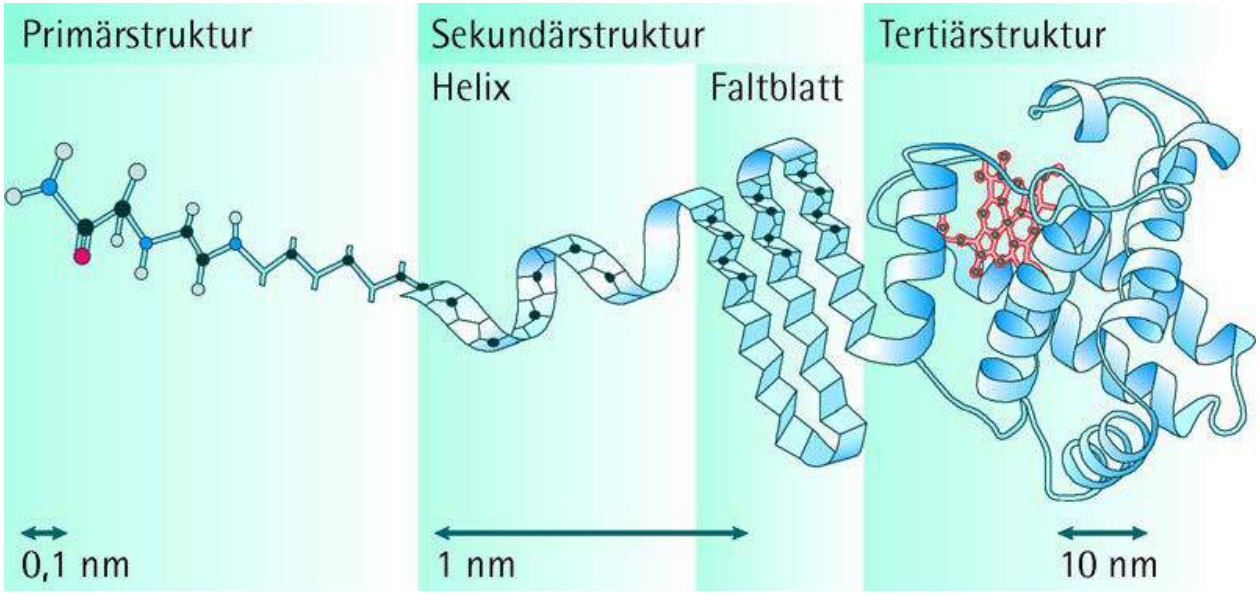
# Stickstoff : Essentieller Bestandteil von höheren Pflanzen und Algen

## Nitrogen: Essential Components of higher Plants and Algae

Stickstoff (N): Sämtliche Proteine, Peptide und Aminosäuren ), 1,5-5% der Trockenmasse.

Nitrogen (N): All proteins, peptides and amino acids, constitutes 1,5-5% of dry weight.




Aminosäure

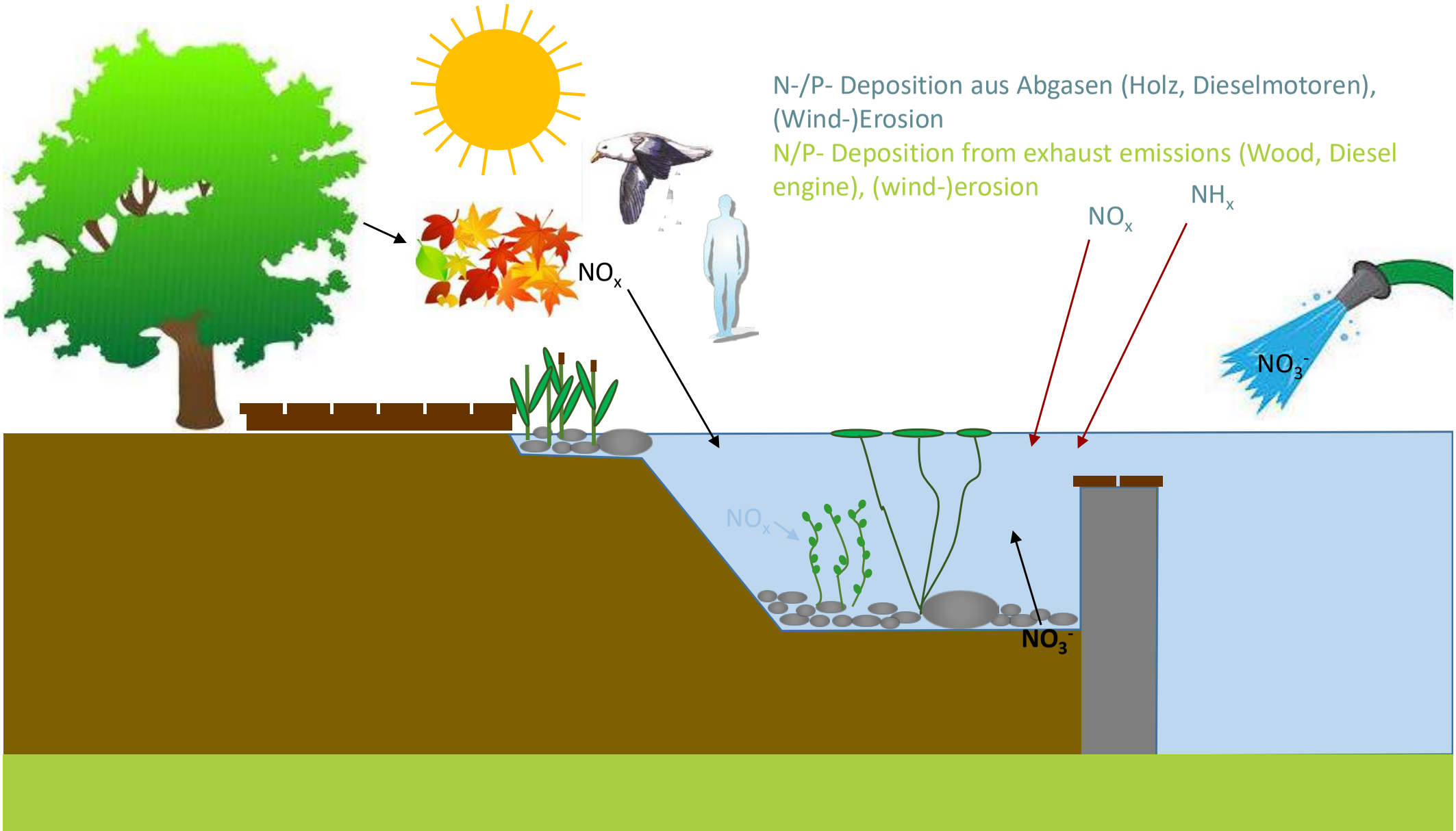
Amino Acid

Peptid / Protein (Eiweiß)

Peptide / Protein

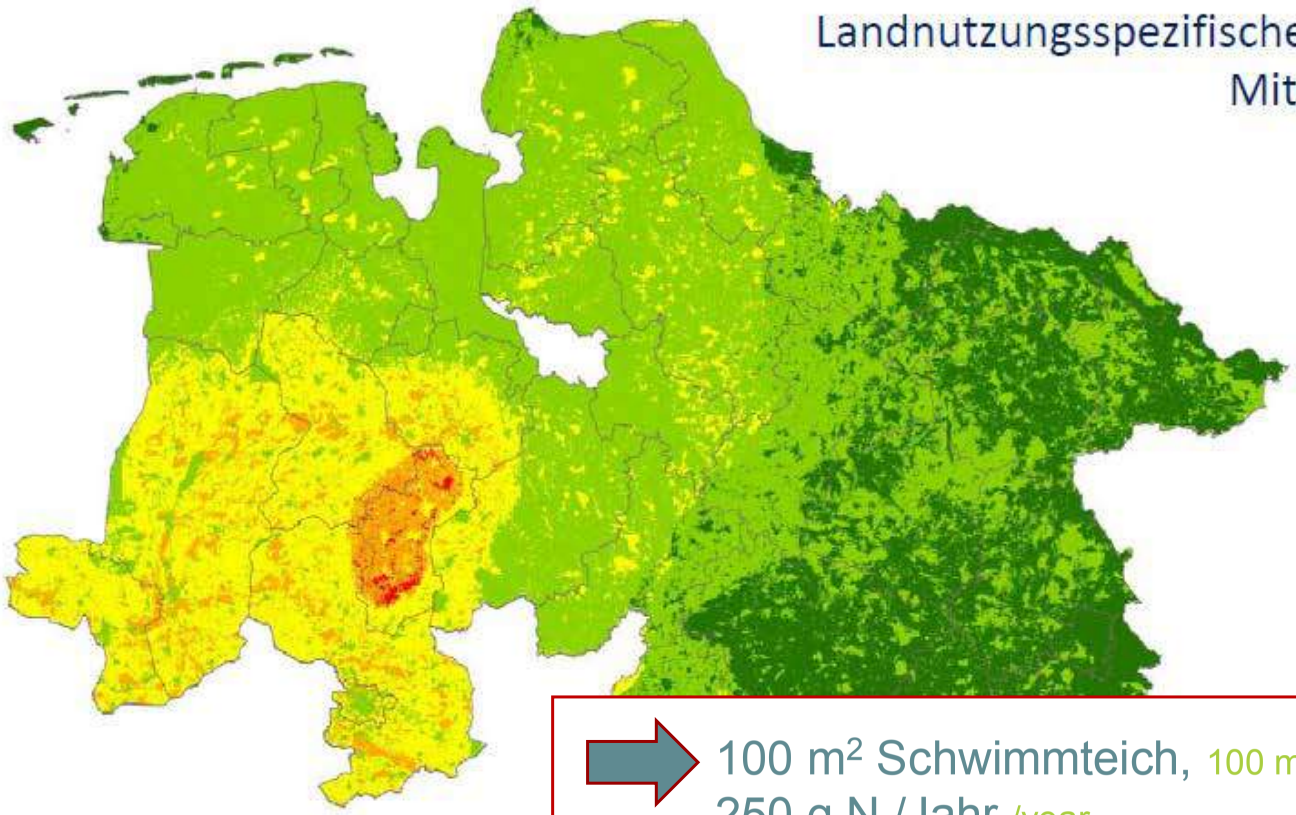
# Zufuhr des Makronährstoffes Stickstoff (N)

## Supply of the Macro-Nutrient Nitrogen (N)



# Atmosphärische Deposition von Stickstoff

## Atmospheric Deposition of Nitrogen and Phosporus




Landnutzungsspezifische Gesamtstickstoffdeposition
Mittelwert der Jahre 2004-2007
(kg N/ha/Jahr)
nach Builtjes et al.(2011)

$NH_y$: 88.320 t N
$NO_x$: 37.362 t N
Ø 25 kg N/ha/Jahr

100 m² Schwimmteich, 100 m² swimming pond :
250 g N /Jahr /year
≙ 1,1 kg $NO_3$ /Jahr /year
≙ 8 kg Pflanzen(Algen)-Trockenmasse (N-Gehalt 3%)
≙ 8 kg Plant(algae) dry mass (N-content 3%)
≙ 80 kg Pflanzen(Algen)-Biomasse
≙ 80 kg plant(Algae)-Biomass
+ N aus Blättern, Pollen, Insekten, Vogelkot, etc.
+ N from leaves, pollen, insects, bird excrements, etc.

LBEG Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
GEOZENTRUM HANNOVER

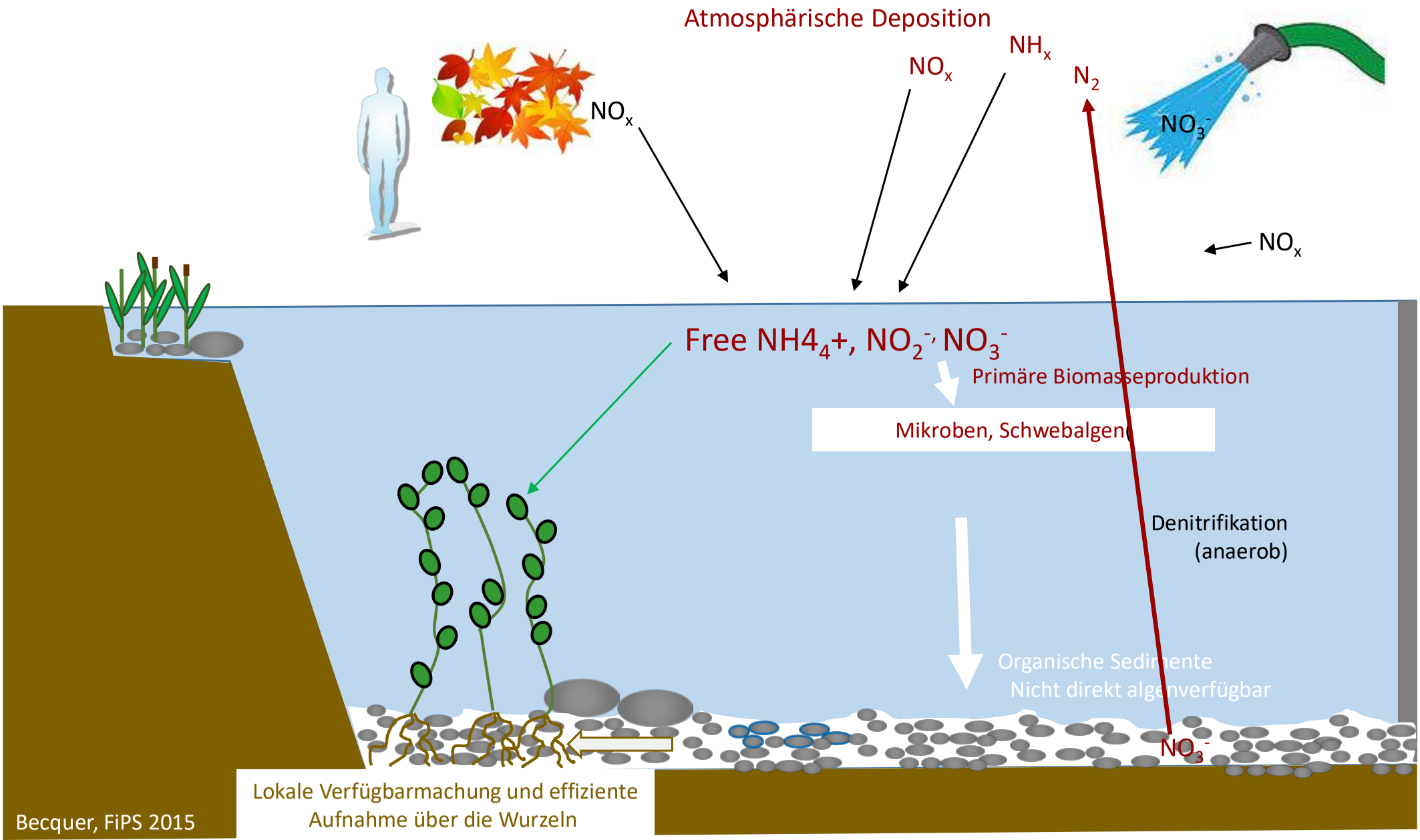
* Builtjes, P., Banzhaf, S., Gauger, T., Hendriks, E., Kerschbaumer, A., Koenen, M., Nagel, H.-D., Schaap, M., Scheuschner, T., Schlutow, A. (2011): Erfassung, Prognose und Bewertung von Stoffeinträgen und ihren Wirkungen in Deutschland. Zusammenfassender Abschlussbericht. UBA Texte 38/2011: 98 S.

Niedersachsen

BIOPOND

# Was passiert mit eingetragenem Stickstoff im Schwimmteich?

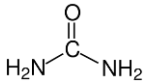
## What happens with Nitrogen after deposition into th swimming pond?

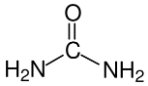



Becquer, FiPS 2015

# Stickstoff : Essentieller Bestandteil von höheren Pflanzen und Algen

## Nitrogen: Essential Components of higher Plants and Algae

Teichpflanzen /Algen nehmen Stickstoff auf in Form von:
Ammonium $NH_4^+$
Nitrit $NO_2^-$
Nitrat $NO_3^-$
Harnstoff 

Higher plants / algae take up Nitrogen as:
Ammonium
Nitrit
Nitrat
Urea 

Während der Wachstumssaison ist häufig Stickstoffdüngung sinnvoll und notwendig (~90g Harnstoff /100 $m^3$ in einem Schwimmteich mit dichter Vegetation

During the growth season, Nitrogen supplementation is often required (~90g Urea /100 $m^3$ in a swimming pond with dense vegetation)

Empfohlene Konzentration:
$NH_4^+$: 0 mg/l
$NO_2^-$: 0 mg/l
$NO_3^-$: 0,2-2 mg/l

Recommended Concentration:
$NH_4^+$: 0 mg/l
$NO_2^-$: 0 mg/l
$NO_3^-$: 0,2-2 mg/l

Analytik:
Aquaristik-Tests meist zu wenig sensitiv!, Professionelle Test empfohlen!

Analytics:
Aquaristics-Tests typically not sensitiv enough!
Professional Testing recommended!

# Kalium

## Potassium

$K^+$

# Kalium : Essentieller Bestandteil von höheren Pflanzen und Algen

## Potassium: Essential Components of higher Plants and Algae

Kalium kann bereitgestellt werden z.B. in Form von Kaliumhydrogenkarbonat ($KHCO_3^-$)

Kalium fehlt in Schwimmteichen häufig!

Empfohlene Konzentration:
5-10 mg/l

Analytik:
Professionelle Analytik notwendig!

Potassium can be provided as:
Potassiumhydrogencarbonate ($HCO_3^-$)

In swimming ponds there is frequently lack in potassium

Recommended Concentration:
5-10 mg/l

Analytics:
Professional testing required!

# Kalzium

## Calcium

$Ca^{2+}$

# Kalzium : Essentieller Bestandteil von höheren Pflanzen und Algen

## Calcium: Essential Components of higher Plants and Algae

Kalzium fehlt in Schwimmteichen selten

In swimming ponds there is rarely lack in calcium

Empfohlene Konzentration:
5-200 mg/l

Recommended Concentration:
5-200 mg/l

Analytik:
Professionelle Analytik notwendig!

Analytics:
Professional testing required!

# Magnesium

## Magnesium

$Mg^{2+}$

# Magnesium : Essentieller Bestandteil von höheren Pflanzen und Algen

## Magnesium: Essential Components of higher Plants and Algae

Magnesium kann bereitgestellt werden z.B. in Form von Magnesiumsulfat ($MgSO_4^{2-}$)

Magnesium fehlt in Schwimmteichen relativ häufig!

Empfohlene Konzentration:
5-200 mg/l

Analytik:
Professionelle Analytik notwendig!

Magnesium can be provided as:
Magnesiumsulfate ($MgSO_4^{2-}$)

In swimming ponds there is quite frequent lack in Magnesium

Recommended Concentration:
5-200 mg/l

Analytics:
Professional testing required!

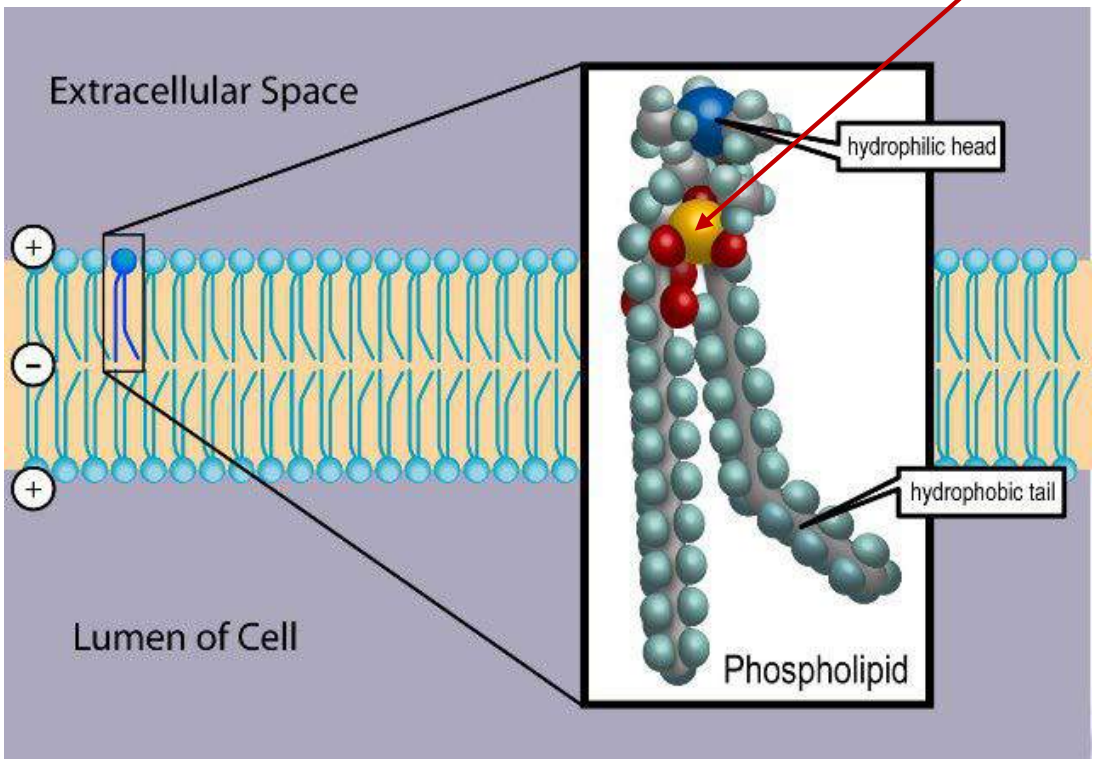
# Phosphor

## Phosphorus

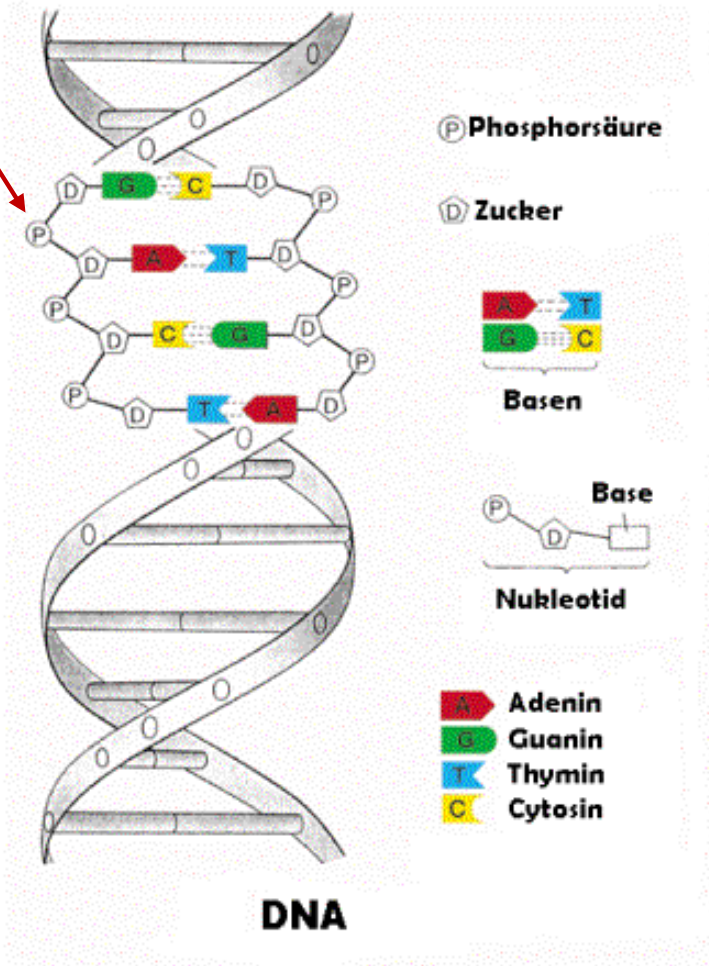
# Phosphor: Essentieller Bestandteil von Pflanzen & Algen

## Phosporus: Essential Components of Higher Plants & Algae

Phosphor (P): Phospholipide & -proteine, Nukleinsäuren (DNA, RNA), macht ~ 0,2% der Trockenmasse aus.
Phosphorus (P): phospho lipids & -proteins, nucleic acids (DNA, RNA), constitutes ~ 0,2% of dry weight.




Phospholipide in der Zellmembran
Phospholipids in the cell membrane




Für das Pflanzen-/Algenwachstum ist etwa 10x weniger Phosphat nötig als Nitrat.
For plant/algae growth about 10x less phosphorus is needed that nitrogen.

# Quelle atmosphärischer Deposition von Phosphor

## Source of Atmospheric Input of Nitrogen and Phosporus

Alle fossilen Energieträger (Kohle, Öl, Benzin, Gas) sind Überreste ehemaliger Lebewesen und enthalten überwiegend Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Insbesondere in Kohle sind in unterschiedlichen Anteilen auch andere chemische Elemente enthalten, darunter auch Phosphor (P) in nicht unerheblichen Mengen. All fossil fuels are remains of former living organism and mainly contain carbon, hydrogen and oxygen. Moreover, the chemical content comprises also substantial amounts of Phosphorus (P).

Die Verbrennung von Kohle und Holz setzt Phosphoroxide frei, die über Staub und Regen in Gewässer eingetragen werden.

Burning of fossil fuels (wood, coal, oil, petrol, gas) releases phosphorus oxides, which are introduced into water bodies via rain and dust. In addition, under high pressure, nitrogen from air is oxidized.

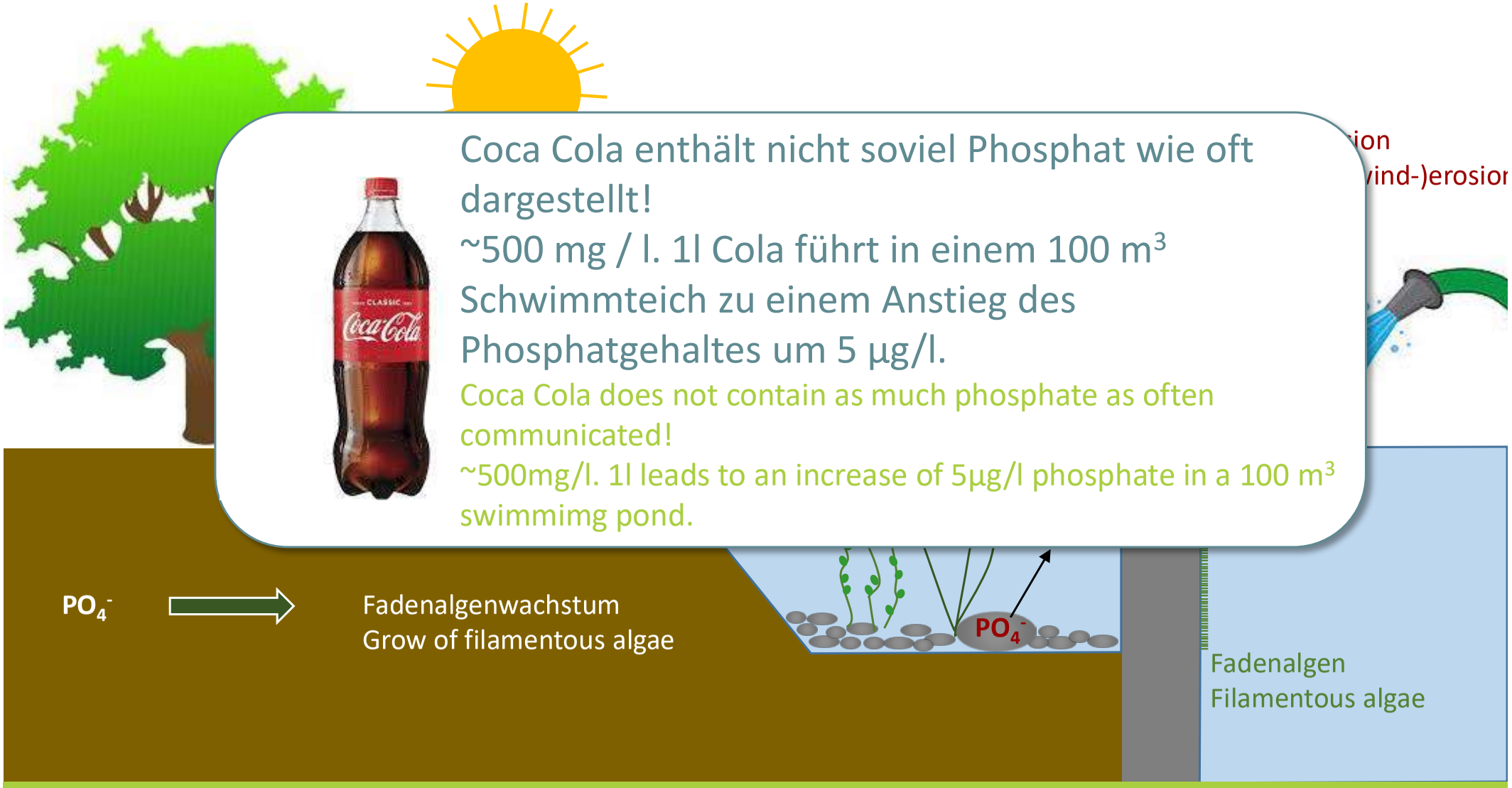
**Phosphoroxid (Phosphorus Oxide) $P_2O_3$, $P_2O_4$, $P_4O_{10}$**

Außerdem spielen **Einträge über Winderosion vor allem in den Sommermonaten** eine entscheidende Rolle, aber auch landwirtschaftliche Aktivitäten, Vogelkot und Pollenflug.

In addition, also wind erosion (phosphate!), agrucultural activities and pollen counts play a role.

# Woher stammt der Makronährstoff Phosphor (P)

Sources of the Macro-Nutrient Phosphorus (P)



# Atmosphärische Deposition von Phosphor

## Atmospheric Input of Phosporus

Meßwerte zur Phosphor-Depositionsrate können stark schwanken. Laut Jordan, Fiedler & Zeitz (DGB, Bonn, 2009) liegt die jährliche Depositionsrate in Deutschland je nach Standort und Meßzeitpunkt zwischen 0,15 und 26 kg / ha / Jahr.

The phorsphor deposition rate varies substantially. According to Jordan, Fiedler & Zeitz (DGB, Bonn, 2009) the annual deposition rate in Germany between 0,15 und 26 kg / ha / year.

Jordan, Fiedler & Zeitz, DGB, Bonn, 2009

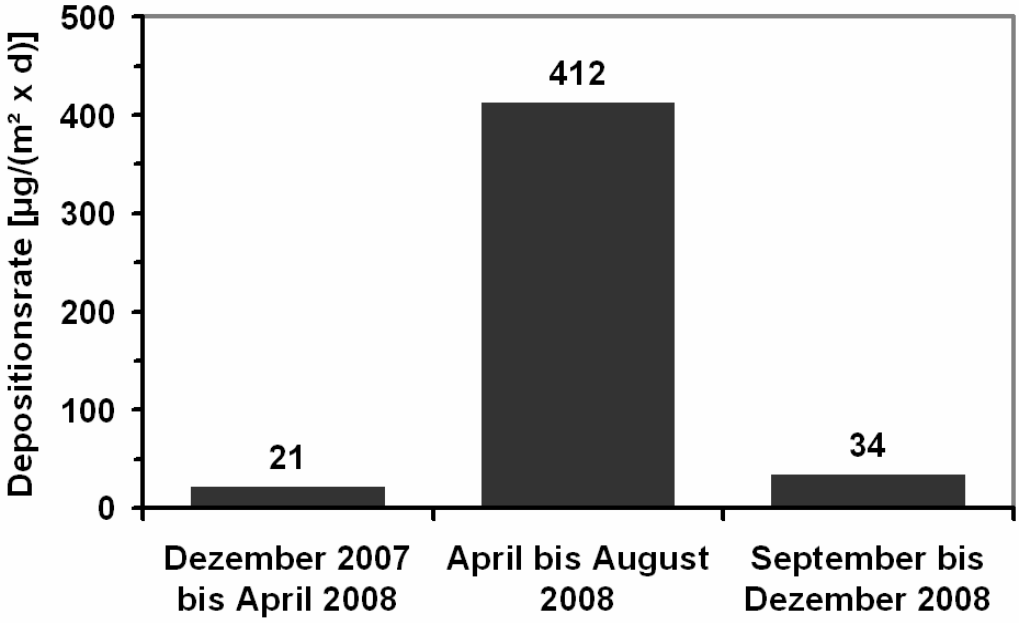
Starke jahreszeitliche Schwankungen der atmosphärischen P-Deposition

Strong seasonal variation in atmospheric N-Deposition

100 $m^2$ Schwimmteich (Angen
100 $m^2$ swimming pond (suposed mean
20 g P/ Jahr /year
≙ 61 g $PO_4$ / Jahr /year
≙ 10 kg Pflanzen(Algen)-Trock
≙ 100 kg Pflanzen(Algen)-Bior
≙ 100 kg plant(Algae)-Biomass
+ P aus Blättern, Pollen, Insek
+ P from leaves, pollen, insects, bird exc

**In trockenen Monaten zT starke Deposition durch Winderosion von gedüngten Äckern!**

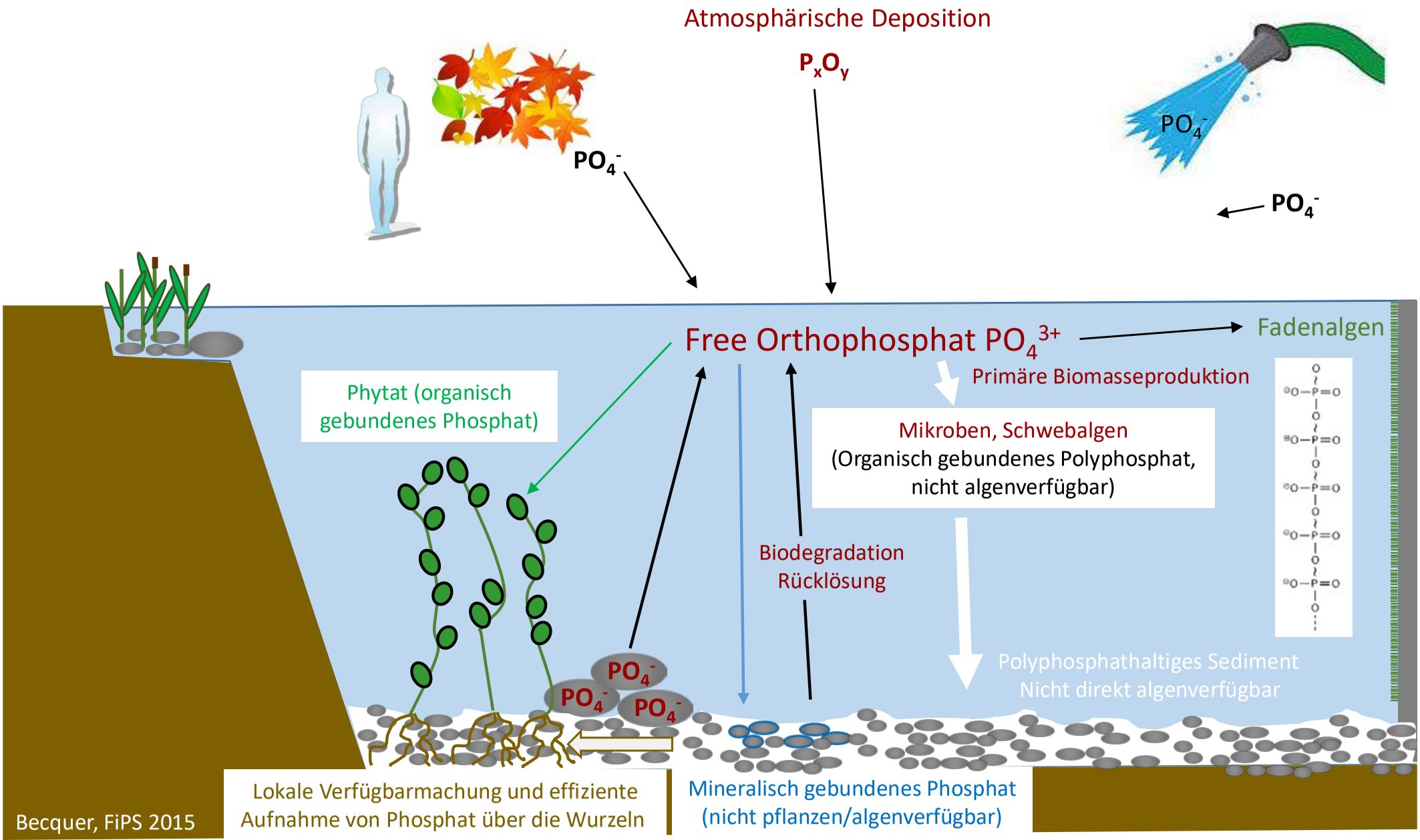
**In dry months there can be strong deposition through wind erosion from phosphate-fertilized fields!**




Jordan, Fiedler, Zeitz, 2009, DGP-Bericht

# Was passiert mit eingetragenem Phosphor im Schwimmteich?

## What happens with Phosporus after deposition into th swimming pond?

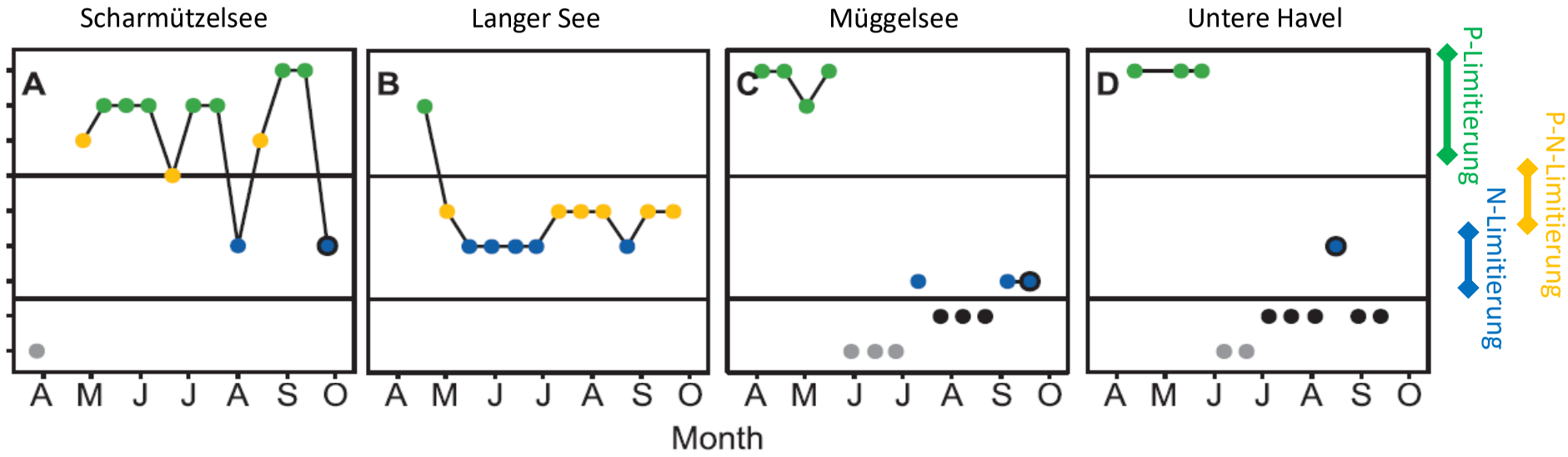



Becquer, FiPS 2015

# P / N Limitation für das Phytoplankton im Jahresverlauf

## P / N limitation for growth of phytoplankton during the vegetation period

- In natürlichen Flachwasserseen herrscht meist eine Phospor-Limitierung, im Sommer kommt auch eine Stickstofflimitierung vor (z.B. *Kolzau, Plos One 2014*).
- In natural shallow lakes there is typically a P-limitation, in summer time there is frequently also a N-limitation (z.B. Kolzau, Plos One 2014).




Im Schwimmteich lässt sich das Algenwachstum überwiegend über den Phosphorgehalt limitieren!

In the swimming pond, algae growth can be limited mainly via the phosphate content!

Ein zu niedriger Stickstoffgehalt wird von Algen in der Regel toleriert und limitiert vor allem das Wachstum höherer Teichpflanzen.

A low nitrogen content is typically tolerated by algae and mainly limits the growths of higher plants.

# Massnahmen zur Reduktion des Phosphor-Eintrags

## Measures for Reduction of Phosporus Input

## Wie weit sollte der Orthophosphatgehalt im Wasser reduziert werden?

How far the o-phosphate content should be reduced?

Empfohlener Grenzwert: < 0,035 mg/l, besser < 0,010 mg/l Phospat ($PO_4$)

Recommeded upper limit: < 0,035 mg/l, better < 0,010 mg/l Phospate ($PO_4$)

**Das Problem: Dieser Grenzwert ist eigentlich nur hilfreich vor der Wachstumsperiode!**

**The problem: this upper limit value is helpful only beefore growth season!**

**Wenn ein erhöhter Orthophosphat-Gehalt während der Wachstumsperiode im Wasser messbar ist, deutet dies auf einen massiven Phosphatüberschuss hin!**

**If increased ortho-phosphate content is detectable during growth season, this points to a massive phosphate excess!**

**Freies Orthophosphat wird effizient und unmittelbar von Pflanzen, Algen und Bakterien gebunden bevor es sich im Wasser zu einer messbaren Konzentration anreichern kann!**

**Free ortho-phosphate is effeciently and immediately bound by plants, algae and bacteria thereby preventing accumulation to a measuarble concentration!**

BIOPOND

# Phosphor : Essentieller Bestandteil von höheren Pflanzen und Algen

## Phosphorus: Essential Components of higher Plants and Algae

Teichpflanzen /Algen nehmen Phosphor auf in Form von:
ortho-Phosphat $PO_4^+$
Speicherung in Mikroorganismen in Form von Polyphosphat

Higher plants / algae take up Phosphorus as:
ortho-Phosphat $PO_4^+$
Akkumulation by microbes as polyphosphate

Empfohlene Konzentration:
o-$PO_4^+$: 1-35 mg/l,
o-$PO_4^+$ als P: 0,3-12 mg/l,

Recommended Concentration:
o-$PO_4^+$: 1-35 mg/l,
o-$PO_4^+$ as P: 0,3-12 mg/l,

Analytik:
Aquaristik-Tests zu wenig sensitiv!,
Professionelle Analytik notwendig!
Zumindest in der Wachstumsperiode meist kein überschüssiges Phosphat nachweisbar!

Analytics:
Aquaristics-Tests not sensitiv enough!
Professional Testing required!
At least in the growth season usually no excessive phosphate detectable!

# Massnahmen zur Reduktion des Phosphor-Eintrags

## Measures for Reduction of Phosporus Input

- Verwendung phosphatarmer Bodensubstrate und Gesteine (problematisch können z.B. sein: Basalt, Lava, Sandstein)
  Use of low-phosphate soil / filter substrates and rocks (Basalt, Lava and Sand Stone can be problematic)
- Verwendung phosphatarmen Füllwassers
  Use of low-phosphate fill-up water
- Reduktion unnötigen Phosphateintrages (Pollen, Blätter von benachbarten Bäumen, Entenkot)
  Reduction of the input of macro-nutrients (Pollen and leaves from trees closeby, duck excrements)
- Entfernung gebundenen Phosphates durch den jährlichen Rückschnitt der Pflanzen im Herbst.
  Removal of nutrients through the annual pruning of auqatic plants.
- Bakterielle Phosphatabsorption in biologischen Substratfiltern oder über chemisch/physikalische Bindung.
  Bacterial phosphate absorption in biological biofilters or via physicochemical adsorption.

# Chemische Methoden zur Reduktion von überschüssigem Phosphat

## Chemical Measures for Reduction of Excessive Phosphate

### Chemisch-Physikalische Phoshatbindung / Phosphatflockung:
Physicochemical phosphate binding / phosphate precipitation:

- Phosphatfilter (Eisenhydroxid-Granulat) Phosphate filtration with iron hydroxide
- Phosphatbindende Mineralien, Aluminium-, Kalzium oder Eisensalze als Flockungsmittel (z.B. Lavaris SeDox, Soell PhosLock), Phosphate-binding minerals
- Lanthan (z.B. Phospholamin), Lanthan

**Limitation:**
Nur lösliches Orthophosphat im Wasser wird gebunden. Affinität meist nicht hoch genug (außer Lanthan) Verbleibendes Phosphatkonzentration reicht meist immer noch für übermässiges Algenwachstum!

Der weit größere Teil des Phosphates als organisch gebundenes Polyphosphat bleibt im Kreislauf!

**Limitation:**
Only soluble orthophosphate in the water is bound. Affinity is often not high enough (despithe Lanthan), remaining concentration still allows growth of algae. The larger part of phosphate as organic polyphopsphate remains in the biological cycle!

# Schwefel

## Sulfur

# Schwefel: Essentieller Bestandteil von höheren Pflanzen und Algen

## Sulfur: Essential Components of higher Plants and Algae

Schwefel kann bereitgestellt werden z.B. in Form von Magnesiumsulfat ($MgSO_4^{2-}$)

Schwefel fehlt in Schwimmteichen relativ selten.

Empfohlene Konzentration:
5-40 mg/l

Analytik:
Professionelle Analytik notwendig!

Sulfur can be provided as:
Magnesiumsulfate ($MgSO_4^{2-}$)

Lack in Sulfur in swimming ponds is relatively rare

Recommended Concentration:
5-40 mg/l

Analytics:
Professional testing required!

# Spurenelemente (Mikronährstoffe)

## Trace Elements (Micronutrients)

Vielen Schwimmteichen mangelt es nicht nur an bestimmten Makronährstoffen, spätestens nach einigen Jahren fehlen einzelne Spurenelemente!

At least after several years, many swimmingponds suffer not only from specific macronutrients, but also lacking individual trace elements!

- Auch für Spurenelemente gilt: Ein Schwimmteich ist ein abgeschlossenes Gewässer ohne Zufluß oder Grundwasseraustausch

  → keine ausgewogene Zufuhr von Spurenelementen

  Also true for trace elements: A swimming pond represents a closed system without inflow and groundwater exchange

  → no of trace elements

- Benötigte Mikronährstoffe (Spurenelemente) umfassen Fe, Mn, S, Cl, B, Cu, Mo, Ni, Zn und weitere nicht essentielle aber wachstumsfördernde Mineralstoffe, typischerweise mit einem Gehalt von < 100 mg / kg Trockengewicht

  Required micronutrients (also called trace elements) include Fe, Mn, S, Cl, B, Cu, Mo, Ni, Zn and potentially others, which are typically present in plants at < 100 mg / kg dry weight.

# Eisen und Mangan

## Iron and Manganese

- Messung von Eisen und Mangan auch klassisch mit professionellen chemischen Tests möglich, aber auch mit chemikalischen Verfahren (ICP-(Optische) Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

  Measurement of Iron and Manganese possible with professional chemical methods and physical methods as well (ICP-OES, Inductively Coupled Plasma- Optical Emission Spectrometry )

- **Eisen und Mangan sind bei neutralem/basischen pH Anwesenheit von Sauerstoff praktisch unlöslich, ⟶ Komplexbildner zur Pflanzenversorgung notwendig**

  **Iron and manganese are almost insoluble at neutral/basic pH and presence of oxygen, there for chelators are required for supplementation**

- Empfohlener Gehalt Eisen: > 5mg/l
  Empfohlener Gehalt Mangan: > 2 mg/l

  Recommended concentration Iron:
  Recommended concentration Manganese:

# Andere Spurenelemente (Mikronährstoffe): Meßverfahren

## Further Trace Elements (Micronutrients): Analytics

- Messung von Kationen nur möglich über aufwendige physikalische Verfahren (ICP-(Optische) Emissionsspektrometrie (ICP-OES)
  Measurement of Cations possible only with professional physical methods (ICP-OES, Inductively Coupled Plasma- Optical Emission Spectrometry)

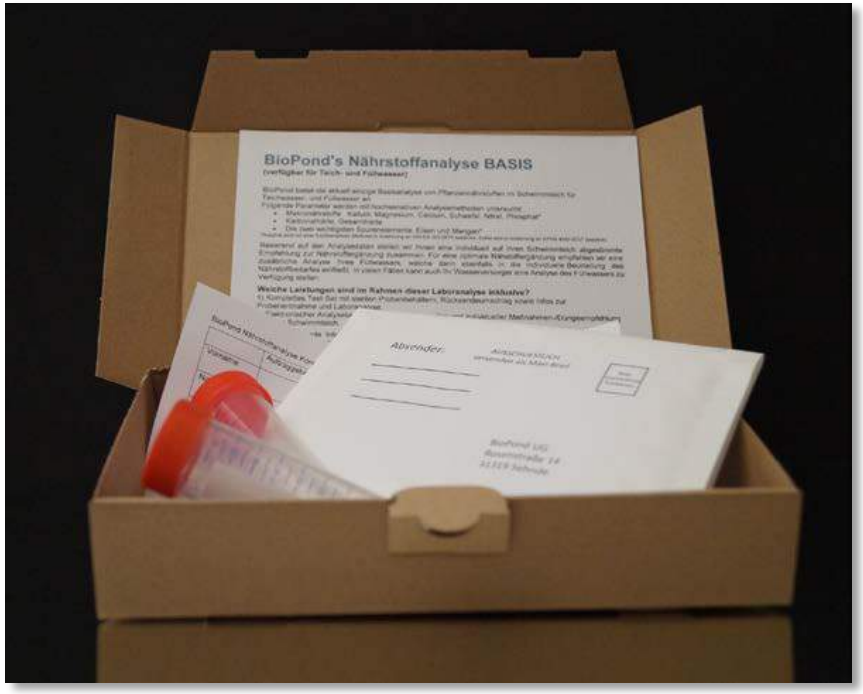
- Bestimmung von Anionen mittels Ionenchromatographie
  Measurement of Anions possible only via ion chromatography

# Serviceangebote zur Nährstoffanalyse

## Service for analysis of plant nutrients

- Eine wichtige Basis für Auswahl und Dosierung des richtigen Düngerprodukte
- Analyse von Teich- und Füllwasser

- An important basis for choice and dosage of fertilizers
- Analysis of pond and filling water




## Nährstoffanalyse BASIS

Folgende Parameter werden bei der **Nährstoffanalyse BASIS** mit hochsensitiven Analysemethoden untersucht:

- Sechs Makronährstoffe: Kalium, Calcium, Magnesium, Stickstoff (Nitrat), Phosphor (Phosphat*), Schwefel (Sulfat)
- Karbonathärte und Gesamthärte
- Die zwei wichtigsten Spurenelemente Eisen und Mangan

*Der Phosphatgehalt mit einer hochsensitiven Methode in Anlehnung an DIN EN ISO 6878 bestimmt.

# Serviceangebote zur Nährstoffanalyse

## Service for analysis of plant nutrients

- Eine wichtige Basis für Auswahl und Dosierung des richtigen Düngerprodukte
- Analyse von Teich- und Füllwasser

- An important basis for choice and dosage of fertilizers
- Analysis of pond and filling water

## Nährstoffanalyse MAXI

Folgende Parameter werden bei der umfangreichen **Nährstoffanalyse MAXI** mit hochsensitiven Analysemethoden untersucht:

- Sechs Makronährstoffe:  Kalium, Magnesium, Calcium, Schwefel, Nitrat, Phosphat*
- Karbonathärte, Gesamthärte
- 14 Spurenelemente einschließlich Eisen und Mangan*
- außerdem 6 potentiell gesundheits-schädigende chem. Elemente laut TVO o. WHO*

*Die Bestimmung von Kationen erfolgt in einem zertifizierten Labor über ICP-OES in Anlehnung an DIN EN ISO 11885,  die Bestimmung von Anionen mittels Ionenchromatographie in Anlehnung an DIN EN ISO 10304. Zusätzlich wird die Karbonathärte sowie der Phosphatgehalt mit einer hochsensitiven Methode in Anlehnung an DIN EN ISO 6878 bestimmt.

# Bereitstellung aller notwendigen Makronähstoffe und Spurenelemente

Supply of all macro nutrients and trace elements

- Einstellung ausreichender Konzentrationen der Makronährstoffe K, Mg, Ca, S (alle 1-2 Jahre ist völlig ausreichend) und gegebenenfalls monatliche N-Düngung
  Potentially supportive inhibition of algal growth through release of allelopathic plant compounds

- **Regelmässige Zufuhr komplexgebundener Spurenelemente: Beseitigung der Wachstumslimitation höherer (bewurzelter) Teichpflanzen verursacht durch Mangel an Spurenelementen**
  Elimination of growth limitations of higher (rooted) aquatic plants that are based on deprivation of individaul trace elements

- **Optimales Pflanzenwachstum heißt gleichzeitig größtmögliche Bindung von Phosphat, direkt aus dem Sediment ⟹ P-Limitation**
  Optimal plant growth is associated with most efficient binding of macronutrients, especially phosphate, directly from the organic sediment

# Bereitstellung aller notwendigen Makronähstoffe und Spurenelemente

Supply of all macro nutrients and trace elements

- Einstellung ausreichender Konzentrationen der Makronährstoffe K, Mg, Ca, S (alle 1-2 Jahre ist völlig ausreichend) und gegebenenfalls monatliche N-Düngung
  Potentially supportive inhibition of algal growth through release of allelopathic plant compounds

- **Regelmässige Zufuhr komplexgebundener Spurenelemente: Beseitigung der Wachstumslimitation höherer (bewurzelter) Teichpflanzen verursacht durch Mangel an Spurenelementen**
  Elimination of growth limitations of higher (rooted) aquatic plants that are based on deprivation of individaul trace elements

- **Optimales Pflanzenwachstum heißt gleichzeitig größtmögliche Bindung von Phosphat, direkt aus dem Sediment ⟹ P-Limitation**
  Optimal plant growth is associated with most efficient binding of macronutrients, especially phosphate, directly from the organic sediment

- Zusätzlich möglicherweise unterstützende Algenhemmung durch allelopathische Pflanzenwirkstoffe
  Potentially supportive inhibition of algal growth through release of allelopathic plant compounds

# **BioPond MicroN**: Merkmale und Vorteile

## BioPond MicroN: Features and Advantages

- **BioPond MicroN** führt zu üppigem Wachstum höherer Teichpflanzen und wesentlich größerer Artenvielfalt.
  **BioPond MN** leads to rank growth of higher aquatic plants and considerably larger species diversity.
- Auch Biofilme in Phosphatfiltern profitieren von Spurenlementen! **BioPond MicroN** unterstützt daher auch die Reinigungsleistung von Biofiltern.
  Also biofilms benefit from trace elements! **BioPond MN** also supports the purification performance of biofilters.
- **BioPond MicroN** minimiert nachhaltig die Vermehrung von Schweb- und Fadenalgen.
  **BioPond MN** sustainably mimimizes algal plankton and growth of filamentous algae.
- **BioPond MicroN** ist definitionsgemäß kein Algizid.
  **BioPond MN** is by definition no algicide.
- Im Gegensatz zu Algizidprodukten beseitigt **BioPond MicroN** tatsächlich die Ursache des übermäßigen Algenwachstums (Zustand der P-Limitation).
  In contrast to algicides, **BioPond MN** eliminates the undlying reason of excessive algal growth.

*Patentrechtlich geschützt

# **BioPond MN**: Merkmale und Vorteile

## BioPond MN: Features and Advantages

- **BioPond MN** enthält eine speziell für relativ nährstoffarme Schwimmteiche optimierte Kombination an Spurenelementen.
  **BioPond MN** contains a combination of trace elements specifically optimized for swimming ponds relatively poor in nutrients.

- **BioPond MN** enthält keine chemischen Komplexbildner wie EDTA oder EDDHMA, die nicht biologisch abbaubar sind.
  **BioPond MN** does not contain chemical chelators like EDTA or EDDHMA that are not biodegradable.

*Patentrechtlich geschützt

Weitere informationen finden Sie unter www.biopond.eu
Further information is available under www.biopond.eu (so far in german language only)

Vertrieb für kommerzielle Kunden:
Biber Teichtechnik GmbH, Niedenstein; http://www.biberteichtechnik.de ; Tel: 0049 (0)700 24237366
Re-natur GmbH, https://www.re-natur.de; baumhauer@re-natur.de

Bauteile für den professionellen Teichbau
BiberTeichTechnik GmbH
re natur®
Ein Stück Natur zurückgeholt

# Indikationen für die Anwendung von BioPond MN

## Indications for application of BioPond MN

- Übermäßiges Wachstum von Algen, insbesondere Fadenalgen, und Biofilmen
  Excessive growth of algae, especially filamentous algae, and biofilms

+

+

- Mangelhaftes Wachstum vieler Arten von Teichpflanzen einschließlich bewurzelten emersen Pflanzen (Hinweis auf Mangel and einzelnen Spurenelementen)
  Poor growth of many species of higher aquatic plants including rooted emers plants (evidence for lack of single trace elements)

# Spärliches vs. Üppiges Wachstum von Teichpflanzen

Poor vs. rank growth of aquatic plants

Spärliches Wachstum von emersen Teichpflanzen, nicht ausreichender Pflanzenbestand

Poor growth of higher aquatic plants, lack of sufficient plantation

Üppige Vegetation

Rank growth of higher aquatic plants, sufficient plantation

# Zusammenfassung I Summary I

- Grundvoraussetzung für einen funktionierenden Schwimmteich ist die Reduktion des Eintrags von Phosphat, um übermäßiges Algenwachstum einzudämmen.
  The reduction of macro-nutrient input, in particular phosphate, for reduction of excessive growth of algae is a basic requirement for a well performing swimming pond.
- Abhängig vom Standort, sind erhebliche atmosphärische Phosphateinträge unvermeidlich.
  Dependent on the individual location, substantial atmospheric input of macronutrients is unavoidable.
- Algizide helfen nur temporär.
  Algicides can help temporarily, only.
- Physikalisch-chemische Methoden und Biofilter zur Phosphatreduktion reichen häufig nicht, um um Phosphat ausreichend zu binden und reduzieren nur gelöstes Orthophosphat, welches den geringeren Teil des Gesamtphosphates ausmacht.
  Physicochemical approaches and biofilter are frequently not efficient enough to bind phosphate, and will exclusively reduce solved ortho-phosphate, representing the minor part of total phosphate.
- Üppiges Pflanzenwachstum mit Rückschnitt im Herbst ist der effizienteste Weg der Phosphatreduktion.
  Rank growth of aquatic plants and pruning in autumn ist the most efficient way to reduce the phosphate content of a swimming pond.

Weitere informationen finden Sie unter www.biopond.eu
Further information is available under www.biopond.eu (so far in german language only)

Vertrieb für kommerzielle Kunden:
Biber Teichtechnik GmbH, Niedenstein; http://www.biberteichtechnik.de ; Tel: 0049 (0)700 24237366
Re-natur GmbH, https://www.re-natur.de; baumhauer@re-natur.de

Bauteile für den professionellen Teichbau
BiberTeichTechnik GmbH
re natur®
Ein Stück Natur zurückgeholt

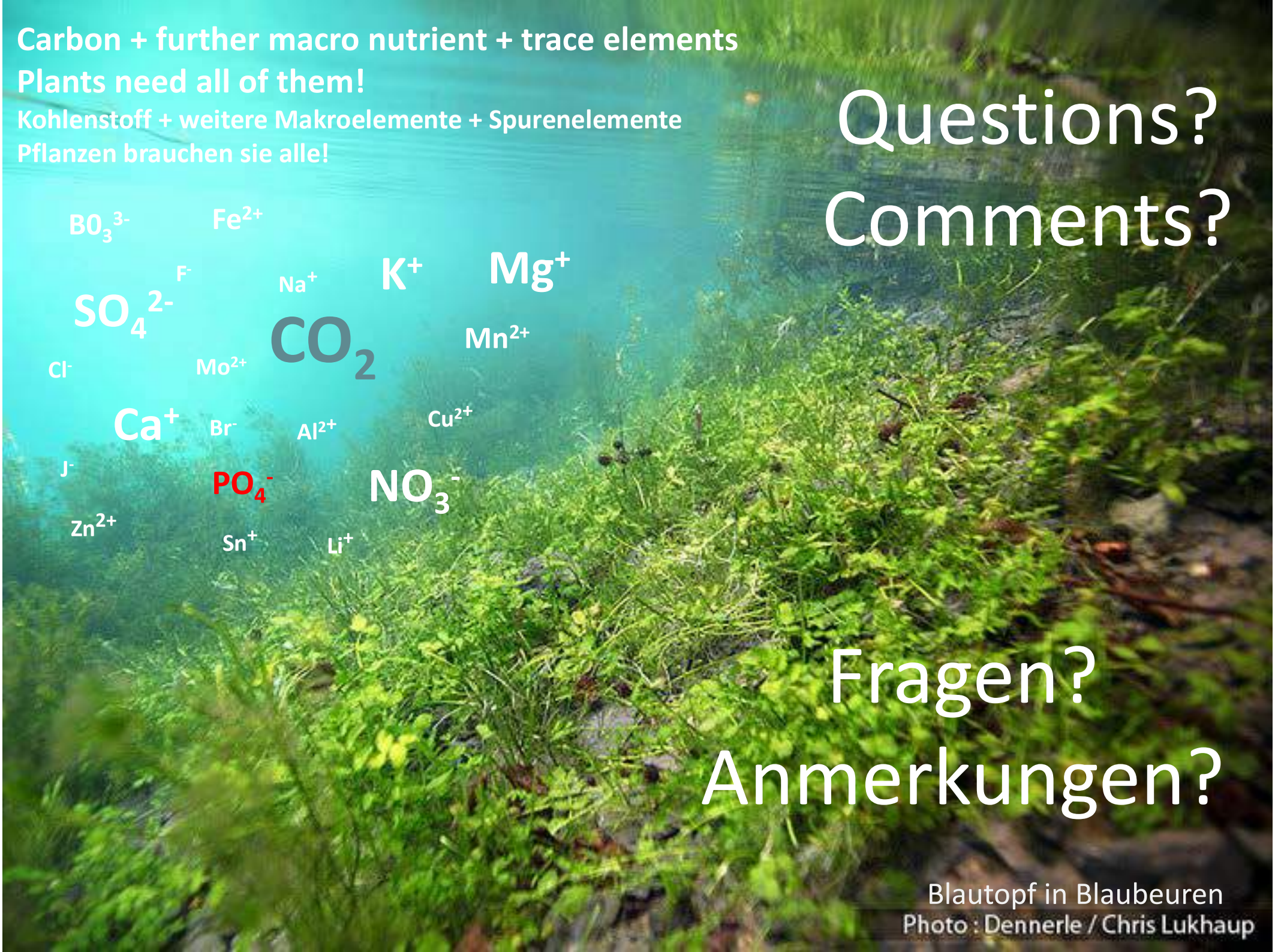
# Zusammenfassung II Summary II

## Limitationen und Voraussetzungen für ein üppiges Pflanzenwachstum:
Limitations and prerequisites for rank growth of higher aquatic plants:

- Ein ausreichend großer Regenerationsbereich mit hinreichendem Pflanzenbestand,
  A regeneration zone of sufficient size with adequate planting,
- Gemischter Bestand von geeigneten Pflanzenarten geeignet für eher nährstoffarme Gewässerbedingungen mit unterschiedlichem jahreszeitlichen Wachstumshöhepunkt.
  Mixed planting with emers and submers aquatic plants that are adapted to oligo/mesotropic water conditions with varying seasonal growth peaks.
- In der Regel kommt es in Schwimmteich als abgeschlossenem Gewässer mit der Zeit zu einem Mangel an einzelnen Makroelementen und Spurenelementen, was das Wachstum höherer Teichpflanzen limitiert und damit übermäßiges Algenwachstum fördert.
  Over time deficiencies in single trace elements will typically develop in swimming ponds as closed water bodies, which will boost excessive growth of algae.
- Insbesondere im Sommer ist unter Umständen Stickstoffdündung (Harnstoff / Kaliumnitrat) notwendig ⟶ P-Limitation
  In particular during summer additional nitrogen supply may be required ⟶ P-limitation
- Außerdem Bereitstellung aller anderen notwendigen Makronährstoffe und Spurenelemente.
  And supply of all other macronutrients and trace elements required.

Weitere informationen finden Sie unter www.biopond.eu
Further information is available under www.biopond.eu (so far in german language only)

Vertrieb für kommerzielle Kunden:
Biber Teichtechnik GmbH, Niedenstein; http://www.biberteichtechnik.de ; Tel: 0049 (0)700 24237366
Re-natur GmbH, https://www.re-natur.de; baumhauer@re-natur.de


Carbon + further macro nutrient + trace elements
Plants need all of them!
Kohlenstoff + weitere Makroelemente + Spurenelemente
Pflanzen brauchen sie alle!
$BO_3^{3-}$
$Fe^{2+}$
$F^-$
$Na^+$
$K^+$
$Mg^+$
$SO_4^{2-}$
$CO_2$
$Mn^{2+}$
$Cl^-$
$Mo^{2+}$
$Ca^+$
$Br^-$
$Al^{2+}$
$Cu^{2+}$
$J^-$
$PO_4^-$
$NO_3^-$
$Zn^{2+}$
$Sn^+$
$Li^+$
Questions?
Comments?
Fragen?
Anmerkungen?
Blautopf in Blaubeuren
Photo : Dennerle / Chris Lukhaup

# Backup Slides

# Welche chemischen Parameter sind sonst noch relevant?

## Other relevant parameters?

| Parameter | Messwert | empf. Bereich |
|---|---|---|
| pH-Wert: | 7,93 | 7,5 bis 8,5 |
| Leitfähigkeit: | 429 µS/cm | < 1200 |
| Karbonathärte: | 6,22 °dH | 5 – 14 |
| Gesamthärte: | 10,08 °dH | 5 – 14 |
| Ammonium: | <0,05 mg/l | < 0,5[1] |
| Nitrat: | <0,5 mg/l | < 50 |
| Nitrit: | 0,07 mg/l | < 0,1 |
| Phosphat: | 0,014 mg/l | < 0,035 |

pH-Wert:

Messung: Am besten direkt im/am Teich messen

Stäbchen/Streifen/Tropftests geben meist sehr ungenauer Werte.

pH-Meter zwingend erforderlich!

Redox-Potential:

Beschreibt den oxidativen/reduktiven Zustand des Wassers; abhängig vom Gehalt oxidierbarer Substanzen (u.a. Kohlenstoff) und Sauerstoffzufuhr/Verbrauch

oxidative/reductive state of water

Gesamtgehalt an organischem Kohlenstoff (TOC; total organic carbon):

Genauer als chemischer Sauerstoffbedarf (CSB, chemical oxygen demand)

Typische Werte (typical values):

Saubere Quellwässer (pure spring waters):

1–2 mg/l

Schwach belastete Flüsse und Bäche (oligotrophic water bodies):

2–5 mg/l

Mesotrophen Seen (mesotrophic lakes):

5–10 mg/l

Fischzucht (aqua culture): 15–25 mg/l.

Stark verschmutzte Gewässern (polysaprobic water bodies): bis über 100 mg/l

BIOPOND

# Welche anderen Maßnahmen gegen übermässigen Algenwuchs sind verfügbar?

## Which other measures against excessive growth of algae are available?

BIOPOND

# Konventionellen Maßnahmen gegen Fadenalgen in Schwimmteichen: Algizide

## Conventional measures against algae in swimming ponds: Algicides

Problem aller Algizide:

problem of all algicides:

**Algen werden zwar mehr oder weniger effizient abgetötet, abgestorbene Algen setzten Phosphat jedoch anschließend wieder frei, so daß Nährstoffe für neuen Algenwuchs unverändert bereitstehen.**

→ **Algizide wirken nicht nachhaltig!**

Algae are more or less efficiently killed, but dead algal cells release their phosphate, an makronutrients are still available for new algal growth.

→ Algicides do not operate sustainable!

Ein Überschuß an Phosphat muss aus dem Kreislauf entfernt werden!

An excess of phosphate has to be removed!

BIOPOND

# Konventionellen Maßnahmen gegen Fadenalgen in Schwimmteichen: Algizide

## Conventional measures against algae in swimming ponds: Algicides

Definition Algizid: *„jeglicher Stoff oder jegliches Stoffgemisch, der/das dazu bestimmt ist, auf andere Art als durch bloße physikalische oder mechanische Einwirkung Algen zu töten, zu zerstören, unschädlich zu machen oder sie in anderer Weise zu bekämpfen“*.

Definition algicide: *„Any compound or compound preparation, which is intended to kill, destroy or to combat algae in other ways than merely physically or mechanically“*.

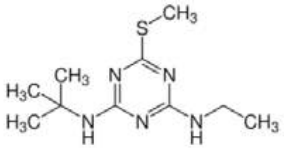
Algizidprodukte unterliegen der Biozid-Verordnung (EU) Nr. 528/2012.

Algicide underlie the biocide-regulation (EU) no. 528/2012.

# Konventionellen Maßnahmen gegen Fadenalgen in Schwimmteichen: Algizide

## Conventional measures against algae in swimming ponds: Algicides

Typische in Schwimmteichprodukten verwendete Algizide: **Terbutryn**
Algicides typically applied in swimming ponds: **Terbutryn**



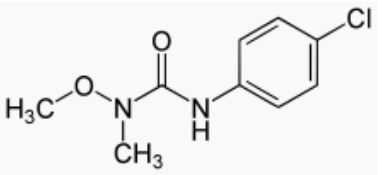
| **Wirkweise**<br>Mode of action | **Risiken, Toxizität und Limitationen**<br>Risks, toxicity and limitations | **Produkte**<br>Products |
|---|---|---|
| Triazin, Photosynthesehemmer<br><br>Inhibitor of the photosynthesis | Resistenzentwicklung möglich. Development of resistances possible.<br>Triazine gelten aufgrund ihrer relativen Stabilität als sehr problematische Herbizide. Triazins are considered as very problematic herbicides because of their long term stability<br><br>Befunde weisen auf durch Triazine ausgelöste Geschlechtsumwandlungen bei Fröschen (Triazine scheinen die Wirkung von Wirbeltierhormonen simulieren zu können).<br>Evidence for hormonal action: induction of sex transformation in frogs.<br><br>Nervengift, Symptome: Durchfall, Atembeschwerden, ZNS etc..<br>Neurotoxin, symptoms: diarrhea, breathing difficulties, CNS etc..<br><br>In der EU ist Terbutryn nicht als Wirkstoff in Pflanzenschutzmitteln zugelassen. In the EU, Terbutryn is not approved as active component in herbicides.<br><br>Terbutryn soll auf die EU-Liste der bisher 33 Schadstoffe, die in den EU-Oberflächengewässern überwacht und kontrolliert werden müssen. It is intended to put Terbutryn on the EU-list comprising 33 harmful substance that a controlled in EU surface | Mehr als 20 Algenvernichtungs-mittel für den Einsatz in Garten- und Schwimmteichen:<br><br>z.B. Oase Aqua Activ Fadenalgenvernichter<br><br>More than 20 products for elimination of algae in (swimming) ponds available in Germany |

# Konventionellen Maßnahmen gegen Fadenalgen in Schwimmteichen: Algizide

## Conventional measures against algae in swimming ponds: Algicides

### Typische in Schwimmteichprodukten verwendete Algizide: **Monolinuron**

Algicides typically applied in swimming ponds: **Monolinuron**




| **Wirkweise**<br>Mode of action | **Risiken, Toxizität und Limitationen**<br>Risks, toxicity and limitations | **Produkte**<br>Products |
|---|---|---|
| Hemmt die Photosynthese und wird auch als Herbizid in der Landwirtschaft eingesetzt<br><br>Inhibitor of photosynthesis, application in agriculture | Wassergefährdungsklasse, water hazard class (WGK) 3, "stark wassergefährdend, strongly hazardous to water". Monolinuron trägt die Gefahrstoffkennzeichnungen Xn = Gesundheitsschädlich und N = Umweltgefährlich.<br>Monolinuron is designated as harzadous compound<br>Xn= harmful to health and N= harzadous to the environment | Mehr als 50 Algenvernichtungsmittel, häufig zusammen mit Kupfersulfat eingesetzt (SpektroSorp®): z.B. Lavaris Lake Algoclear, Soell AlgoSol<br><br>More than 50 products for elimination of algae in (swimming) ponds available in Germany, frequently in combination with copper sulfate |

BIOPOND

# Konventionellen Maßnahmen gegen Fadenalgen in Schwimmteichen: Algizide

## Conventional measures against algae in swimming ponds: Algicides

### Weitere in Schwimmteichprodukten verwendete Algizide:

Further algicides applied in swimming pond products

| Wirkstoff | Wirkweise | Risiken, Toxizität und Limitationen | Produkte |
|---|---|---|---|
| **Wasserstoff-peroxid** Hydrogenperoxide | Oxidiert Zellkompo-nenten Oxidation of cellular components | Vorteil: schneller Zerfall, daher biologisch unbedenklich. Biologically harmless Nachteil: Im Teich nicht in hohen Konzentrationen einsetzbar, daher begrenzte Wirksamkeit, insbesondere lokaler Einsatz bei Fadenalgen Limited efficacy, local application | Enthalten in mehr als 40 Algenvernichtungsmitteln, z.B. Soell Fadenalgenvernichter More than 40 products for elimination of algae, frequently in combination with copper sulfate |
| **Salicylsäure** Salicylic acid | Wirkung durch niedrigen pH Effective throuh low pH | Vorteil: biologisch abbaubar, daher biologisch unbedenklich. Biologically harmless Nachteil: Wirkung begrenzt, da im Teich nicht in hohen Konzentrationen einsetzbar; auch Wirkung auf unterschiedlichste Mikroorganismen Limited efficacy, , toxic also for other microorganism | Enthalten in mehr als 20 Algenvernichtungsmitteln More than 20 products for elimination of algae, frequently in combination with copper sulfate |
| **Citronensäure** Citric acid | Wirkung durch niedrigen pH Effective throuh low pH | Vorteil: biologisch abbaubar, daher biologisch unbedenklich. Nachteil: Wirkung begrenzt, da im Teich nicht in hohen Konzentrationen einsetzbar; auch Wirkung auf unterschiedlichste Mikroorganismen Limited efficacy, toxic also for other microorganism | Enthalten in mehreren Algenvernichtungsmitteln In several products for elimination of algae |

# Konventionellen Maßnahmen gegen Algen in Schwimmteichen: Algizide

## Conventional measures against algae in swimming ponds: Algicides

Typische in Schwimmteichprodukten verwendete Algizide: **Kupfer**

Algicides typically applied in swimming ponds: **Copper**

### Anwendungsarten, applications:

- Elektrochemische Kupferionisation (Anwendungskonzentration: z.B. Inutec Ionisator: 0,7-1 mg/l);

Electrochemical copper inonisation

- Kupfersulfat als Bestandteil von Algizidprodukten (Anwendungskonzentration: z.B. Lavaris Lake Algoclear 0,05 mg/l, Soell AlgoSol Forte 0,1 mg/l); Copper sulfate in Algicide products

### Wirkungsweise:

Kupferionen binden an Thiolgruppen von Proteinen und Lipiden, Bildung von freien Radikalen, Schädigung von DNA und Zellmembranen. Copper ion induced radicals damage DNA and cell membranes

### Limitationen und Risiken, limitations and risks:

- Bildung von Kupfer-Resistenzen über Phytochelantine (kleine metallbindende Proteine)
  Development of copper resitances (phytochelantine)
- In höheren Konzentrationen toxisch auch für höhere Lebewesen. Schädigungen sind zu erwarten ab:
  Higher concentrations are toxic also for plants and animals. Toxicity can be expected at:
  0,03 mg/l bei Algen, Bakterien for algae and bacteria
  0,08 mg/l bei Höheren Wasserpflanzen for higher aquatic plants
  0,10 mg/l bei Fischen for fish
- Hohe Toxizität für Mikroorganismen und Krebstiere, damit verbunden eine starken Schädigung oder sogar komplette Zerstörung der Mikrobiozönose. High toxicity for Crustacean and damage of microbiozoenosis.

BIOPOND

# Wie kann die Menge von Algenverfügbarem Phosphat auf die notwendigen sehr niedrigeren Level reduziert werden ?

How can we further reduce the concentration of available orthophosphate to the required very low concentrations in the water?

## Üppiges Pflanzenwachstum!

Im Gegensatz zu chemisch-physikalischen Methoden bindet üppiges Pflanzenwachstum Phosphat sehr effektiv sofort nachdem dieses pflanzenverfügbar wird. Algenplagen können damit nachhaltig vermieden werden!

**Rank plant growth!**

**In contrast to physicochemical methods, rank plant growth is actually able to sustainably avoid overgrow with algae!**