

# Die Bedeutung der Zoologie in Schwimmteichen und Naturpools

DI Mag. Wolfgang Wesner

1

# Die Bedeutung der Zoologie in Schwimmteichen und Naturpools

Die Bedeutung für die Wasseraufbereitung ist abhängig von der Stoffwechselaktivität der Lebewesen. Je größer die Tiere werden, desto unbedeutender sind sie.

Daher dominieren Bakterien (nicht der Zoologie zugerechnet). Trotzdem haben auch größere Arten der höheren Stufen der Nahrungskette Bedeutung

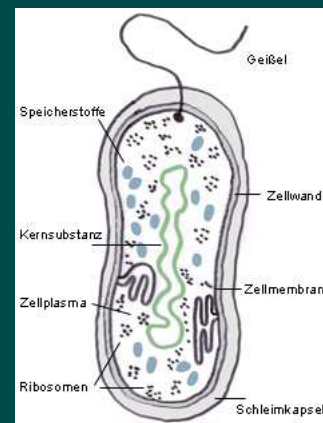
- PARTIKELBILDNER
- INDIKATORORGANISMEN

2

Bakterien sind ca.  $1\mu\text{m}$  groß, es sind ca. 10.000.000 Stück in 1 Liter Teichwasser.

Durch ihr enormes Verhältnis von Oberfläche zu Volumen haben sie eine, im Vergleich zu allen anderen Lebewesen, riesige Zelloberfläche.

Der Abbau der Einträge in Gewässer wäre ohne Bakterien quantitativ unvorstellbar.



3

## Bakterien / Zoologie

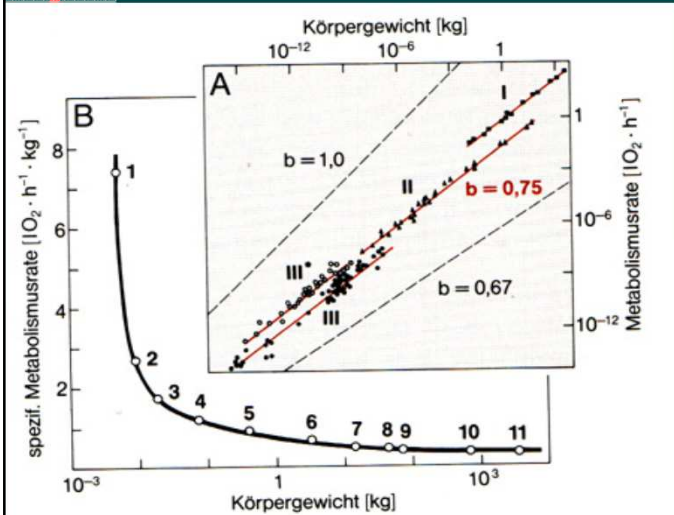
Fast alle Stoffwechselvorgänge sind limitiert durch die Geschwindigkeit der Aufnahme von Nährstoffen und Sauerstoff. Je größer die Zelloberfläche ist, desto größer ist der Stoffwechselumsatz. Typische Atmungsraten liegen bei 1.000g Sauerstoff pro kg Bakterienmasse und Stunde.

Selbst kleinste Eukarioten liegen mit ihrer Atmungsrate mindestens eine Zehnerpotenz darunter! Zum Vergleich Fische und Säugetiere haben Atmungsraten von 0,5 bis 10g Sauerstoff pro kg Körpermasse.

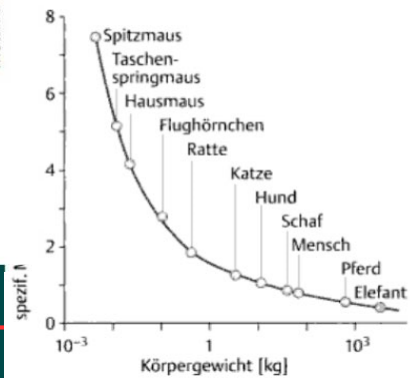
4

## Spezielle Metabolismusrate

Bilder aus Zoologie Rüdiger Wehner,  
Walter Gehring, Alfred Kühni  
Walter Gehring, Alfred Kühni



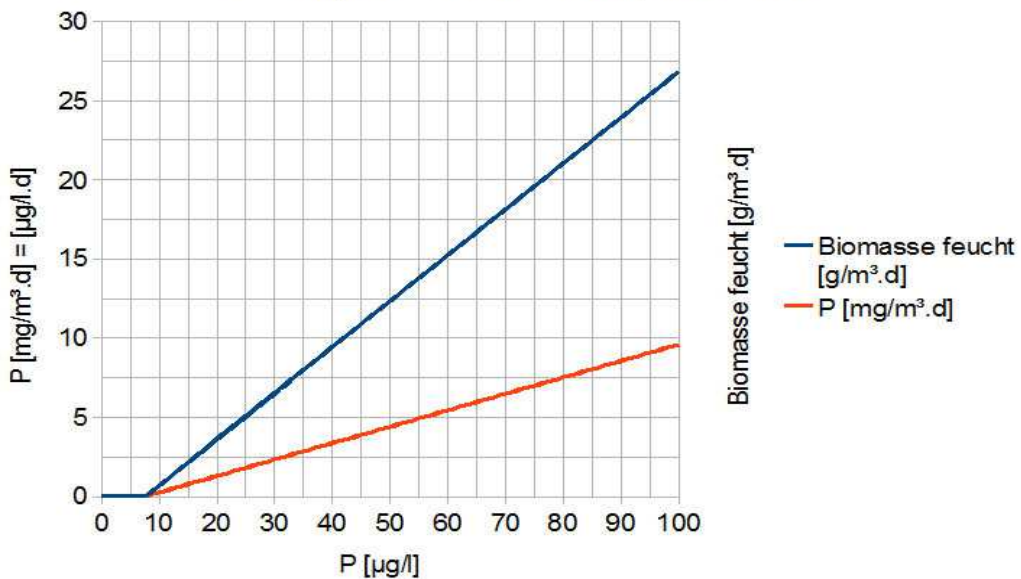
Metabolismusrate als Funktion der Körpergröße in doppelt logarithmischem Maßstab. I Homoiothermie ( $37^\circ\text{C}$ ), II Poikilotherme ( $20^\circ\text{C}$ ) und III Einzeller ( $20^\circ\text{C}$ ; III\* betrifft in Zellteilung befindliche Populationen).



**Bakterien:**  
Metabolismusrate  $1000 \text{ l O}_2/\text{h} \cdot \text{kg}$

## Partikelbildner

Berechnung der Sedimentation nach Lampert und Redfield



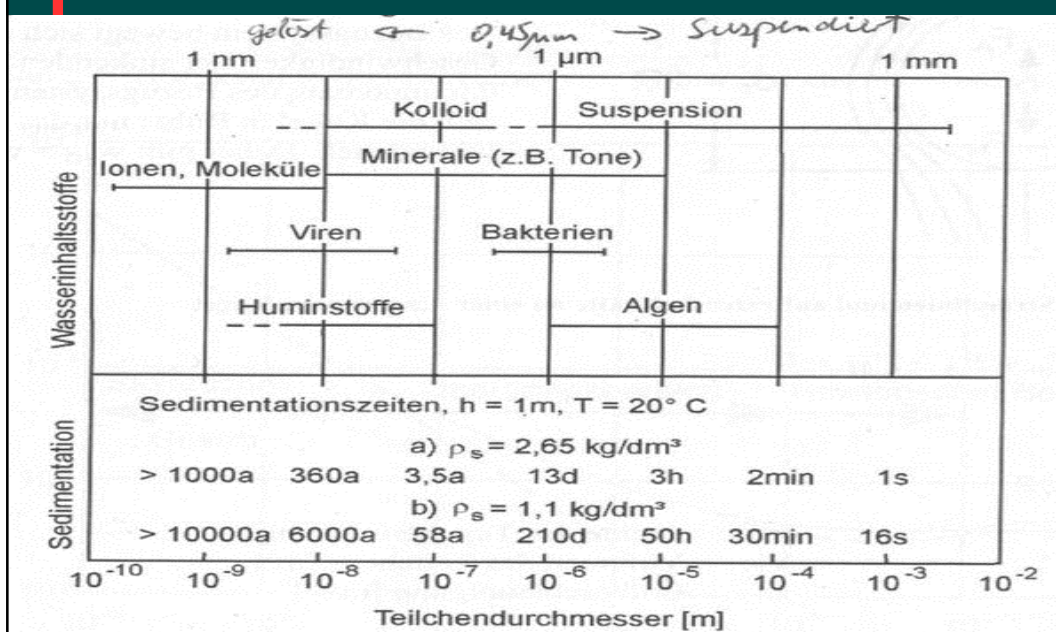
## Sedimentationsgeschwindigkeit

Die von Lampert beobachtete Sedimentation würde mit Bakterien allein nicht funktionieren, weil die Sedimentationszeiten der Bakterien zu lang wären:

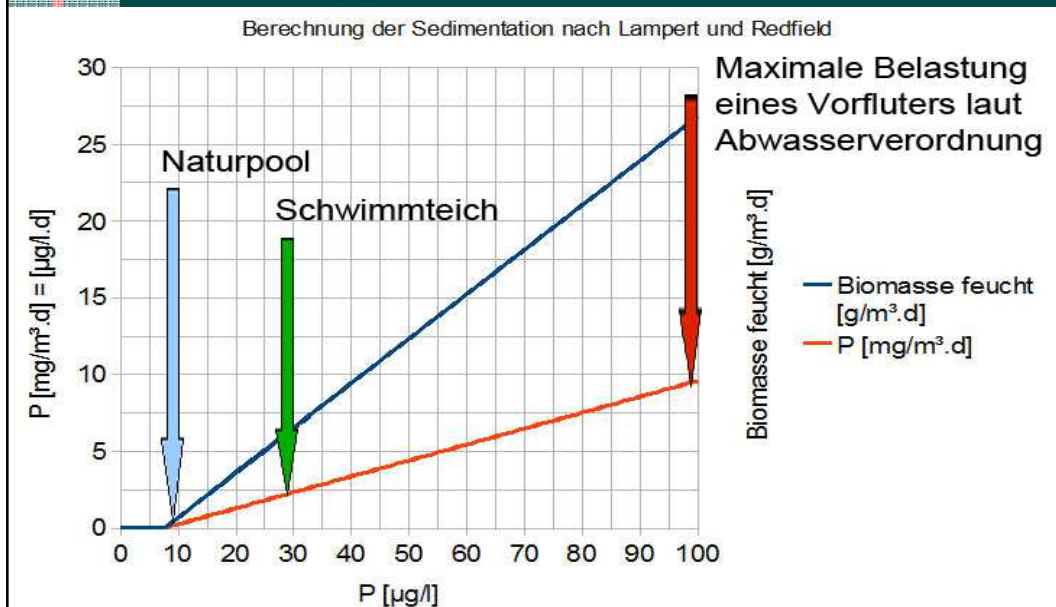
→ **Schwimmteiche** wären trüb.

(Naturpools funktionieren anders...)

## Partikelbildender Sedimentationsgeschwindigkeit

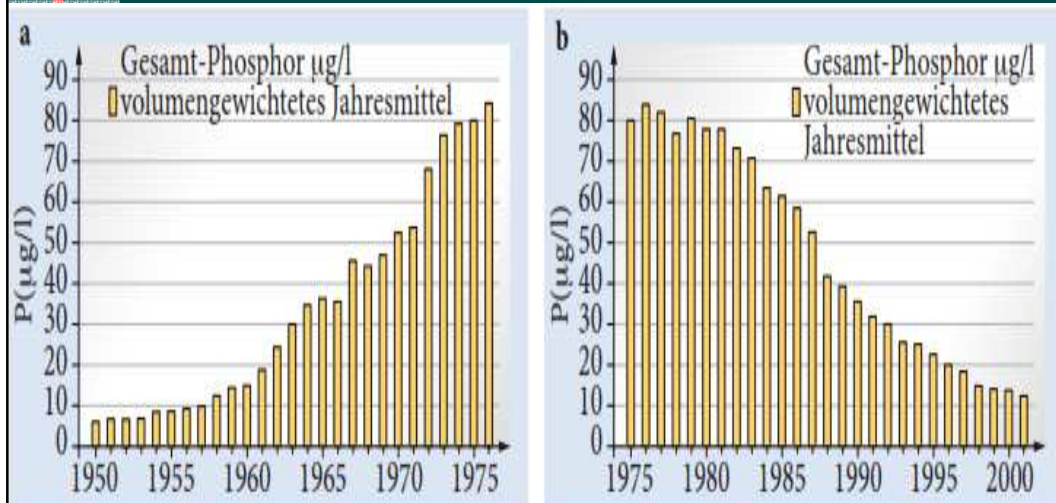


## Unterschied Schwimmteich / Naturpool



## Modell Bodensee: Phosphor

(Quelle: Nautilus Biologie 2)



## Modell Bodensee Primärkonsumenten

(Quelle: Nautilus Biologie 2)

### Primärkonsumenten (Zooplankton)

	1920 – 24	1952 – 57	1957 – 62	1962 – 66
Blattfußkrebse				
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	304	1.245	10	105
<i>Leptodora kindti</i>	7	100	250	370
Gattung <i>Daphnia</i>	578	12.210	25.830	51.880
Gattung <i>Bosmina</i>	729	12.672	2.151	9.644
Ruderfußkrebse				
<i>Heterocope borealis</i>	300	1.820	1.800	60
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	4.360	42.640	38.660	47.360
<i>Cyclops prealpinus</i>	0	5.580	8.530	8.000
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	3.700	28.530	39.700	61.310

**Tab. 2** Populationsdichten einiger Arten des Kleinkrebsplanktons – Tiere unterhalb 1 m<sup>2</sup> Oberfläche (0 – 60 m) – vor und während der Eutrophierung

## Phytoplankton

(Quelle: Nautilus Biologie 2)

Algenarten	1935	1952 – 1969
<i>Fragilaria crotonensis</i>	70.000	4.646.000
<i>Diatoma elongatum</i>	20.000	2.200.000
<i>Asterionella formosa</i>	96.000	1.575.000
<i>Dinobryon divergens</i>	35.000	1.372.000

**Tab. 1** Höchstdichten (Zellzahlen/l) dreier Kieselalgen und der Gelbgrünalge *Dinobryon divergens* vor und während der Eutrophierung

## Schwimmteich

Schwimmteiche reinigen sich durch Sedimentation.

Sedimentation ist nur möglich wenn der P-Gehalt deutlich über  $10\mu\text{g/l}$  ist.

Bis zu  $30\mu\text{g/l}$  kommt es bei wirklich stehenden Gewässern zu keinen Schwebalgenblüten.

Die Nährstoffe können trotz der großen Oberfläche des Planktons für eine Massentwicklung nicht schnell genug angeliefert werden.

## Naturpool

Die Planktonbildung unter  $10\mu\text{g/l}$  P ist zu vernachlässigen.

Ein Reinigungsmechanismus ist aus der Planktonbildung im Naturpool nicht abzuleiten

(Es sei denn der P-Gehalt würde steigen, dann wäre es aber per Definition kein Naturpool mehr!)

Biologieaufbau kommt nur durch eine Relativbewegung der Organismen zum Wasser zustande  
→ Pumpen + fixierte Biologie  
→ Biofilter

## Nahrungspyramide

Klassische aquatische Nahrungspyramiden gehen von Primärproduzenten (Algen) aus.

Im Schwimmteich und Naturpool halten wir jedoch durch Phosphorlimitierung die Bedingungen so dass sich kein nennenswertes Phytoplankton bildet.

Die Nahrungskette im Schwimmteich und Naturpool wird von den Einträgen gespeist.

Aus organischen Verbindungen (C,N,P,H) wird größtenteils Bakterienbiomasse aufgebaut.

15

## „Produzenten“ Schwimmteich / Naturpool

Im Schwimmteich sind diese Produzenten überall im Wasserkörper verteilt (Plankton)

Im Naturpool sind diese Produzenten an angeströmten Oberflächen (wo eine hohe Relativgeschwindigkeit zwischen Organismen und Wasser ist) lokalisiert. → Biofilm

16



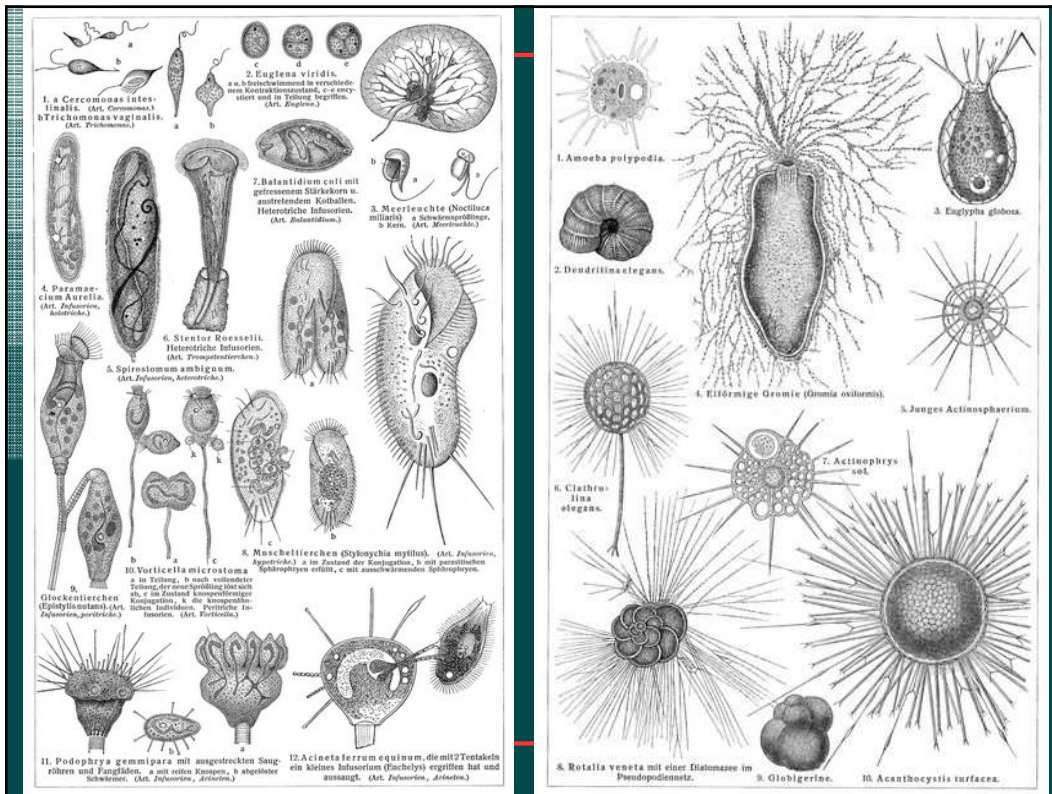
## Konsumenten

Weil im Schwimmteich die Produzenten überall verteilt sind, sind auch die Konsumenten im ganzen Wasserkörper verteilt. Biofilmgebundene Bakterienfresser haben einen Nachteil gegenüber schwimmenden „Jägern“.

Im Naturpool sitzen die Produzenten auf den angeströmten Oberflächen, zusätzlich strömen noch Partikel vorbei → die Konsumenten lassen sich auch im Biofilm nieder.

## Artengruppen

Es gibt praktisch von jeder Artengruppe planktonische und sessile Vertreter, so dass es zwar unterschiedliche Gesellschaften sind die sich in Schwimmteich und Naturpool einfinden, jedoch werden beide Gesellschaften aus den gleichen Artengruppen aufgebaut.



## Zusammensetzung Biofilm

Zitat Diss. M. Willkomm 2007

Table 1: The average abundance of microorganisms [Ind. cm<sup>-2</sup>] on biofilms at all sampling sites in the River Ilm.

	Ind. cm <sup>-2</sup>	Reference	Reservoir	Outflow
Bacteria	(*10 <sup>6</sup> )	5.61 ± 3.59	11.05 ± 1.10	7.94 ± 2.05
Diatoms	(*10 <sup>3</sup> )	1.81 ± 0.58	3.06 ± 2.63	4.09 ± 2.84
Flagellates	(*10 <sup>3</sup> )	1.30 ± 0.40	0.44 ± 0.27	0.65 ± 0.26
Ciliates	(*10 <sup>2</sup> )	0.94 ± 0.41	0.30 ± 0.15	0.61 ± 0.21
Amoebae	(*10 <sup>2</sup> )	0.12 ± 0.14	0.11 ± 0.09	0.09 ± 0.05
Metazoans	(*10 <sup>2</sup> )	0.12 ± 0.13	0.02 ± 0.02	0.08 ± 0.04
Heliozoans	(*10 <sup>2</sup> )	0.03 ± 0.04	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01

## Strömung

Zitat Diss. M. Willkomm 2007

....Results of the present investigation indicated that mainly the abundance and not the structure of the heterotrophic flagellate community was positively affected by the flow velocity ( $R^2 = 0.21$ ). Hart (1992) found a positive correlation between *Cladophora* and the flow velocity, too. Schmitz (1985) showed that the optimal growth conditions for ciliates were at a flow velocity of 0.3 m s<sup>-1</sup> in the River Rhine. The present investigation showed optimal growth conditions for heterotrophic flagellates around 0.4 m s<sup>-1</sup>. So, it seems that ciliates and heterotrophic flagellates have a similar preference for relatively high flow velocities. Also, Hunt and Parry (1998) found a higher abundance of heterotrophic flagellates at a riffle site than at a pool site in a river. An increased flow resulted in an increased probability of attachment on recently colonised surfaces (Hunt & Parry 1998). Similar patterns were documented by Korte and Blinn (1983) in a study of epilithic diatom colonisation, where, after 14 days the number of diatoms were some 3 - 4 times higher on substratum in riffle compared to pool sites.....

21

## Strömung

Zitat Diss. M. Willkomm 2007

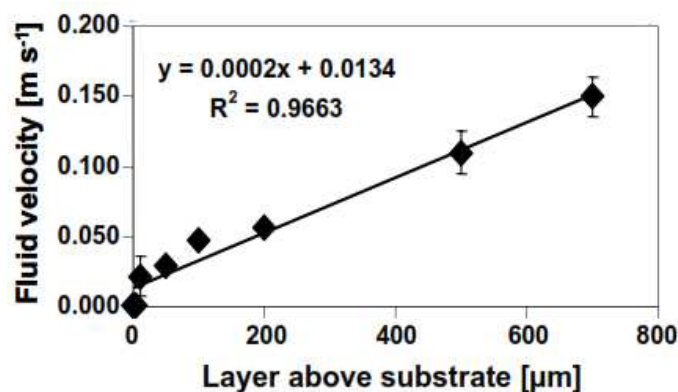


Fig. 1. Flow velocity at different layers of the microcosm (in µm above the substrate) at a speed of the rotating disc of 0.3 m s<sup>-1</sup>. Error bars indicate the standard deviation.

22

## Strömung

Zitat Diss. M. Willkomm 2007

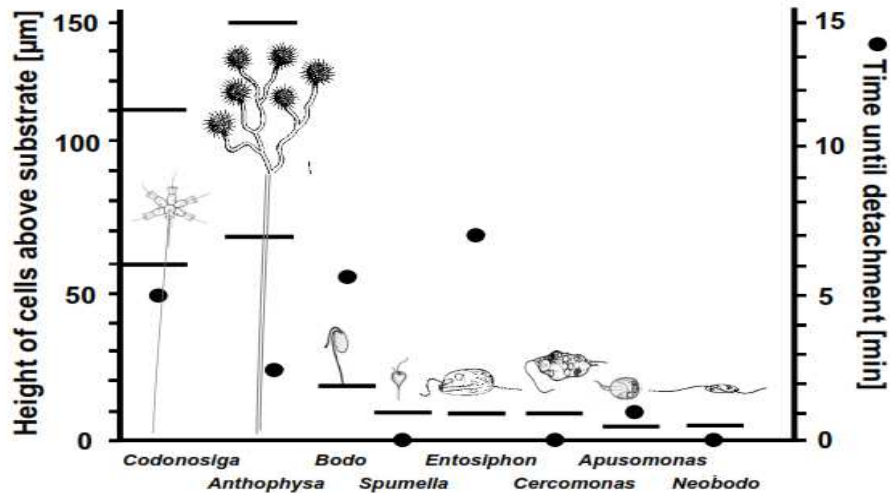


Fig. 2. Relationship between the morphology and the detachment time of 8 heterotrophic nanoflagellates. Horizontal bars indicate the mean distance of single cells from the substrate (for *Codonosiga* and *Anthophysa* a range is given for the colonies); black dots stand for the mean time until detachment at a disc velocity of  $1.2 \text{ m s}^{-1}$  (cf. Fig. 3)

23

## Indikatororganismen

Viel Plankton in einem Schwimmteich zeigt Nährstoffe an, aber auch dass die Aufbereitung (durch Sedimentation) funktioniert.

Viel Plankton in einem Naturpool zeigt Nährstoffe an, und dass die Aufbereitung nicht funktioniert bzw. dass das System durch Einträge überlastet wurde. (Aufbereitungsziel nicht erreicht!)

24

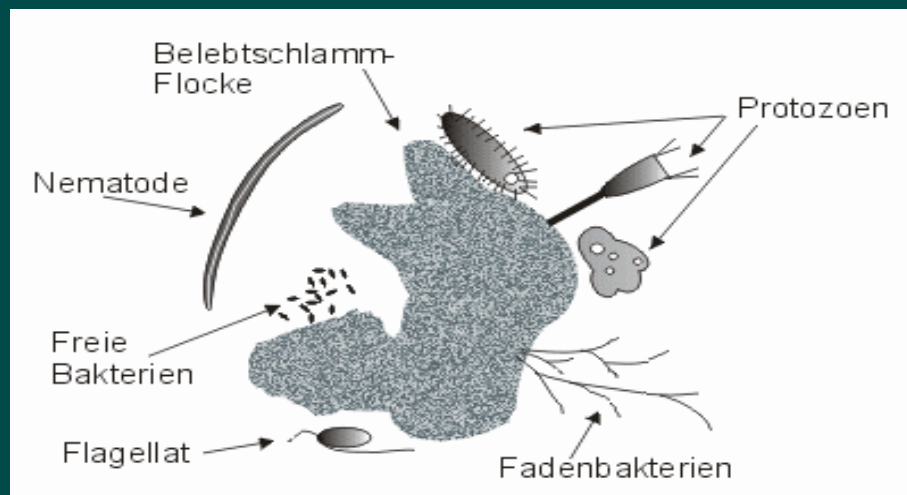
## Indikatororganismen

Ist im Schwimmteich oder Naturpool gleichzeitig der Phosphatgehalt hoch und es gibt wenig Plankton

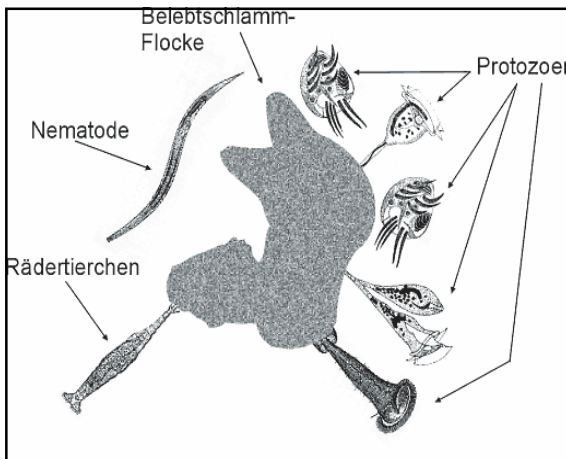
- wurde ein Biozid eingesetzt bzw.
- es ist Gift in den Teich gelangt oder
- es liegt eine andere Limitierung als P vor

25

STREBLE, H., KRAUTER, D. (1982):  
Das Leben im Wassertropfen



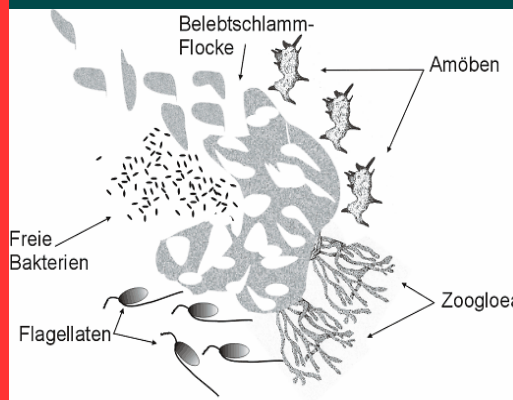
26



STREBLE, H.,  
KRAUTER, D. (1982):  
Das Leben im Wassertropfen

Kompakte Flocken mit anspruchsvollen Protozoen prägen das mikroskopische Bild; daneben auch noch Metazoen (Nematoden und Rädertierchen). Das mikroskopische Bild deutet auf eine gute Versorgung mit Sauerstoff und ein relativ hohes Schlammalter hin.

27

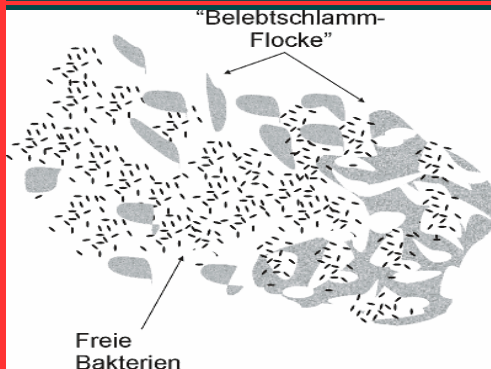


STREBLE, H.,  
KRAUTER, D. (1982):  
Das Leben im Wassertropfen

Ciliaten und Metazoen fehlen im mikroskopischen Bild. Dagegen treten viele Amöben und insbesondere auch Flagellaten auf. Die Flocken sind unregelmäßig gestaltet, von geringer Festigkeit und offener Struktur. Daneben sind viele Bakterien nicht an die Flocken gebunden.

Ein derartiges Schlamm bild tritt in hochbelasteten, bzw. überlasteten Anlagen mit ungünstigem Sauerstoffhaushalt auf.

28



STREBLE, H.,  
KRAUTER, D. (1982):  
Das Leben im Wassertropfen

Die Belebtschlamm-Flocken sind zerfallen und viele Bakterien sind freischwebend. Protozoen oder gar Metazoen sind mikroskopisch nicht nachweisbar. Ein derartiges Schlamm bild kann infolge toxischer Einflüsse entstehen.