

# Grundwissen

für Betreiber von

# Kläranlagen



**VTA Engineering und Umwelttechnik GmbH**  
Hauptstr. 2 A-4675 Weibern  
Tel. +43(0)7732/4133 Fax: +43(0)7732/2270  
E-mail: [vta@vta.cc](mailto:vta@vta.cc)  
Homepage: [vta.cc](http://vta.cc)

# Chemie in der Abwassertechnik

Die Aufgabe einer Kläranlage ist es, die im Abwasser enthaltenen Stoffe, die für den Vorfluter schädlich sind, aus dem Abwasser zu entfernen, oder in Stoffe umzuwandeln, die für den Vorfluter unschädlich sind.

Die Lehre von den Stoffen und Stoffumwandlungen nennt man "**Chemie**". Die Grundbegriffe der Chemie sind daher für das Verständnis der Vorgänge bei der Abwasserreinigung erforderlich.

Alle Stoffe bestehen aus **Elementen**, die selbst nicht weiter zerlegt werden können, wie z.B. Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor, Schwefel, Aluminium.

Man unterscheidet zwischen **Metallen** und **Nichtmetallen**, wie z.B. Eisen, Aluminium, Magnesium, Zink,... (Metalle), sowie Sauerstoff, Wasserstoff, Chlor,... (Nichtmetalle).

Am häufigsten kommen die Elemente jedoch in **Verbindungen** vor. Wasser z.B. ist eine Verbindung aus den Elementen Sauerstoff und Wasserstoff. Sauerstoff und Wasserstoff sind bei normaler Temperatur Gase, aus denen die Flüssigkeit Wasser entsteht. Eine chemische Verbindung hat demnach ganz andere Eigenschaften als die Elemente, aus denen sie zusammengesetzt sind.

Die kleinsten Teilchen eines **Elements** nennt man **Atome**.

Die kleinsten Teilchen einer chemischen **Verbindung** heißen **Moleküle**.

Vereinigen sich zwei oder mehrere Atome miteinander, so entsteht ein Molekül. Zur Veranschaulichung und Darstellung chemischer Reaktionen hat man den Elementen chemische Zeichen (Symbole) gegeben, damit nicht immer der Name des Stoffes ausgeschrieben werden muss, z.B.

Kohlenstoff	C	Sauerstoff	O	Wasserstoff	H
Stickstoff	N	Phosphor	P	Schwefel	S
Chlor	Cl	Natrium	Na	Kalzium	Ca
Eisen	Fe	Aluminium	Al	Kupfer	Cu

Vereinigen sich mehrere Atome zu einem Molekül, so wird ihre Anzahl durch eine **tiefgestellte** Zahl angegeben, z.B. Wasser =  $H_2O$ , d.h. das Wassermolekül besteht aus zwei Atomen Wasserstoff ( $H_2$ ) und einem Atom Sauerstoff (O).

Mit Hilfe chemischer Zeichen und Formeln lassen sich nicht nur chemische Reaktionen anschaulich darstellen, sondern sie zeigen auch an, welche Mengen der beteiligten Stoffe miteinander reagieren bzw. in welchem Mengenverhältnis die einzelnen Elemente einer Verbindung zueinander stehen. Dazu ist jedoch die Kenntnis der **Atomgewichte** erforderlich.

Unter Atomgewicht (Atommasse) versteht man eine Verhältniszahl, die angibt, wie groß die Atommasse eines Elementes im Vergleich zu der eines anderen ist, z.B.

Wasserstoff	1	Sauerstoff	16
Kohlenstoff	12	Stickstoff	14
Aluminium	27	Eisen	55,85

Bei der Reaktion von Wasser vereinigen sich zwei H-Atome mit einem O-Atom zu einem Molekül H<sub>2</sub>O; das entspricht nach den Atomgewichten einem Gewichtsverhältnis von

$$2\text{H} : \text{O} = 2 \cdot 1 : 16 = 1 : 8$$

Das **Molekulargewicht** (Molekular- oder Molmasse) eines Moleküls ergibt sich aus den Atomgewichten der darin enthaltenen Elemente.

Es beträgt für Wasser:

$$\text{H}_2\text{O} = 2 \cdot 1 + 16 = 18$$

Die Menge eines Stoffes in Gramm (g), die durch das Molekulargewicht angegeben ist, bezeichnet man als Mol (mol). Unter 1 mol Wasser versteht man also 18 g.

**Metalle** sind positiv geladen, und reagieren mit Wasser zu einer **Lauge**.

**Nichtmetalle** sind negativ geladen, und reagieren mit Wasser zu einer **Säure**.

In einem Molekül heben sich die Ladungen immer gegenseitig auf.

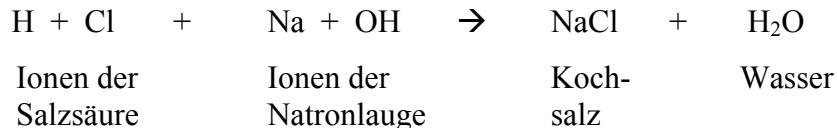
Unter **Neutralisation** versteht man die Reaktion zwischen einer Säure und einer Lauge.

**Säuren** sind Verbindungen, die in wässriger Lösung Wasserstoff-Ionen (H<sup>+</sup>) abspalten.

**Laugen** sind Verbindungen, die in wässriger Lösung Hydroxyd-Ionen (OH<sup>-</sup>) abspalten.

Säuren und Laugen reagieren miteinander unter Bildung von Wasser und einem Salz.

Zum Beispiel:



Je mehr Wasserstoff-Ionen im Wasser enthalten sind, umso stärker ist die Säure. Je mehr OH-Ionen enthalten sind, umso stärker ist die Lauge. Man kann den sauren bzw. alkalischen Charakter einer Lösung durch ihren Gehalt an H<sup>+</sup>-Ionen ausdrücken. Als Maß für diesen Gehalt an H<sup>+</sup>-Ionen und damit die Stärke einer Säure bzw. Lauge wird der **pH-Wert** verwendet.

**pH-Abstufungen:**

0 1 2 3	4 5 6	7	8 9 10	11 12 13 14
<b>stark sauer</b>	<b>schwach sauer</b>	<b>neutral</b>	<b>schwach alkalisch</b>	<b>stark alkalisch</b>

Die für die Neutralisation einer sauren Lösung erforderliche Menge an Lauge hängt vom pH-Wert der Lösung ab. Die Menge an Neutralisationsmittel wird umso geringer, je näher man dem Neutralpunkt (pH = 7) kommt.

Man spricht von einer **Fällung** (Phosphatfällung,...), wenn bei der Reaktion zweier oder mehrerer Verbindungen in einer Lösung ein Niederschlag entsteht.

# Abwasseranfall

Grundsätzlich muss man zwischen dem Trockenwetteranfall (nur Schmutzwasser) und dem Regenwetteranfall (Schmutz- und Regenwasser unterscheiden).

**Das Schmutzwasser setzt sich zusammen aus dem:**

- Häuslichen Schmutzwasser
- Schmutzwasser aus Gewerbe und Industrie (eventuell der Landwirtschaft)
- Fremdwasser

Das **häusliche Abwasser** fällt täglich an, aber es gibt starke Schwankungen in Menge und Zusammensetzung über den Tag hin.

Nachdem der Wasserverbrauch 150 - 200 l pro Einwohner und Tag beträgt ( in kleinen Gemeinden weniger) errechnet sich im Mittel bei der Tagesspitze eine Abwassermenge von 0,5 - 0,8 Liter pro Sekunde je 100 Einwohner.

Das **Abwasser aus Industrie und Gewerbe** kann ebenfalls sehr unterschiedlich anfallen. Bei kleineren Abwasserreinigungsanlagen sollte aber der Anlagenzulauf bedingt durch die baulichen Grundvoraussetzungen keinen starken Schwankungen unterlegen sein.

**Fremdwasser** ist sauberes Grund- oder Quellwasser, das bei Trockenwetter ins Kanalnetz gelangt. Grund dafür sind meistens undichte Kanäle, Dränagen usw.. Am einfachsten lässt sich das Fremdwasser in den frühen Morgenstunden (ca. 4 - 6 h früh) auf der Kläranlage feststellen, weil zu dieser Zeit die Menschen fast alle schlafen und daher kein Abwasser verursachen.

Die **Regenwassermengen**, die bei starkem Regen im Kanalnetz abgeführt werden müssen, können etwa das hundertfache des Schmutzwasserabfalls ausmachen. Bei kleineren Anlagen darf aber meistens kein Regenwasser eingeleitet werden (Vorsicht bei eingeleiteten Dachwässer).

# Abwasserzusammensetzung

Das Schmutzwasser besteht zu einem großen Teil aus den menschlichen Ausscheidungen und Reinigungsmitteln, gegenüber dem Regenwasser, dass hauptsächlich vorwiegend mineralische Stoffe enthält.

Die Verunreinigungen im häuslichen Schmutzwasser bestehen zu etwa 2/3 aus organischen Stoffen und zu 1/3 aus mineralischen Stoffen. Bedingt durch den hohen organischen Anteil ist deshalb Abwasser fäulnisfähig.

## Die 3 wichtigsten Gruppen von Abwasserinhaltsstoffen:

- Mineralische oder anorganische Stoffe
- Organische oder fäulnisfähige Stoffe
- Krankheitskeime (Erreger von Krankheiten)

Für den Kläranlagenbetrieb reicht diese grobe Unterteilung jedoch nicht aus.

## Einteilung nach einzelnen Schritten der Abwasserreinigung:

1. **Grobe Sperrstoffe** (z.B. Holzstücke, Konservendosen,...) Entfernung durch Grobrechen (Spaltweite 5 - 10 cm)
2. **Feine Sperrstoffe** (z.B. Kotballen, Tampons, Papier,...) Entfernung durch Feinrechen (Spaltweite 1 - 5 cm) Siebe (Spaltweite 0,5 - 5 mm).
3. **Schwere Sinkstoffe** (z.B. Sand) Rückhalt in Sandfängen
4. **Absetzbare Stoffe** (z.B. Kotpartikel, Speisereste, ...) Entfernung durch Absetzen in Absetzbecken.
5. **Aufschwimbare Stoffe** (z.B. Fett und Öl) Unbedingt diese Stoffe an der Anfallstelle zurückhalten (Fett- oder Ölabscheider).
6. **Nicht absetzbare Schwebstoffe** und Kolloide (Teilchengröße so klein das mit freiem Auge nur Trübe erkennbar ist). Entfernung durch biologische Reinigung.
7. **Gelöste organische Schmutzstoffe** (z.B. Zucker, Abwaschwasser). Entfernung durch biologische Reinigung
8. **Gelöste Pflanzennährstoffe** (Stickstoff und Phosphor). Entfernung des Stickstoffs durch biologische Reinigung, Entfernung des Phosphors durch chem. und biol. Reinigungsvorgänge.
9. **Krankheitserreger** (z.B. Bazillen, Wurmeier, Viren); trotz weitgehender Entfernung in biologischen Reinigungsanlagen bleibt das Abwasser ansteckungsfähig. → **Hygiene**

Die **Punkte 1 - 5** nennt man in der Fachsprache "**mechanische Reinigung**" und unterliegen physikalischen Gesetzmäßigkeiten.

Durch die **mechanische Reinigung** können etwa **1/3 der organischen (fäulnisfähigen) Stoffe** des Abwassers entfernt werden.

Die **Punkte 6 - 9** nennt man in der Fachsprache "**biologische Reinigung**" und diese Inhaltsstoffe werden in der Abwasserreinigungsanlage weitgehend entfernt bzw. umgewandelt.

Es ist daher leicht einzusehen, dass die Entfernung der **2/3 der fäulnisfähigen Stoffe** am wichtigsten ist. Werden diese Stoffe nicht zurückgehalten, so führt die Einleitung des Abwassers zu einer deutlichen Verschlechterung der Gewässergüte, und somit der Bach bzw. Fluss oder See bedingt durch die Selbstreinigungskraft selbst zur Kläranlage.

# Biologische Abwasserreinigung

Die biologische Abwasserreinigung mit Kohlenstoffentfernung und Nitrifikation bzw. Denitrifikation (Abbau des Ammoniumstickstoffes bzw. des Nitratstickstoffes) ist heute auch für Einzelobjekte in Österreich vorgeschrieben. Sie gilt als Mindestanforderung, bevor die gereinigten Abwässer in die Fließgewässer (Vorfluter) eingeleitet werden.

## **Abbau der Kohlenstoffverbindungen**

Bei der biologischen Abwasserreinigung dienen die im Abwasser enthaltenen Schmutzstoffe (Kohlenstoffverbindungen) den Mikroorganismen als Nahrung. Dabei verwandeln sie die organischen Schmutzstoffe teilweise in anorganische Endprodukte (z.B. Wasser, Kohlendioxid), zum Teil dienen sie als Baustoffe für die eigene Körpersubstanz (Zellaufbau). Je nach der Menge des Nahrungsangebotes wachsen und vermehren sich die Mikroorganismen. Bei Nahrungsmangel "veratmen" sich die Mikroorganismen unter Verminderung der Zellsubstanz selbst. Das „zuviel“ an Bakterien (Biomasse) wird als Überschussschlamm bzw. Klärschlamm aus dem System entfernt.

Beide Prozesse, die hier getrennt beschrieben wurden, laufen in der Natur gleichzeitig und miteinander eng verzahnt ab.

## **Entfernung der Stickstoffverbindungen (Nitrifikation - Denitrifikation)**

Die im Abwasser vorhandenen Stickstoffverbindungen werden sehr rasch, teilweise schon in der Kanalisation im Ammoniumstickstoff ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) umgewandelt. In hochbelasteten Anlagen, in denen keine Zeit zur Entwicklung von Stickstoff-oxidierenden Bakterien (Nitrifikanten) zur Verfügung steht, findet man den Stickstoff in dieser Form ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) im Ablauf. In niedriger belasteten Anlagen können sich Nitrifikanten bilden, die Oxidation von Ammonium-Stickstoff zum Nitrat-Stickstoff ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) unter zusätzlichem Verbrauch von Sauerstoff und Produktion von Säure ( $\text{H}^+$ ) in einer zweistufigen Reaktion durchführen.



Dieser Prozess der Oxidation der Stickstoff-Verbindungen wird als Nitrifikation bezeichnet. Das Wachstum von nitrifizierenden Bakterien wird stark von der Temperatur beeinflusst, d.h. dass die Nitrifikanten während des Sommers wesentlich leichter als während des Winters erreicht werden kann.

Bei Störungen (z.B. hohe N-Konzentrationen, ungünstige pH-Verhältnisse) kann es zu einer Unterbrechung der Nitrifikation und zur Anreicherung von Nitrit-N ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) im Ablauf kommen. (Fischgift!). Für die Nitrifikation und für das Wachstum von nitrifizierenden Bakterien muss gelöster Sauerstoff vorhanden sein (aerobe Bedingungen).

Der Abbau von  $\text{NO}_3\text{-N}$  zu Stickstoff-Gas ( $\text{N}_2$ ) wird Denitrifikation bezeichnet. Die Denitrifikation wird von den meisten Kohlenstoffabbauenden Bakterien in Gegenwart von Nitrat-N und bei

Abwesenheit von gelöstem Sauerstoff (anoxische Bedingungen) durchgeführt. Durch das Fehlen von gelöstem Sauerstoff entnehmen die Bakterien den für ihren Stoffwechsel erforderlichen Sauerstoff dem Nitrat-Molekül, das dabei in Stickstoff-Gas übergeführt wird. Daneben verbrauchen sie auch einen Teil der bei der Nitrifikation gebildeten Säure. Unkontrollierte Denitrifikation im Nachklärbecken kann zur Bildung von Schwimmschlamm führen.

## Phosphor-Entfernung

Zum Aufbau ihrer Körpersubstanz brauchen die Bakterien unbedingt eine bestimmte Menge an Phosphorverbindungen (Erfahrungswert  $\text{BSB}_5 : \text{N} : \text{P} = 100 : 5 : 1$ ). Da der Phosphorgehalt im häuslichen Abwasser aber höher liegt, können auf diese Weise nur ca. 30 bis 40% des Phosphors aus dem Abwasser entfernt werden. In der Regel muss bei höheren Anforderungen an die Phosphatentfernung eine chemische Fällung des Phosphors erfolgen.

Da Phosphorverbindungen nur über den Klärschlamm aus dem Abwasser entfernt werden können, ist bei der Zugabe von Fällungsmitteln auf deren Gehalt an **Schwermetallen** besonderes Augenmerk zu richten. Bei der Verwendung von Fällmitteln mit hohen Schwermetallgehalten steigt die Schwermetallkonzentration im Klärschlamm, wodurch Probleme bei der landwirtschaftlichen Verwertbarkeit des Klärschlammes entstehen können.

Die Fällungs- und Flockungsprodukte waschen durch physikalische und verfahrenstechnische Einflüsse unter Einschluss im Wasser enthaltener ungelöster, suspendierter Stoffe zu größeren Partikeln, die durch die herkömmlichen physikalischen Verfahren der Phasentrennung (z.B. Sedimentation, Filtration) von der flüssigen Phase (gereinigtes Abwasser) abgeschieden werden können.

### Grundsätzlich muss gesagt werden:

„Wer keine schwermetallhaltigen Fällmittel einsetzt, braucht im nachhinein diese Schwermetalle auch nicht wieder teuer aus dem Reinigungsprozess zu entfernen.“

### Ein wirksames Verfahren zur Phosphorfällung muss im wesentlichen vier Verfahrensschritte enthalten:

- Dosierung des Fällmittels in Abwasser
- kurze intensive Durchmischung von Fällmittel und Abwasser bei hoher Turbulenz. Es kommt zur chemischen Fällung, Koagulation und Bildung von Mikrofloccen. Als Aufenthaltszeit wird im allgemeinen ca. 1 min empfohlen.
- Bildung von Makrofloccen. Reaktionszeit 20 - 30 min, bei geringer Turbulenz
- Abscheiden der Floccen

Im Kleinkläranlagenbereich unterscheiden wir verschiedene Systeme der biologischen Abwasserbehandlung, die im folgenden Abschnitt genauer beschrieben werden.

## Belebtschlammverfahren

### Verfahrenstechnik

Beim Belebtschlammverfahren wird das Abwasser kontinuierlich durch das **Belebungsbecken** geleitet. Die Mikroorganismen, von denen die organischen Schmutzstoffe abgebaut werden, schwimmen im Wasser. Sie siedeln sich in Kolonien auf vorhanden fein verteilten Schweb- und Feststoffen an und bilden als **Flocken** den belebten Schlamm. Die Flocken sind nur wenig schwerer als Wasser und setzen sich daher im allgemeinen schlechter als Tropfkörperschlamm ab. Je nach Abwasserzusammensetzung und Konzentration der Schmutzstoffe finden sich sehr unterschiedliche Arten von Mikroorganismen im Schlamm. Daher kann man aus der Art und Zusammensetzung des Schlammes Rückschlüsse auf die Funktion oder Störung der Abwasserbehandlung ziehen.

Der von den Organismen zum Leben benötigten **Sauerstoff** wird künstlich zugeführt. Durch Oberflächenbelüfter oder Kompressoren und Filterkerzen wird Luft in das Abwasser eingetragen. Diese verteilt sich in kleinen Bläschen im Wasser. Durch die Grenzfläche zwischen Wasser und Luft wird der in der Luft enthaltene Sauerstoff im Wasser gelöst. Dabei ist die Ausnutzung des Luftsauerstoffes um so größer je feiner die Bläschen sind. Gleichzeitig wird durch den Luft-eintrag das Abwasser intensiv mit dem Belebtschlamm vermischt.

Nahrungsangebot und Biomasse müssen zueinander in ein bestimmtes Verhältnis gebracht werden. Im Gegensatz zum Tropfkörper, dessen Bewuchs fest ist, kann beim Belebtschlammverfahren der Schlammgehalt verändert werden. Daneben hängt die Abbauleistung vom vorhandenen Beckenvolumen ab.

Wird der Belebtschlamm hoch belastet, so erfolgt überwiegend ein Abbau der Kohlenstoffverbindungen. Die langsam wachsenden **Nitrifikanten** werden verdrängt. Daher müssen Anlagen, in denen Stickstoffverbindungen abgebaut werden sollen, niedriger belastet werden. Senkt man die Belastung noch weiter, dann wird auch die organische Substanz des Schlammes abgebaut und dieser mineralisiert.

Probleme ergeben sich allerdings häufig mit der Veränderung der Absetzeigenschaften des belebten Schlammes. Besonders nachteilig wirkt sich das Wachstum fadenförmiger **Organismen** (Blähschlamm) aus. Sie beeinträchtigen zwar die Abwasserreinigung nicht, der Schlamm setzt sich jedoch nicht mehr ab. Die Ursachen sind bis heute nicht restlos erforscht. Man vermutet aber, dass

- ein zu einseitiges Nährstoffangebot (z.B. Gemüseabwasser),
- eine zu hohe Substratkonzentration,
- zu geringer Sauerstoffgehalt,
- zu lange Lagerzeiten des Schlammes im Nachklärbecken,



- Stoßbelastungen,
- Faulvorgänge in der Vorklärung,
- Phosphatmangel,
- Temperaturänderungen im Frühjahr und Herbst

die Bläschlamm Bildung begünstigen.

Verfahrenstechnisch bilden Belebungsraum und Nachklärbecken eine in sich geschlossene Einheit. Verschlechtern sich die Absetzeigenschaften des Belebtschlammes oder reicht die Absetzleistung des Nachklärbeckens nicht aus, so kann der Schlammgehalt im Belebungsbecken nicht eingehalten werden. Das Reinigungsergebnis wird gefährdet. Die richtige Bemessung des Nachklärbeckens ist daher genauso wichtig wie die richtige Bemessung der Belebungsbecken.

## Verfahrensbeschreibung

Das Rohabwasser wird nach der Vorklärung im Belebungsbecken mit dem Belebtschlamm vermischt. Die Konzentration des Schlammes im Belebungsbecken richtet sich nach der Abwasserart und dem Reinigungsziel. Sie kann in weiten Grenzen verändert werden.

Der von den Mikroorganismen zum Leben benötigte Sauerstoff wird künstlich eingetragen. Wichtig ist die Erzeugung einer hohen Turbulenz im Belebungsbecken, damit Nährstoffe (Abwasser), Mikroorganismen (belebter Schlamm) und Sauerstoff ständig gut miteinander vermischt werden. Es dürfen sich weder Schlammablagerungen noch tote Zonen bilden.

Die Aufenthaltszeit des zu reinigenden Abwassers im Belebungsbecken richtet sich wieder nach der Abwasserbeschaffenheit und dem Reinigungsziel. Sie kann zwischen 4 und 24h bei den üblichen technischen Verfahren betragen.

In einem **Nachklärbecken** wird der belebte Schlamm vom gereinigten Abwasser getrennt. Der Schlamm wird als Rücklaufschlamm wieder in das Belebungsbecken zurückgeführt. Die Trennleistung des Nachklärbeckens bestimmt den Umfang, in dem der Belebtschlammgehalt im Belebungsbecken verändert werden kann. Der Belebtschlamm befindet sich also in einem ständigen Kreislauf zwischen Belebungsbecken und Nachklärbecken im Verfahren. Auf diese Weise bilden Belebungsbecken und Nachklärbecken verfahrenstechnisch gesehen eine Einheit. Die Reinigungsleistung des einen hängt von der Trennleistung des anderen ab.

Der Zuwachs an Organismen durch die ständige Nährstoffzufuhr muss aus dem Kreislauf als **Überschußschlamm** abgezogen werden. Durch eine Steigerung oder Verminderung der Entnahme von Überschusschlamm lässt sich der Schlammgehalt im Belebungsbecken steuern. Der Überschusschlamm muss getrennt behandelt werden.

# Tropfkörper

Das Tropfkörperverfahren ist aus den Erkenntnissen der Vorgänge bei der Bodenfiltration entwickelt worden. In einem Behälter wird durch geeignete Füllmaterialien (Gesteinsbrocken, Lavaschlacke oder Kunststoffelemente) eine möglichst große Oberfläche für das Wachstum von Bakterien und Kleinlebewesen bereitgestellt. Das Abwasser, also die Nährlösung, wird gleichmäßig über die Oberfläche des Tropfkörpers - auch Festbettreaktor bezeichnet - verteilt und fließt in einem dünnen Film über die Füllkörper. In Abhängigkeit von der Abwasserzusammensetzung und der Beschickungsmenge entwickelt sich ein Bewuchs mit Mikroorganismen, der **biologische Rasen**.

Der Abbau der organischen Substanzen erfolgt auf dem Fließweg des Abwassers von oben nach unten, so dass im Tropfkörper in den verschiedenen Höhen verschiedene Abbaubereiche mit unterschiedlichem Bewuchs angetroffen werden. Im oberen Bereich befinden sich bei entsprechender Belastung vorwiegend kohlenstoffabbauende Bakterien, im unteren Bereich siedeln sich stickstoffabbauende (Nitrifikanten) an.

Die Sauerstoffversorgung der Mikroorganismen erfolgt aus der durch den Tropfkörper hindurchstreichenden Luft. Je nach Temperaturstand zwischen der Außenluft und dem Inneren des Tropfkörpers streicht diese Luft von oben nach unten oder von unten nach oben durch die Füllung hindurch. Bei abgedeckten Tropfkörpern muss eine künstliche Belüftung mit Ventilatoren eingerichtet werden. Der Schlamm, also die aus dem Tropfkörper abgespülte Bakterienmasse, ist körnig und kompakt. Er setzt sich daher im nachgeschalteten Nachklärbecken gut ab.

# Tauchkörper

Das Tauchkörperverfahren liegt bezüglich seiner Wirkungsweise zwischen den Tropfkörper und dem Belebungsverfahren. Es wird vorwiegend für kleinere Anlagen eingesetzt. Ursache ist der Platzbedarf und die Notwendigkeit, die Tauchkörper gegen **Frost** zu sichern und zu überbauen.

Die Aufwuchsflächen für den biologischen Rasen sind z.B. kreisrunde Scheiben, die zentrisch in geringem Abstand auf einer waagrecht laufenden Welle befestigt sind. Auch Kunststoffelemente verschiedenster Bauformen werden verwendet. Die so gebildete Walze taucht etwa bis zur Hälfte in das Abwasser ein. Sie wird von einem Motor langsam **in Fließrichtung** des Abwassers gedreht. Die Geschwindigkeit am Walzenumfang soll 20 m/min nicht überschreiten, damit eine übermäßige Auswaschung des biologischen Rasens vermieden wird.

Wie beim Tropfkörper lösen sich infolge des ständigen Zuwachses Teile des biologischen Rasens von den Flächen, die in der Nachklärung abgetrennt werden müssen. Vorher schweben sie im Abwasser, in das die Walzen ständig eintauchen. Sie können sich also noch am Reinigungsvorgang beteiligen, solange Sauerstoff vorhanden ist.

Diese Wirkung kann durch Schlammrückführung und Einblasen von Luft verstärkt werden. Beim Tauchkörper mit Druckluftantrieb können die aufsteigenden Luftblasen in Lufttaschen gesammelt werden. Dadurch setzt sich die Walze ohne weitere Energiezufuhr in Bewegung.

# Pflanzenkläranlagen

Seit einigen Jahren wird über die Pflanzenkläranlagen als ein neues Reinigungsverfahren gesprochen. In der Fachwelt werden diese Anlagen sehr unterschiedlich aufgenommen und bewertet. Auch werden unterschiedliche Begriffe verwendet. Sinnvoll erscheint folgende Zuordnung:

**Pflanzenkläranlage** ist der Oberbegriff für Anlagen mit einem Bodenkörper, der mit ausgewählten Sumpfpflanzen besetzt ist. Das Abwasser wird durch oder über diesen Bodenkörper geleitet.

Wurzelraumanlage, bewachsener Bodenfilter, Schilf-Binsen-Kläranlage, hydrobotanische Stufe usw. sind Bezeichnungen für bestimmte Verfahrensvariationen.

Die Anbieter von Pflanzenkläranlagen haben unterschiedliche Vorstellungen von dem Einsatzbereich ihrer eigenen Variante. Gemeinsames Merkmal ist die Verwendung der Sumpfpflanzen (Schilf, Binsen, Wasserschwertlilien, Rohrkolben). Der wesentliche Unterschied liegt in den verschiedenen Bodenkörpern, die für Pflanzenaufwuchs und Abwasseraufschluss empfohlen werden: Grobkies, Kiessand, Feinsand und Böden mit unterschiedlich bindigem Anteil, aber auch künstliche Blähtonkugeln und Kunststoffgitter werden eingesetzt.

## Eine Abgrenzung der Verfahren ist etwa wie folgt möglich:

- Sumpfpflanzenbeete mit kiesig-sandigem Bodenmaterial und etwa 3 - 5 m<sup>2</sup>/E Flächenangebot eignen sich für die biologische Behandlung von Hausabwasser. Dabei sind niedrige BSB<sub>5</sub> - und CSB - Restschmutzkonzentrationen zu erreichen. Eine Nitrifikation findet teilweise statt; Phosphorrückhalt ist kaum zu erzielen.
- Sumpfpflanzenbeete mit bindigem Bodenmaterial werden meist auf 1 - 4 m<sup>2</sup>/E bemessen. Ein nennenswerter horizontaler Abwasserdurchfluss durch den Wurzelraum ist nicht möglich. Eine Reinigung im Boden ist somit nicht zu erwarten. Sumpfpflanzenbeete mit bindigem Material können damit die erforderliche Ablaufwerte nur dann einhalten, wenn sie sehr viel größer als bisher bemessen werden.
- Überstaute Pflanzenbeete mit einem ständigen Abfluss über die Beetoberfläche (Flächendargebot 2 - 5 m<sup>2</sup>/E) oder mit intermittierender Versickerung (Flächendargebot 5 - 10 m<sup>2</sup>/E) erreichen sehr niedrige BSB<sub>5</sub> - und CSB - Restschmutzkonzentrationen. Geringe Stickstoffumsetzungen und Phosphorverminderungen sind möglich.

Nach der Theorie wird davon ausgegangen, dass durch die Pflanzenwurzeln Sauerstoff und andere Wurzelausscheidungen in den mit Abwasser gesättigten Boden eingetragen werden. Der Sauerstoffeintrag ermöglicht es, dass neben den anaeroben gleichzeitig auch aerobe Abbauprozesse ablaufen. Von den übrigen Wurzelausscheidungen wird erwartet, dass sie sich am Umwandlungsprozess der organischen Substanzen beteiligen, pathogene Keime eliminieren oder gar Schwermetalle aufnehmen.

# Abwasserteiche

Abwasserteiche zeichnen sich durch große **Naturnähe** und geringen Technikeinsatz aus. Wegen der großen Wasservolumen sind sie gegenüber Belastungsschwankungen und sogar schwachen Giftstößen recht stabil, der Wartungsaufwand ist gering.

In Abwasserteichen wird der mit dem Abwasser zufließende und bei der Reinigung gebildete Schlamm über längere Zeit am Boden zwischengespeichert, ausgefault und stabilisiert. In bestimmten Abständen sind alle nacheinander durchflossenen Teiche zu entschlammen, weil ansonsten die Reinigungsleistung stark nachlassen kann. Vor dem Ablauf in das Gewässer sollte immer noch ein kleiner bepflanzter, flacher Teich angeordnet werden, damit die manchmal erzeugten **Sekundärverschmutzungen** (z.B. Algen) zurückgehalten werden können.

In belüfteten Abwasserteichen erfolgt die Reinigung des Abwassers ähnlich wie in organisch hochbelasteten, stehenden Gewässern. Die schmutzabbauenden Organismen-Gesellschaften befinden sich im wesentlichen über dem Bodenschlamm. Die Teiche werden flach angelegt und so großräumig geplant, dass die Wasser - Schlammzone immer ausreichend mit Sauerstoff aus der Luft versorgt werden kann.

Üblicherweise sind unbelüftete Abwasserteiche so gebaut, dass im ersten tiefen Absetzteich die mit dem Abwasser zufließenden absetzbaren mineralischen und organischen Bestandteile ausfaulen können. Das vorgereinigte Wasser wird dann in mindestens zwei hintereinander durchflossenen, ca. 1 m tiefen Teichen biologisch gereinigt. In jedem Teich bildet sich entsprechend dem Fortgang der Abwasserreinigung eine besondere biologische Lebensgemeinschaft aus, die sich im Verlauf der Jahreszeiten bei unterschiedlichen Temperaturen und Einstrahlungsbedingungen verschieben kann.

Belüftete Abwasserteiche können höher belastet werden als unbelüftete, da der benötigte Sauerstoff mit technischen Hilfsmittel eingetragen wird. In gewissem Umfang bilden sich hier auch freischwebende Schlammflocken. Es werden immer mindestens zwei belüftete Teiche hintereinander durchflossen, denen mindestens ein unbelüfteter Nachklärteich folgt. Vorgeschaltete Absetzteiche sind bei belüfteten Abwasserteichanlagen nicht üblich. Der Schlamm wird mit Hilfe der technischen Belüftung stabilisiert und lagert sich am Boden ab.

Mit steigenden Anforderungen an die Reinigungsleistung kleiner Kläranlagen haben sich auch Abwasserteiche mit zwischengeschalteten biologischen Reaktoren, wie z.B. Tropf- oder Tauchkörpern, durchgesetzt. Solche Anlagen können bei ausreichender Bemessung nitrifizieren. Sie bestehen aus einem Absetzteich, dem Tropf- oder Tauchkörper mit zugehöriger Grobentschlammung und mindestens einem nachgeschalteten unbelüfteten Nachklärteich. Der Schlamm wird im Absetzteich ausgefault. Der Abwasserteich kann bei Abwasserrückführung zur Denitrifikation genutzt werden.

# Untersuchung von Abwasser und Schlamm:

## Probenahme

Die Probe sollte im Hinblick auf die Feststoffe dieselbe Zusammensetzung wie das Abwasser (bzw. der Beckeninhalte) aufweisen. Allgemein sollten Proben:

- an Stellen mit möglichst **großer Durchmischung** (z.B. Überfall, Verteilungsbauwerk,...)
- immer an den **gleichen Stellen** (z.B. Zulauf, Ablauf, Nachklärung, Belebungsbecken,...) entnommen werden, um die so erhaltenen Werte mit den vorher bzw. nachher ermittelten Werten vergleichbar zu sein.

Eine **Stichprobe** liefert eine Momentaufnahme der zum Zeitpunkt der Probenahme herrschenden Situation.

Bei **Mischproben** unterscheidet man zwischen **zeitproportionaler** Entnahme (Probenahme z.B. alle 15 Minuten) und **mengenproportionaler** Entnahme (Probenahme z.B. alle 10 m<sup>3</sup>).

Die Proben sollten am besten **sofort** nach der Entnahme untersucht werden. Ist das nicht möglich, müssen sie kühl aufbewahrt werden (z.B. Kühlschrank), da sich die Proben mit der Zeit verändern.

Vor den Untersuchungen müssen die Proben **gut durchmischt** und - falls möglich - homogenisiert werden.

Alle entnommenen Proben sind **genau zu beschriften** (Zeit und Ort der Probenahme). Dies gilt besonders dann, wenn die Proben in einem anderen Labor analysiert werden sollen.

## Messung der Temperatur

Von der Temperatur ist im wesentlichen die **Aktivität** und damit die Leistungsfähigkeit der Bakterien abhängig. Je tiefer die Temperatur, desto langsamer ist im allgemeinen die Aktivität aller Bakteriengruppen.

Zur Temperaturmessung kann ein Schöpftthermometer eingesetzt werden. Es wird ca. 1 - 2 Minuten in das Gerinne oder Becken gehalten und dann, ohne das Wasser aus dem unteren Teil herauszugießen, sofort abgelesen.

Steht kein Schöpftthermometer zur Verfügung, kann auch ein durch einen Drahtkorb geschütztes, gewöhnliches Thermometer verwendet werden. Man entnimmt dann die Probe mit dem Schöpfbecher, hält sofort nach der Entnahme das Thermometer ca. 1 Minute in den Probenschöpfer und liest die Temperatur ab, während sich das Thermometer im Probenschöpfer befindet.

## Messung der absetzbaren Stoffe

Die im Rohabwasser enthaltenen absetzbaren Stoffe sind ein Maß für den Feststoffgehalt des Abwassers und beinhalten die absetzbaren, ungelösten Schmutzstoffe.

Der Gehalt an absetzbaren Feststoffen wird im **Imhofftrichter** gemessen. Der Trichter besteht aus Glas oder Kunststoff und soll aufrecht in einem Gestell stehen.

Die Imhofftrichter werden mit gut durchmischem Abwasser bis zur 1000 ml Marke gefüllt. Die Menge der absetzbaren Stoffe wird durch Ablesung des von den Sinkstoffen eingenommenen Volumens in der Trichterspitze nach **2 Stunden** bestimmt. Weil sich auf den schrägen Glaswänden Schlamm ablagert, muss 15 Minuten vor dem Ablesen der Imhofftrichter ruckartig hin- und hergedreht werden, damit der dort sitzende Schlamm nach unten rutscht.

Der Gehalt an absetzbaren Stoffen liegt in häuslichen Abwasser zwischen 2 und 15 ml/l. Im Ablauf von Nachklärbecken soll der Gehalt an absetzbaren Stoffen 0,3 ml/l nicht überschreiten.

## Messung des Schlammvolumens

Das Schlammvolumen ist das Volumen, das 1 Liter Belebtschlamm nach einer Absetzzeit von 30 Minuten einnimmt und ein Maß für die Schlammmenge bei den gegebenen Eindickungseigenschaften (Schlammindex).

Da die Leistungsfähigkeit des Nachklärbeckens stark vom Schlammvolumen abhängt, bestimmt dies die Schlammkonzentration, mit der das Belebungsbecken betrieben werden kann.

Die Messung erfolgt in einem 1000 ml Meßzylinder. Die gut durchmischte Probe aus dem Belebungsbecken wird in den Meßzylinder bis zur 1000 ml Marke gefüllt und der Meßzylinder erschütterungsfrei und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt aufgestellt.

Die Ablesung erfolgt nach einer Standzeit von 30 Minuten.

Der Meßwert wird auf 10 ml/l abgerundet angegeben. Bei einem Schlammvolumen das größer als 250 ml/l ist, muß die Bestimmung mit einem verdünnten Schlamm wiederholt werden. Dazu wird die Belebtschlammprobe mit Ablauf des Nachklärbeckens verdünnt, damit das Verdünnungswasser dieselbe Temperatur wie der Belebtschlamm aufweist und keine temperaturbedingten Strömungen den Absetzvorgang behindern können. Die Verdünnung ist so zu wählen, daß der Meßwert in der verdünnten Probe zwischen 200 und 250 ml/l liegt.

Der so erhaltene Wert muß dann entsprechend der Verdünnung mit dem Faktor multipliziert werden.

### Der Verdünnungsfaktor beträgt damit für die einzelnen Mischanteile:

belebter Schlamm	+	Ablauf Nachklärbecken	=	<b>Verdünnungsfaktor</b>
500 ml	+	500 ml	=	1 + 1 = <b>Faktor 2</b>
333 ml	+	667 ml	=	1 + 2 = <b>Faktor 3</b>
250 ml	+	750 ml	=	1 + 3 = <b>Faktor 4</b>

### Beispiel:

Bei der Messung des Schlammvolumens wurde ein Wert größer als 250 ml/l erhalten. Die Messung ist zu wiederholen. Dazu füllt man den Meßzylinder bis zur 500 ml Marke mit Belebtschlamm, ergänzt mit Ablauf Nachklärbecken auf 1000 ml und mischt. Die Verdünnung war 500 ml + 500 ml, also 1 + 1; der Verdünnungsfaktor beträgt daher 2. Der nach 30 Minuten abgelesene Wert (z.B. 200 ml/l) muß mit dem Verdünnungsfaktor multipliziert werden. Ins Betriebstagebuch wird als Wert für das Schlammvolumen daher 400 ml/l eingetragen.

## Messung der Sinkgeschwindigkeit

Die Sinkgeschwindigkeit ist ein Maß für die **Absetzeigenschaften** des Schlammes. Ihre Bestimmung erfolgt gleichzeitig mit der Bestimmung des Schlammvolumens.

Um einen Schlammabtrieb aus dem Nachklärbecken zu verhindern, muß die Sinkgeschwindigkeit gleich oder größer als die 1,5-fache Flächenbeschickung bei Regenwetter sein.

Zur Messung wird der Belebtschlamm falls notwendig, wie im vorigen Kapitel beschrieben mit Ablauf Nachklärbecken verdünnt, sodaß das Schlammvolumen nach 30 Minuten zwischen 200 und 250 ml/l liegt. Die durchmischte Probe wird in den 1000 ml Meßzylinder eingefüllt. Danach wird genau jede Minute die Höhe der Schlammgrenzschicht in ml notiert bis der Wert unter 500 ml liegt. Danach wird für jede Minute die Differenz zum Schlamm Spiegelstand der vorigen Minute berechnet und die Summe aus den beiden größten Differenzen als Meßwert genommen. Zum Schluß erfolgt noch die Umrechnung von ml/2min auf m/h.

### Beispiel:

Das zu erwartende Schlammvolumen beträgt 480 ml/l, die zu wählende Verdünnung ist daher ein Teil Schlamm und ein Teil Ablauf Nachklärbecken. Der Meßzylinder wird bis zur 500 ml Markierung mit Belebtschlamm gefüllt, mit Ablauf auf 1000 ml ergänzt und durchmischt. Nun wird jede Minute der Stand der Schlammgrenzschicht notiert und die Differenz pro Minute berechnet:

Ablesezeit	Schlammgrenzschicht	Differenz (ml/min)
Start ( 0 Minuten)	1000 ml	-
nach 1 Minute	930 ml	1000 - 930 = 70 ml/min
2 Minuten	800 ml	930 - 800 = 130 ml/min
3 Minuten	680 ml	800 - 680 = 120 ml/min
4 Minuten	570 ml	680 - 570 = 110 ml/min
5 Minuten	510 ml	570 - 510 = 60 ml/min

Aus diesen berechneten Differenzen sucht man die beiden größten Werte. In unserem Beispiel sind das 130 ml und 120 ml. Der Schlamm sinkt also von der ersten auf die zweite Minute um 130 ml und von der zweiten zur dritten Minute um 120 ml ab.

Die Sinkgeschwindigkeit für diese beiden Minuten beträgt daher:

$$130 \text{ ml/min} + 120 \text{ ml/min} = 250 \text{ ml/2 min}$$

Um daraus eine Sinkgeschwindigkeit in **Meter pro Stunde** berechnen zu können, muß man die Höhe der 1000 ml-Markierung des Standzylinders messen. Im allgemeinen beträgt sie 38 cm (= 0,38 m).

250 ml entsprechen damit einer Höhe von:

$$250 \text{ ml} \times 0,38 \text{ m} / 1000 \text{ ml} = 0,095 \text{ m}$$

die der Schlamm in 2 Minuten absinkt. Die Umrechnung auf die Sinkgeschwindigkeit in m/h erfolgt durch Multiplikation mit 30 ( 1 Stunde = 60 Minuten):

$$0,095 \times 30 = 2,85 \text{ m/h}$$

oder in einem Rechengang zusammengefaßt:

$$250 \times ( 0,38 \times 30 / 1000 ) = 250 \times \underline{0,0114} = 2,85 \text{ m/h}$$

Wie bei der Berechnung des Schlammvolumens muß auch bei der endgültigen Berechnung der Sinkgeschwindigkeit die vorher gewählte **Verdünnung** berücksichtigt werden ( in unserem Beispiel  $1 + 1 = 2$ ). Damit ergibt sich als endgültiges Ergebnis die tatsächliche Sinkgeschwindigkeit

$$2,85 / 2 = \underline{1,4 \text{ m/h}}$$

Wird für die Bestimmung immer ein Meßzylinder verwendet, bei dem 1000 ml einer Höhe von **38 cm** entsprechen bleibt der **Faktor** für die Berechnung der Sinkgeschwindigkeit gleich und beträgt **0,0114**. Bei einer 1000 ml-Markierung mit **32 cm** würde der **Faktor 0,0096** betragen. Unter diesen Voraussetzungen gilt für die Berechnung der Sinkgeschwindigkeit die Formel:

$\text{Sinkgeschwindigkeit} = \text{Summe der beiden größten Differenzen} \times \text{Faktor} / \text{Verdünnungsfaktor}$
--

Vom gleichen Standzylinder, mit dem die Sinkgeschwindigkeit gemessen wurde, wird nach 30 Minuten das Schlammvolumen abgelesen. Gleichzeitig sollte auch das Absetzverhalten des belebten Schlammes beobachtet werden. Für die Eintragung ins Betriebsprotokoll kann zwischen folgenden Merkmalen unterschieden werden:

- Klare, diffuse oder keine Trennzone
- Große ausgeprägte Flocken, feine Flocken oder keine erkennbare Flockenstruktur
- Überstand klar, mit Flocken durchsetzt oder trüb
- Schwimmschlamm



## Bestimmung der Schlammrockensubstanz

Zur Bestimmung der Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken muß der Schlamm filtriert, getrocknet und gewogen werden.

Die Filter werden zunächst mit Bleistift fortlaufend nummeriert. Hierauf werden sie 2 Stunden bei 105°C im Trockenschrank getrocknet, danach im Exsikkator 15 Minuten abgekühlt und schließlich rasch gewogen, um eine Feuchtigkeitsaufnahme aus der Luft auszuschließen. Das so ermittelte Filtertrockengewicht wird in das Filterbuch eingetragen. Man bereitet zweckmäßig so viele Filter vor, wie in einem Monat gebraucht werden.

Zur **Filtration** werden **100 ml** gut durchmischter belebter Schlamm mit einem 100 ml Meßzylinder abgemessen. Bei der Verwendung von Faltenfiltern wird in den Trichter ein gewogenes Faltenfilter in einem Zuge in den Filter eingegossen. Bei der Verwendung von Rundfiltern wird der gewogene Rundfilter auf die gelochte Porzellanplatte ( Nutsche) gelegt. Die Nutsche wird auf eine Saugflasche gesetzt und das Vakuum angelegt. Nach Anfeuchten des Filters wird der belebte Schlamm vorsichtig aufgebracht.

In beiden Fällen muß darauf geachtet werden, daß keine Feststoffe im Meßzylinder zurückbleiben. Die an der Zylinderwand haftenden Feststoffe können mit wenig Wasser auf den Filter gespült werden. Auch die an der Wand der Filternutsche haftenden Feststoffe müssen auf den Filter gespült werden (Spritzenflasche). Wenn das Wasser durchgetropft ist, läßt man den Filter mit dem Schlamm mehrere Stunden (am besten über Nacht) im Trockenschrank bei **105°C** trocknen.

Nach Abkühlen im Exsikkator wird das Filter mit Schlamm gewogen. Vom ermittelten Gewicht wird das Filtergewicht subtrahiert.

Die Schlammrockensubstanz wird in g/l angegeben. Da für die Messung 100 ml (= 1/10 l) Schlamm verwendet wurden, wird die Differenz zwischen Filtergewicht mit Schlamm und Filtergewicht mit dem **Faktor 10** multipliziert.

## Bestimmung des Schlammindex

Der Schlammindex gibt das Volumen an, das **1 g** Trockensubstanz nach einer Absetzzeit von 30 Minuten einnimmt und ist ein Maß für die Eindickfähigkeit des Schlammes.

Der Schlammindex wird folgendermaßen berechnet:

$$\text{Schlammindex} = \text{Schlammvolumen (ml/l)} / \text{Schlammrockensubstanz (g/l)}$$

Der Schlammindex eines normalen Belebtschlammes liegt zwischen 40 und 150 ml/g. Bei höheren Schlammindex spricht man von **Blähschlamm**, der durch einen hohen Anteil von fadenförmigen Organismen verursacht wird.

## Messung der Sichttiefe

Zur Messung der **Sichttiefe im Nachklärbecken** verwendet man eine Sichtscheibe. Darunter versteht man **weiße Scheibe** aus Blech oder Kunststoff von ca. **20 x 20 cm**, auf die ein schwarzes Kreuz (Strichbreite 1 - 2 cm, Balkenlänge 5 - 7 cm) angebracht ist. Diese Scheibe wird an einem Stiel befestigt, auf dem eine cm-Einteilung gezeichnet wird.

Für die Messung wird die Scheibe **langsam** ins Nachklärbecken getaucht. In dem Augenblick, in dem das Kreuz gerade noch zu erkennen ist, wird die Eintauchtiefe abgelesen und aufgeschrieben.

Bei **ungefärbtem Abwasser** kann aus der Sichttiefe sehr einfach und vor allem schnell auf die Funktion der Anlage rückgeschlossen werden. **Sinkt die Sichttiefe** plötzlich ab, kann eine **Störung der Reinigungsprozesse** (z.B. durch Stoßbelastung, hemmende Stoffe im Abwasser, Sauerstoffunterversorgung) angenommen werden.

## Messung des Schlammspiegels im Nachklärbecken

Durch die Messung des Schlammspiegels kann **abgeschätzt** werden, wieviel Belebtschlamm im Nachklärbecken vorhanden ist. In **horizontal** durchströmten Nachklärbecken sollte bei Trockenwetter in der Nähe der Ablaufrinne **kein Schlamm** beobachtet werden.

Die Messung des Schlammspiegels erfolgt am einfachsten mit einem mind. 2,5 m langem **Plexiglasrohr** (Innendurchmesser 10 - 20 mm), das alle 10 cm markiert ist. Das Rohr wird **langsam senkrecht** in das Nachklärbecken abgesenkt, dann mit einem Stopfen verschlossen und wieder hochgezogen. Dabei soll das untere Rohrende **nicht aus dem Wasser** gezogen werden damit keine Luftblasen hineingelangen können. Durch das durchsichtige Rohr ist leicht zu erkennen, wie hoch die schlammfreie Zone ist.

## Bestimmung des pH-Wertes

Der pH-Wert gibt an, ob das Wasser sauer, neutral oder alkalisch ist. Die biologische Reinigung verläuft am besten im pH-Bereich zwischen 6,8 und 8,0.

Den pH-Wert bestimmt man am einfachsten mit Indikatorpapier. Das Indikatorpapier nimmt beim Eintauchen in Wasser eine bestimmte Farbe an. Diese wird mit einer Farbskala verglichen, auf der der pH-Wert abgelesen werden kann.

Man unterscheidet Universal-Indikatorpapier (pH 1 - 12) und Spezial-Indikatorpapier für einen engeren pH-Bereich (z.B. pH 5 - 8), wobei letztere eine höhere Genauigkeit (Auflösung) aufweist.

Genauere pH-Werte (auf 0,1 pH-Einheiten) können mit einem pH-Meter gemessen werden, wobei je nach Gebrauchsanweisung zu messen ist.

Bei diesen Geräten ist zu achten, daß die Glaselektrode nicht in Wasser sondern immer in einer speziellen Lösung (3 molare KCl-Lösung) aufbewahrt wird und nicht austrocknet, da sie sonst schnell unbrauchbar wird.

## Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfs (BSB<sub>5</sub>)

Unter dem Biochemischen Sauerstoffbedarf (BSB) versteht man die Menge an Sauerstoff, die von den Mikroorganismen verbraucht wird, um im Wasser enthaltene organische Stoffe bei 20°C abzubauen. Die Bestimmung des Biochemischen Sauerstoffbedarfs wird vereinbarungsgemäß nach **5 Tagen** abgebrochen.

Der vollständige Abbau wird also in der Regel nicht abgewartet. Das so erhaltene Ergebnis wird dann als **BSB<sub>5</sub>** bezeichnet und der verbrauchte Sauerstoff in mg/l angegeben. Er ist ein wichtiger Kennwert für die Belastung eines Abwassers mit **biologisch abbaubaren organischen Stoffen**.

Für die Bestimmung des BSB werden im wesentlichen das **Manometrische-** und das **Verdünnungsverfahren** eingesetzt. Bei beiden Meßmethoden spielt die Probenahme und Probenvorbereitung eine große Rolle. Besonders im Zulauf sollte es sich bei der untersuchten Probe um eine frische (die leicht abbaubaren organischen Bestandteile werden rasch veratmet), homogenisierte (die Kohlenstoffverbindungen liegen zu etwa einem Drittel in absetzbarer Form vor) Tagesmischprobe handeln, da die Belastung im Tagesverlauf starken Schwankungen unterworfen ist.

Da die Bestimmung des BSB<sub>5</sub> bei 20°C erfolgt, soll die Probe auf diese Temperatur gebracht werden. Während der Messung soll auf die Einhaltung der Bebrütungstemperatur besonders geachtet werden (Thermostat). Wird bei zu niedrigen Temperaturen untersucht, erhält man geringere Werte, bei Temperaturen über 20°C werden zu hohe Werte erhalten.

Bevor man nun die gut homogenisierte Probe in die Meßflasche füllt, ist es notwendig das erforderliche Probevolumen zu bestimmen. Dazu muß man die erwartete BSB<sub>5</sub>-Konzentration abschätzen. Im Zulauf einer kommunalen Kläranlage beträgt das BSB<sub>5</sub> zu CSB Verhältnis etwa 1 : 2. Es ist von der Art des Abwassers abhängig und kann durch mehrere CSB und BSB<sub>5</sub>-Messungen für jede Kläranlage abgeschätzt werden. Im Ablauf hängt die BSB<sub>5</sub>-Konzentration hauptsächlich von der Reinigungsleistung der Anlage ab, während die CSB-Konzentration im wesentlichen durch den schwer abbaubaren Anteil des Abwassers bestimmt wird. Ein allgemein gültiges BSB<sub>5</sub> : CSB-Verhältnis im Ablauf kann daher nicht angegeben werden.

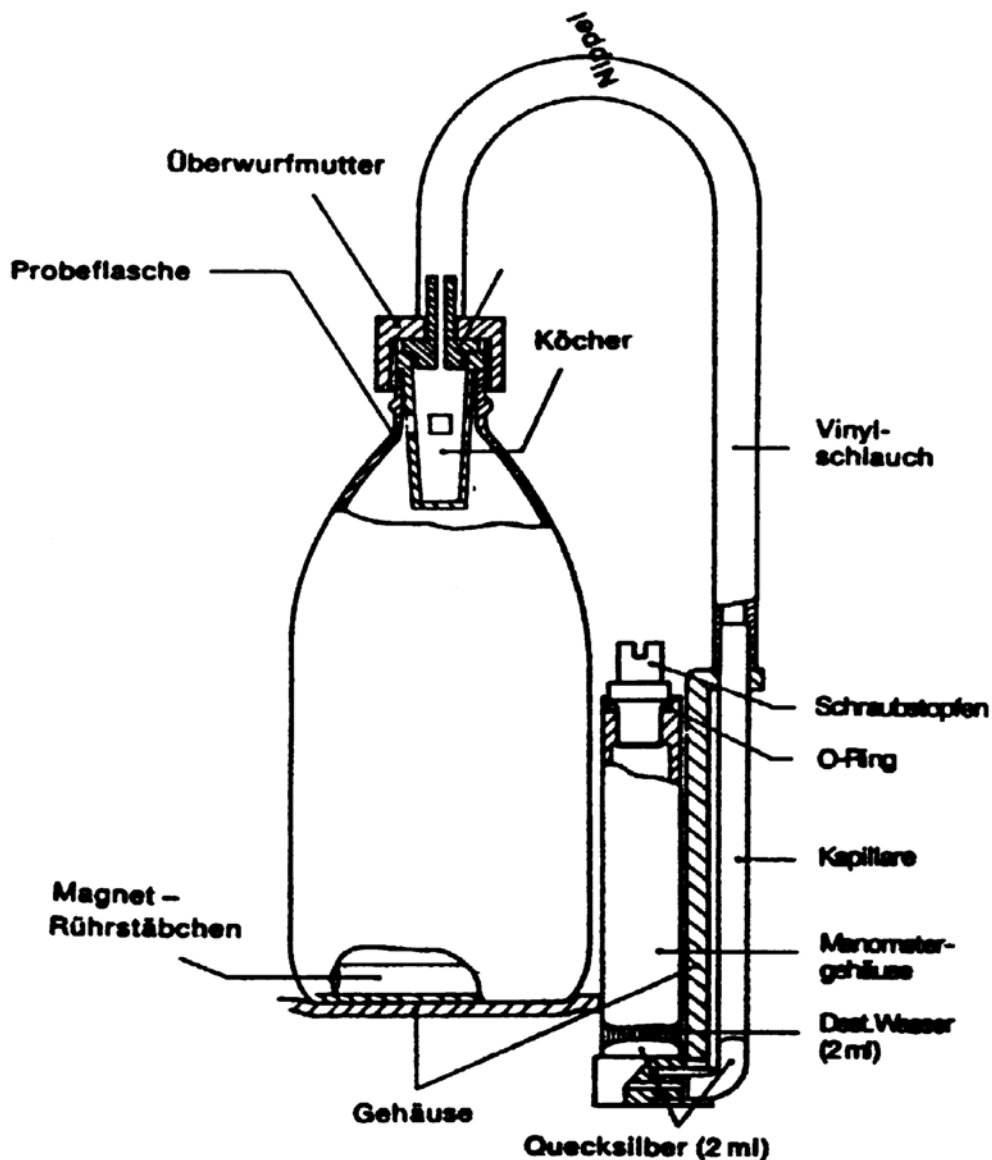
Im Ablauf mittelmäßig reinigender Anlagen (Kohlenstoffentfernung, keine Nitrifikation im Winter) liegt die BSB<sub>5</sub>-Konzentration zwischen 15 und 25 mg/l. Bei vollständig nitrifizierenden Anlagen sind nahezu alle abbaubaren organischen Verbindungen in der Kläranlage entfernt worden, sodaß der BSB<sub>5</sub> im Ablauf im wesentlichen nur mehr vom Schwebstoffgehalt abhängt und meist unter 15 mg/l liegt.

Sowohl bei der Verdünnungsmethode, als auch beim manometrischen Verfahren besteht die Gefahr, daß durch die Oxidation von NH<sub>4</sub>-N bei Anwesenheit von Nitrifikanten bereits nach 2 - 3 Tagen ein Sauerstoffverbrauch verursacht wird, der nicht auf den Abbau organischer Verbindungen zurückzuführen ist. Es würde danach ein höherer BSB<sub>5</sub>-Wert vorgetäuscht werden. Da der BSB<sub>5</sub> definitionsgemäß nur den Sauerstoffverbrauch für den Abbau organischer Verbindungen erfassen soll, muß die Nitrifikation durch Zugabe entsprechender Hemmstoffe (zumeist **Allylthioharnstoff = ATH**) verhindert werden. Der Nitrifikationshemmer muß sowohl bei Zulauf als auch Ablaufproben zugegeben werden. Zu beachten ist, daß die **ATH-Lösung im Kühlschrank** aufbewahrt werden muß, und nur begrenzt haltbar ist (Ablaufdatum)!

Es wird eine bestimmte Probenmenge Abwasser durch starkes Rühren gemischt, sodaß der Sauerstoff aus der Luft, der zum Abbau der Kohlenstoffverbindungen notwendig ist, in die Flüssigkeit eingebracht wird.

Beim Abbau der organischen Stoffe durch Mikroorganismen wird Sauerstoff verbraucht und Kohlendioxid gebildet. Das Kohlendioxid wird im Luftraum des Gefäßes durch Natrium- oder Kaliumhydroxid aufgenommen (absorbiert). Im Meßgefäß entsteht Unterdruck, der täglich abgelesen und aufgeschrieben wird.

Eine automatische Messung des BSB<sub>5</sub> ist mit Hilfe des sogenannten Sapromaten möglich, bei dem der verbrauchte Sauerstoff durch Elektrolyse nachgeliefert wird. Der hierfür verbrauchte Strom dient als Maß für den BSB<sub>5</sub>. Je nach Gerätetyp können die Meßwert aufsummiert bzw. registriert werden.



## **Bestimmung des Chemischen Sauerstoffbedarfs (CSB)**

Bei der Bestimmung des Chemischen Sauerstoffbedarfs werden mit einem starken Oxidationsmittel (Kaliumdichromat) so gut wie **alle organischen Kohlenstoffverbindungen** zu  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  umgesetzt und die dazu nötige Sauerstoffmenge bestimmt. Beim  $\text{BSB}_5$  werden nur die, innerhalb von **5 Tagen** von Bakterien oxidierten Kohlenstoffverbindungen erfaßt. **Der CSB muß daher immer größer als der  $\text{BSB}_5$  sein.**

**Im kommunalen Abwasser** ist der CSB etwa doppelt so groß wie der  $\text{BSB}_5$ . Das Verhältnis **CSB :  $\text{BSB}_5$**  liegt bei ca. **2**. Bei deutlich höheren Verhältnis (z.B. CSB :  $\text{BSB}_5 = 4$ ) kann auf einen hohen Anteil schwer abbaubarer Verbindungen oder auf toxische Verbindungen im Abwasser geschlossen werden.

Im Ablauf biologischer Kläranlagen sind die abbaubaren Verbindungen ( $\text{BSB}_5$ ) weitgehend entfernt, die biologisch nicht abbaubaren bleiben über. Daher ist das Verhältnis CSB :  $\text{BSB}_5$  höher als 2.

Bei der normgemäßen Bestimmung wird ein **genau abgemessenes Volumen** der vorher gut durchmischten Wasserprobe mit konzentrierter Schwefelsäure und Kaliumdichromat unter Zusatz von Silber- und Quecksilbersalzen erhitzt. Ein Teil des Kaliumdichromates wird von den organischen Verbindungen verbraucht. Der verbleibende Rest kann entweder chemisch durch Titration oder photometrisch bestimmt werden.

**Da bei der CSB-Bestimmung erhebliche Mengen der giftigen Schwermetalle Chrom und Quecksilber eingesetzt werden müssen, ist der Entsorgung der verbrauchten Lösungen besonderes Augenmerk zu widmen.**

Auf Kläranlagen wird der CSB in der Regel mit Küvettentestsätzen bestimmt.

**Die genaue Arbeitsvorschrift kann den jeweiligen Testsätzen entnommen werden und beinhaltet im wesentlichen folgende Arbeitsschritte:**

- Aufschütteln der Küvette
- Homogenisierung der Probe
- Zugabe einer bestimmten Menge Probe in die Küvette (Vorsicht Küvette wird heiß!!)
- Verschließen, Reinigen und Schwenken des Röhrchens
- Aufschluss bei  $148^\circ\text{C}$  über 2 Stunden in einem Heizblock
- Photometrische Messung nach Abkühlung und Reinigung (Ablesung des Messwertes am Photometer)

Die verbrauchten Küvetten werden vom Lieferanten zurückgenommen und entsorgt!

## **Bestimmung von Nährstoffen (Stickstoff- + Phosphorverbindungen)**

Zur Bestimmung von  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$  und  $\text{PO}_4\text{-P}$  wird die Probe mit Reagenzien versetzt, die das gesuchte Ion in eine stark gefärbte Verbindung überführen. Die Intensität der Farbe kann entweder visuell (durch einfachen Vergleich mit einer Farbskala) oder photometrisch erfolgen. Da bei dieser Bestimmung Schwebstoffe stören, muss die Probe vorher filtriert werden.

Mit Schnellbestimmungssätzen (Testkits), die mit einfachen optischen Vergleich arbeiten, können diese Verbindungen rasch und einfach gemessen werden.

### **Alle Bestimmungssätze bestehen aus:**

- Farbvergleichsskala
- Prüfgefäß
- erforderliche Reagenzien
- einfache Hilfsgeräte und
- Gebrauchsanweisung.

### **Die Handhabung und Arbeitsweise ist bei allen Systemen ähnlich:**

Das Reaktions- oder Prüfgefäß wird mit der Probe (Abwasser, Ablauf) gespült und bis zur Marke gefüllt. Die erforderlichen Reagenzien werden anschließend nach Vorschrift zugesetzt. Werden flüssige Reagenzien verwendet, so erfolgt die Zugabe tropfenweise. Bei festen Reagenzien sind die notwendigen Mengen für 1 Bestimmung bereits fertig abgepackt oder sind mit einem Messlöffel bestimmter Größe zuzugeben. nach Hinzufügen der Reagenzien ist kräftiges, mehrmaliges Umschütteln erforderlich.

Nach der in der Anleitung angegebenen Zeit (z.B. 5 Min, 10 Min) kann die Farbvergleichsmessung erfolgen (die vorgeschriebenen Zeiten müssen genau eingehalten werden). Der Komparator wird gegen gleichmäßig helles Licht ( z.B. weißes Kunstlicht, weiße Wand), nicht gegen die Sonne, gehalten. Beim Stufenkomparator wird die Färbung der Abwasserlösung mit den vorgegebenen Farbstufen verglichen. Bei der kontinuierlichen Farbscheibe muss diese solange gedreht werden, bis Farbgleichheit zwischen der Probe und der Scheibe gefunden wird. Ist die Färbung der Messlösung zu dunkel, muss die Probe verdünnt werden.

### **Bestimmungsmethoden nach ÖNORM oder DIN**

Bei den Fertigtüvettentests muss nur mehr ein bestimmtes Volumen der filtrierten Probe in ein Röhrchen eingefüllt werden, das oft bereits alle notwendigen Reagenzien enthält. Nach Einhaltung der vorgeschriebenen Reaktionszeit kann mit einem Photometer die Nährstoffkonzentration direkt bestimmt werden. Wichtig ist die genaue Befolgung der jeweils beiliegenden Arbeitsvorschrift sowie die Beachtung des Verbrauchsdatums. Die verwendeten Röhrchen sind von der Lieferfirma zu entsorgen.

Das Messprinzip ist bei allen **photometrischen Bestimmungsmethoden** ähnlich:

Die durch die chemische Reaktion erzeugte, gefärbte Verbindung schwächt einen Lichtstrahl bestimmter Farbe ab. Den Grad der Abschwächung erkennt das Gerät durch den Vergleich mit einer Nulllösung.

# Biologie in der Abwassertechnik

Kein Lebewesen kann ohne Wasser existieren, und jedes gesunde Gewässer ist von einer Vielzahl von Lebewesen besiedelt. Dem Wasser als wichtigstem Grundnahrungsmittel und Lebensraum kommt daher im Haushalt der Natur eine besondere Bedeutung zu. Wird die Qualität des Wassers z.B. durch die Einleitung von Abwasser verändert, so wird das biologische Gleichgewicht gestört. Es ist daher wichtig zu wissen, welche Störungen durch Abwassereinleitungen auftreten können und wie man sie verhindern kann. Sowohl die Störungen als auch die Verfahren zur Behandlung des Abwassers und des Schlammes beruhen auf biologischen Prozessen. Es sollen daher im folgenden die biologischen Umsetzungen im Gewässer, bei der biologischen Reinigung des Abwassers und bei der Schlammbehandlung besprochen werden.

Wir Abwasser in einen Vorfluter eingeleitet, so kann man feststellen, dass im Laufe der Fließstrecke die Schmutzkonzentration allmählich abnimmt. Dabei ist aber ein deutlicher Unterschied zwischen der Einleitung von anorganischen Abwässern (Salzbelastung) und organisch verunreinigten Abwässern (z.B. häusliches Abwasser, Molkereiabwässer) zu machen. Verfolgt man den Verbleib der eingeleiteten Abwasserinhaltsstoffe genauer, so stellt man bei anorganischen Abwässern fest, dass die Abnahme der Konzentration lediglich durch die Verdünnung hervorgerufen wird.

Werden organische Abwässer eingeleitet, so tritt neben dem Verdünnungseffekt noch eine echte Abnahme der Gesamtschmutzmenge (BSB<sub>5</sub>-Fracht) ein.

Es müssen demnach bei der Einleitung organischer Abwässer im Gewässer Prozesse ablaufen, durch die Schmutzstoffe ab- bzw. umgebaut werden. Mit bloßem Auge kann man die Ursachen dafür nur selten erkennen. Ein auffälliges Beispiel ist aber die Entwicklung von "Abwasserpilzen" unterhalb der Einleitung von Siloabläufen, Molkereiabwässern, u.ä. Untersucht man die „Pilzzotten“ im Mikroskop, so kann man erkennen, dass es sich um winzig kleine Lebewesen, um Bakterien handelt. Die Bakterien benutzen die Abwasserinhaltsstoffe (Eiweiß, Kohlehydrate, Fette) als Nahrung, wobei sie sich je nach der angebotenen Menge mehr oder weniger stark vermehren. In unbelasteten, sauberen Gewässern kann man etwa mit 1000 - 10 000 Bakterien im ml Wasser rechnen. Durch Abwassereinleitung steigt die Zahl aber schnell auf über 1 Million Bakterien im ml an.

Durch die Tätigkeit der Bakterien werden die Abwasserinhaltsstoffe umgebaut. Im folgenden sollen diese Stoffwechselprozesse näher erläutert werden.

Eiweiß, Kohlehydrate und Fette bestehen aus Kohlenstoff (C), Sauerstoff (O), Wasserstoff (H), Schwefel (S), Phosphor (P) und anderen, nur in Spuren enthaltenen Elementen. Aus den Bausteinen von organischen Substanzen entstehen in Gegenwart von Sauerstoff beim bakteriellen Abbau folgende Endprodukte:

C	(Kohlenstoff)	→	CO <sub>2</sub>	(Kohlendioxid)
H	(Wasserstoff)	→	H <sub>2</sub> O	(Wasser)
N	(Stickstoff)	→	NO <sub>3</sub>	(Nitrat)
S	(Schwefel)	→	SO <sub>4</sub>	(Sulfat)
P	(Phosphor)	→	PO <sub>4</sub>	(Phosphat)

Man erkennt, dass die energiereichen organischen Stoffe (Eiweiß, Zucker, Fett) in energiearme anorganische Stoffe (Wasser, Kohlenstoff, Nitrate und Sulfate) umgebaut werden. Dabei ist die Aufnahme von Sauerstoff notwendig. Dieser Sauerstoff wird dem Wasser, in dem er in gelöster Form vorliegt, entnommen. Die verfügbare Sauerstoffmenge ist daher durch die Wassermenge des Gewässers und durch die Löslichkeit des Luftsauerstoffes im Wasser begrenzt. Ist das Nahrungsangebot, das heißt die Abwasserbelastung im Verhältnis zur Wasserführung des Gewässers sehr groß, so kann der vorhandene Sauerstoff durch die Tätigkeit der Bakterien vollständig verbraucht werden. Es treten dann Missstände wie z.B. Fischsterben und Geruchsbelästigung ein, die man besonders bei geringer Wasserführung des Gewässers beobachten kann. Wir können zusammenfassend feststellen, dass Abwasserschmutzstoffe durch die Tätigkeit von Bakterien unter Sauerstoffaufnahme abgebaut werden.

Diese Tatsache wird bei den biologischen Abwasserreinigungsverfahren ausgenutzt. Um die Abbaugeschwindigkeit zu steigern, muss man jedoch die Bakterienmasse im Wasser erhöhen, für diese Organismenmengen künstlich die Sauerstoffversorgung sichern und für einen ständigen Kontakt zwischen den Organismen und den Schmutzstoffen sorgen.



# Lebewesen der Abwasserreinigung

## **Bakterien**

Bakterien sind einzellige Organismen ohne Zellkern, zumeist kugel- oder stäbchenförmig. Einzelzellen können sich zu Zellkolonien zusammenfügen die faden- oder klumpenförmig sein können. Die Zellgröße liegt bei 0,001 bis 0,01 mm (1 - 10µm). Sie sind meist von einer Schleimhülle umgeben, die wichtig für den Zusammenhalt der „Flocken“ beim Belebungsverfahren und zur Bildung der Bakterienschicht ("Rasen“) am Tropfkörper ist. Wenn zuviel Schleim gebildet wird, können sich Schwierigkeiten ergeben (z.B. Zuckerfabrikabwasser kann in Gallerte übergehen, Eisen- und Manganbakterien können Rohrleitungen verstopfen).

Bakterien vermehren sich durch Zellteilung, die unter günstigen Bedingungen (ausreichende Nahrung, optimale Temperatur) sehr schnell stattfinden kann (20 - 40 Minuten). Unter den Bedingungen der Abwasserreinigung muss jedoch mit mehreren Stunden bis Tagen gerechnet werden.

Bakterien können auch in Scheiden wachsen und lange Fäden bilden, die das Absetzen des Belebtschlammes behindern (→ Blähschlamm).

Im Haushalt der Natur spielen die Bakterien eine große Rolle. Nur einige unter ihnen sind Krankheitserreger z.B. Thyphus, Paratyphus, Cholera, etc.

## **Viren**

Viren sind die kleinsten Organismen, die auch mit dem Mikroskop nicht mehr sichtbar sind und an der Grenze zwischen der unbelebten und belebten Natur stehen. Sie sind keine selbstständigen Organismen, haben keinen eigenen Stoffwechsel und bedienen sich lebender Zellen zu ihrer Vermehrung. Außerhalb der "Wirtszelle“, die sie meist zerstören, können sie sich nicht vermehren bleiben aber lange Zeit infektiös (virulent). Sie rufen viele Infektionskrankheiten hervor: Pocken, Kinderlähmung, infektiöse Gelbsucht (Hepatitis), Grippe, Maul- und Klauenseuche.

## **Urtierchen und Protozoen**

Einzellige Lebewesen unter 1 mm Größe. Auf Grund ihres typischen Aussehens relativ leicht zu unterscheiden. Sie dienen als Leitorganismen für den Verschmutzungsgrad von Gewässern. Sie stellen ein wichtiges Glied in der Nahrungskette dar, indem sie die frei schwebenden Bakterien fressen und selbst wieder höheren Tieren als Nahrung dienen.

- **Wechseltierchen oder Amöben**

Die Zellen sind ohne feste Gestalt und bewegen sich durch Scheinfüßchen fort. Die Beute wird vom Protoplasma umschlossen. Neben den "Nacktamöben" gibt es auch "Schalenamöben", die sich ähnlich wie Schnecken in eine spezifisch geformte Schale zurückziehen können. Auch hier gibt es einzelne Krankheitserreger, z.B. Amöbenruhr.

- **Geißeltierchen oder Flagellaten**

Sie tragen 1 - 2 Geißeln, mit denen sie sich sehr rasch fortbewegen können. Im Gegensatz zu Bakteriengeißeln sind ihre Geißeln im gewöhnlichen Lichtmikroskop sichtbar. Ein Massenauf-treten lässt auf einen schlechten Betriebszustand einer Kläranlage schließen (sehr hoch bzw. überlastete Anlagen). Auch bei der Inbetriebnahme einer Anlage treten sie in einer bestimmten Phase auf.

- **Wimperntierchen oder Ciliaten**

Bewegen sich mit Hilfe haarähnlichen Wimpern, die an der Zelloberfläche angeordnet sind. Es gibt freischwimmende und an Stielen festsitzende Formen. Eine Klassifizierung ist mit Bestimmungstabellen und einiger Erfahrung möglich.

**Einige wichtige Vertreter:**

Frei beweglich: Pantoffeltierchen

Kriechend: Aspidisca

Festsitzende Formen: Glockentierchen

## **Höhere Lebewesen**

- **Fadenwürmer (Nematoden)**

0,5 bis 1,0 mm lang. Typisch schlängelnde Bewegung, mit der sie sich zwischen den Schlammflocken bewegen. Häufig im Belebungsbecken einer normal belasteten Anlage.

- **Rädertierchen**

In normal bis schwach belasteten Anlagen sind sie sehr häufig zu beobachten (Indikator für nitrifizierende Anlagen).

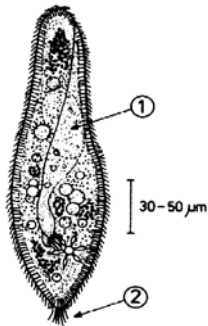
- **Pilze**

Treten nur bei niederem pH-Wert (4,5 - 5,5) oder bei spezieller Abwasserzusammensetzung (Molkerei-, Konservenfabrikabwasser) in größeren Mengen auf. Bilden verzweigte Fäden. Zum Unterschied von Bakterienfäden sind sie an der größeren Dicke leicht unter dem Mikroskop zu unterscheiden. Sie spielen bei der Abwasserreinigung nur eine geringe Bedeutung.

• **Algen**

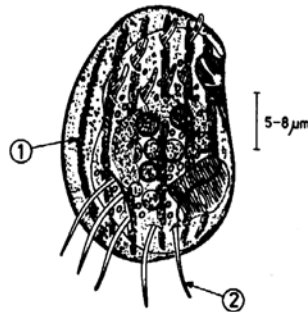
Wie die Pilze haben auch die Algen bei der Abwasserreinigung nur eine geringe Bedeutung.

Algen bauen ihre Körpersubstanzen mit Hilfe von Licht und CO<sub>2</sub> auf. Bei hoher Nährstoffzufuhr (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) kann es besonders in Seen zur Massentwicklung kommen und dadurch wieder zu einer Verschmutzung dieser Gewässer führen (Eutrophierung). Im Mikroskop kann man verschiedenste Formen beobachten, die meisten sind an der Grünfärbung leicht erkennbar.



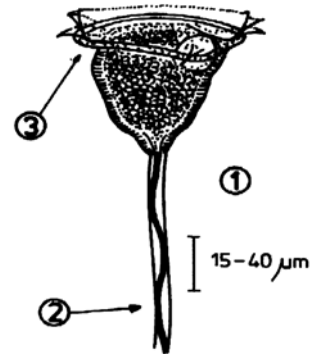
**Pantoffeltierchen:**

- 1 = Mundfeld
- 2 = Cilien



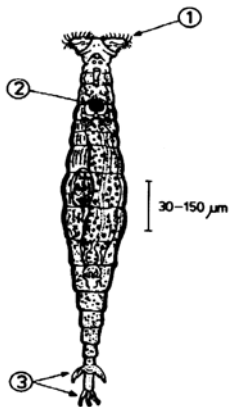
**Aspidisca**

- 1 = deutliche Rippen
- 2 = Cilien



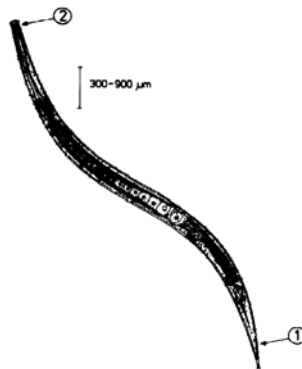
**Glockentierchen**

- 1 = Einzeltier
- 2 = dicker Stiel mit Muskel
- 3 = verbreitetes Mundfeld



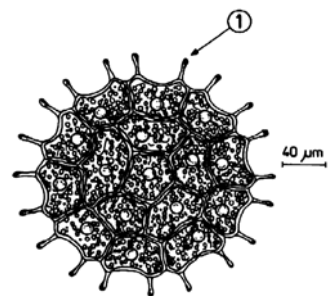
**Rädertierchen**

- 1 = Räderorgan
- 2 = Kaumagen
- 3 = Fuß mit Zehen



**Nematode**

- 1 = Körperende
- 2 = Kopf nicht abgesetzt



**Grünalge**

- 1 = Randzellen spitz ausgezogen

# **Biologische Schlämme aus Belebungs- und Tropfkörperanlagen**

## **Schlamm aus schwachbelasteten Anlagen**

Schwachbelastete Anlagen mit BSB<sub>5</sub>-Schlammbelastungen unter 0,15 kg (kg.d), hohem Schlammalter und Sauerstoffgehalten von 2,0 mg/l und mehr im belüfteten Teil zeigen kleine, dichte Flocken, die selten Ausläufer aufweisen. Von den Wimpertierchen kommen nur relativ wenige Individuen, jedoch viele verschiedene Gattungen und Arten vor.

Wegen des hohen Schlammalters sind auch Rädertierchen nicht selten. Aus dem hohen Schlammalter kann auf mögliche Nitrifikation und weitergehende Reinigung mit Nährstoffelimination geschlossen werden. Ein eindeutiger Nachweis kann jedoch nur über die Messung von NH<sub>4</sub>-N und NO<sub>3</sub>-N erfolgen.

## **Schlamm aus mittelbelasteten Anlagen**

Mittelbelastete Anlagen weisen in der Regel BSB<sub>5</sub>-Schlammbelastungen von 0,15 bis 0,4 kg/(kg.d) bei Sauerstoffgehalten von 0,5 bis etwa 2,0 mg/l auf. Schlämme aus diesen Anlagen haben eine lockere Flockenstruktur und zeichnen sich durch eine hohe Artenvielfalt aus. Besonders Wimpertierchen sind sehr häufig. Die einzelnen Arten treten nicht in hohen Individuenzahlen auf. Die Fädigkeit des Schlammes sowie die Anzahl von freischwimmenden Bakterien ist nicht auffällig. Während der Einarbeitungsphase einer Anlage können Amöben und Geiseltierchen in Massen auftreten.

## **Schlamm aus hoch- und überbelasteten Anlagen**

Hier liegen BSB<sub>5</sub>-Schlammbelastungen von über 0,4 kg/(kg.d) und selten Sauerstoffgehalte über 0,5 mg/l im belüfteten Teil vor. Die Flockenstruktur ist durch viele Auswüchse geprägt. Die Vielfalt der Wimpertierchen ist stark vermindert, jedoch ist hier meist eine wesentlich größere Anzahl pro Art festzustellen.

Freischwimmende Bakterien sind in den Zwischenräumen der Flocken sehr häufig. Sie verursachen bisweilen eine starke Trübung im Endablauf. Die Fädigkeit des Schlammes ist bei größeren organischen Industrieabwasseranteilen oft hoch. Verschiedene Flockeneinschlüsse (Pflanzenreste, Sand o.ä.) können auf eine hydraulische Überlastung der Vorklärung hinweisen.

Schwefelbakterien können vereinzelt oder gehäuft vorkommen und zur Blähschlamm Bildung führen. Sie zeigen Sauerstoffmangel an.

## **Gestörter Schlamm**

Störungen im biologischen Teil wirken sich sowohl auf die Zusammensetzung der Organismen als auch auf die Flocken- bzw. Belagstruktur aus. Auf Störungen in der Biologie weisen daneben auch z.B. Änderungen des Geruchs und der Färbung des Schlammes, Schaumbildung, vermehrter Schlammabtrieb und Verschlechterung der Sichttiefe im Nachklärbecken hin. Das mikroskopische Bild ist dann eine wichtige Ergänzung und Absicherung.

## **Einseitig zusammengesetzter Schlamm**

Diese Schlämme zeichnen sich durch eine ungewöhnliche Flockenstruktur aus. Manchmal lassen sich viele faserartige Ausläufe an den Flocken beobachten. Bei Störung des Flockungsvermögens liegen in der Regel nur sehr kleine bzw. überhaupt keine Flocken vor. Durch die Masse an freischwimmenden Bakterien ist das Wasser im Nachklärbecken hell gefärbt und gleichzeitig auch trüb. Der Schlamm setzt sich kaum mehr ab.

In einseitigen Schlämmen haben sich meist nur wenige Arten von Bakterien und Wimpertierchen massenhaft vermehrt (siehe auch Blähschlamm). Das kann zu instabilen Verhältnissen in der Biologie und zu vermehrtem Schlammabtrieb in das Gewässer führen.

## **Vergifteter Schlamm**

Gifte bewirken in Abhängigkeit von ihrer Art, Konzentration und Einwirkdauer in der Regel zunächst ein Verschwinden der Wimpertierchen. Zwar werden auch viele (nicht alle) Bakterien geschädigt, allerdings ist dies im mikroskopischen Bild meistens nicht direkt feststellbar, höchstens dadurch, dass bewegliche Bakterien ihre Beweglichkeit verloren haben oder Flocken zerfallen und der Ablauf trübe wird.

Da geschädigte Mikroorganismen keinen Sauerstoff verbrauchen, zeigt sich im Belebungsbecken parallel zu Verschwinden der Wimpertierchen und zur Schädigung der Bakterien oft auch ein Anstieg des Sauerstoffgehaltes.

## **Schwimmschlamm**

Schwimmschlamm wird meistens durch massenhaftes Vorkommen von bestimmten fadenförmigen Bakterien (z.B. von "Nocardia") verursacht, die eine stark wasserabstoßende Zelloberfläche haben. Insbesondere in Denitrifikationsbecken, und Bio-P-Becken, aber auch in den Nachklärbecken, können sich Bläschen aus Luft oder Stickstoffgas anlagern und den Schlamm zum Aufschwimmen bringen. Dies kann dazu führen, dass sich mehrere Dezimeter starke Schlamm- und Schaumschichten auf den Becken ausbreiten.

Die Schwimmschlamm verursachenden fadenförmigen Bakterien bilden sich oft bei erhöhtem Zufluss von wasserabweisenden Stoffen und oberflächenaktiven Substanzen (Tenside, Öle, Fette, Seifen), die aber auch im Reinigungsprozess selbst entstehen können. Der Schwimmschlamm sollte nach dem Abschöpfen nicht zum Rücklaufschlamm gegeben, sondern möglichst sofort aus dem Prozess entfernt werden.

# Blähschlamm

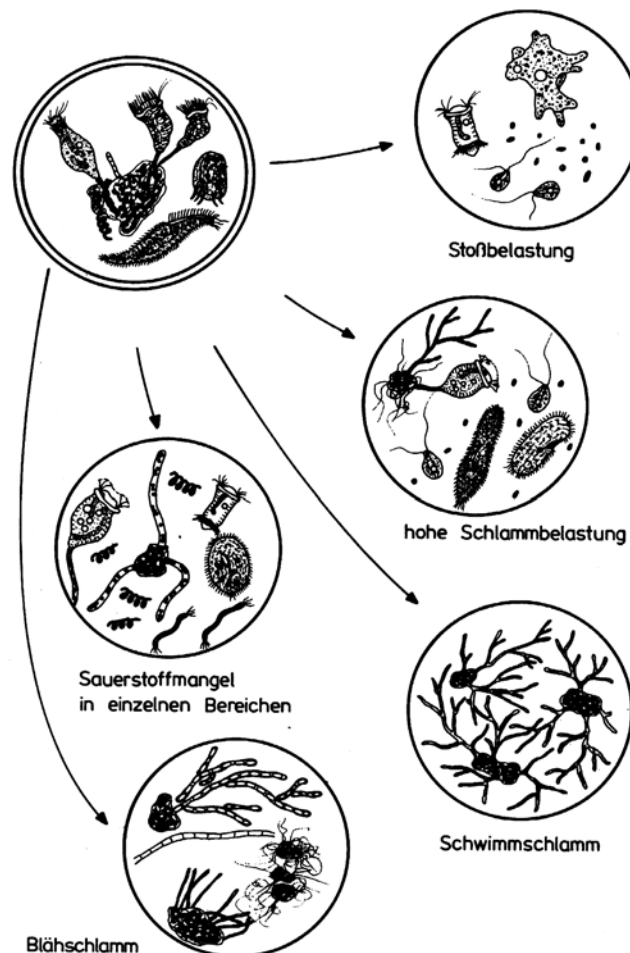
Im Blähschlamm vermehren sich Fadenpilze oder fadenförmige Bakterien auf Kosten der flocculierenden Bakterien sehr stark. Blähschlamm durch Fadenpilze tritt verhältnismäßig selten, meistens jedoch bei saurem Abwasser auf.

Die fadenförmigen Bakterien sind freischwimmend oder ragen aus den Flocken heraus und füllen bei Massenwachstum den Großteil des Flockenzwischenraumes aus. Meist sind es verschiedene Fadentypen, die nebeneinander in einem Blähschlamm vorliegen können.

Die fadenförmigen Bakterien haben eine große Zelloberfläche. Sie können darüber vermehrt Nahrung aufnehmen (gelöste organische Substanzen und andere Nährstoffe) und sind hinsichtlich der Sauerstoffversorgung bzw. des Gasaustausches begünstigt. Nichtfädige, flocculierende Bakterien haben dagegen im Verhältnis zu ihrer Masse eine geringere Oberfläche als die fadenförmigen. Daher ist bei ihnen die Nährstoffaufnahme im Verhältnis zur Oberfläche schlechter.

Das bedeutet auf längere Sicht einen wesentlichen Wachstumsvorteil für fadenförmige Bakterien, wenn niedrige Substratkonzentrationen vorliegen, wie z.B. in sehr gering belasteten Anlagen. Sie haben auch einen Wachstumsvorteil bei einseitigem Überschußangebot, z.B. bei hohem Anteil gut abbaubaren Industrieabwassers (Brauerei, Molkerei, Gemüseverarbeitung u.a.), bei dem auch Stickstoff- oder Phosphormangel herrschen kann.

Blähschlamm setzt sich im Nachklärbecken nur schwer ab. Er wird deshalb oft aus dem Becken abgetrieben. Dadurch wird der Ablauf erheblich verschlechtert, obwohl fadenförmige Bakterien aufgrund der besseren Nährstoffaufnahme oft eine größere Reinigungsleistung als flocculierende Bakterien erbringen.



# FACHAUSDRÜCKE:

<b>Abwasser</b>	Dem natürlichen Kreislauf entnommenes und in seiner Beschaffenheit chemisch und/oder physikalisch nachteilig verändertes Wasser.
<b>Abwasserbehandlung</b>	Oberbegriff für Vorbehandlung (z.B. Speicherung, Neutralisation), Abwasserreinigung und Schlammbehandlung.
<b>Abwasserentsorgung</b>	Oberbegriff für Abwassersammlung und Abwasserbehandlung.
<b>Abwasserfiltration</b>	Meist Sandfilter, zum Rückhalt von Feststoffen aus dem Nachklärbeckenablauf.
<b>Abwasserreinigung</b>	Verminderung von Abwasserinhaltsstoffen durch physikalische, chemische und biologische Vorgänge.
<b>Abwasserteich</b>	Becken in der einfachen Bauweise, meist Erdbecken, zur Behandlung von Abwasser, z.B. Absetzteiche, unbelüftete Abwasserteiche, belüftete Abwasserteiche und Schönungsteiche.
<b>aerob</b>	Anwesenheit von gelöstem Sauerstoff.
<b>Ammonifikation</b>	Mikrobiologische Umsetzung von organischem Stickstoff zu Ammonium.
<b>anaerob</b>	Abwesenheit von gelöstem Sauerstoff, Nitrat und Nitrit.
<b>anoxisch</b>	Abwesenheit von gelöstem Sauerstoff, jedoch Anwesenheit von Nitrat oder Nitrit, welches den Bakterien bei der biologischen Reinigung als Sauerstoffquelle dient.
<b>Aufenthaltszeit</b>	Zeit, die theoretisch für den Durchfluss (Durchflusszeit) durch ein Becken benötigt wird. z.B. Absetzzeit, Belüftungszeit, Faulzeit; allg.: Volumen dividiert durch mittlere Zuflussmenge ( $t = V / Q$ ); Einheit Stunden (h) oder Tage (d).
<b>Belebtschlamm</b>	Beim Belebungsverfahren biologisch gebildeter Schlamm.
<b>Belebungsbecken</b>	Im Belebungsbecken werden Abwasser und belebter Schlamm miteinander gemischt. Hier laufen die verschiedenen biologischen Reinigungsprozesse ab.
<b>Belebungsverfahren</b>	Verfahren zur biologischen Abwasserreinigung, bei dem belebten Schlamm mit Abwasser durchmischt und belüftet, anschließend durch Absetzen im Nachklärbecken abgetrennt und zum großen Teil als Rücklaufschlamm wieder dem Belebungsbecken zugeführt wird. Belebungsbecken, Belüftungseinrichtung, Nachklärbecken und Rücklaufschlammförderung bilden eine verfahrenstechnische Einheit.

<b>Belüftung</b>	Einbringen von Sauerstoff in Belebungsbecken z.B. durch Oberflächenbelüftung, Druckbelüftung, Sauerstoffbegasung o.ä..
<b>Biologische Abwasserreinigung</b>	Entfernen von Schwebestoffen, Kolloiden und gelösten Stoffen durch biologische Vorgänge.
<b>Biologischer Bewuchs (Rasen)</b>	Mikroorganismen auf einem Trägermaterial, z.B. auf Füllstoffen von Tropfkörpern.
<b>Biomasse</b>	Bezeichnung für das gesamte lebende Material in einem Wasserkörper (z.B. See).
<b>Biologische Phosphorentfernung</b>	Bestimmte Bakterien des Belebtschlammes werden durch eine geeignete Verfahrensführung dazu angeregt vermehrt Phosphor aufzunehmen. Der nun verstärkt in den Mikroorganismen gespeicherte Phosphor wird über den Überschussschlamm aus dem Abwasser entfernt.
<b>Blähschlamm</b>	Belebter Schlamm mit schlechten Absetzeigenschaften, zumeist infolge übermäßiger Entwicklung von fadenförmigen Bakterien (Schlammindex > 150 ml/g).
<b>BSB<sub>5</sub></b>	Biochemischer Sauerstoffbedarf (in 5 Tagen).
<b>CSB</b>	Chemischer Sauerstoffbedarf; statt CSB wird häufig auch der Ausdruck COD verwendet.
<b>Denitrifikation</b>	Stickstoffentfernung durch Reduktion des Nitrates zu Stickstoffgas mit Hilfe von Bakterien unter anoxischen Bedingungen.
<b>Desinfektion</b>	Gezielte Verminderung und/oder Inaktivierung von gesundheitsgefährdenden Mikroorganismen durch chemische oder physikalische Verfahren.
<b>DOC</b>	Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff, vgl. TOC
<b>Dortmundbecken (Dortmundbrunnen)</b>	Trichterförmiges, aufwärts durchströmtes Absetzbecken mit zentraler Abwasserzuführung.
<b>Düker</b>	Kreuzungsbauwerk, das ein Hindernis als (Abwasser)druckleitung unterfährt.
<b>Durchlaufbecken</b>	Sie wirken bis zur Füllung als Speicher und danach als Absetzbecken mit Überlauf in den Vorfluter. Nach Ende des Regenereignisses muss der gesamte Beckeninhalt ebenfalls zu Abwasserreinigungsanlage gelangen, vgl. Regenüberlaufbecken.
<b>EW</b>	Einwohnerwert. Der einem Einwohner entsprechende Anfall an Abwasser und Inhaltsstoffen, Rohabwasser: z.B: 1 EW = 60g BSB <sub>5</sub> pro Tag (oder 120g CSB/d; 12g N/d; 2g P/d; 200l/d)



<b>Einarbeitung</b>	Zeitabschnitt bis zur Erreichung des vollen Wirkungsgrades einer biologischen Abwasserreinigungsanlage
<b>Eindicker</b>	Bauwerk zur Verminderung des Wassergehaltes von Schlamm unter Einwirkung von Schwerkraft.
<b>Emscherbecken (Emscherbrunnen)</b>	Zweistöckiges Bauwerk, bei dem der obere Teil als Absetzbecken und der darunterliegende Teil als Faulbehälter dient.
<b>Entseuchung</b>	Reduktion von Krankheitserregern im Schlamm. Das Ziel ist, die Anzahl von Krankheitserregern im Schlamm soweit zu reduzieren, dass der Schlamm seuchenhygienisch unbedenklich ist.
<b>Eutrophierung</b>	Überdüngung von Oberflächengewässern (vor allem von stehenden Gewässern) durch Stickstoff und Phosphor, die ein übermäßiges Wachstum von Algen und höheren Pflanzen fördern.
<b>Fällung</b>	Überführen von gelösten Abwasserinhaltsstoffen in ungelöste Formen durch chemische Reaktion mit einem Fällungsmittel oder Polymärrmittel. (z.B. Phosphorfällung mit Eisen- oder Aluminiumsalzen).
<b>Fällschlamm</b>	Bei der Fällung anfallender Schlamm
<b>Fangbecken</b>	Sie werden vom Überlaufwasser nicht durchflossen. Der gesamte gespeicherte Inhalt muss zur Abwasserreinigungsanlage gelangen, vgl. Regenüberlaufbecken.
<b>Faulung</b>	Anaerober Abbau organischer Stoffe des Schlammes oder Abwassers.
<b>Faulbehälter</b>	Behälter, in dem der Rohschlamm durch Mikroorganismen unter Luftabschluss ausgefault wird.
<b>Faulgas</b>	Bei der Faulung entstehendes Gasgemisch, das aus etwa 70% Methan (CH <sub>4</sub> ) und 30% Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ) besteht.
<b>Faulschlamm</b>	Anaerob stabilisierter Schlamm, d.h. durch Ausfäulung stabilisierter Schlamm.
<b>Faulzeit</b>	Volumen des Faulbehälters dividiert durch die mittlere tägliche Schlammzufuhr.
<b>Festbettreaktor</b>	Behälter mit Füllstoffen, auf denen Mikroorganismen angesiedelt sind, die die biochemischen Abbauprozesse bewirken, z.B. Tropfkörper.
<b>Fettabscheider</b>	Einrichtung zum Abtrennen von Fetten und Ölen.
<b>Flächenbeschickung</b>	Verhältnis von Abwassermenge zu Beckenoberfläche (maßgebend für Sandfang, Absetzbecken und Eindicker) ( $q_A$ in m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·h) bzw. m/h).

<b>Flockung</b>	Erzeugung von Flocken aus ungelösten oder kolloidal gelösten Stoffen, gegebenenfalls unter Zugabe von Flockungsmittel bzw. Flockungshilfsmittel.
<b>Flockungsfiltration</b>	Einsatz der Abwasserfiltration, zum Rückhalt von, im Nachklärbeckenablauf gefälltem, Restphosphor.
<b>Flockungshilfsmittel</b>	Chemikalien, die die Flockenbildung ermöglichen oder beschleunigen, aber selbst keine Flocken bilden.
<b>Flockungsmittel</b>	Chemikalien, die in Abwasser oder Schlamm selbst flocken bilden.
<b>Flotation</b>	Verfahren, bei dem Stoffteilchen durch feine Gasbläschen zum Aufschwimmen gebracht werden, z.B. Luftflotation.
<b>Fremdwasser</b>	In die Kanalisation eindringendes Grundwasser (Undichtigkeiten), unerlaubt über Fehlanschlüsse eingeleitetes Wasser (z.B. Dränwasser, Regenwasser) oder einem Schmutzwasserkanal zufließendes Oberflächenwasser (z.B. über Schachtabdeckungen).
<b>Fremdwasserabfluss</b>	Summe des gesamten Fremdwassers $Q_f$ .
<b>Gesamtphosphor</b>	Summe aller Phosphorverbindungen
<b>Gewässergüte</b>	Einteilungsschema zur Bewertung des Verunreinigungsgrades von Gewässern, vgl. Saprobien-system.
<b>interne Rezirkulation</b>	vgl. Rückführung
<b>Kanalisation</b>	Anlagen zur Sammlung und Ableitung von Abwasser.
<b>Kanalstauraum</b>	Durch Stau in Abwasserkanälen nutzbares Speichervolumen
<b>Kaskaden</b>	Getrennte Reaktionsräume die nacheinander durchflossen werden.
<b>Kjeldahlstickstoff</b>	Umfasst Ammoniumstickstoff und organischen (TKN) gebundenen Stickstoff, nicht aber oxidierte Formen des Stickstoffs wie Nitrat und Nitrit.
<b>Konditionierung</b>	Verfahren zur Verbesserung von Schlammeigenschaften, im allgem. der Entwässerungseigenschaften, z.B. durch Zugabe von Chemikalien.
<b>längsdurchströmtes Becken</b>	Auch pfropfdurchströmtes Becken. Becken mit Konzentrationsveränderungen seiner Abwasserinhaltsstoffe über die Länge.
<b>mechanische Abwasserreinigung</b>	Entfernung von ungelösten Stoffen aus dem Abwasser durch mechanische Verfahren, z.B. durch Rechen, Siebe, Sandfang und Absetzbecken.
<b>mehrstufige biologische Reinigung</b>	Hintereinanderschaltung gleicher oder verschiedenartiger biologischer Verfahrensstufen mit getrenntem Schlammsystem.

<b>mesophil</b>	Mikroorganismen werden als mesophil bezeichnet, wenn ihr optimaler Wachstumsbereich zwischen 30 und 40°C liegt.
<b>Mischbecken</b>	Total durchmischtes Becken, die Konzentration der Abwasserinhaltsstoffe ist, zum Unterschied von längsdurchströmten Becken, an jeder Stelle des Beckens gleich.
<b>Mischverfahren</b>	Gemeinsames Ableiten von Schmutz- und Regenwasser in einem Kanal.
<b>Mischwasser</b>	Mischung aus Schmutz-, Regen- und/oder gegebenenfalls Fremdwasser.
<b>Mischwasserabfluss</b>	Summe aus Trockenwetter- und Regenwetterabfluss
<b>Nacheindicker</b>	Becken zur Eindickung des ausgefaulten Schlammes.
<b>Nachklärbecken</b>	Absetzbecken nach der biologischen Reinigungsstufe, in dem sich das gereinigte Wasser und der Belebtschlamm trennen.
<b>Nitrifikation</b>	Oxidation von Stickstoffverbindungen (Ammonium und organischer Stickstoff) mit Hilfe von Bakterien zu Nitrit und Nitrat.
<b>Phosphorentfernung</b>	Sie erfolgt überwiegend durch Fällung, in jüngster Zeit gibt es auch Ansätze zum Einsatz der biologischen Phosphorentfernung.
<b>Primärschlamm</b>	Feststoffe oder Fällungsprodukte, die in einem Vorklärbecken aus dem Rohabwasser abgetrennt werden, vgl. Vorklärschlamm.
<b>Raumbelastung <math>B_R</math></b>	Die auf $1\text{m}^3$ Belebungsbecken an einem Tag entfallende Schmutzfracht. Die Schmutzfracht (kg/d) dividiert durch das Belebungsbeckenvolumen ( $\text{m}^3$ ) ergibt die Raumbelastung $B_R$ in $\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ ; z.B. BSB <sub>5</sub> -Raumbelastung $B_{R\text{ BSB}_5}$ in $\text{kg BSB}_5/\text{m}^3\cdot\text{d}$
<b>Rechen</b>	Mechanische Einrichtung zur Entfernung von Grobstoffen aus dem Abwasser (Rechengut).
<b>Rechengut</b>	Beim Rechen anfallende Grobstoffe.
<b>Regenklärbecken</b>	Absetzbecken für Regenwasser im Trennverfahren.
<b>Regenrückhaltebecken</b>	Speicherraum zur Verminderung von Regenabflussspitzen im Misch- oder Trennsystem.
<b>Regenüberlauf</b>	Entlastungsbauwerk im Mischsystem, das ab einer bestimmten Zuflussmenge im Regenfall das Mischwasser direkt in den Vorfluter ableitet.

<b>Regenüberlaufbecken</b>	Speicher- und/oder Absetzraum im Mischsystem mit Becken- und/oder Klärüberlauf. Sammelbegriff für Fangbecken und Durchlaufbecken. Die Becken können im Haupt- oder Nebenschluss angeordnet werden. Beim Hauptschluss wird der zur Abwasserreinigungsanlage weitergeführte Abfluss durch das Becken geleitet, beim Nebenschluss wird er am Becken vorbeigeführt.
<b>Regenwassertabfluß</b>	Durch Regenwasser verursachter Abfluss.
<b>Rohabwasser</b>	Einer Abwasserreinigungsanlage zufließendes (rohes) Abwasser
<b>Rohschlamm</b>	Unbehandelter Schlamm.
<b>Rückführung</b>	Verfahrensbedingte Rücknahme von gereinigtem Abwasser oder Belebtschlamm, z.B. zur Verbesserung der Spülwirkung beim Tropfkörperverfahren Rücknahme von Ablauf Nachklärbecken zum Abwasserzufluss des Tropfkörpers. Beim Belebungsverfahren; interner Schlammkreislauf bei der vorgeschalteten Denitrifikation,
<b>Rücklaufschlamm</b>	Der im Nachklärbecken vom gereinigten Wasser abgetrennte und in das Belebungsbecken rückgeführte Schlamm.
<b>Rücklaufverhältnis</b>	Beim Belebungsverfahren: Verhältnis Rücklaufschlammfluß zu Abwasserzufluss
<b>Sandfang</b>	Einrichtung zur Trennung von Sand und anderen Sinkstoffen im Abwasser.
<b>Sandklassierer</b>	Maschinelle Einrichtung zum Abtrennen, des im Sandfang anfallenden Sandes aus dem Abwasser (Teil der Sandfanganlage).
<b>Saprobiensystem</b>	Bewertungsmöglichkeit der Gewässergüte anhand biol. Gesichtspunkte.
<b>Sauerstoffverbrauch</b>	Masse des verbrauchten Sauerstoffs, bezogen auf die Zeit (OV in kg/h).
<b>Sauerstoffertrag</b>	Sauerstoffzufuhr dividiert durch die dafür benötigte Energie ( $O_P$ in kg/kWh).
<b>Sauerstoffzufuhrvermögen in Rein- oder Abwasser</b>	Masse des pro Zeiteinheit von einer Belüftungseinrichtung eingetragenen Sauerstoffs (OC in kg/h bzw. kg/d).
<b>Säurekapazität</b>	Maß für das Puffervermögen einer Lösung gegenüber Säuren, es wird auch der Begriff Alkalität verwendet (Einheit: mmol/l).
<b>Schlamm</b>	Aus dem Abwasser abgetrenntes Feststoffgemenge, ausgenommen Rechengut, Siebgut u. Sandfanggut (vgl. Primärschlamm, Sekundärschlamm und Tertiärschlamm).

<b>Schlamm-pasteurisierung</b>	Thermische Behandlung des Schlammes für 30 min. bei 65 bis 70°C zur Verminderung oder Inaktivierung pathogener Keime, Viren, parasitärer Dauerformen und Pflanzensamen.
<b>Schlamm-stabilisierung</b>	Verfahren der Schlammbehandlung, besonders zur weitgehenden Verringerung von geruchsbildenden Inhaltsstoffen und der organischen Schlammfeststoffe. Erwünschte Nebenziele sind die Verbesserung der Entwässerbarkeit und die Verminderung der Krankheitserreger.
<b>Schlammalter</b>	Mittlere Aufenthaltszeit des Belebtschlammes im Belebungsbecken. Das Schlammalter ergibt sich aus der Trockenmasse im Belebungsbecken dividiert durch die Trockenmasse des täglich abgezogenen Überschussschlammes einschließlich der im Ablauf der Nachklärung enthaltenen abfiltrierbaren Stoffe ( $t_{TS}$ in d).
<b>Schlammbeet</b>	Anlage zur natürlichen Entwässerung von stabilisiertem Schlamm.
<b>Schlammbehandlung</b>	Aufbereitung von Schlamm zu dessen Verwertung oder Entsorgung.
<b>Schlammbelastung</b> <b><math>B_{TS}</math></b>	Die an einem Tag auf 1kg Trockenmasse des belebten Schlammes entfallende Schmutzfracht. Schmutzfracht (kg/d) dividiert durch die gesamte Trockenmasse (kg) im Belebungsbecken bzw. Raumbelastung ( $\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ ) dividiert durch die Trockensubstanzkonzentration an Belebtschlamm ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) des Belebungsbeckens. z.B. $BSB_5$ - Schlammbelastung $B_{TS.BSB5}$ in $\text{kg } BSB_5 / \text{kg} \cdot \text{d}$
<b>Schlammeindickung</b>	Entzug von Schlammwasser durch natürliche Schwerkrafteinwirkung.
<b>Schlamm-entwässerung</b>	Weiteres Abtrennen von Schlammwasser durch maschinelle Verfahren (z.B. Kammerfilterpressen, Siebbandpressen, Zentrifugen) oder durch natürliche Verfahren (z.B. Schlammbeete).
<b>Schlamm-speicher</b> <b>Schlammstapler</b> <b>Schlammteich</b>	Bauwerk zur vorübergehenden Lagerung von stabilisiertem Schlamm Anlage zur Speicherung von stabilisiertem Schlamm.
<b>Schlammwasser</b>	Vom Schlamm abgetrenntes bzw. abtrennbares Wasser.
<b>Schmutzfracht</b>	Zeitbezogene Masse eines bestimmten Abwasserinhaltsstoffes. z.B. $BSB_5$ , CSB usw. In $\text{kg}/\text{h}$ , $\text{kg}/\text{d}$ , $\text{t}/\text{d}$
<b>Schmutzwasser</b>	Durch Gebrauch verunreinigtes Wasser.
<b>Schmutzwasserabfluss</b>	Summe aus häuslichem, gewerblichem und industriellem Schmutzwasserabfluss ( $Q_s = Q_h + Q_g + Q_i$ )
<b>Schönung</b>	Verbesserung der Qualität des Kläranlagenablaufs, z.B. durch nachgeschaltete Schönungssteiche.
<b>Schwimmschlamm</b>	Aufschwimmender Schlammanteil an Absetzbecken, Eindickern, Faulbehältern, usw..

<b>Sekundärschlamm</b>	Aus biologischen Abwassereinigungsanlagen entfernter Schlamm (inklusive Fällschlamm aus der Simultanfällung) z.B. Überschussschlamm oder Tropfkörperschlamm.
<b>Selbstreinigung</b>	Summe aller Vorgänge in einem Gewässer, durch die Stoffe abgebaut, in den natürlichen Stoffkreislauf eingebunden oder auch aus ihm ausgeschieden werden.
<b>Sieb</b>	Maschinelle Einrichtung zum Rückhalt groben Abwasserinhaltsstoffe.
<b>Senkgrube</b>	Dichter Behälter zur Sammlung von Schmutzwässern mit periodischer Räumung und Entsorgung des Inhaltes.
<b>Simultanfällung</b>	Gleichzeitig mit dem Belebungsverfahren (simultan) durchgeführte Phosphatfällung.
<b>Strippen</b>	Austreiben flüchtiger Inhaltsstoffe aus dem Abwasser oder Schlamm, (z.B. durch Belüftung).
<b>Tauchkörper</b>	Trägermaterial mit biologischem Aufwuchs taucht zeitweilig in das Abwasser ein z.B. Scheibentauchkörper.
<b>Tertiärschlamm</b>	Schlamm aus der weitergehenden Abwasserreinigung.
<b>thermophil</b>	Mikroorganismen werden thermophil bezeichnet, wenn ihr optimaler Wachstumsbereich bei ca. 50 - 55°C liegt.
<b>TKN</b>	vgl. Kjeldahlstickstoff
<b>TOC</b>	Gesamter organischer Kohlenstoffgehalt; Kennwert für die organische Belastung eines Abwassers oder Gewässers.
<b>Trennverfahren</b>	Getrenntes Ableiten von Schmutzwasser und Regenwasser.
<b>Trockenwetterabfluss</b>	Summe aus Schmutzwasserabfluss und Fremdwasserabfluss.
<b>Tropfkörperverfahren</b>	Aerobes biologisches Verfahren zur Reinigung von Abwasser, bei dem das Abwasser über einem grobkörnigen Festbettreaktor verrieselt wird. Die Reinigung erfolgt durch den biologischen Rasen auf dem Tropfkörperfüllmaterial. Die Sauerstoffzufuhr erfolgt durch den Porenraum streichende Luft.
<b>Überschussschlamm</b>	Bei biologischen Verfahren gebildeter, überschüssiger Schlamm, der abzuziehen ist.
<b>Venturimeßstecke</b>	Messstrecke mit Profileinengung in offenen oder geschlossenen Leitungen zur Durchflussmengemessung.
<b>Verbundbecken</b>	Sind eine Kombination von Fangbecken und Durchlaufbecken; vgl. Regenüberlaufbecken.

<b>Voreindicker</b>	Becken zur Eindickung des Rohschlammes vor der Faulung (Erhöhung des Feststoffgehaltes und damit Volumensverminderung).
<b>Vorklärbecken</b>	Absetzbecken zur mechanischen Reinigung des Abwassers vor einer biologischen Reinigungsstufe.
<b>Vorklärschlamm</b>	Aus dem Vorklärbecken entfernter Schlamm, der verfahrensbedingt neben Primärschlamm auch anderen Schlamm enthalten kann.
<b>Weitergehende Abwasserreinigung</b>	Verfahren oder Verfahrenskombinationen, die in ihrer Reinigungswirkung über die herkömmliche, in der Regel mechanisch-biologische Abwasserreinigung hinausgehen und besonders solche Stoffe eliminieren, die im Ablauf einer mechanisch-biologischen Kläranlage noch enthalten sind (Schwebstoffe, Reste von Stickstoff- und Phosphorverbindungen).

**Quellnachweis:**

Wiener Mitteilungen - Band 114 - Klärwärter Grundkurs - 2. Auflage  
 Handbuch für Ver- und Entsorger - Band 1 - F. Hirthammer Verlag München  
 Das mikroskopische Bild bei der aeroben Abwasserreinigung - Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft  
 Laborpraktikum für Klärfacharbeiter - Dipl. Ing. Kumpera  
 Wiener Mitteilungen - Band 145 - Fortbildungskurs Biologische Abwasserreinigung