

WIENER MITTEILUNGEN
WASSER·ABWASSER·GEWÄSSER

WILHELM V. D. EMDE

ABWASSERREINIGUNG
GRUNDKURS

BAND 3 - WIEN 1969

WIENER MITTEILUNGEN

WASSER · ABWASSER · GEWÄSSER

BAND 3

ABWASSERREINIGUNG

GRUNDKURS

HERAUSGEBER :

PROF. DR.-ING. W.V. D. EMDE

TECHNISCHE HOCHSCHULE WIEN

INSTITUT FÜR WASSERVERSORGUNG,

ABWASSERREINIGUNG UND GEWÄSSERSCHUTZ

446.543 II

V O R W O R T

Im letzten Jahrzehnt sind in vielen Ländern zahlreiche Abwasserreinigungsanlagen in Betrieb genommen worden. Weitere Anlagen befinden sich im Bau oder in der Planung. Kläranlagen können jedoch ihren Zweck nur dann erfüllen, wenn das verantwortliche Personal die Anlagen fachgemäß betreibt. Hierzu sind gründliche Kenntnisse der verschiedenen Vorgänge der Abwasserreinigung Vorbedingung. In vielen Ländern bemüht man sich um die Ausbildung der Klärwärter. Der österreichische Wasserwirtschaftsverband hat gemeinsam mit dem Institut für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz der TH Wien mehrere Klärwärterkurse abgehalten. Der im Kursus vorgetragene Text ist im Band 3 der "Wiener Mitteilungen - Wasser, Abwasser, Gewässer" zusammengestellt. Er ist in erster Linie für das Betriebspersonal von Abwasserreinigungsanlagen bestimmt. Aber auch Ingenieuren der Bauämter, Abwasserverbände, Verwaltungen und Ingenieurbüros, die mit der Planung und Betrieb von Abwasserreinigungsanlagen beschäftigt sind, wird dieses Buch zum Selbststudium empfohlen. Besonders der Neuling auf dem Fachgebiet bekommt einen gewissen Überblick vermittelt.

Den Verfassern erscheint es wichtig, daß der Klärwärter unterrichtet wird warum der Prozeß so verläuft und welche Faktoren die Reinigungswirkung beeinflussen. Vielen Klärwärttern ist es ein ernstes Anliegen ihr Wissen um die Vorgänge der Abwasserreinigung zu erweitern. Zum leichteren Verständnis werden bei den physikalischen Verfahren (Sandfang, Absatzbecken) und den biologischen Verfahren (Tropfkörper, Belebungsbecken, Faulbehälter) möglichst immer die gleichen Einflußfaktoren behandelt. Entsprechend ist die Gliederung der einzelnen Abschnitte des Kapitels "Betrieb von Abwasserreinigungsanlagen" einheitlich aufgebaut. Im Kapitel "Unfallverhütung" werden vorwiegend österreichische Vorschriften und gesetzliche Bestimmungen berücksichtigt.

Besonderer Dank gilt den Vortragenden:

Dr. techn. Böhm-Raffay, Wien

Dr.-Ing. Kayser, Techn. Hochschule Wien

Ing. Leberl, Arbeitsinspektorat, Wien

Prof. Dr. Mudrack, Techn. Universität Hannover

Prof. Dr.-Ing. W. v. d. Emde
Technische Hochschule Wien

INHALTSVERZEICHNIS

| | Seite |
|--|-------|
| Einführung (v.d.Emde) | 1 |
| Physik in der Abwassertechnik (Kayser) | 17 |
| Chemie in der Abwassertechnik (Mudrack) | 31 |
| Biologie in der Abwassertechnik (Mudrack) | 39 |
| Technik der Abwasserreinigung (v.d.Emde) | 51 |
| A. Mechanische Reinigung | 51 |
| Rechen | 51 |
| Sandfänge | 53 |
| Absetzbecken | 58 |
| B. Biologische Abwasserreinigung | 71 |
| Tropfkörper | 72 |
| Belebungsverfahren | 78 |
| C. Schlammfäulung | 99 |
| D. Schlambeseitigung | 115 |
| Untersuchung von Abwasser- u. Schlammproben (Kayser/Mudrack) | 125 |
| Betrieb von Abwasserreinigungsanlagen (v.d.Emde) | 149 |
| A. Mechanische Reinigung | 151 |
| Rechen | 151 |
| Sandfang | 154 |
| Absetzbecken | 157 |
| B. Biologische Reinigung | 161 |
| Tropfkörper | 161 |
| Belebungsverfahren | 168 |
| C. Schlammfäulung | 178 |
| Zweistöckige Anlagen (Emscherbrunnen) | 178 |
| Beheizte Faulbehälter | 184 |
| Betriebsberichte (Kayser) | 193 |
| Wartung der maschinellen und elektrischen Anlagen (Böhm-Raffay) | 220 |
| Unfallschutz auf Kläranlagen (Leberl) | 227 |
| Schlußworte | 263 |
| Anhang: Begriffsbestimmungen, | 267 |
| Fachbücher | 271 |

E I N F Ü H R U N G

=====

1. Ziel des Kurses

Um unsere Gewässer sauber zu halten werden Abwasserreinigungsanlagen gebaut. Mit dem Bau der Kläranlagen ist es jedoch allein nicht getan. Die Kläranlagen müssen ebenfalls richtig betrieben werden. Das Ziel des Kurses ist, Kenntnisse über die Vorgänge bei der Abwasserreinigung und Betrieb von Abwasserreinigungsanlagen zu vermitteln.

2. Abwasserarten

In Städten und Siedlungen fallen zwei Arten von Abwasser an:

R e g e n w a s s e r

S c h m u t z w a s s e r

Das Schmutzwasser kann nach seiner Herkunft noch in "häusliches Schmutzwasser" und "gewerbliches oder industrielles Schmutzwasser" unterteilt werden.

Regenwasser und Schmutzwasser sind der Art nach völlig verschieden. Wenn das Regenwasser vom Dach oder von der Straße in die Kanalisation abfließt, nimmt es vorwiegend mineralische Stoffe auf. Das Regenwasser ist also vorwiegend mineralisch oder anorganisch verunreinigt. Mineralische Stoffe z.B. sind Sand, Lehm usw. Das Regenwasser enthält kaum Krankheitskeime,

Schmutzwasser ist vorwiegend organisch verunreinigt und enthält oft viele Krankheitskeime. Die organischen Stoffe des Abwassers "faulen" nach längerem Stehen (Gestank). Mineralische Stoffe, faulen nicht. Häusliches Schmutzwasser enthält etwa $\frac{2}{3}$ organische Stoffe und $\frac{1}{3}$ mineralische Stoffe. Es ist deshalb in der Regel "fäulnisfähig".

Es ist wichtig, sich die 3 Hauptgruppen der Abwasserstoffe zu merken:

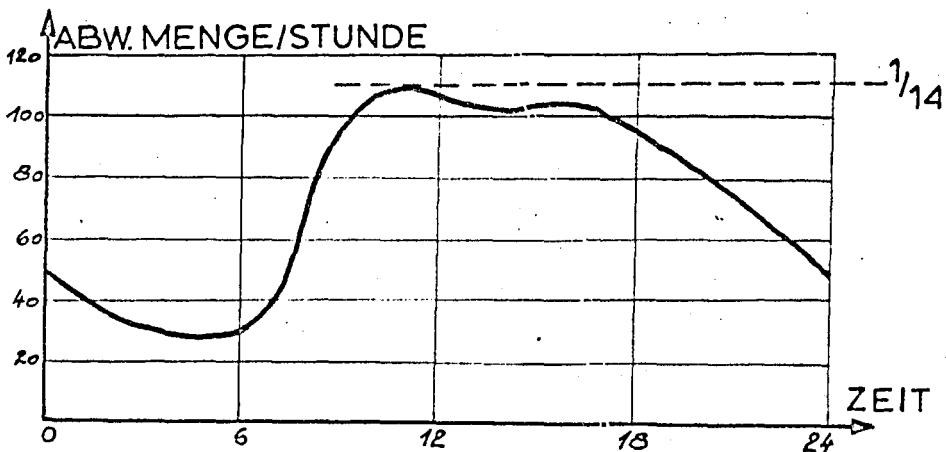
- mineralische oder anorganische Stoffe
- organische oder fäulnisfähige Stoffe
- Krankheitskeime (Erreger v. Krankheiten)

3. Abwassermengen

Regenwasser und Schmutzwasser sind der Menge nach völlig verschieden. Regen fällt nur etwa 500 Stunden im Jahr (insgesamt hat ein Jahr etwa 8800 Stunden).

Bei Starkregen müssen in kurzer Zeit jedoch sehr große Wassermengen abgeleitet werden. So werden z.B. in Wien die Kanäle für eine Regenwasserspense von 125 l/s.ha bemessen. Nimmt man an, daß 40 % davon versickern (Grünland und Gärten) so müssen $q_R = 75$ l/s.ha im Kanal abgeführt werden.

Das Schmutzwasser fällt hingegen täglich an, wenn auch an den einzelnen Tagen mit unterschiedlicher Menge. Es ist in jeder Stadt und jeder Gemeinde an den Wochentagen die Abwassermenge größer als am Sonntag. Aber auch während eines Tages schwankt die Schmutzwassermenge erheblich. Entsprechend den Lebensgewohnheiten der Bevölkerung fällt des nachts weniger an als am Tage.



ABWASSERANFALL ÜBER 1 TAG

Die Schwankungen sind umso ausgeprägter je kleiner die Gemeinde ist. Auch können bei kleineren Gemeinden Industriebetriebe, die nur in einer Schicht arbeiten, zur Verstärkung der Spitzen führen. Für Mittelstädte und Großstädte ist es üblich, $1/14$ des Tagesanfalles als maximalen Stundenanfall anzunehmen. Bei einem Abwasseranfall von 200 l/E.d errechnet sich für 1000 Einwohner eine maximale Abwassermenge von 4 l/s. Bei kleineren Ortschaften, wo der Spitzenwert höher liegt also z.B. $1/10$ oder $1/12$ des Tagesanfalles, ist die Abwassermenge bezogen auf einen Einwohner geringer. Es ergibt sich dann etwa die gleiche sekundliche Abwassermenge von 4 l/s für 1000 Einwohner (Beispiel Kläranlage Baden etwa 20 000 E, $q = 80$ l/s).

In einem Stadtgebiet, wo 60 % des Regenwassers abfließen und 40 % versickern, wohnen z.B. 200 Einwohner pro Hektar. Dann errechnet sich die Schmutzwassermenge bezogen auf einen Hektar zu $q_S = 0,8$ l/s.ha. Bei extremen Starkregen fällt also 100 mal mehr Regenwasser als Schmutzwasser an ($q_R = 75$ l/s.ha, $q_S = 0,8$ l/s.ha).

4. Abwasserableitung

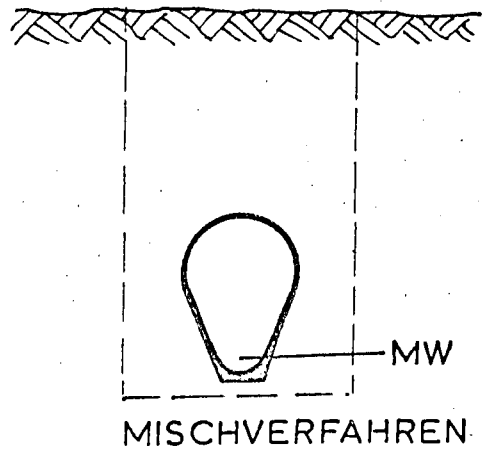
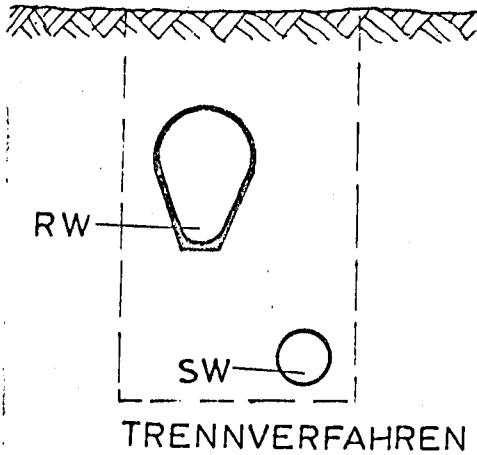
Wir kennen zwei Verfahren zur Abwasserableitung:

Trennverfahren

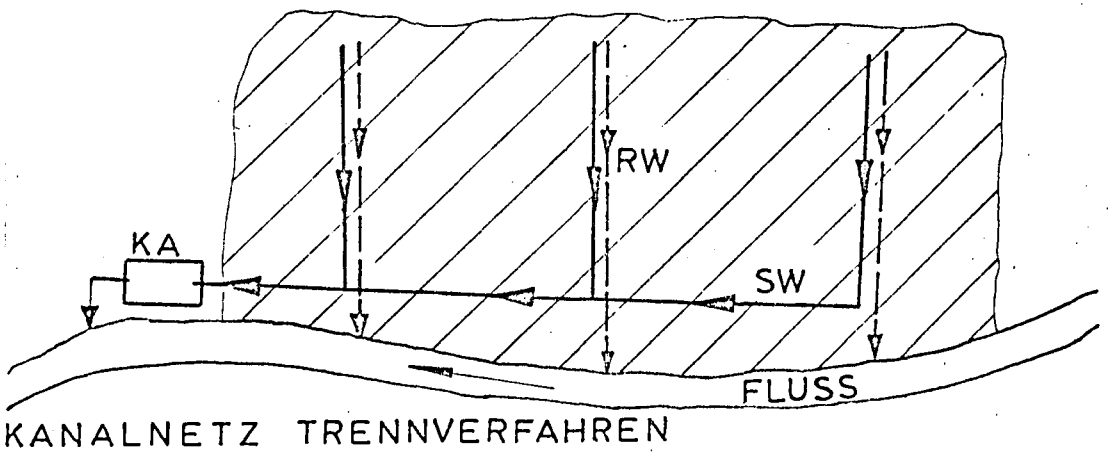
Mischverfahren

Beim Trennverfahren braucht man für Regenwasser und Schmutzwasser getrennte Ableitungen. In weiträumig bebauten Außengebieten kann das Regenwasser entweder versickern oder in offenen Mulden oberflächlich abfließen. Bei dichter bebauten sind 2 Rohrleitungen erforderlich. Eine hochliegende Regenwasserleitung (großes Profil für große Regenwassermengen) und eine tiefliegende Schmutzwasserleitung (kleines Profil für geringe Schmutzwassermengen). Die Schmutzwasserleitung sollte so tief liegen, daß die Keller entwässert werden können.

LEITUNGSSCHEMA

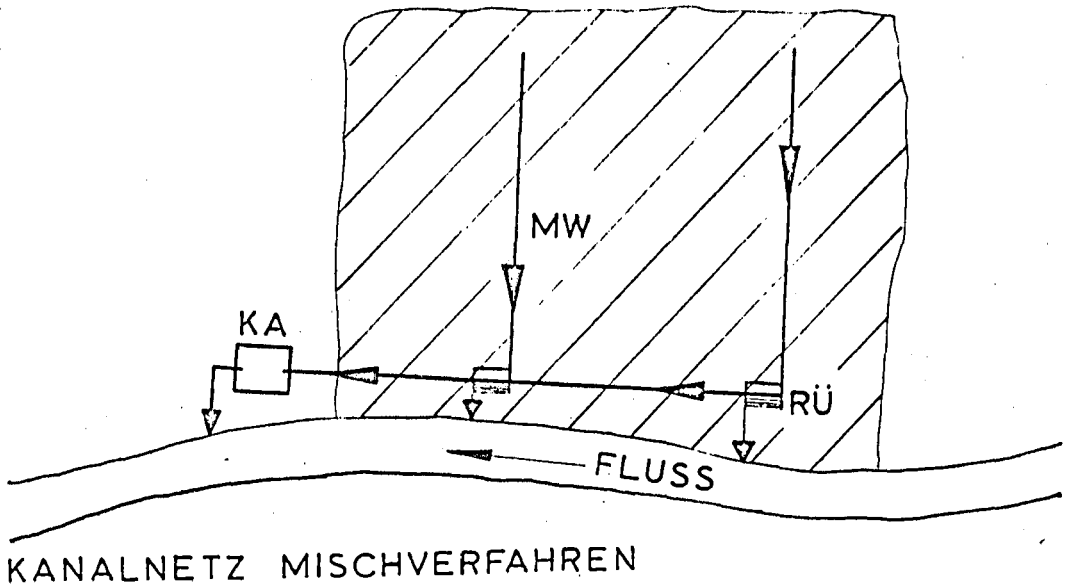


Das aus den Regenwasserkanälen abfließende Wasser ist nur gering und vorwiegend anorganisch verunreinigt und kann daher direkt in den nächsten Wasserlauf eingeleitet werden. Dadurch wird die Länge der Regenwasserkanäle geringer als die der Schmutzwasserkanäle, die zu einer Kläranlage geführt werden müssen.



Beim Mischverfahren wird eine Leitung mit großem Durchmesser und in großer Tiefe (Kellerentwässerung) erforderlich. Aus wirtschaftlichen Gründen wird in den meisten Mischkanalisationsnetzen nicht das gesamte Regenwasser zur Kläranlage geführt. Die Hauptsammler der

Kanalisation würden zu groß werden, wenn auch der maximale Regenwetteranfall abgeleitet werden soll. Es werden deshalb Regenüberläufe angeordnet, wo eine große Menge des Mischwassers (Regenwasser und Schmutzwasser) in das Gewässer abgelassen wird. Nur ein kleinerer Teil des Regenwasser-Schmutzwassergemisches wird zur Kläranlage weitergeführt.



Da über die Regenüberläufe des Mischverfahrens immer Schmutzwasser mit fäulnisfähigen Stoffen und Krankheitserregern in das Gewässer gelangt, sollte man so wenig wie möglich Regenüberläufe anordnen. Auch sollte eine möglichst große Mischwassermenge (Regenwasser und Schmutzwasser) zur Kläranlage weitergeführt werden, sodaß die Regenüberläufe nur wenige Male im Jahr bei ausgesprochenen Starkregen anspringen.

Beide Verfahren, Mischverfahren und Trennverfahren, haben ihre Vor- und Nachteile. Für den Betrieb von Kläranlagen sind besonders nachteilig:

Beim Trennverfahren - Falschanschlüsse von Regenwasserleitungen an Schmutzwasserkanäle. Es fließt dann bei Regenwetter mehr Abwasser zur Kläranlage als bei Trockenwetter. Es ist wichtig, daß durch sorgfältige Bauabnahme Falschanschlüsse vermieden werden.

Beim Mischverfahren wird bei jedem Regenfall die Abwassermenge stark ansteigen. So muß bei Regen die 1(SW) + 1(RW)-fache bis zur 1+4-fachen Trockenwettermenge gereinigt werden. Hat das Mischwasserkanalnetz nur ein geringes Gefälle, so kann es bei Trockenwetter zu Ablagerungen an der Kanalsohle kommen. Bei Regen werden die Ablagerungen aufgewühlt und zur Kläranlage, bzw. in das Gewässer, über die Regenüberläufe abgeschwemmt. Kurz nach Beginn eines Regens wird daher die Abwassermenge und die Verschmutzung des Mischwassers, gegenüber dem Trockenwetterabwasser, ansteigen. Der Betrieb der Kläranlage wird dadurch erschwert. Daher ist für den Kläranlagenbetrieb das Trennverfahren günstiger. Allerdings wird in Österreich die große Mehrzahl von Städten und Gemeinden nach dem Mischverfahren entwässert.

Da die Fäulnis der organischen Abwasserstoffe erst nach einer gewissen Zeit einsetzt, sollte man Abwasser so schnell wie möglich ableiten und nirgends längere Zeit stehen lassen. Man sollte es "frisch", das heißt unangefault, halten. Ein gutes Gefälle im Kanalnetz und eine gute Belüftung der Kanalisationsrohre helfen das Abwasser frisch zu halten. Frisches Abwasser läßt sich auch besser reinigen. Die Gefahr von Geruchsentwicklungen auf dem Gelände der Kläranlage wird verringert.

5. Abwasserinhaltsstoffe und ihre Entfernung

Welche Stoffe sind im Abwasser enthalten und müssen in Kläranlagen entfernt werden?

1. Grobe Sperrstoffe (z.B. Holzstücke, Konservenbüchsen, tote Ratten usw.) - Entfernung durch Grobrechen (Spaltweite 5-10cm).
2. Feine Sperrstoffe (z.B. Apfelsinenschalen, Kottballen, Papier, Spinnstoffe usw.) - Entfernung durch Feinrechen (Spaltweite 1-5cm).
3. Schwere Sinkstoffe (z.B. Sand) werden in Sandfängen zurückgehalten.

4. Absetzbare Stoffe (z.B. zerriebene Kotpartikelchen, Speise usw.) werden durch Absetzen im Absetzbecken entfernt.
5. Aufschwimbare Stoffe (z.B. Fette und Öle) werden ebenfalls in Absetzbecken entfernt. Zweckmäßig werden diese Stoffe schon an den Anfallstellen, also auf Grundstücken, durch Fett- oder Ölabscheider zurückgehalten.
6. Nicht absetzbare Schwebestoffe und Kolloide (Größe der einzelnen festen Teilchen ist so gering, daß sie mit dem bloßen Auge nicht mehr erkennbar sind) - Entfernung durch biologische Reinigung (in Sonderfällen auch durch chemische Reinigung).
7. Gelöste Stoffe (z.B. Zucker, Harn usw.) - Entfernung durch biologische Reinigung.
8. Krankheitserreger (z.B. Typhus, Paratyphus usw.) - Weitgehende Entfernung in biologischen Reinigungsanlagen, vollständige Abtötung jedoch nur durch Zugabe von Entkeimungsmitteln.

Von diesen acht verschiedenen Stoffgruppen sind die Gruppen 1-3, also die groben Sperrstoffe, die feinen Sperrstoffe und die schweren Sinkstoffe von geringer Bedeutung für die Gesamtverschmutzung.

Diese Stoffe können jedoch bei der weiteren Abwasserreinigung den Betrieb erschweren, zu Betriebsstörungen führen und sollten deshalb als erstes aus dem Abwasser entfernt werden.

Einfach lassen sich die absetzbaren Stoffe, das sind ungelöste, feste Stoffe, in Absetzbecken entfernen. Die Fließgeschwindigkeit des Abwassers, die im Kanal etwa 50 cm/s bis 1 m/s, im Sandfang etwa 30 cm/s beträgt, wird im Absetzbecken auf 1-3 cm/s verringert. Bei etwa 1-2 stündiger Durchflußzeit des Abwassers im Absetzbecken setzen sich die Teilchen an der Beckensohle als Schlamm ab und können hier entfernt werden. Es ist wichtig, den Schlamm bald aus dem Absetzbecken zu beseitigen, denn im Schlamm

sind ja die organisch-fäulnisfähigen Stoffe auf kleinstem Raum konzentriert. Der abgesetzte Schlamm geht daher besonders schnell in Fäulnis über.

Die Beseitigung der groben Sperrstoffe, der feinen Sperrstoffe, der schweren Sinkstoffe, der absetzbaren Stoffe und der aufschwimmbaren Stoffe bezeichnet man auch als "Mechanische Reinigung". Die Mechanik ist ein Teilgebiet der Physik. Maßgebend für den Reinigungsvorgang sind Gewichtsunterschiede beim Absetzen oder das Absieben bei der Entfernung der Sperrstoffe. Durch die mechanische Reinigung werden etwa $\frac{1}{3}$ der organisch-fäulnisfähigen Stoffe des Abwassers entfernt.

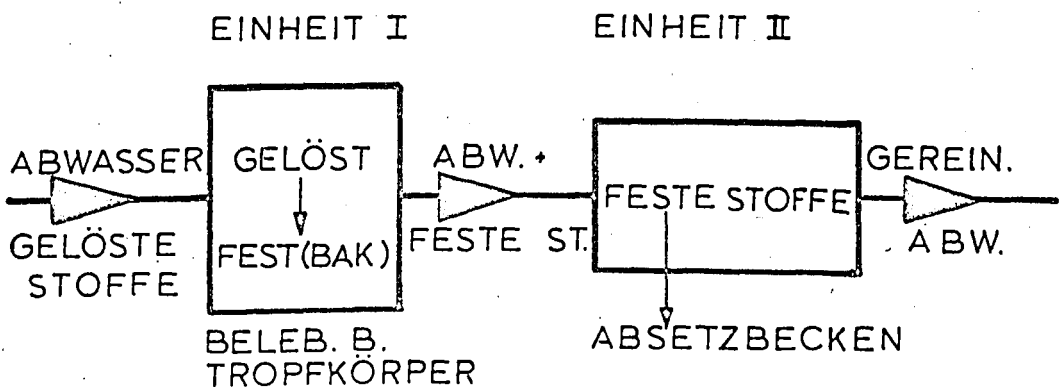
Es ist leicht einzusehen, daß die Entfernung der anderen $\frac{2}{3}$ fäulnisfähiger Stoffe am wichtigsten ist. Werden diese Stoffe in der Abwasserreinigungsanlage nicht zurückgehalten, so hilft sich die Natur selbst. In jedem Flußwasser sind Bakterien enthalten, die die gelösten - und kolloid-gelösten Stoffe des Abwassers als Nahrung verwerten und sich dabei vermehren. Durch diese Lebensprozesse wird das Flußwasser wieder sauber. Der Fachmann spricht von "Natürlicher Selbstreinigung".

Auch in der obersten Bodenschicht finden sich eine große Zahl von Bakterien. Wird Abwasser über dem Boden versprüht oder verrieselt, so ernähren sich auch diese Bakterien von den organisch-fäulnisfähigen Stoffen des Abwassers. Es erfolgt also ebenfalls eine natürliche Selbstreinigung im Boden.

Der Abwasserfachmann hat nun die Vorgänge der natürlichen Selbstreinigung der Natur abgesehen und wendet sie in konzentrierter Form bei der "Biologischen Reinigung" an. Das ganze Geheimnis besteht nun darin, daß gelöste und feine Schwebestoffe, die sich von selbst nicht mehr absetzen, durch die Lebensvorgänge der Bakterien in fester Form, in "Absetzbare Stoffe", übergeführt werden. Wenn

die Bakterien die Nährstoffe aus dem Abwasser entfernt haben, ist das Abwasser fäulnisunfähig und damit biologisch gereinigt.

Die biologische Stufe einer Abwasserreinigungsanlage besteht daher immer aus zwei Einheiten. In der ersten Einheit werden die Bakterien, die das Abwasser reinigen sollen, gezüchtet und in der zweiten Einheit, einem Absetzbecken, werden die in Bakterienmasse überführten ehemaligen Schmutzstoffe durch Absetzen aus dem Abwasser entfernt. Die Bakterien können nun in der ersten Einheit frei im Wasser schweben, ähnlich wie bei der natürlichen Selbstreinigung im Fluß. Dafür werden sogenannte Belebungsbecken gebaut. Oder die Bakterien können an Steinen haften und das Abwasser tropft an den Steinen herunter. Wir sprechen von einem Tropfkörper.



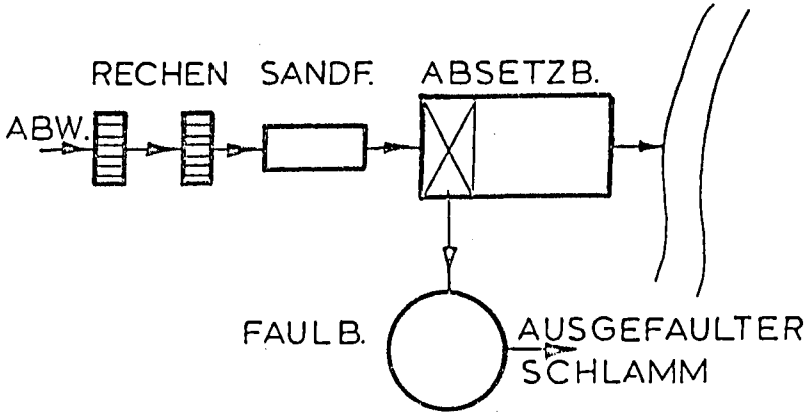
Bei entsprechend langer Aufenthaltszeit des Abwassers im Belebungsbecken oder Tropfkörper werden alle organisch-fäulnisfähigen Stoffe durch die Mikroorganismen des Abwassers entfernt. Das Abwasser ist dann fäulnisunfähig. Wird die Aufenthaltszeit des Abwassers in der biologischen Stufe etwas kürzer gewählt, so verbleiben noch einige Nährstoffe im Abwasser. Es ist nur zum Teil fäulnisunfähig. Der Fachmann spricht von "Teilbiologischer Reinigung".

Durch die mechanische Reinigung werden nur die Krankheitserreger entfernt, die fest an Kotpartikelchen haften. Mit der biologischen Reinigung werden jedoch auch freischwebende Krankheitserreger beseitigt. Insgesamt werden durch die biologischen Reinigungsprozesse etwa 90-95 % der Krankheitserreger entfernt. Wird das biologisch gereinigte Abwasser mit Chlor versetzt, so können die Krankheitserreger restlos abgetötet werden.

Nach der biologischen Reinigung verbleiben im Abwasser jedoch manche gelöste mineralische Stoffe, die in Seen als Düngestoffe für Wasserpflanzen (z.B. Algen) wirken können. Die Wasserpflanzen können das Seewasser stark trüben. Manche mineralische Düngestoffe des Abwassers lassen sich durch Zugabe von Chemikalien entfernen. Die Chemikalien gehen mit den gelösten anorganischen Stoffen des Abwassers eine chemische Verbindung ein, wobei ungelöste Stoffe entstehen, die wiederum durch Absetzen entfernt werden können. Diese Reinigung, die nur für Seen von Bedeutung ist, nennt man auch die "Dritte Reinigungsstufe". (1. Stufe - mechanische Reinigung, 2. Stufe - biologische Reinigung). Die dritte Reinigungsstufe soll man jedoch nur dann anwenden, wenn eine Ableitung des Abwassers durch eine Ringkanalisation um den See aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich ist.

6. Gesamtanordnung von Abwasserreinigungsanlagen

1. Mechanische Reinigung



MECHANISCHE REINIGUNG

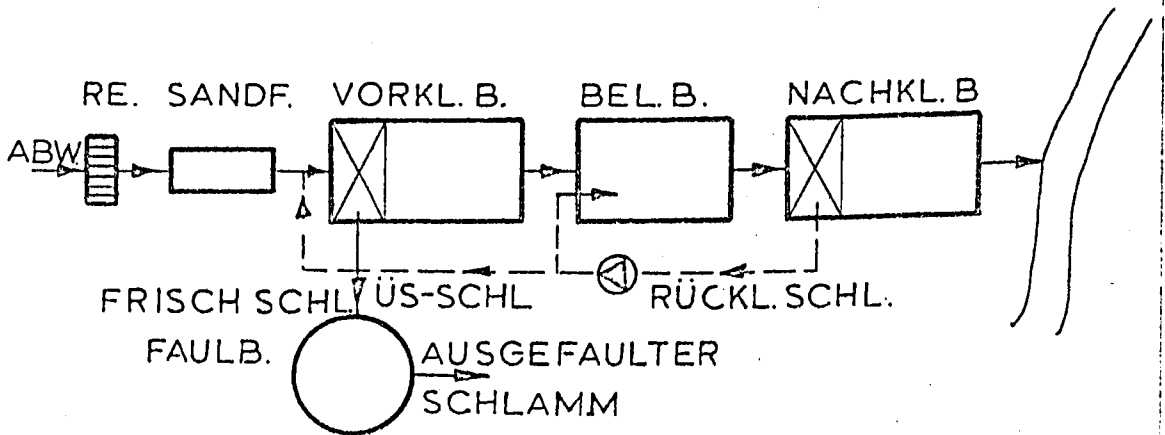
Eine mechanische Abwasserreinigungsanlage besteht aus Rechen (Grob- u. Feinrechen oder nur Feinrechen), Sandfang und Absetzbecken.

Der in den Absetzbecken anfallende Schlamm ist stark fäulnisfähig und muß ebenfalls fäulnisunfähig gemacht werden. Er wird in Faulbehälter gepumpt und hier einer gesteuerten Faulung unterworfen. Bei dieser Faulung entstehen keine übelriechenden Gase. Der aus dem Faulbehälter abgelassene ausgefautete Schlamm riecht nicht mehr und kann landwirtschaftlich verwertet werden.

Die mechanische Reinigung soll infolge ihres geringeren Effektes, es werden ja nur etwa $\frac{1}{3}$ der fäulnisfähigen Stoffe entfernt, nur bei kleinen Abwassermengen und großen Flüssen als endgültige Lösung eingesetzt werden. In vielen Ländern wird die mechanische Reinigung nur als Übergangslösung oder für Sonderfälle eingesetzt. Angestrebt wird allgemein eine biologische Reinigung. Eine biologische Reinigung fordert etwa 50-80 % mehr an Bau- und Betriebskosten gegenüber einer mechanischen Reinigung. Wenn man jedoch berücksichtigt, daß für Kanalisation und Kläranlage auf die Kläranlage 20 % und auf das Kanalnetz 80 % der Gesamtkosten entfallen, so werden

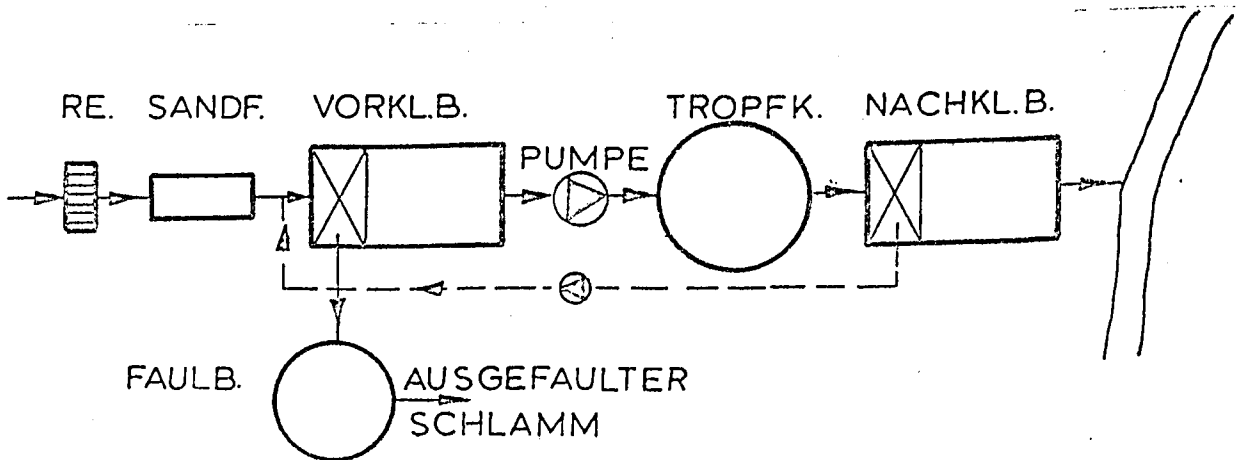
bei nur mechanischer Reinigung etwa 5-10 % der Gesamtkosten vermindert. Mit Rücksicht auf das Gewässer sollte daher gleich eine biologische Reinigung angestrebt werden.

2. Biologische Reinigung



BIOLOGISCHE REINIGUNG - BELEBUNGSBECKEN

Eine biologische Reinigungsanlage besteht aus den Einheiten der mechanischen Reinigungsanlage (Rechen, Sandfang, Absetzbecken - jetzt als Vorklärbecken bezeichnet) Tropfkörper oder Belebungsbecken und Nachklärbecken. Die bei dem biologischen Reinigungsprozess entstehende Bakterienmasse, die sich im Nachklärbecken abscheidet, wird dem Zulauf beigegeben und setzt sich mit den absetzbaren Stoffen des Rohwassers im Vorklär-

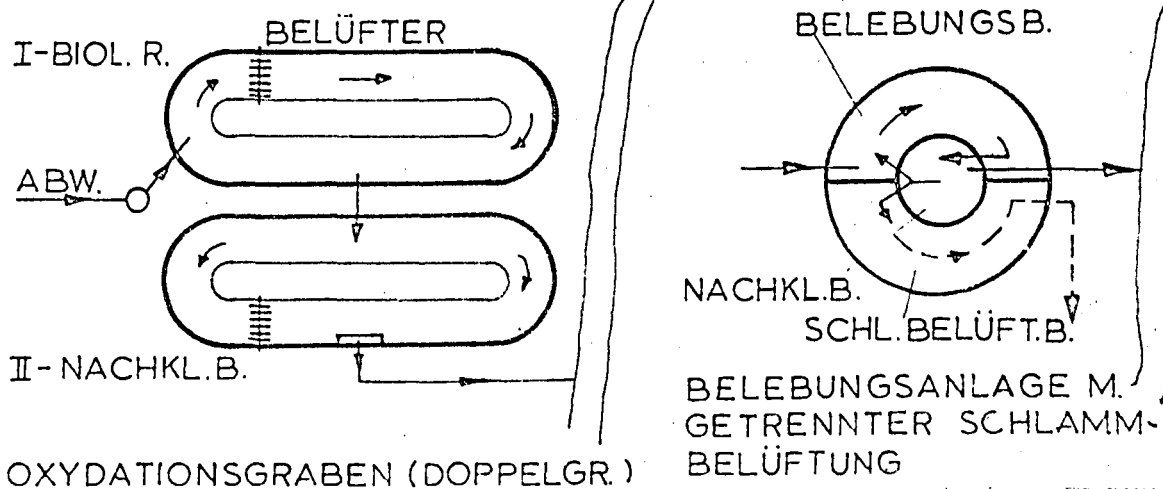


BIOLOGISCHE REINIGUNG - TROPFKÖRPER

becken ab. Von hier werden jetzt die gegenüber der mechanischen Reinigung vergrößerten Schlammengen in den Faulbehälter gepumpt und dort ebenfalls ausgefault.

Beim Belebungsverfahren ist ein Kreislauf Belebungsbecken - Nachklärbecken erforderlich, um die im Belebungsbecken gezüchteten Bakterien vom gereinigten Abwasser abzutrennen und wieder dem Belebungsbecken zuzuführen. Beim Tropfkörper kann ebenfalls in manchen Fällen eine Rücknahme von biologisch gereinigtem Abwasser zum Tropfkörper zweckmäßig sein.

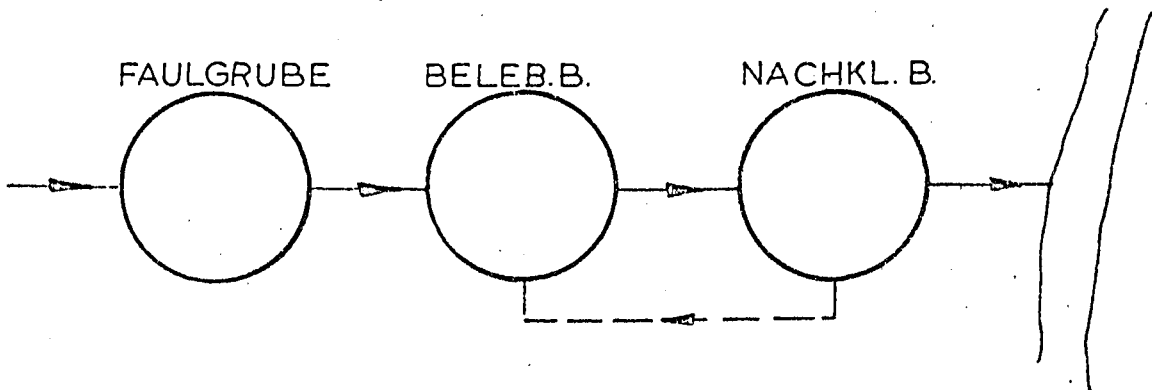
3. Biologische Reinigung mit Langzeitbelüftung



Für kleinere und mittlere Abwassermengen ist man in neuerer Zeit dazu übergegangen, auf Vorklärbecken und Faulbehälter zu verzichten. Das Belebungsbecken wird so groß gebaut, daß auch die absetzbaren Stoffe des Rohabwassers im Belebungsbecken fäulnisunfähig gemacht werden. Man kann daher bei diesen Anlagen z.B. Oxydationsgräben, auf Vorklärbecken und Faulbehälter verzichten. Andere Sonderformen des Belebungsverfahrens mit verlängerter Belüftungszeit arbeiten nach einem ähnlichen Prinzip.

Bei einigen Anlagen wird auch der Schlamm, der aus dem Belebungsbecken entfernt wird, in einem getrennten Schlammbelüftungsbecken fäulnisunfähig gemacht. Bei vielen Anlagen sind Belebungsbecken ringförmig um ein rundes Nachklärbecken angeordnet.

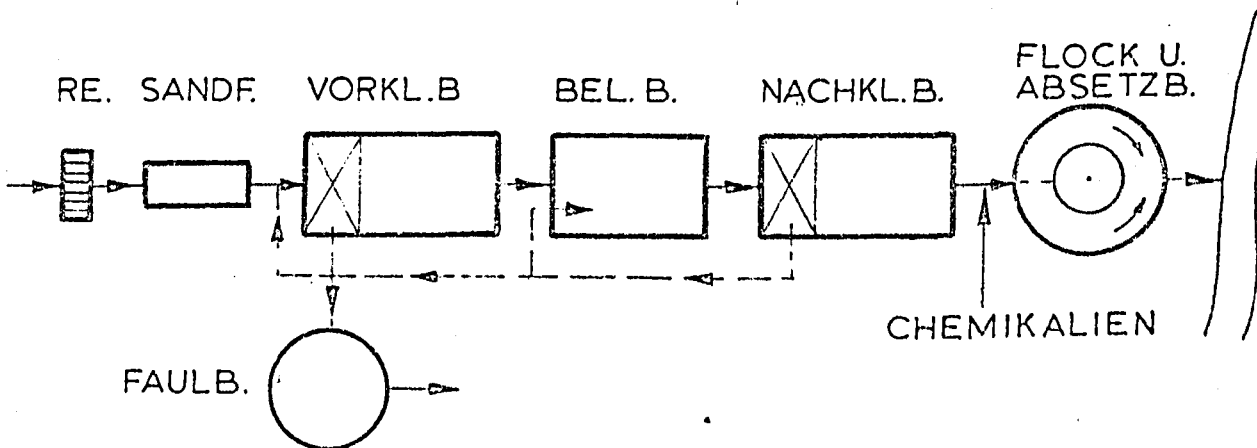
4. Biologische Reinigung nach Abwasserfaulgrube



BIOLOGISCHE REINIGUNG NACH ABWASSERFAULGRUBE

Bei sehr kleinen Abwassermengen kann man auch einer Faulgrube ein Belebungsbecken und Nachklärbecken nachschalten. Um einen möglichst einfachen und wartungsfreien Betrieb zu erhalten, wird hier wie bei den Hausklärgruben mechanische Reinigung und Faulung des Schlammes in einem Becken durchgeführt.

5. Dritte Reinigungsstufe

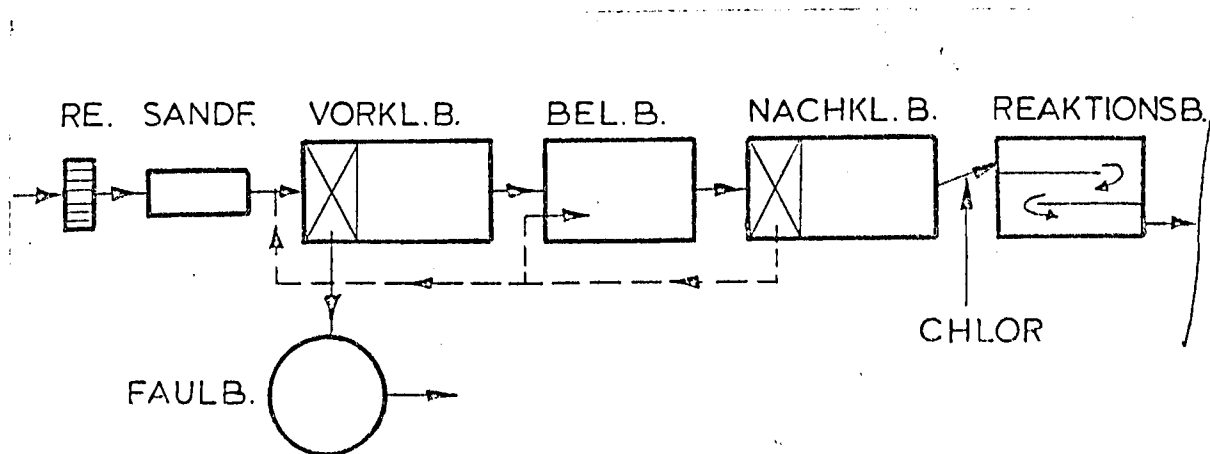


3. REINIGUNGSSTUFE (NACHFÄLLUNG)

Um die nach der biologischen Reinigung im Abwasser verbleibenden mineralischen Düngestoffe zu entfernen, können die Chemikalien direkt dem Zulauf zum Belebungsbecken zugegeben werden. Es sind dann keine weiteren Becken erforderlich. Die sich aus den Chemikalien bildenden unlöslichen Verbindungen werden mit der überschüssigen Bakterienmasse als Schlamm entfernt. Die Anlage wird daher genauso ausgebildet wie eine normale biologische Reinigungsanlage mit Belebungsbecken.

Man kann die Chemikalien auch dem gereinigtem Ablauf zugeben, muß allerdings dann noch ein Flockungsbecken und ein Absetzbecken (z. Teil in einem Baukörper untergebracht) hinter der biologischen Reinigung anordnen. Man spricht dann auch von chemischer Nachfällung. Der sich bildende chemische Schlamm wird direkt auf Schlammbeete abgelassen. Da er nur aus mineralischen Bestandteilen besteht, ist er nicht fäulnisfähig.

6. Biologische Reinigung und Entkeimung



BIOLOGISCHE REINIGUNG MIT ENTKEIMUNG

Wird gefordert, daß das Abwasser nach biologischer Reinigung vollständig entkeimt werden soll, so ist der biologischen Anlage noch eine Entkeimungsanlage nachzuschalten. Das gereinigte Abwasser wird dazu mit Chlor versetzt. Damit sichergestellt ist, daß alle Krankheitserreger abgetötet werden, muß das Chlor in einem Reaktionsbecken etwa 20-30 Minuten auf das Abwasser einwirken. Danach fließt das entkeimte Abwasser in das Gewässer.

PHYSIK IN DER ABWASSERTECHNIK
=====

1. Feste, flüssige und gasförmige Körper
(Volumen, Gewicht, Artgewicht, Druck)

Feste Körper haben eine feste Gestalt, die man nur durch äussere Einflüsse ändern kann.

Beispiel: Man schlägt mit einem Hammer auf einen Niet und die Form ändert sich.

Flüssige Körper haben keine bestimmte Gestalt.

Beispiel: Das Wasser in einem Kübel hat die Gestalt des Kübels, giesst man es in ein Rohr, so hat es die Gestalt des Rohres.

Gemeinsam ist den festen und flüssigen Körpern, dass sie das gleiche Volumen und das gleiche Gewicht behalten, wenn man ihre Gestalt ändert.

Beispiel: Der Niet hat das gleiche Gewicht vor und nach der Verformung durch den Hammerschlag.

Gasförmige Körper haben keine feste Gestalt und ein veränderliches Volumen.

Beispiel: Lässt man aus dem Gashahn Gas ausströmen, so riecht es bald in der ganzen Küche nach Gas.

Das Volumen von Körpern, Flüssigkeiten und Gasen wird gemessen in:

Kubikmeter (m^3): Das ist der Inhalt eines Würfels von 1 m Breite, 1 m Länge und 1 m Höhe.

Liter (l): ist dasselbe wie

Kubikdezimeter (dm^3): Das ist der Inhalt eines Würfels von 1 dm (10 cm) Länge, 1 dm Breite, 1 dm Höhe.

1 Kubikmeter (m^3) enthält 1000 l, beziehungsweise 1000 dm^3

Kubikzentimeter cm^3 : ist dasselbe wie

Milliliter (ml) : Das ist der Inhalt eines Würfels von 1 cm Kantenlänge.

1 Liter (l) enthält 1000 Kubikzentimeter (cm^3)

Das Gewicht von Körpern wird gemessen in:

Tonne (t), Kilogramm (kg) und Gramm (g) sowie Milligramm (mg)

1 Tonne (t) enthält 1000 Kilogramm (kg)

1 Kilogramm (kg) enthält 1000 Gramm (g)

1 Gramm (g) enthält 1000 Milligramm (mg)

Nun haben gleich grosse Körper, wenn sie aus verschiedenem Material hergestellt werden, ein unterschiedliches Gewicht, sie haben verschiedenes Artgewicht.

Beispiel: Ein Eisenniet ist viel schwerer als ein gleich grosser Aluminiumniet. Das Artgewicht des Eisens ist grösser als das von Aluminium.

Das Artgewicht oder spezifische Gewicht ist das Gewicht (in Gramm) eines Kubikzentimeters eines Stoffes.

Beispiel für Artgewichte:

| | | | | |
|--------|---------------|---------------------|--------|----------|
| Gold | 19,3 g/cm^3 | Quecksilber | 13,6 | g/cm^3 |
| Silber | 10,5 " | Meerwasser (salzig) | 1,03 | " |
| Eisen | 7,5 " | Wasser | 1,0 | " |
| Holz | 0,7 " | Benzin | 0,65 | " |
| Kork | 0,2 | Luft | 0,0013 | " |

Für Arbeiten mit Wasser ist interessant, dass es genau ein Artgewicht von 1 g/cm^3 hat.

Das bedeutet: 1 m^3 Wasser wiegt 1 Tonne (t)

1 l Wasser wiegt 1 Kilogramm (kg)

1 cm^3 Wasser wiegt 1 Gramm (g)

Aus der Tabelle ist nun zu ersehen, dass es Stoffe gibt, deren Artgewicht grösser ist als 1. Diese Stoffe gehen im Wasser unter. (Beispiel: Eisen). Andere Stoffe haben ein geringeres Artgewicht als Wasser, sie schwimmen (Beispiel: Kork, Benzin)

Auf der Kläranlage nützt man diesen Effekt aus in den Absetzbecken. Schlammstoffe haben ein grösseres Artgewicht als Wasser, sie setzen sich ab. Holzstücke, Fett und Korken haben ein geringeres Artgewicht als Wasser, sie schwimmen auf dem Wasser des Absetzbeckens.

Nun dehnen sich alle Körper mit zunehmender Temperatur aus, bzw. sie ziehen sich mit abnehmender Temperatur zusammen. Schneidet man also aus einem kalten Stück Eisen einen Würfel von 1 cm Kantenlänge heraus und aus einem heissen Eisen auch, so wiegt der Würfel, der aus dem kalten Eisen herausgeschnitten wurde, mehr als der andere. Das Artgewicht eines Stoffes ändert sich also mit der Temperatur. Diesen Effekt nützt man aus bei der Warmwasserheizung. (Gedacht wird dabei an alle Heizungsanlagen ohne Umwälzpumpe.) Im Heizungskessel wird das Wasser erwärmt und steigt in den Heizungsrohren auf. Dafür fliesst dann kaltes Wasser wieder in den Heizkessel zurück. Solange geheizt wird, fliesst das Wasser von selbst immer im Kreislauf.

Gasförmige Körper unterscheiden sich von den festen und flüssigen Körpern hauptsächlich dadurch, dass sie sich zusammendrücken lassen. Gase wirken wie eine Feder. Beispiel: Man hält die Öffnung einer Fahrradluftpumpe zu und drückt den Pumpenstiel; die Luft in der Luftpumpe wird zusammengedrückt. Lässt man jetzt den Stiel los, so geht er wieder zurück in seine alte Lage.

Die gleiche Menge an Luft kann also je nach dem Druck ein verschiedenes Volumen haben. Für die Luftmengenmessung müsste man deshalb ausser der Menge (m^3) auch noch den Druck angeben. Damit man nun die Mengen besser vergleichen kann, werden Luftmengen

und Gasmengen auf den "Normaldruck" bezogen. Der Normaldruck ist der Luftdruck, der normalerweise auf der Erde herrscht. Der Normaldruck ist auf dem Barometer bei 760 mm Quecksilbersäule angegeben. Das heisst, die Luft drückt mit derselben Kraft auf die Erde wie eine 76 cm hohe Quecksilberschicht. Quecksilber hat ein Artgewicht von $13,6 \text{ g/cm}^3$. Auf einen Quadratcentimeter (cm^2) drücken also $13,6 \cdot 76 \approx 1000 \text{ g} = 1 \text{ kg}$. Der Normaldruck ist demnach 1 kg/cm^2 . Hiefür hat man die Abkürzung 1 ata (Atmosphäre) eingeführt. Bekannter ist die Druckangabe atü (Atmosphärenüberdruck), das ist der Druck in kg/cm^2 , der über den Normaldruck hinausgeht. Beispiel: Im Inneren eines Autoreifens, der mit 2,5 atü aufgepumpt wurde, herrscht ein Druck von 3,5 ata.

Verdoppelt man den Druck auf ein Gas, so geht das Gasvolumen auf die Hälfte zurück. Verdreifacht man den Druck, so bleibt nur ein Drittel des Volumens.

Das Produkt Druck · Volumen eines Gases bleibt gleich.

$$p \cdot V = \text{konstant.}$$

Beispiel: Eine Gasflasche hat 8 l Inhalt. Das Gas darin hat einen Druck von 100 atü (das sind 101 ata). Wieviel l Gas sind das unter Normalverhältnissen von 1 ata Druck ?

$$(1) \quad p_1 \cdot V_1 = 101 \cdot 8 = 808$$

$$(2) \quad p_2 \cdot V_2 = 1 \cdot 808 = 808$$

Unter Normalverhältnissen sind 808 l Gas in der Flasche.

Druck wird angegeben als
at (ata oder atü) in kg/cm^2 (Kilogramm pro Quadratcentimeter)
oder in mm Hg (Millimeter Quecksilbersäule) oder in
m WS (Meter Wassersäule).

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 10 \text{ m WS} \sim 760 \text{ mm Hg}$$

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 10 \text{ t/m}^2 = 10.000 \text{ kg/m}^2$$

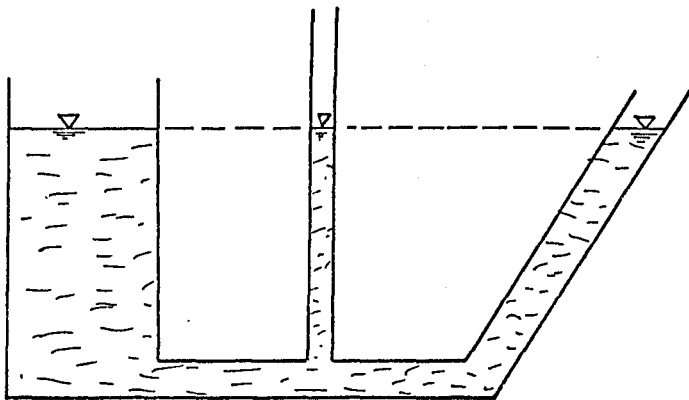
2. Hydraulik

In der Hydraulik wird unterschieden:

Hydrostatik (Wasserstatik): Gesetzmässigkeiten des stehenden Wassers

Hydrodynamik: Gesetzmässigkeiten des fliessenden Wassers

Von der Hydrostatik ist das Gesetz der kommunizierenden (verbundenen) Röhren das wichtigste. Es besagt, dass in verbundenen



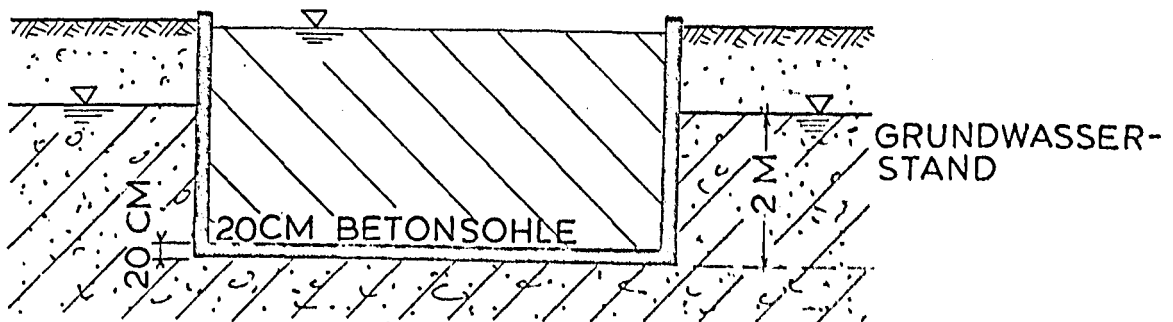
Röhren oder Gefässen sich das Wasser stets auf gleicher waagrechter Höhe einstellt.

Das einfachste Beispiel ist die Schlauchwaage, wie sie beim Bau verwendet wird.

Das Prinzip der kommunizierenden Röhren zeigt, dass der Druck des stehenden Wassers durch das Wasser

weitergeleitet wird. Hierauf beruht auch der Auftrieb.

Beispiel: Ein rechteckiges Becken steht 2 m tief im Grundwasser. Darf man dieses Becken ganz entleeren ?



Druck unter der Sohle des Beckens: 2 m WS = $2,0 \text{ t/m}^2$

Gewicht der Betonsohle: (Artgewicht Beton = $2,4 \text{ t/m}^3$)

20 cm Betonplatte = $0,2 \text{ m}^3 \text{ Beton/m}^2$

Gewicht der Platte: $0,2 \cdot 2,4 = 0,48 \text{ t/m}^2$

Unter der Sohlplatte drücken also $2,0 \text{ t/m}^2$ und die Sohlplatte wiegt nur $0,48 \text{ t/m}^2$. Man darf das Becken also bei dem hohen Grundwasserstand nicht ganz entleeren, sonst bricht die Sohlplatte, oder das ganze Becken schwimmt auf.

Bevor also Becken geleert werden, muss man sich zuerst überzeugen, wie hoch der Grundwasserstand ist. Steht der Grundwasserstand höher als die Oberkante der Beckensohle, so sollte immer ein Bausachverständiger hinzugezogen werden.

Interessanter für den Kläranlagenbetrieb sind die Gesetze des fließenden Wassers.

Beim fließenden Wasser wird die Fließgeschwindigkeit (abgekürzt v) gemessen in Meter pro Sekunde (m/s).

Die Durchflussmenge (abgekürzt Q) wird angegeben in:

- Liter pro Sekunde (l/s)
- Kubikmeter pro Sekunde (m^3/s)
- Liter pro Minute (l/min)
- Kubikmeter pro Stunde (m^3/h)

Am gebräuchlichsten ist Liter pro Sekunde. Auf Pumpen wird die Leistung vielfach in Liter pro Minute angegeben.

Umrechnungen:

$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^3/\text{s} &= 1000 \text{ l/s} \\ 1 \text{ l/s} &= 60 \text{ l/min} = 3600 \text{ l/h} = 3,6 \text{ m}^3/\text{h} \\ 1 \text{ l/min} &= 0,0166 \text{ l/s} \\ 1 \text{ m}^3/\text{h} &= 0,277 \text{ l/s} \end{aligned}$$

Beispiel: Auf dem Typenschild einer Pumpe ist angegeben

$Q = 720 \text{ l/min}$. Wieviel l/s fördert die Pumpe ?

$$Q = 720 \text{ l/min} \cdot 0,0166 = 12 \text{ l/s}$$

=====

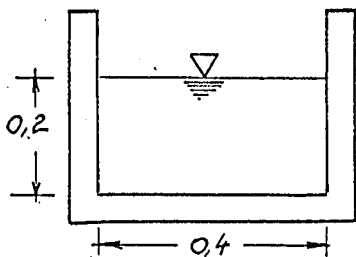
Die Pumpe fördert also 12 l/s .

Das einfachste Fließgesetz ist das Kontinuitätsgesetz.

Es besagt, dass das Produkt aus Fließquerschnitt (F) und Fließgeschwindigkeit (v) gleich der Durchflussmenge (Q) ist. Bei gleicher Durchflussmenge (Q) muss also das Produkt aus Fließquerschnitt (F) und Fließgeschwindigkeit (v) gleich sein.

$$Q = F_1 \cdot v_1 = F_2 \cdot v_2$$

Beispiel: Auf der Kläranlage ist das Gerinne zwischen Sandfang und Vorklärbecken 0,4 m breit. Der Wasserstand beträgt 0,20 m und die Fließgeschwindigkeit 0,6 m/s. Wie gross ist die Durchflussmenge ?

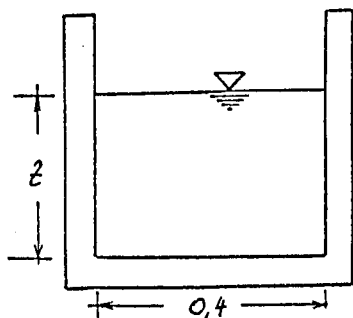


$$Q = F \cdot v$$

$$\text{Durchflußquerschnitt (F)} = 0,2 \cdot 0,4 = 0,08 \text{ m}^2$$

$$Q = 0,08 \cdot 0,6 = 0,048 \text{ m}^3/\text{s} = \underline{48 \text{ l/s}}$$

Die gleiche Menge fließt zwischen Vorklärbecken und Belebungsbecken in einem gleich breiten Gerinne mit einer Geschwindigkeit von 0,4 m/s. Wie hoch steht das Wasser in dem Gerinne ?



$$Q = F \cdot v$$

$$0,048 = F \cdot 0,4$$

$$F = 0,048 : 0,4 = 0,12$$

$$F = b \cdot z = 0,4 \cdot z$$

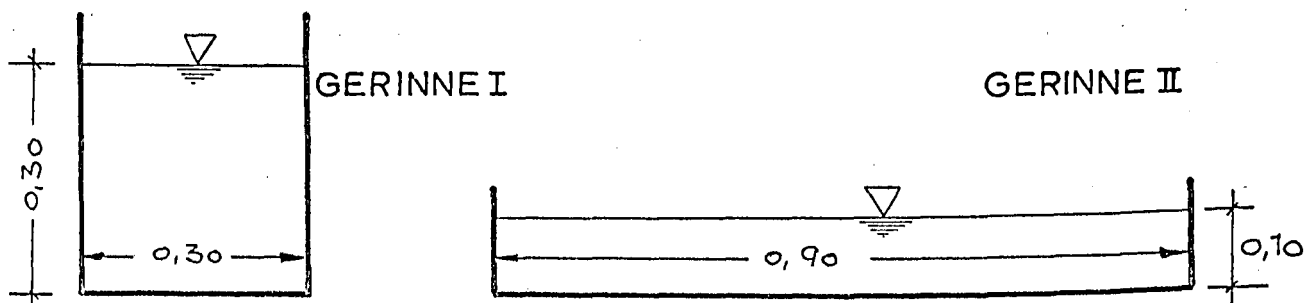
$$z = 0,12 : 0,4 = \underline{0,3 \text{ m}}$$

Das Wasser steht in dem Gerinne 0,3 m (= 30 cm) hoch.

Damit nun das Wasser fließt, braucht es stets ein Gefälle. Das Gefälle ist nötig, um die Reibung zwischen dem Wasser und den

Wänden der Gerinne zu überwinden. Das notwendige Gefälle ist bei gleicher Durchflussgeschwindigkeit von der Rauigkeit der Gerinnewände und dem Verhältnis Gerinnefläche zu benetzter Wandfläche, das ist der hydraulische Radius, abhängig.

Beispiel: Gleiche Durchflussmenge in beiden Gerinnen

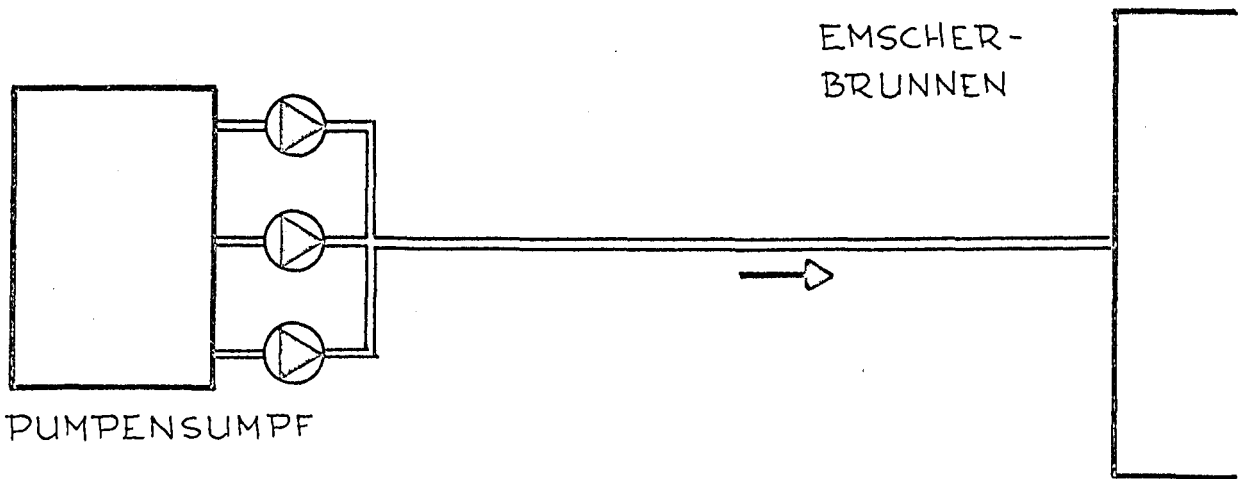


In beiden Gerinnen ist der Durchflussquerschnitt gleich gross. Der benetzte Umfang beträgt bei Gerinne 1 0,90 m und bei Gerinne 2 1,10 m, deshalb braucht das Wasser im Gerinne 2 ein grösseres Gefälle.

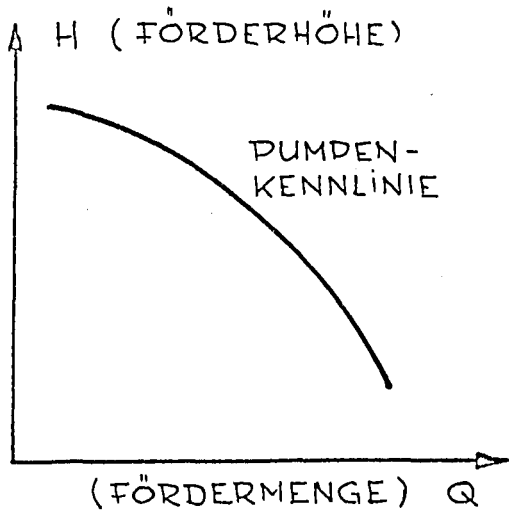
In geschlossenen, ganz vollaufenden Leitungen, wie Dükern und Druckleitungen, ist der Durchflussquerschnitt und der benetzte Umfang bei jeder Durchflussmenge gleich, nur die Fliessgeschwindigkeit ändert sich. Nun steigen mit der Fliessgeschwindigkeit aber auch die Reibungsverluste, und zwar fast mit dem Quadrat der Fliessgeschwindigkeit. Das heisst, wenn die Durchflussmenge durch ein Rohr verdoppelt wird, steigen die Reibungsverluste fast auf das Vierfache.

Beispiel:

Auf einer Kläranlage sind drei gleich grosse Rohabwasserpumpen installiert. Die reine Hubhöhe ist 8 m. Wenn eine Pumpe alleine arbeitet, beträgt der Reibungsverlust in der Druckleitung rd. 1,00 m. Die Pumpe muss also einen Druck von $8,00 + 1,00 \text{ m} = 9,00 \text{ m WS}$ erzeugen. Wird jetzt die zweite Pumpe dazugeschaltet, so verdoppelt sich die Fördermenge, und die Reibungsverluste



steigen um das 4-fache. Jede der Pumpen muss also einen Druck von $8,00 + 4 \cdot 1,00 \text{ m} = 12 \text{ m WS}$ erzeugen. Wird jetzt auch noch die dritte Pumpe dazugeschaltet, so wird die dreifache Menge von einer Pumpe gefördert, die Reibungsverluste steigen um das 3^2 -fache gleich 9-fache. Die Pumpen müssen dann einen Druck von $8,00 + 9 \cdot 1,00 = 17 \text{ m WS}$ erzeugen. Tatsächlich liegen die Verhältnisse aber etwas anders, weil mit steigendem Gegendruck



die Fördermengen der Pumpen abnehmen. Auf jeder Pumpe ist deshalb ausser der Fördermenge (Q) auch noch die Förderhöhe (H) angegeben, bei der die Fördermenge (Q) erreicht wird. In der Praxis bedeutet das, dass drei gleiche Pumpen zugleich nicht das Dreifache einer alleinlaufenden Pumpe fördern, wenn die Pumpen in eine gemeinsame Druckleitung fördern.

Damit in Ruhe befindliches Wasser überhaupt anfängt zu fließen, muss zunächst ein Höhengsprung oder ein Druckunterschied vorhanden sein. Dieser Höhengsprung heisst "Geschwindigkeitshöhe" (h_v).

Es ist: $h_v = \frac{v^2}{2g}$, worin v die Fließgeschwindigkeit und $2g$ die 2-fache Erdbeschleunigung ($9,81 \text{ m/s}^2$), rd. 20 m/s^2 ist.

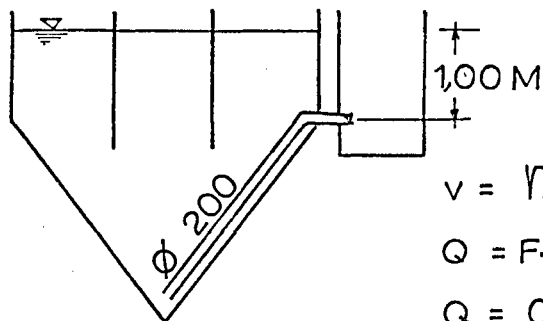
Die Geschwindigkeitshöhe steigt also mit dem Quadrat der Fließgeschwindigkeit. Das heisst, wenn man die Fließgeschwindigkeit verdoppelt, steigt die Geschwindigkeitshöhe auf das 4-fache.

Mit der Formel kann man ausrechnen, welche Menge aus einem Behälter ausfließt, wenn man den Druckunterschied kennt. Es gilt dann

$$v = \sqrt{2gh}$$

Beispiel:

Wieviel Schlamm fliesst durch ein Schlammabzugsrohr eines Absetzbeckens? Die Ausflussöffnung des Rohres liegt 1,00 tiefer als der Wasserspiegel und der Durchmesser des Rohres beträgt 20 cm.



$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{20 \cdot 1} = 4,35 \text{ m/s}$$

$$Q = F \cdot v; \quad F = \pi \cdot 0,2 \cdot 0,2 \cdot \frac{1}{4} = 0,0314 \text{ m}^2$$

$$Q = 0,0314 \cdot 4,35 = 0,135 \text{ m}^3/\text{s} = 135 \text{ l/s}$$

Der Ausfluss beträgt nach dieser Rechnung 135 l/s. Tatsächlich ist der Ausfluss geringer, weil auch noch die Reibungsverluste berücksichtigt werden müssen.

3. Wassermengenmessung

Um die Durchflussmenge zu bestimmen, muss man die Fließgeschwindigkeit messen. Aus dem Durchflussquerschnitt und der

Fliessgeschwindigkeit wird dann die Durchflussmenge berechnet.

Die Fliessgeschwindigkeit kann man messen mit einem Messflügel. Das ist ein Propeller, der sich entsprechend der Fliessgeschwindigkeit dreht. Solch ein Gerät ist normalerweise nicht auf einer Kläranlage vorhanden.

Man kann sich dann mit der Schwimmernessung helfen. Dazu wird ein Holzstück, welches möglichst weit im Wasser eintaucht, in ein gerades Stück Gerinne geworfen. Es wird dann die Zeit gemessen, die das Stück Holz benötigt, um eine bestimmte Strecke zu durchschwimmen. Um keine zu grossen Fehler zu machen, sollte die Strecke etwa 10 m lang sein. Weiterhin wird mit dem Zollstock die Breite und die Wassertiefe im Gerinne gemessen.

Beispiel: Der Schwimmer benötigt für eine 9 m lange Strecke eine Zeit von 15 Sekunden (abgelesen am Sekundenzeiger der Armbanduhr). Das Gerinne ist 30 cm breit, die Wassertiefe misst 25 cm. Wie gross ist die Fliessgeschwindigkeit und wie gross ist die Durchflussmenge ?

$$\text{In } 15 \text{ s} \quad 9,00 \text{ m}, \quad v = 9,00 : 15 = \underline{\underline{0,6 \text{ m/s}}}$$

$$\text{Durchflussquerschnitt:} \quad F = 0,3 \cdot 0,25 = \underline{\underline{0,075 \text{ m}^2}}$$

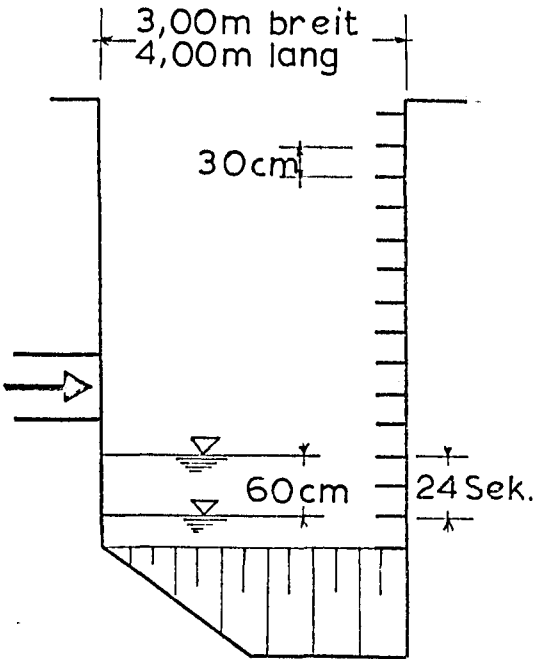
$$\text{Durchflussmenge:} \quad Q = F \cdot v = 0,075 \cdot 0,6 = \underline{\underline{0,045 \text{ m}^3/\text{s}}} = \underline{\underline{45 \text{ l/s}}}$$

Die Fliessgeschwindigkeit beträgt 0,6 m/s und die Durchflussmenge 45 l/s.

Hat man keine offenen Gerinne, sondern fliesst das Abwasser nur durch geschlossene Leitungen in den Pumpensumpf, so kann man die Durchflussmenge nach den Leistungsschildern der Pumpen ermitteln. Oft stimmt aber die tatsächliche Förderleistung nicht mit der des Typenschildes überein. Man kann sich dann mit der Behältermessung helfen. Dazu wird mit allen Pumpen der Pumpensumpf leergepumpt. Man macht sich dann zwei Höhenmarken im Pumpensumpf

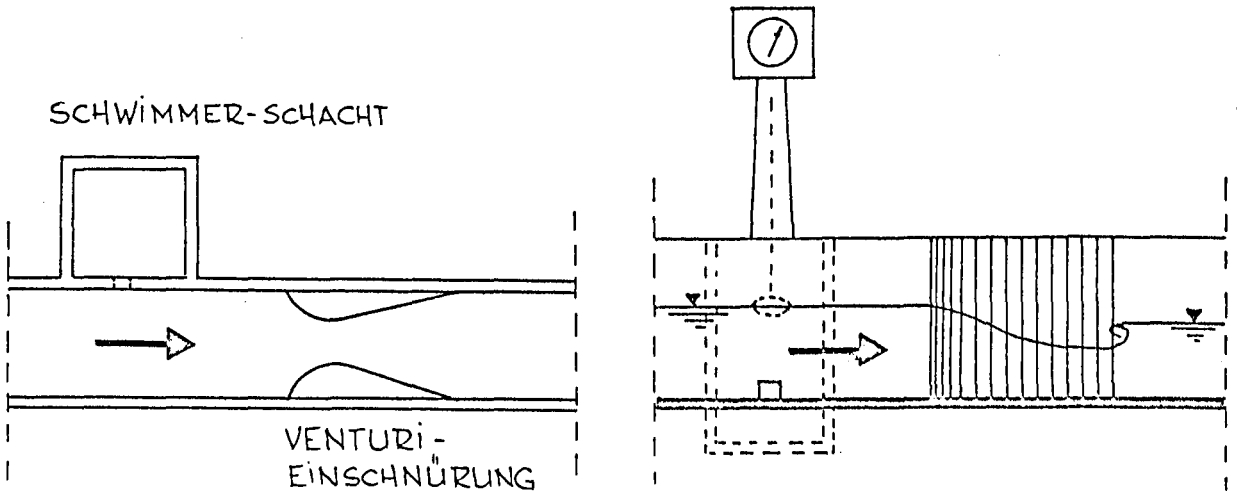
und misst die Zeit, die der Zufluss benötigt, um diesen Raum zwischen den Höhenmarken zu füllen. Die Höhenmarken müssen zwischen dem niedrigsten Wasserstand und der Unterkante des einmündenden Kanals liegen.

Beispiel: Ein Pumpensumpf von 3,00 m Breite und 4,00 m Länge hat in der Ecke Steigeisen. Die Steigeisen haben einen Abstand von 30 cm. Nach Abschalten der Pumpen stieg das Wasser im Pumpensumpf in 24 Sekunden über 2 Steigeisen.



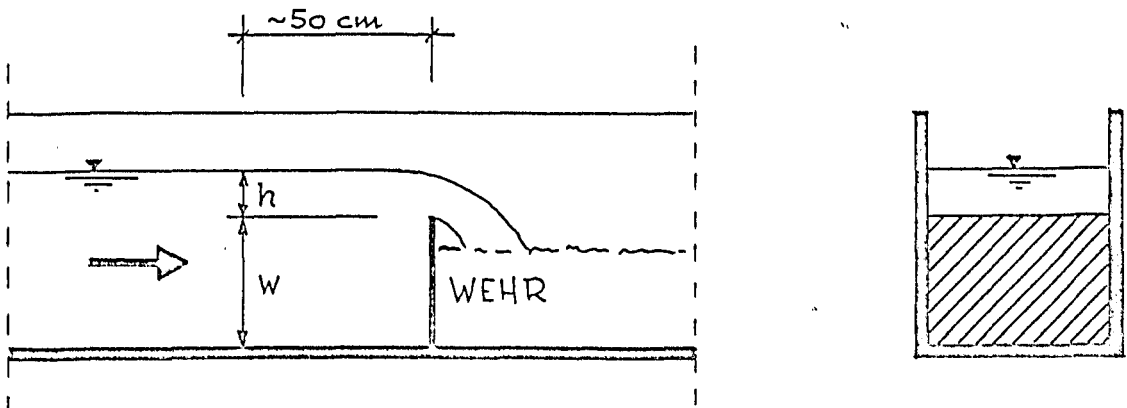
In 24 Sekunden flossen in den Pumpensumpf $3,00 \cdot 4,00 \cdot 0,60 = 7,2 \text{ m}^3 = 7200 \text{ l}$. Zufluss in 1 Sekunde:
$$Q = \frac{7200}{24} = 300 \text{ l/s}$$

Einfacher wird die Abwassermenge an einem Mengenmesser abgelesen. Die meisten Mengenmesser auf Kläranlagen arbeiten nach dem Prinzip des Venturikanals. Das Gerinne wird verengt, im engsten Querschnitt herrscht dann "schiessender Abfluss". Vor der Verengung ergibt sich ein leichter Stau. Aus dem Wasserstand vor der Verengung kann man die Durchflussmenge berechnen. Im Mengenmesser wird der Wasserstand mit einem Schwimmer oder einer Druckdose oder durch Einblasen von Luft gemessen. Die Durchflußmenge wird am Meßgerät angezeigt.



Venturikanäle arbeiten, wenn sie einmal richtig eingebaut sind sicher und störungsfrei. Erfolgt die Messung im Rohabwasser, so muß mindestens einmal wöchentlich der Meßschacht gereinigt werden. Hier sammeln sich die Schlammstoffe des Abwassers an, der Schwimmer kann auf dem Schlamm stehen und so eine falsche Anzeige hervorrufen. Die Richtigkeit des Mengennessers sollte man von Zeit zu Zeit durch eine Behältermessung oder durch eine Schwimmermessung überprüfen.

Ist auf einer Kläranlage kein Mengennesser vorhanden und sollen nur über eine gewisse Zeit die Abwassermengen gemessen werden, so kann man sich mit der Wehrmessung gut helfen. Es wird eine Holz- oder Stahltafel in einem entsprechendem Gerinne verkeilt.



Die Wehrtafel sollte so hoch sein, daß die Überfallhöhe h kleiner ist als die Wehrhöhe w (günstig: $w \approx 30$ cm). Der Wasserspiegel hinter dem Wehr muß tiefer liegen als die Wehroberkante. Die Überfallhöhe h wird ca. 50 cm vor dem Wehr gemessen (Mindestabstand $4 \cdot h$). Die Überfallmenge wird dann berechnet:

$$Q \text{ (l/s)} = 0,019 \cdot b \cdot \sqrt{h^3} \quad (\text{b und h in cm!})$$

Beispiel:

$$\text{Wehrbreite} \quad b = 30 \text{ cm}$$

$$\text{Überfallhöhe} \quad h = 5 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} Q &= 0,019 \cdot 30 \cdot \sqrt{5^3} \\ &= 0,019 \cdot 30 \cdot \sqrt{125} \\ &= 0,019 \cdot 30 \cdot 11,2 = \underline{\underline{6,4 \text{ l/s}}} \end{aligned}$$

In Druckleitungen sind zur Mengenummessung Blenden oder Einschnürungen eingebaut. Gemessen wird der Druckunterschied vor und hinter der Blende. Das Meßgerät zeigt den Durchfluß an. Ohne jede Einengung funktioniert die induktive Durchflußmessung in geschlossenen Rohren. Es wird ein Magnetfeld quer zur Strömungsrichtung erzeugt. Dadurch, daß das strömende Wasser das Magnetfeld durchschneidet wird auf induktivem Wege eine Spannung erzeugt. Diese Spannung wächst im selben Verhältnis wie die Durchflußgeschwindigkeit. An einem Anzeigegerät wird die Durchflußmenge abgelesen.

CHEMIE IN DER ABWASSERTECHNIK

Die Aufgabe einer Kläranlage ist es, die im Abwasser enthaltenen Schmutzstoffe, die für den Vorfluter schädlich sind, aus dem Abwasser herauszuholen oder in Stoffe umzuwandeln, die für den Vorfluter unschädlich sind. Man hat es bei der Abwasserreinigung also mit Stoffen und Stoffumwandlungen zu tun. Die Lehre von den Stoffen und Stoffänderungen 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, Chlor, Eisen, Blei, Silber.

Diese Elemente können für sich allein verwendet werden, wie z.B. Silber als Schmuck, reiner Sauerstoff beim Schweißen oder viele Schwermetalle (Eisen, Blei, Kupfer) in der Industrie. Oft treten die Elemente als Gemische auf, wie z.B. die Luft, die hauptsächlich aus den beiden Gasen Sauerstoff und Stickstoff besteht. Meist haben sich die Elemente aber zu Verbindungen vereinigt, wie z.B. die Flüssigkeit Wasser, die eine chem. Verbindung der beiden Gase Sauerstoff und Wasserstoff ist. Eine chemische Verbindung hat demnach ganz andere Eigenschaften als die Elemente, aus denen sie zusammengesetzt ist. Eine Verbindung kann dadurch verändert werden, daß man Elemente aus der Verbindung entfernt, oder andere hinzufügt. Diese Veränderung einer Verbindung oder die Bildung einer Verbindung aus Elementen nennt man eine "chemische Reaktion".

Um den Mechanismus einer chemischen Reaktion verstehen zu können, muß man vorher noch die kleinsten Bausteine, die Atome und Moleküle, kennen lernen, aus denen alle Elemente und Verbindungen aufgebaut sind.

Die Atome sind die kleinsten Einheiten, in die die Materie mit herkömmlichen physikalischen und chemischen Methoden zu teilen ist. Vereinigen sich zwei oder mehr Atome miteinander, so entsteht ein Molekül. Sowohl die Atome als auch die Moleküle können elektr. ungeladen oder negativ, bzw. positiv geladen sein. Die elektrisch geladenen Atome bzw. Moleküle nennt man Jon.

Diese Verhältnisse lassen sich am besten an Beispielen erklären. Da es zu umständlich und zu unübersichtlich ist, wenn man dabei die Namen der Elemente ausschreibt, haben die Chemiker für die Elemente Abkürzungen eingeführt. Die wichtigsten Elemente und ihre Abkürzungen (Symbole) sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

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

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

Da es 92 verschiedene Elemente gibt, die sich in verschiedenen Zahlenverhältnissen vereinigen können, ist eine sehr große Zahl verschiedener Verbindungen möglich. In der folgende Tabelle sind daher nur einige Beispiele zusammengestellt:

| | |
|----------------------|------------|
| Wasser: | H_2O |
| Kohlendioxyd: | CO_2 |
| Salzsäure: | HCl |
| Salpetersäure: | HNO_3 |
| Schwefelsäure: | H_2SO_4 |
| Natronlauge: | $NaOH$ |
| Kalziumhydroxyd: | $Ca(OH)_2$ |
| Schwefelwasserstoff: | H_2S |

Sind die Atome oder Moleküle elektrisch geladen, d.h. sind es Ionen, so wird die Art der Ladung durch ein + oder - angegeben, z.B.

| | |
|---------------------|-------------------------|
| Wasserstoff - Atom: | H |
| " - Molekül: | H_2 |
| " - Ion : | H^+ (positiv geladen) |

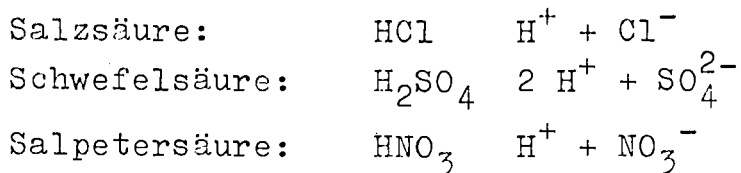
| | |
|-----------------|--------------------------|
| Chlorid - Atom: | Cl |
| " - Molekül: | Cl_2 |
| " - Ion: | Cl^- (negativ geladen) |

Löst man Salze, Säuren oder Laugen in Wasser, so zerfallen sie in positiv und negativ geladene Ionen, z.B.

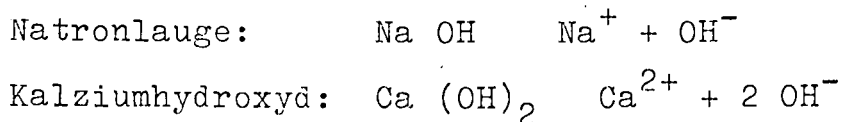
| | | | |
|----------------|-----------|-------------------|---------------------|
| Kochsalz: | Na Cl | \longrightarrow | $Na^+ + Cl^-$ |
| Salzsäure: | H Cl | \longrightarrow | $H^+ + Cl^-$ |
| Natronlauge: | Na OH | \longrightarrow | $Na^+ + OH^-$ |
| Schwefelsäure: | H_2SO_4 | \longrightarrow | $2 H^+ + SO_4^{2-}$ |

Löst man im Wasser verschiedene Verbindungen gleichzeitig, so reagieren sie miteinander, wobei die Ionen zusammentreten, die das größte Bestreben haben, sich miteinander zu vereinigen. Reagiert eine Säure mit einer Lauge, so nennt man diesen Vorgang Neutralisation. Um diese Reaktion zu verstehen, sollen erst die Begriffe Säure, Lauge und pH-Wert näher erläutert werden.

Säuren sind Verbindungen, die in wässriger Lösung Wasserstoff-Ionen abspalten, z.B. -



Laugen sind Verbindungen, die in wässriger Lösung OH-Ionen abspalten, z.B. -



Je mehr Wasserstoff-Ionen im Wasser enthalten sind, umso stärker ist die Säure. Je mehr OH - Ionen enthalten sind, umso stärker ist die Lauge.

Da sich die H^+ -Ionen und die OH^- -Ionen im Wasser in einem gewissen Gleichgewichtsverhältnis befinden, kann man auch sagen, daß sich in einer Lauge sehr viele OH^- -Ionen und sehr wenige H^+ -Ionen befinden. Man kann daher den sauren bzw. alkalischen Charakter einer Lösung durch ihren Gehalt an H^+ -Ionen ausdrücken. Z.B. befinden sich in einem stark sauren Wasser: 0,1 Mol H^+ -Ionen/l neutral reagierendem Wasser: 0,000 0001 Mol H^+ -Ionen/l stark alkalischem Wasser: 0, 000 000 000 00001 Mol H^+ -Ionen/l.

Diese Zahlen kann man auch einfacher als negative Hochzahlen (Potenzen) schreiben also:

stark sauer: 10^{-1}

neutral: 10^{-7}

stark alkalisch: 10^{-14}

Als pH-Wert verwendet man nun nur diese Hochzahlen und schreibt:

stark sauer: pH 1

neutral: pH 7

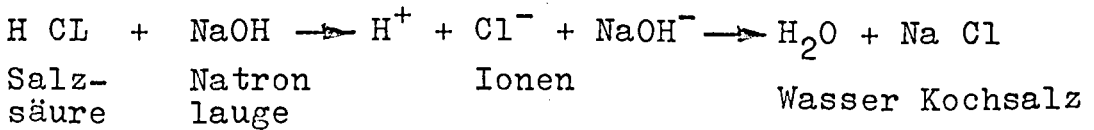
stark alkalisch: pH 14

Der pH-Wert gibt die Stärke der Säure bzw. Lauge an. Die pH-Skala reicht von 0 bis 14 wobei der pH-Wert 0 die stärkste Säure und der pH-Wert 14 die stärkste Lauge angibt. Bei einem pH-Wert von 7 reagiert das Wasser neutral, d.h. es ist weder sauer noch alkalisch.

Die Zwischenstufen gibt folgende Tabelle an.

| | | | | | |
|----|----------------|--------------|----------|----------------|--------------------|
| pH | <u>0 1 2 3</u> | <u>4 5 6</u> | <u>7</u> | <u>8 9 10</u> | <u>11 12 13 14</u> |
| | stark sauer | schw. sauer | neutral | schwach alkal. | stark alkalisch |

Bei der Neutralisation reagiert eine Säure mit einer Lauge, wobei die Wasserstoff-Ionen und die OH-Ionen sich zu Wassermolekülen verbinden, so daß die Lösung nicht mehr sauer bzw. alkalisch reagieren kann. Der Säure- und der Laugen-Rest verbinden sich zu einem Salz, z.B.



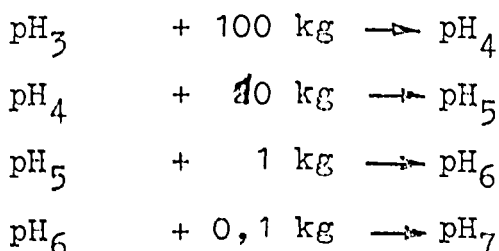
Will man daher eine Säure neutralisieren, so muß man eine Lauge hinzugeben. Eine Lauge muß man mit Säure neutralisieren.

Die am meisten verwendeten Neutralisationsmittel sind Kalk (Kalziumhydroxyd, $\text{Ca}(\text{OH})_2$), Salzsäure (HCl) und Schwefelsäure (H_2SO_4).

Um den pH-Wert um einen Wert zu verändern, muß jeweils 90 % der vorhandenen Säure bzw. Lauge neutralisiert werden. Diese Tatsache ist für die Praxis sehr wichtig, denn sie besagt, daß man umso weniger Neutralisationsmittel braucht, je weiter man sich dem Neutralpunkt (pH 7) nähert.

Folgendes Beispiel soll dies erläutern:

In einem Behälter befindet sich schwefelsaures Industrie-Abwasser mit einem pH-Wert 3. Gibt man z.B. 100 kg Kalk hinzu, so steigt der pH-Wert auf 4. Um auf pH 5 zu kommen, braucht man dann nur noch 10 kg Kalk, und der pH-Wert 6 wird durch eine weitere Zugabe von 1 kg Kalk erreicht. Durch weitere 0,1 kg Kalk steigt der pH-Wert von 6 auf 7, oder anders geschrieben:



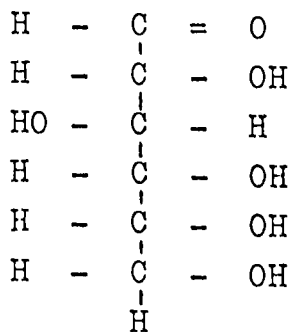
Die Chemie teilt man in zwei große Gruppen ein, und zwar in die "anorganische" und in die "organische" Chemie.

Die "Anorganische Chemie" umfaßt Stoffe und Stoffumsetzungen des unbelebten Mineralreiches. Die "organische" Chemie die Stoffe der belebten Natur und der Naturprodukte.

Die bisher besprochenen Stoffe und Reaktionen waren Beispiele aus dem Gebiet der anorganischen Chemie. Im Folgenden soll kurz auf die Gesetzmäßigkeiten der "Organischen Chemie" eingegangen werden. Der Grundbaustein aller organischen Verbindungen ist der Kohlenstoff (C), weshalb man die organische Chemie auch die Chemie der Kohlenstoffverbindungen nennt. Der Kohlenstoff zeichnet sich durch seine Fähigkeit aus, mit sich selbst große Moleküle zu bilden. Dabei verbindet sich ein Teil seiner vier "Arme" mit anderen Kohlenstoffatomen, ein Teil der "Arme" bleibt für andere Elemente frei.

Als Beispiel sei das Zuckermolekül schematisch dargestellt, das aus 6 Kohlenstoffatomen, 6 Sauerstoffatomen und 12 Wasserstoffatomen besteht. Als Summenformel kann man daher auch $C_6H_{12}O_6$ schreiben.

Die Struktur - Formel lautet:



Als solche Kohlenstoff-Ketten bzw. Kohlenstoff-Ringe mit seitlich angehängten anderen Atomen muß man sich alle organischen Stoffe, wie z.B. Eiweiße, Fett, Öl,

Benzin usw. vorstellen. Z.B. durch hohe Temperaturen oder bei der Verdauung im lebenden Organismus werden die langen Ketten in kleine Stücke zerbrochen und umgewandelt, bis nur noch anorganische Endprodukte übrigbleiben. Dieser "Abbau" der organischen Stoffe durch Lebewesen ist der wesentliche Teil der biologischen Abwasserreinigung.

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 als 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 bei der Wasser-
verunreinigung, bei der biologischen Reinigung des Abwassers und bei der Schlammbehandlung besprochen werden.

Wird 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 (z.B. Endlaugen der Kali-Industrie) und organisch verunreinigten Abwässern (z.B. häusliches Abwasser, Molkereiabwasser u.ä.) 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, wie folgendes Beispiel zeigt:

| Weser | Chlorid-Konzentration (g/m ³) | Wasserführung (m ³ /s) | Chlorid-Fracht (kg/s) |
|-------------|---|-----------------------------------|-----------------------|
| Veckerhagen | 1133 | 73,9 | 82,0 |
| Minden | 670 | 126 | 83,3 |

Die Chloridkonzentration nimmt zwar ab, die absolute Chloridmenge (Chlorid-Fracht) bleibt aber unverändert. Verfolgt man dagegen eingeleitete organische Abwässer, so tritt neben dem Verdünnungseffekt noch eine echte Abnahme der Gesamtschmutzmenge (BSB₅-Fracht) ein. Z.B.

| | BSB ₅ -Konzentration (g/m ³) | Wasserführung (m ³ /s) | BSB ₅ -Fracht (kg/s) |
|-------|--|--------------------------------------|------------------------------------|
| Ort A | 100 | 40 | 4,0 |
| Ort B | 20 | 60 | 1,2 |

Es müssen demnach bei organischen Abwässern im Vorfluter noch Prozesse ablaufen, durch die 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, Kohlenhydrate, Fette) als Nährstoffe, wobei sie sich je nach der Menge der angebotenen Nährstoffe mehr oder weniger stark vermehren. Im unbelasteten, sauberen Vorfluter kann man etwa mit 1.000 - 10.000 Bakterien im m³ Wasser rechnen. Durch Abwassereinleitung steigt die Zahl aber schnell auf über 1 Million Bakterien an.

Erläuterung des Begriffes "Biochemischer Sauerstoffbedarf" (in 5 Tagen) BSB₅:

Da man die Schmutzstoffe selbst im Abwasser chemisch nur schwer bestimmen kann, benutzt man als Maß für den Schmutzstoff-Gehalt den Sauerstoffbedarf, der beim mikrobiellen Abbau dieser Schmutzstoffe auftritt. Da sich dieser Abbau über eine lange Zeit (ca. 20 Tage) hinzieht, hat man sich dahingehend geeinigt, den Sauerstoffbedarf in 5 Tagen als indirektes Maß für den Schmutzstoffgehalt im Abwasser zu verwenden.

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

Eiweiß, Kohlenhydrate und Fette bestehen aus Kohlenstoff (C), Sauerstoff (O), Wasserstoff (H), Stickstoff (N), Schwefel (S), Phosphor (P) und anderen, nur in Spuren enthaltenen Elementen. Aus den Bausteinen des Eiweißmoleküls entstehen bei dem bakteriellen Abbau folgende Endprodukte:

| | | | |
|---|---------------|------------------|----------------|
| C | (Kohlenstoff) | CO ₂ | (Kohlendioxid) |
| O | (Sauerstoff) | | |
| H | (Wasserstoff) | H ₂ O | (Wasser) |
| N | (Stickstoff) | NO ₃ | (Nitrat) |
| S | (Schwefel) | SO ₄ | (Sulfat) |
| P | (Phosphor) | PO ₄ | (Phosphat) |

Wie wir an der obenstehenden Schemazeichnung sehen, werden die energiereichen organischen Stoffe (Eiweiß, Zucker, Fett) in energiearme anorganische Stoffe (Wasser, Kohlendioxid, Nitrate und Sulfate) abgebaut. Dabei ist die Aufnahme von Sauerstoff notwendig, da der im Molekül enthaltenen Sauerstoff nicht ausreicht. Dieser Sauerstoff wird dem Wasser, in dem er in gelöster Form vorliegt, entnommen. Die verfügbare Sauerstoffmenge ist daher durch die Wassermenge des Vorfluters und durch die Löslichkeit des Luftsauerstoffes im Wasser begrenzt. Ist das Nährstoffangebot, d.h. die Abwassermenge im Verhältnis zur Wasserführung des Vorfluters sehr groß, so kann der vorhandene Sauerstoff durch die Tätigkeit der Bakterien vollständig verbraucht werden. Es treten dann Fischsterben, Geruchsbelästigungen u.a. Mißstände ein, wie man es besonders bei geringer Wasserführung des Vorfluters beobachten kann. Wir können zusammenfassend feststellen, daß Abwasserschmutzstoffe durch die Tätigkeit von Bakterien unter Sauerstoffaufnahme abgebaut werden.

Diese Tatsache hat man bei der Ausarbeitung der biologischen Abwasserreinigungsverfahren ausgenutzt. Um die Abbaugeschwindigkeit zu steigern, muß man jedoch die

Bakterienmasse im Wasser erhöhen, für diese Organismen-Mengen künstlich die Sauerstoffversorgung sichern und für einen ständigen Kontakt zwischen den Organismen und den Schmutzstoffen sorgen.

In den natürlichen Gewässern kommen die Mikroorganismen einmal als Aufwuchs auf dem Gewässergrund, den Uferböschungen, Wasserpflanzen und künstlichen Einbauten vor und z.a. schweben sie als Einzelorganismen oder zu Flocken vereinigt im freien Wasser. Beide Wuchsformen sind bei der technischen Gestaltung der biologischen Abwasserreinigungsverfahren angewandt worden.

1. Aufwuchsbakterien

Im Gewässer ist die Aufwuchsschicht meist unter einem Millimeter dünn, da die untere Schichtseite sonst nicht genügend Sauerstoff und Nährstoffe erhält. Im Verhältnis zu dem darüber befindlichen Wasserkörper ist die Bakterienmasse deshalb sehr gering. Erniedrigt man die Wasserschicht aber auf wenige Millimeter Stärke, so wird die Bakterienmasse im Verhältnis zum Wasserkörper relativ groß. Der Luftsauerstoff kann leicht bis zu den Organismen gelangen und die Schmutzstoffe finden zu diesen guten Kontakt. Man muß also eine große Oberfläche schaffen, über die das Abwasser in dünner Schicht rieselt. Die technische Lösung hierfür ist das Tropfkörper-Verfahren.

Auf dem Brockenmaterial im Tropfkörper wächst der sogen. "Tropfkörper-Rasen", der im oberen Teil des Körpers hauptsächlich aus Pilzen, Bakterien und Wimpertierchen, in der Mitte aus Bakterien, Wimper- und Rädertierchen und im unteren Teil aus Wimpertierchen und Würmern besteht. Der Rasen wächst umso stärker, je mehr Nährstoffe zur Verfügung stehen, d.h. je stärker der Tropfkörper belastet wird. Bei schwachbelasteten Körpern verhindert das begrenzte Nahrungsangebot, die abbauenden Prozesse

und die Zersetzung durch höhere Organismen, daß der Tropfkörper zuwächst. Bei hochbelasteten Körpern muß dagegen durch zusätzliche Erhöhung der Spülwirkung (Rücknahme von gereinigtem Abwasser) ein Verstopfen des Tropfkörpers verhindert werden. Eine wichtige Rolle beim Abbau des Rasens spielen auch die Larven und Puppen der Tropfkörperfliege *Psychoda*, die man deshalb nicht mit chemischen Mitteln ausrotten sollte.

2. Freischwimmende Bakterien bzw. Bakterienflocken

Ein noch engerer Kontakt zwischen Nährstoff, Sauerstoff und Mikroorganismen ist bei frei im Wasser schwebenden Bakterien möglich. Schwieriger ist hierbei jedoch eine Anreicherung der Bakterienmasse. Sie wird aber möglich durch die Eigenschaft der Bakterien, im Wasser Flocken zu bilden, die so weit anwachsen, daß sie sich in ruhigem Wasser absetzen. Im Belebungsverfahren hat man daher hinter dem Belüftungsbecken, in dem Bakterien, Abwasser und Luftsauerstoff durch starke Turbulenz in innigen Kontakt gebracht werden, ein Nachklärbecken geschaltet, in dem sich die Bakterienflocken absetzen und vom gereinigten Wasser abgetrennt werden. Die abgesetzten Flocken führt man in das Belebungsbecken zurück und kann dadurch die Bakterienmasse stark anreichern.

Bevor an Hand von Mikroaufnahmen die Organismen, aus denen sich die belebten Schlammflocken zusammensetzen, näher betrachtet werden sollen, müssen noch kurz einige Ausdrücke erläutert werden.

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. Viele von ihnen sind Krankheitserreger, z.B. Kinderlähmung, Schnupfen, Maul- und Klauenseuche der Rinder.

Bakterien sind einzellige Organismen ohne Zellkern, die etwa $\frac{1}{10}$ - $\frac{1}{1000}$ mm groß sind. Sie sind kugel- oder stäbchenförmig, beweglich oder unbeweglich und können sich zu klumpigen oder fadenförmigen Kolonien zusammenschließen. Für das Belebungsverfahren sind fadenförmige Bakterienkolonien sehr ungünstig, da sie sich schlecht im Nachklärbecken absetzen. Im Haushalt der Natur spielen sie trotz ihrer Kleinheit eine bedeutende Rolle. Auch unter ihnen gibt es Krankheitserreger, z.B. Lungenentzündung, Typhus, Durchfall.

Urtierchen o. Protozoen sind einzellige Lebewesen unter 1 mm Größe. Zu ihnen gehören:

Wechseltierchen o. Amöben, die sich durch Scheinfüßchen fortbewegen,

Geißeltierchen o. Flagellaten, die ein bis mehrere Geißeln tragen,

Wimpertierchen o. Ciliaten, die ganz oder teilweise mit Wimpern bedeckt sind.

Höher entwickelte Lebewesen, von denen im Abwasser Rädertierchen Würmer und Fliegenlarven (Tropfkörper) vorkommen.

Zum Pflanzenreich gehören:

Pilze, die im Wasser und Abwasser als zarte Schläuche (Hyphen) wachsen.

Algen, die ein- oder mehrzellig in großer Zahl im Vorfluter auftreten.

Bei mikroskopischer Betrachtung der Belebtschlammflocken und des Tropfkörperasens findet man neben großen Bakterienkolonien auch einzellige Mikroorganismen (Urtierchen). Für die Abwasserreinigung spielen die Bakterien die Hauptrolle. Die Urtierchen (Protozoen) geben dem Fachmann jedoch Hinweise auf Reinigungswirkung, (Nährstoffe im

gereinigtem Abwasser), Belastung der Anlage mit Nährstoffen, Sauerstoffversorgung, evtl. Hemmstoffe oder einseitige Zusammensetzung des Abwassers. Für die Abwasserreinigung sind sie von Nutzen, da sie feinste Teilchen aus dem Wasser filtrieren und so für klarere Abläufe sorgen.

Ein normal zusammengesetzter Belebtschlamm (siehe Abb. auf Seite 137a) besteht aus kompakten Schlammflocken, die aus Bakterien aufgebaut sind, und verschiedenen Urtierchen (Protozoen) wie Glockentierchen, freischwimmende Wimpertierchen, Rädertierchen und Geißeltierchen.

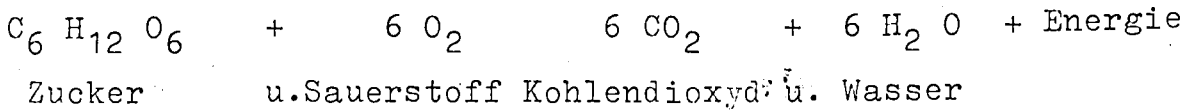
Ein entarteter Schlamm (Blähschlamm) (siehe Abb. auf Seite 137a + b) zeichnet sich dadurch aus, daß sich neben den kompakten Bakterienflocken viele fadenförmige Organismen entwickelt haben, die beim Absetzen des Schlammes im Nachklärbecken ein Zusammenrücken der einzelnen Flocken verhindern. Diese Fäden können entweder Bakterien-Ketten (Sphaerotilus, Schwefelbakterien, Milchsäurebakterien) oder echte Pilzfäden sein.

Biologische Prozesse bei der Abwasserreinigung

Bei der biologischen Abwasserreinigung dienen die im Abwasser enthaltenen Schmutzstoffe den Mikroorganismen als Nährstoff. Dabei verwandeln sie die organischen Schmutzstoffe z.T. in anorganische Endprodukte (z.B. Wasser, Kohlendioxyd), z.T. dienen sie als Baustoffe für die eigene Körpersubstanz. Je nach der Menge des Nährstoffangebotes wachsen und vermehren sich die Mikroorganismen. Man muß daher zwei Wege der Nährstoffverwertung, bzw. des Stoffwechsels unterscheiden:

1. Energie-Stoffwechsel

Hierbei werden die Nährstoffe unter Sauerstoffaufnahme bis zu anorganischen Endprodukten abgebaut, z.B. Zucker wird zu Wasser und Kohlendioxyd



Die dabei freiwerdende Energie steht den Organismen zur Verfügung.

2. Baustoffwechsel

Hierbei werden mit Hilfe eines Teiles der im Energiestoffwechsel gewonnenen Energie die Nährstoffe zu körpereigenen Stoffen und zu Reservestoffen umgebaut. Die Organismen wachsen also und vermehren sich an Gewicht und Zahl.

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

Faktoren, die die biologische Reinigung beeinflussen

1. Verhältnis Nährstoff - Menge zur Bakterien - Zahl

Da bei der biologischen Abwasserreinigung die Schmutzstoffe den Bakterien als Nährstoffe dienen, müssen genügend Bakterien vorhanden sein, um alle Nährstoffe "auffressen" zu können, d.h. das Verhältnis von angebotenen Nährstoffen zur vorhandenen Bakterienzahl muß ausgeglichen sein. Werden mehr Nährstoffe (= Schmutzstoffe) den Bakterien im Belebungsbecken angeboten als sie während der Aufenthaltszeit des Abwassers im Becken aufnehmen können, müssen im Ablauf noch Schmutzstoffe enthalten sein, d.h. das Abwasser ist nicht ausreichend gereinigt. Werden zu wenige Nährstoffe angeboten, müssen die Bakterien hungern und sind nicht mehr aktiv genug.

2. Art der Nährstoffe

Die angebotenen Schmutzstoffe müssen von den Bakterien auch als Nährstoffe verwertbar sein. Bei manchen Produkten der chemischen Industrie ist dies nicht der Fall, wie z.B. die "harten" Detergentien gezeigt haben. Im Abwasser müssen bestimmte Grundnährstoffe und Spurenelemente immer enthalten sein, um ein Wachstum der Bakterien überhaupt zu ermöglichen. Im häuslichen Abwasser sind diese Stoffe immer in ausreichender Menge enthalten. Bei Industrie-Abwasser muß man aber gelegentlich die Grundnährstoffe, Stickstoff (N) und Phosphor (P), zugeben. Die erforderliche Menge sollte man am besten im Versuch ermitteln. Als Faustformel soll das Verhältnis von BSB_5 (mg/l) zu N (mg/l) zu P (mg/l) etwa 100 : 5 : 1 betragen.

Fehlt z.B. Stickstoff, so kann es leicht zur Blähschlamm-Bildung kommen, wie ein Beispiel der Reinigung von Brauereiabwasser zeigt.

Über die Rolle von Spurenelementen und Wirkstoffen ist aus der Abwassertechnik bisher wenig bekannt. Von der Mikrobiologie her weiß man aber, daß diese Stoffe für die Entwicklung der Mikroorganismen wichtig sind.

3. Umweltbedingungen

Temperatur

Die jahreszeitlich bedingten Temperaturschwankungen beeinträchtigen den biologischen Abbau nur wenig, da die verschiedensten Bakterienarten, die im Belebtschlamm vorhanden sind, unterschiedliche Temperatur-Optima besitzen. Bei langsamen Temperaturschwankungen kann sich die Lebensgemeinschaft entsprechend umstellen. Schädlich wirken sich aber kurzfristige Temperaturänderungen aus.

pH - Wert

Der pH - Wert sollte im Belebungsbecken die Grenzen von 5,0 - 9,5 nicht überschreiten. Im Zulauf kann der pH-Wert dagegen zwischen 4,5 und 10,5 liegen, da im Belebungsbecken eine Pufferkapazität vorliegt. Voraussetzung ist dafür aber, daß das Abwasser entweder nur alkalisch oder nur sauer reagiert, damit sich der belebte Schlamm an die extremen Bedingungen gewöhnen kann. Starke pH-Schwankungen sind zu vermeiden (Ausgleichs- und Mischbecken vorschalten!)

Sauerstoff-Versorgung und Turbulenz

Zur biologischen Oxydation der Schmutzstoffe ist Sauerstoff unbedingt erforderlich. Eine Steigerung des O_2 -Gehaltes im Becken über 1,5 - 2 mg O_2 /l erhöht den Wirkungsgrad jedoch nicht. Durch ausreichende Turbulenz muß ein ständiger Kontakt zwischen den Mikroorganismen und dem sauerstoff- und nährstoffhaltigen Abwasser gewährleistet sein.

Giftstoffe

Die Bakterien sind sehr anpassungsfähig und können sich in gewissen Grenzen - allmählich an bestimmte Giftstoffe gewöhnen (Adaptation). Giftstöße können dagegen den biologischen Abbau völlig zum Erliegen bringen. Als Giftstoffe kommen Schwermetalle und Produkte der chemischen Industrie (z.B. Schädlingsbekämpfungsmittel) in Betracht.

Biologische Prozesse bei der Schlammfäulung

Bei der Schlammfäulung laufen ähnliche Stoffwechselprozesse ab wie bei der Abwasserreinigung. Auch hier werden die Schmutzstoffe als Nährstoffe von Mikroorganismen im Energie-Stoffwechsel zur Energiegewinnung und im Bau-Stoffwechsel für Wachstum und Vermehrung verwendet. Da jedoch kein Sauerstoff zur Verfügung steht, sind die Endprodukte des Energiestoffwechsels noch nicht vollständig oxydiert, sondern sie enthalten noch nutzbare Energie, wie z.B. das Faulgas (Methan), das zum Heizen des Faulbehälters genutzt werden kann. Weiterhin verläuft der Faulprozess in zwei Abbaustufen, die von verschiedenen Bakteriengruppen durchgeführt werden:

1. Stufe: Abbau der Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße bis zu organischen Säuren, Alkoholen, Kohlendioxid u. Schwefelwasserstoff. Man nennt diese Stufe daher auch "Verflüssigung" oder "saure Gärung". Sie wird von zahlreichen Bakterienarten durchgeführt, die z.T. schon im Rohschlamm enthalten sind.
2. Stufe: Die Endprodukte der 1. Stufe werden weiter bis zum Methan abgebaut. Man spricht daher von "Vergasung" oder "alkalischer Methanfäulung". Diese Stufe kann nur von einer kleinen Gruppe von spezialisierten Bakterien, den sogen. Methanbakterien durchgeführt werden. Diese Bakterien haben ihr Temperatur-Optimum bei $+33^{\circ}$ C, weshalb man die Faulbehälter nach Möglichkeit auf diese Temperatur aufheizt.

Die Faulung kann daher nur ungestört erfolgen, wenn beide Stufen in der gleichen Geschwindigkeit ablaufen. Wird nämlich in der 1. Stufe mehr Material verarbeitet als in der 2. Stufe, so müssen sich die Endprodukte der 1. Stufe, also organische Säuren u.ä., im Faulraum anreichern. Der Faulrauminhalt wird sauer (pH-Wert unter 7). Man spricht dann davon, daß der Faulraum in "saureGärung" geraten oder auch "umgekippt" ist.

Diese Gefahr ist relativ groß, da die Methanbakterien gegenüber Temperaturschwankungen, Giftstoffen (Schwermetalle) organische Säuren und niedrige pH-Werte besonders empfindlich sind. Die Bakterien der 1. Stufe sind dagegen weniger empfindlich und werden mit dem Rohschlamm täglich nachgeimpft.

Ist ein Faulraum einmal "sauer", so ist es recht schwierig, ihn wieder in Ordnung zu bringen, da durch die Anhäufung der Endprodukte der ersten, ungestörten Stufe die Umweltbedingungen für die Methanbakterien täglich schlechter werden. Man muß daher versuchen, diese Bedingungen wieder zu verbessern, was man durch Neutralisation der organischen Säuren mit Kalk und durch Drosselung der Beschickung des Faulraumes mit Rohschlamm erreichen kann.

Besonders groß ist die Gefahr bei der Einarbeitung eines neuen Faulraumes. In diesem Fall muß man die notwendigen Methanbakterien in Form von Impfschlamm (Faulschlamm aus einem gut arbeitenden Faulraum) in den Faulbehälter einbringen.

TECHNIK DER ABWASSERREINIGUNG

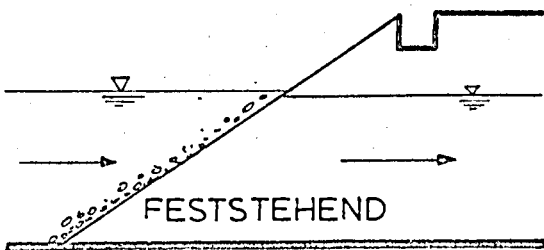
=====

A) Mechanische Abwasserreinigung

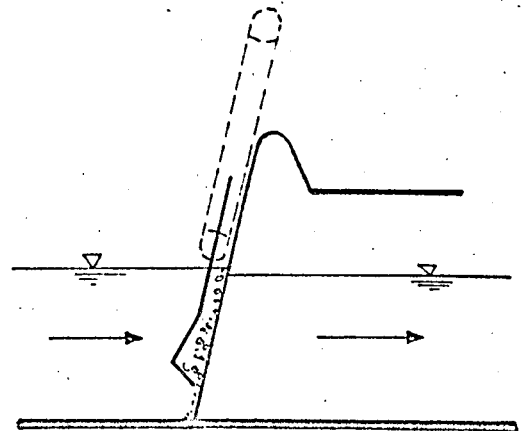
Zur mechanischen Abwasserreinigung gehören folgende Anlagenteile:

R e c h e n
S a n d f a n g
A b s e t z b e c k e n

Rechen



GROBRECHEN-HANDBEDIENT



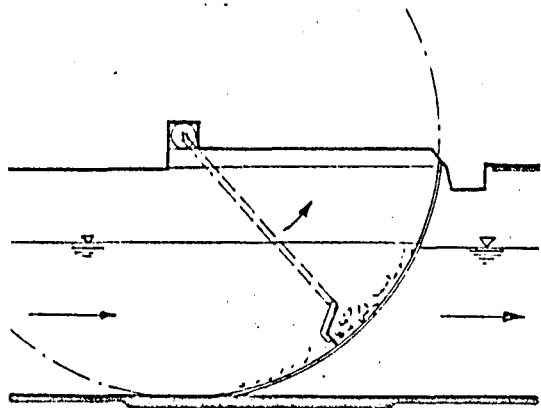
FEINRECHEN-MASCHINELL

Sperrige Gegenstände wie z.B. Holzstücke, Textilien, Schuhe und Dosen gelangen auf mancherlei Wegen besonders über Straßeneinläufe und Kanalschächte in das Kanalnetz und müssen somit am Einlauf in die Kläranlage zurückgehalten werden. Dies geschieht mittels Rechen.

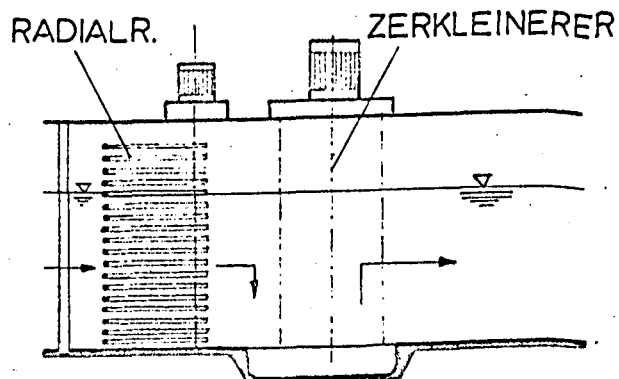
Rechen bestehen aus schräg gestellten Flacheisen. Nach der Spaltweite der Rechen unterscheiden wir:

Grobrechen (Spaltweite 5-10 cm)
Feinrechen (Spaltweite 1- 5 cm)

Vielfach wird der Grobrechen von Hand gereinigt, während für den Feinrechen eine maschinelle Abstreifvorrichtung vorhanden ist (Harkenrechen, Bogenrechen usw). Wenn das Rechengut direkt beseitigt wird (z.B. Abfuhr), sind oft nur maschinell gereinigte Feinrechen vorhanden. In Großanlagen werden Grobrechen und Feinrechen maschinell gesäubert.



BOGENRECHEN - MASCHINELL



RADIALRECHEN (MASCH.) MIT ZERKLEINERER

Die Beseitigung des Rechengutes kann erfolgen:

- Direkt (vergraben, kompostieren, verbrennen)
- Zerkleinern und Zugabe zum Abwasser

Die Menge des angeschwemmten Rechengutes nimmt mit steigendem Lebensstandard der Bevölkerung immer mehr zu. Die Beseitigung des Rechengutes wird damit zu einem ernstem Problem. Durch Zerkleinern und Zugabe zum Abwasser, vor allem des Rechengutes von Feinrechen, kann die Rechengutmenge vermindert werden. Zerkleinerungsanlagen (im Abwasser oder trocken aufgestellt), sind jedoch störanfällig und es besteht die Gefahr, daß sich während der weiteren Abwasserreinigung die zerkleinerten Stoffe wieder zu größeren zusammenballen und zu Betriebsstörungen führen. Viele Abwasserfachleute sind daher der Meinung, daß die Stoffe

die einmal aus dem Abwasser entfernt worden sind nicht wieder zugesetzt werden sollten. Soll das entfernte Rechengut verbrannt werden, so sollte es einen möglichst geringen Wassergehalt besitzen. Zur Entwässerung des Rechengutes können Rechengutpressen zweckmäßig sein.

S a n d f ä n g e

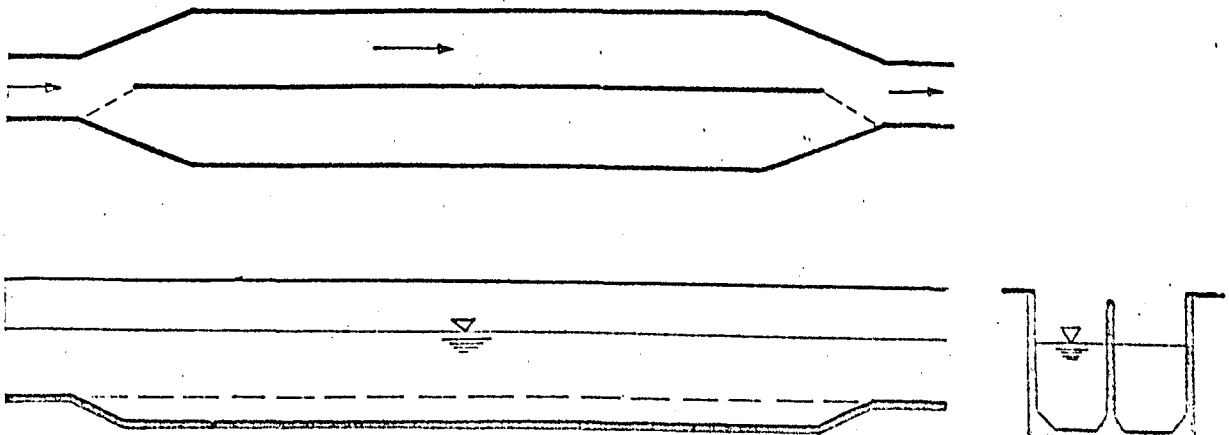
Sandfänge haben den Zweck alle gröberen und feineren Sande, aber auch andere körnige Stoffe wie Asche, Geschiebe und Geröllmassen, die besonders bei Regenfällen in die Kanalisation gelangen, auszuscheiden. Diese Stoffe behindern den weiteren Reinigungsprozess. Es kann zu Ablagerungen in den Absetzbecken und Faulräumen kommen. Auch können durch große Sandmassen Schlammleitungen verstopft werden.

Sandfänge sind in jedem Falle anzuordnen, auch wenn die Kanalisation nach dem Trennverfahren ausgebaut ist.

Wir unterscheiden hauptsächlich 3 Sandfangarten:

- Langsandfang
- Rundsandfang
- Belüfteter Sandfang

1. Langsandfang



LANGSANDFANG

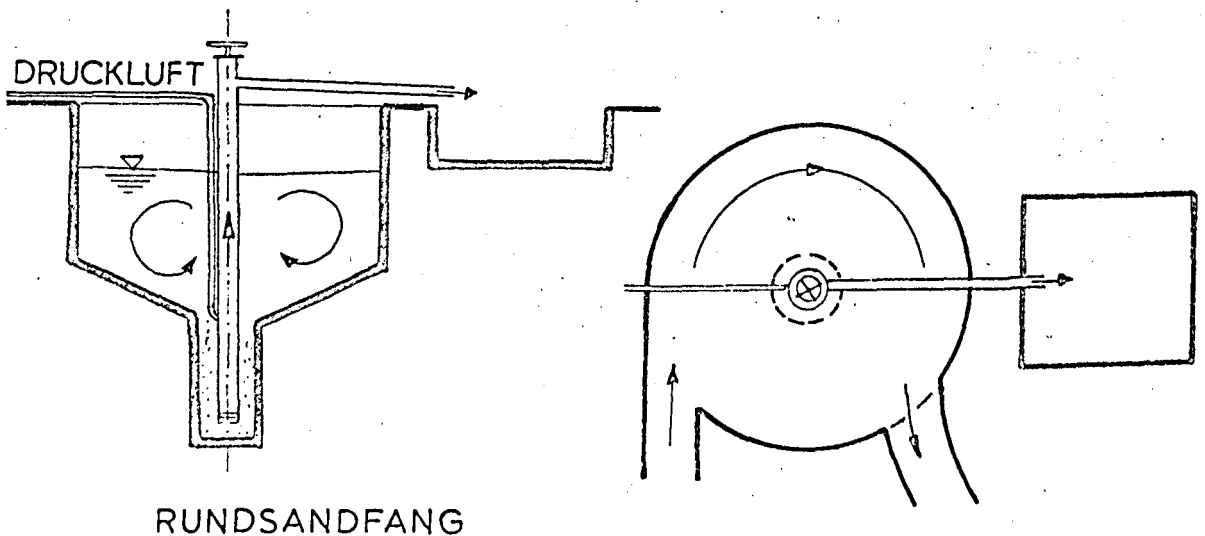
Langsandfänge werden als langgestreckte, offene Gerinne bei kleineren Anlagen zweiteilig, bei größeren Anlagen drei- und mehrteilig gebaut. Um bei schwankenden Wassermengen die gewünschte Fließgeschwindigkeit von 30 cm/s einzuhalten, können zusätzliche Einrichtungen und Einbauten am Ablauf des Sandfanges zweckmäßig sein.

Die Sandfangräumung kann erfolgen:

- von Hand (kleinere Anlagen)
- maschinell (größere Anlagen)

Bei handgeräumten Sandfängen sind in der Sohle Sickerleitungen vorgesehen, die solange fest geschlossen bleiben wie das jeweils durchflossene Gerinne in Betrieb ist. Nach Abschieberung des Gerinnes wird der Sickerschieber geöffnet damit der Sand gut entwässern und abtrocknen kann. Die maschinelle Räumung des Sandfanges kann mit Hilfe fahrbarer Pumpen durch Bandräumer oder Räumwagen in Verbindung mit Druckluftheber erfolgen. Der Betrieb braucht für die Räumung nicht unterbrochen werden.

2. Rundsandfang

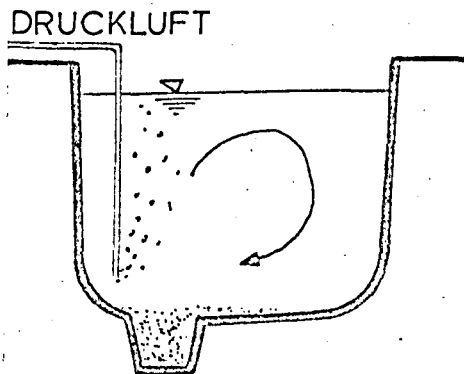


Beim Rundsandfang wird das Abwasser am Umfang eingeleitet. Es entsteht eine Kreisströmung wodurch der abgelagerte Sand zu einem Trichter im Becken geschoben wird (Teetasseneffekt). Im Trichter in Beckenmitte kann der Sand durch Zugabe von Reinwasser und Druckluft gewaschen werden. Nach dem Waschvorgang wird er mit einem Druckluftheber auf einen Sandlagerplatz gefördert.

Vorteilhaft sind beim Rundsandfang die einfache Beseitigung des Sandes und der geringe Platzbedarf.

Nachteilig ist die geringe Oberfläche. Es werden deshalb nicht so feine Sandkörner zurückgehalten, wie im Langsandfang. Auch ist der Rundsandfang empfindlicher gegen Schwankungen der Abwassermengen.

3. Belüfteter Sandfang.



Der belüftete Sandfang ist breiter und tiefer als der Langsandfang. Die waagrechte Fließgeschwindigkeit des Abwassers (ohne Luft einblasen) ist daher kleiner als $0,3 \text{ m/s}$. Um die Ablagerung von fäulnisfähigen, feineren Schlammstoffen zu vermeiden wird auf der ganzen Länge der Längswand des Sandfanges Luft eingeblasen. Es entsteht dadurch eine Wasserwalze. Das Abwasser bewegt sich

also spiralförmig durch den Sandfang. Es wird soviel Luft zugegeben, daß die Umdrehungsgeschwindigkeit der Wasserwalze groß genug ist, um die fäulnisfähigen Schlammstoffe weiterzuführen. Die Geschwindigkeit muß klein genug sein, damit die gewünschte Korngröße des Sandes zu Boden sinkt. Sie soll etwa 0,3 m/s betragen. Der abgesetzte Sand wird während des Betriebes wie beim Langsandfang geräumt. Der belüftete Sandfang wird hauptsächlich für größere Anlagen in Frage kommen. Vorteilhaft ist, daß er unempfindlich ist gegenüber schwankenden Abwassermengen.

4. Grundlagen für die Abscheidewirkung des Sandes

Die Abscheidewirkung von Sandfängen ist abhängig von:

Fließgeschwindigkeit
Sinkgeschwindigkeit
Durchströmung

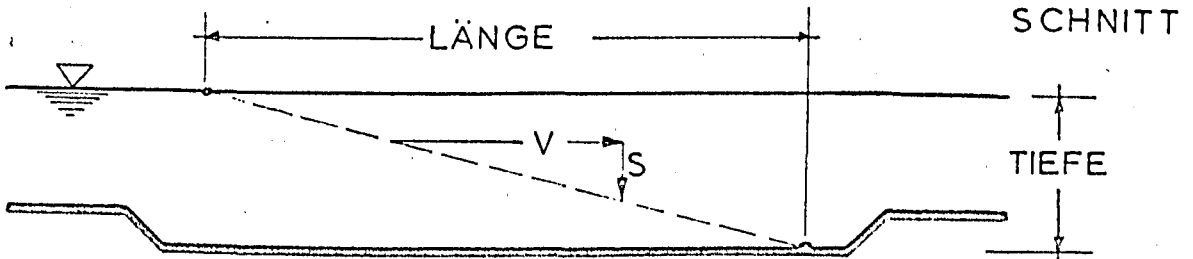
Fließgeschwindigkeit

Im Kanal sollen alle groben Sinkstoffe fortgeschwemmt werden. Hierfür ist eine Fließgeschwindigkeit des Abwassers von mindestens 50 cm/s erforderlich. Größere Geschwindigkeiten sind günstiger. Bei einer Fließgeschwindigkeit von 30 cm/s bleiben Sandkörner liegen und werden nicht mehr fortgeschwemmt. Bei kleineren Geschwindigkeiten bleiben auch andere fäulnisfähige, absetzbare Schlammstoffe zurück. Die Fließgeschwindigkeit von 30 cm/s soll daher möglichst nicht unterschritten (Schlammstoffe im Sandfang) und nicht überschritten (feiner Sand im Absetzbecken) werden.

Sinkgeschwindigkeit

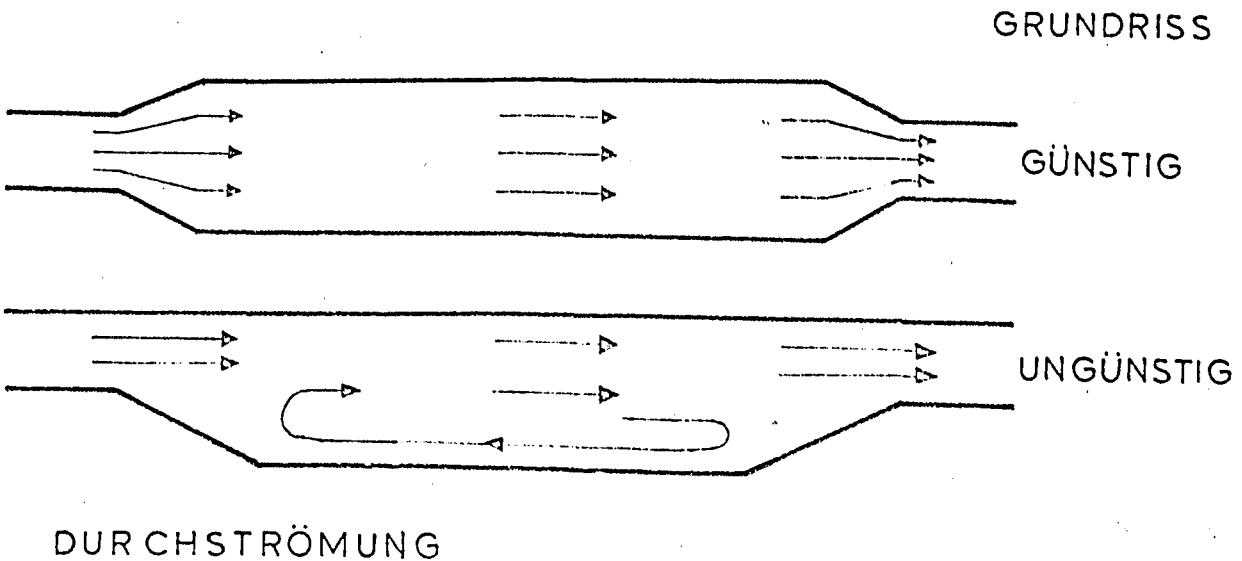
Der Sand scheidet sich im Sandfang durch sein größeres Gewicht gegenüber dem Wasser durch Absetzen ab. Je nach

ihrem Durchmesser haben die Sandkörner unterschiedliche Sinkgeschwindigkeit. Je größer der Durchmesser, je größer ist die Sinkgeschwindigkeit. Sandkörner mit \varnothing 0,2 mm haben z.B. im Sandfang eine Sinkgeschwindigkeit von 20 m/h oder 0,5 cm/s.



Im Sandfang werden nur die Sandkörner zurückgehalten, die auf ihrem schrägen Fließweg nach unten (aus Fließgeschwindigkeit und Sinkgeschwindigkeit) die Sandfangsohle erreichen. Die Körner, die nicht die Sohle berühren, werden mit dem durchfließenden Abwasser fortgeführt und setzen sich im folgenden Absetzbecken ab. Der Sandfang sollte daher möglichst lang und möglichst flach sein, um feine Sande mit geringer Sinkgeschwindigkeit zurückzuhalten.

Durchströmung



DURCHSTRÖMUNG

Der Sandfang soll möglichst gleichmäßig durchströmt werden. Nur dann ergibt sich die gewünschte Fließgeschwindigkeit. Bei ungleichmäßiger Durchströmung ist an der einen Seite die Geschwindigkeit zu groß und Sandkörner werden weitergeführt. An der anderen Seite ist die Geschwindigkeit zu gering (das Wasser kann sogar in eine Gegenströmung wieder zurückfließen) und es setzt sich fäulnisfähiger Schlamm ab. Lange, schmale und flache Sandfanggerinne werden meist günstig durchströmt.

Beim Rundsandfang und belüftetem Sandfang liegen andere Strömungsverhältnisse vor. Auch belüftete Sandfänge sollten möglichst lang sein.

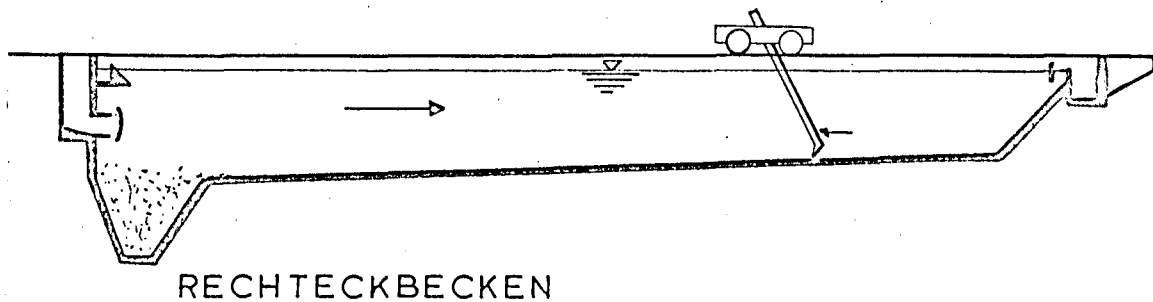
A b s e t z b e c k e n

Absetzbecken dienen zur Abscheidung der absetzbaren Stoffe und der Schwimmstoffe. Wird eine biologische Reinigung des Abwassers gefordert (z.B. Tropfkörper) so ist es aus betrieblichen Gründen zweckmäßig, die absetzbaren Stoffe vor der biologischen Reinigung zu entfernen (Verstopfung der Tropfkörper). Man nennt dann diese Absetzbecken auch Vorklärbecken, da sie vor der biologischen Reinigung angeordnet werden. Im Gegensatz dazu Nachklärbecken, die der biologischen Reinigung im Tropfkörper oder Belebungsbecken folgen.

Wir unterscheiden hauptsächlich vier Arten von Absetzbecken:

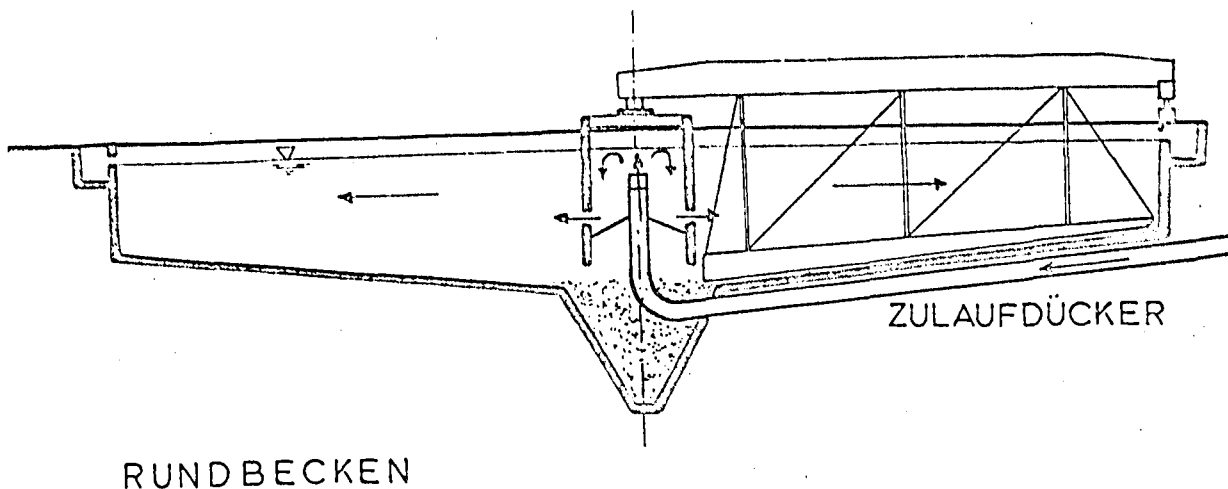
- Rechteckbecken
- Rundbecken
- Trichterbecken
- Zweistöckige Becken

1. Rechteckbecken:



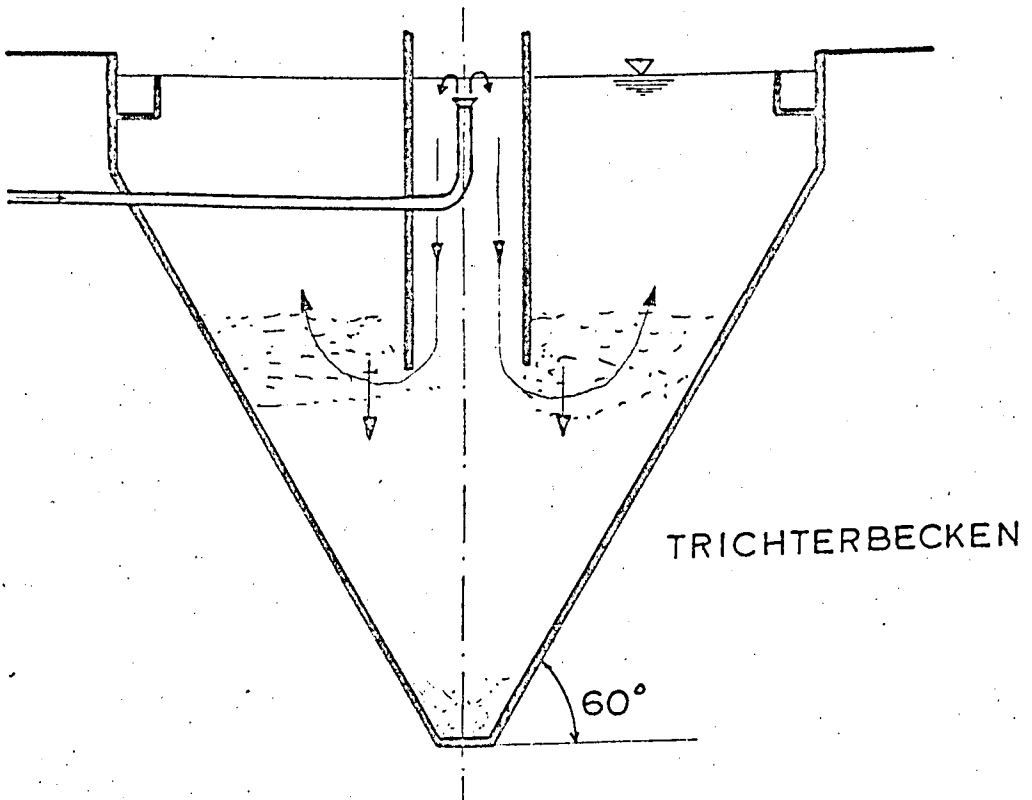
Das Abwasser durchfließt langsam ($0,2 - 5 \text{ cm/s}$) und gleichmäßig das Rechteckbecken, die absetzbaren Stoffe scheiden sich an der Beckensohle ab. Die Schwimmstoffe schwimmen zur Wasseroberfläche auf und werden durch eine Tauchwand vor dem Beckenablauf zurückgehalten. Der sich abscheidende Schlamm wurde früher von Hand in einen Sumpf am Beckenanfang geschoben. Heute geschieht das maschinell, indem eine Brücke auf den Beckenwänden entlangfährt und ein Schlammschild, das an der Brückebefestigt ist, den abgesetzten Schlamm in den Schlammsumpf befördert. Die aufgeschwommenen Schwimmstoffe werden an der Wasseroberfläche mit der gleichen Räumbrücke in eine Schwimmschlammrinne abgeschoben. Man kann den Schlamm auch durch einen kontinuierlichen Bandkratzer in den Schlammsumpf fördern.

2. Rundbecken



Bei Rundbecken wird das Abwasser zur Beckenmitte geführt. Es fließt dann gleichmäßig nach allen Richtungen zum Beckenumfang hin. Am Beckenumfang befindet sich auf ganzer Länge die Ablaufrinne. Auch bei Rundbecken wird der am Boden sich abscheidende Schlamm durch eine maschinelle Räumvorrichtung, mit einer fahrenden Brücke, ähnlich wie beim Rechteckbecken, zu einem Schlammsumpf in Beckenmitte geschoben. Es ist vorteilhaft, daß beim Rundbecken die Räumbrücke nur in einer Richtung fährt und auch das Räumchild nicht gehoben und gesenkt zu werden braucht.

3. Trichterbecken

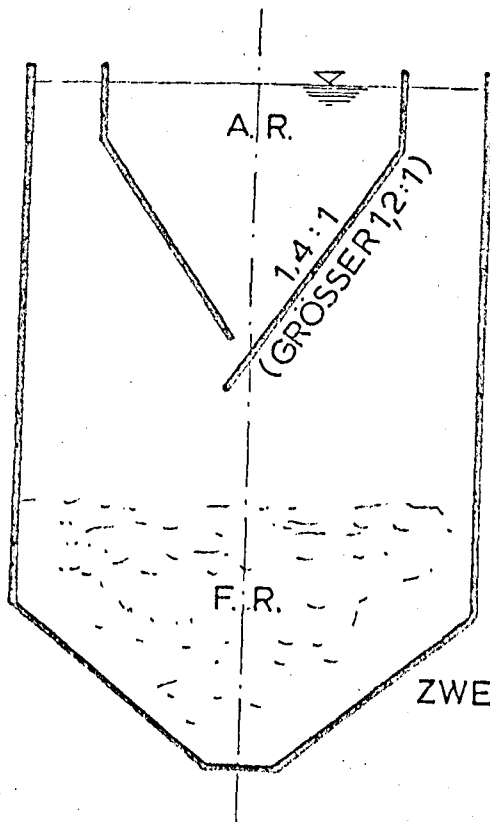


Bei Trichterbecken oder Dortmundbrunnen kann auf eine maschinelle Schlammräumung verzichtet werden, wenn die Sohle so stark geneigt ist, daß der Schlamm selbsttätig zur Spitze des Trichterbeckens abrutscht. Das Abwasser wird wie bei den Rundbecken zu einem Einlaufbauwerk in Beckenmitte geführt. Hier strömt es nach unten um bei aufsteigender Wasserbewegung die Trichter-

becken vorwiegend senkrecht zu durchströmen. Trichterbecken sind von Vorteil wenn die Schwebestoffe des Abwassers zur Flockenbildung neigen (vor allem bei Nachklärbecken hinter einer biologischen Stufe). Bei aufsteigender Wasserbewegung schließen sich die kleineren Flocken zu größeren Flocken zusammen, die eine größere Sinkgeschwindigkeit als die kleinen Einzelflocken besitzen. Das Abwasser wird praktisch durch ein Flockenfilter geführt, wobei die Abscheidewirkung begünstigt wird.

Nachteilig ist bei größeren Trichterbecken die erforderliche Beckentiefe. Die Neigung der Beckenwände sollte nicht kleiner als 60° gewählt werden. Trichterbecken kommen daher nur für kleinere Kläranlagen in Betracht. Für diese sind sie aber wegen ihrer Einfachheit besonders gut geeignet.

4. Zweistöckige Becken



ZWEISTÖCKIGES BECKEN

Ebenso wie die Trichterbecken benötigen auch die zweistöckigen Becken keine maschinelle Schlammräumung. Bei den zweistöckigen Becken ist der Schlammfaulraum unter dem Absetzbecken angeordnet. Der Absetzraum ist ein waagrecht durchflossenes Rechteckbecken. Nur ist die Beckensohle so schräg angeordnet, daß die abgesetzten Schlammstoffe in den darunterliegenden Schlammfaulraum abrutschen können. Zwischen den beiden schräg gestellten Sohlwänden befindet sich ein etwa 20 cm großer Spalt, durch den die Schlamnteilchen in den darunter liegenden Faulraum gelangen.

Der Emscherbrunnen wurde vor etwa 60 Jahren von IMHOFF entwickelt. Zu der damaligen Zeit kannte man noch keine maschinellen Räumeinrichtungen für Flachbecken. Die Absetzbecken wurden etwa eine Woche in Betrieb gehalten, dann entleert und der Schlamm von Hand in die Schlammtrichter geschoben. Da der Schlamm etwa eine Woche lang an der Beckensohle lag, hatten bereits Faulvorgänge begonnen. Durch den angefaulten Schlamm kam es bei der Entleerung der Becken zu Geruchsbelästigungen. Auch das mechanisch gereinigte Abwasser wurde durch die Fäulnisvorgänge infiziert und damit angefault. Ein angefaultes Abwasser läßt sich jedoch schlechter biologisch reinigen als ein frisches Abwasser. Ein angefaultes Abwasser ist auch für das Gewässer schädlicher als ein frisches Abwasser.

Mit dem Emscherbrunnen wurde die Forderung, das Abwasser während der mechanischen Reinigung frisch zu halten auf einfache Weise erfüllt. Der Schlamm rutscht selbsttätig in den Faulraum und der Faulschlamm kann das darüber fließende Abwasser nicht infizieren. In den Jahren von 1910-1930 war der Emscherbrunnen die am weitesten verbreitete Absetzbeckenform. Mit der Entwicklung der maschinellen Räumeinrichtung und der weiteren Fortschritte

auf dem Gebiete der Schlammfäulung wurde der Emscherbrunnen jedoch verdrängt. Er ist heute noch wirtschaftlich bei kleineren Anlagen.

Vor etwa 15 Jahren wurde der mechanisierte Emscherbrunnen entwickelt. Hierbei ist das Absetzbecken als Rundbecken ausgebildet. Der Rundräumer schiebt den abgesetzten Schlamm durch Schlitze in den darunter liegenden Faulraum.

5. Grundlagen für die Reinigungswirkung

Die Abscheidewirkung in Absetzbecken wird beeinflusst von:

Durchflußzeit
Sinkgeschwindigkeit
Durchströmung
Fließgeschwindigkeit

Durchflußzeit

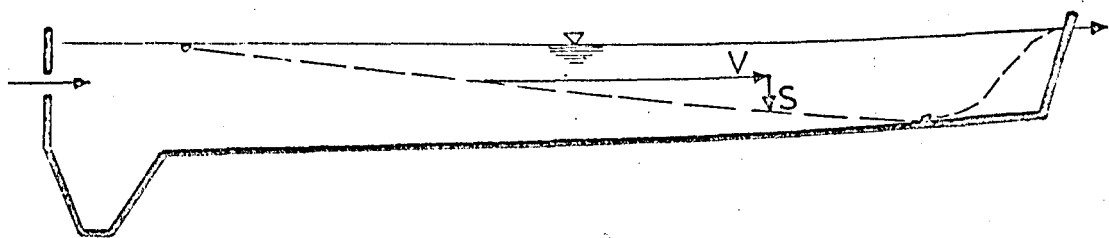
Durchflußzeit, auch Aufenthaltszeit oder Absetzzeit genannt, ist die Zeit, die theoretisch das Abwasser braucht, um vom Beckeneinlauf zum Beckenablauf zu fließen. Dabei ist angenommen, daß das Becken völlig gleichmäßig durchströmt wird. Berechnet wird die Durchflußzeit in dem der Nutzinhalt des Absetzbeckens (beim Langbecken: Länge . Breite . Tiefe) durch die stündliche Abwassermenge (m^3/h) geteilt wird:

$$T \text{ (h)} = \frac{V}{Q} \quad \left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3/\text{h}} \right)$$

Bei Vorklärbecken, häuslichem Abwasser, nicht zu tiefen Becken und guter Durchströmung genügen Durchflußzeiten von 1,5 bis 2 Stunden um fast alle absetzbaren Stoffe abzuscheiden. Nachklärbecken hinter Belebungsbecken, die feinflockigen Bakterienschlamm zurückhalten sollen, benötigen längere Durchflußzeiten von 2-3 Stunden.

Sinkgeschwindigkeit

Die Sinkgeschwindigkeit der absetzbaren Stoffe ist wesentlich kleiner als die der Sandkörner. Aber auch hier ist der Durchmesser der Teilchen von großem Einfluß. Die kleineren Teilchen des häuslichen Abwassers (Rohabwasser) haben eine Sinkgeschwindigkeit von 1 bis 2 m/h. Bei Bakterienschlamm aus biologischen Anlagen (Nachklärbecken hinter Belebungsbecken) kann die Sinkgeschwindigkeit geringer sein.



Genau wie im Sandfang, werden nur die Teilchen zurückgehalten, die auf ihrem schrägen Fließweg die Beckensohle erreichen. Beträgt z.B. die Durchflußzeit 2 h und die Sinkgeschwindigkeit des Teilchens 1 m/h, so sinkt das Teilchen in 2 Stunden $2 \cdot 1 = 2$ m ab. Ist das Becken tiefer als 2 m so erreicht das Teilchen nicht die Beckensohle (wenn es sich am Einlauf an der Wasseroberfläche befand) und fließt mit dem Abwasser durch den Beckenauslauf fort.

In der Praxis sind die Vorgänge komplizierter. Bedingt durch die geringe Sinkgeschwindigkeit sollten jedoch waagrecht durchflossene Becken möglichst lang und nicht zu tief sein. Dies gilt besonders für Vorklärbecken.

Bei flockenbildenden Schlammstoffen wird die Sinkgeschwindigkeit mit wachsendem Flockendurchmesser immer größer (Nachklärbecken hinter Belebungsbecken). Bei Bakterien Schlamm nimmt jedoch die Sinkgeschwindigkeit ab, wenn der Schlammgehalt (Menge an Bakterien) größer wird. Die Bakterienflocken kommen sich dann beim Absetzen zu nahe, so daß sie sich gegenseitig behindern und damit die Sinkgeschwindigkeit geringer wird, als bei geringen Schlammgehalt.

Durchströmung

Die Durchströmung von Absetzbecken wird beeinflusst von

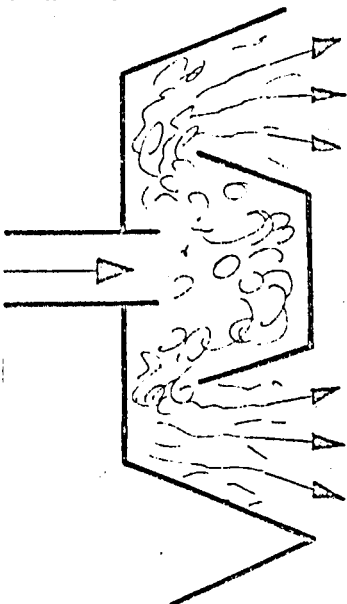
Einlaufgestaltung

Verhältnis Beckenlänge zu Beckentiefe

Ablaufgestaltung

Einlaufgestaltung

Durch Einläufe soll das Abwasser gleichmäßig auf Beckenbreite und Beckentiefe verteilt werden. Dabei muß die Fließgeschwindigkeit des Abwassers im Kanal von etwa 50 cm/s auf 0,2-5 cm/s im Absetzbecken vermindert werden. Für die Gestaltung des Einlaufes ist es daher wichtig, daß die Strömungsenergie des zufließenden Abwassers im Bereich des Einlaufes vernichtet wird. Würde das nicht geschehen, so würde das zufließende Abwasser bald den Ablauf erreichen und das Becken würde schlecht durchströmt.

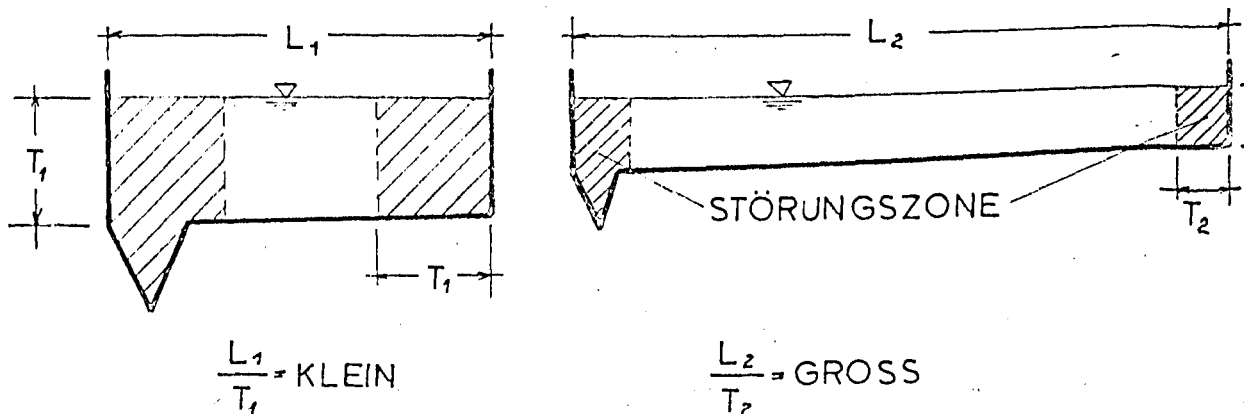


Die Strömungsenergie des zufließenden Abwassers wird durch örtliche Wirbel im Bereich des Einlaufes vernichtet. Die Wirbel dürfen sich aber nicht ins Becken fortpflanzen. Ebenso muß die Ausbildung von Wasserwalzen (vor und zurückfließen) vermieden werden.

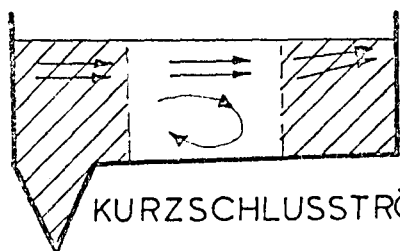
Absetzbecken mit ungünstiger Absetzwirkung können durch zweckmäßige Einläufe wesentlich verbessert werden.

Verhältnis Beckenlänge zu Beckentiefe

VERHÄLTNIS BECKENLÄNGE ZUR BECKENTIEFE



Es wurde bereits bei der Sinkgeschwindigkeit besprochen, daß bei tiefen Becken langsam absinkende Teilchen die Beckensohle nicht erreichen. Bei tiefen und damit kurzen Becken (der Beckeninhalt ist gleich) ist die Durchströmung ungünstiger, als bei flachen, langen Becken. Am Einlauf und Auslauf tritt in jedem Fall eine Störungszone (örtliche Wirbel) von der Länge T (entsprechend der Tiefe des Beckens) auf. In dieser Zone setzen sich die feineren Schwebestoffe nicht ab, für sie ist das Becken in diesem Bereich unwirksam. Dadurch wird der zur Verfügung stehende Absetzweg bei dem kurzen Becken noch kleiner. Daraus geht auch hervor, daß bei kurzen Becken ein guter Einlauf besonders wichtig ist. Kurz-



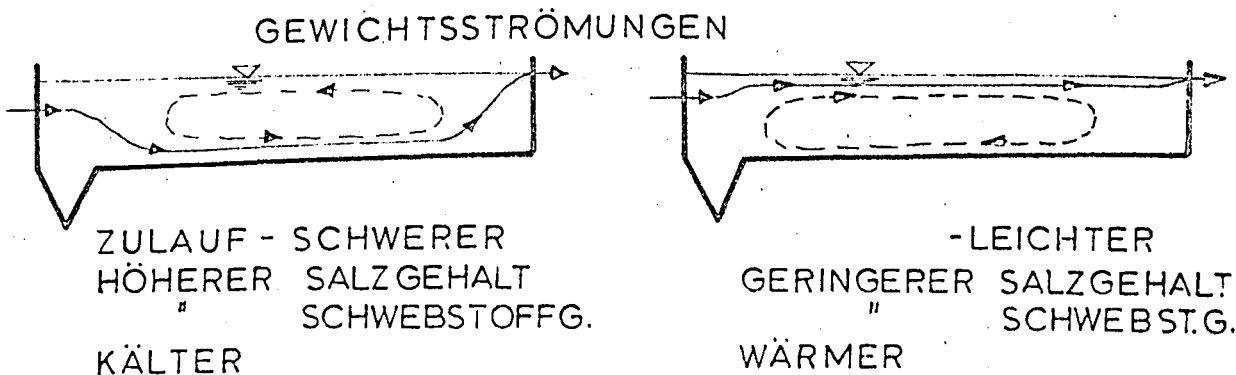
KURZSCHLUSSTRÖMUNG

schlußströmungen (z.B. nur der obere Teil des Beckens wird richtig, aber auch sehr schnell durchströmt) treten daher leichter bei tiefen, kurzen Becken auf.

Bei der theoretisch kleineren Fließgeschwindigkeit in dem kurzen Becken (beide Becken haben die gleiche Durchflußzeit) bilden sich viel leichter Wirbel und Walzen aus, als bei dem langen Becken. Hier führt die etwas größere Fließgeschwindigkeit zu einem stabilen Strömungsbild (stabil = weniger störempfindlich) und damit zu einer besseren Durchströmung.

Für Rundbecken ist das Verhältnis Länge zu Tiefe (Länge jetzt von Beckenmitte \rightleftharpoons Zulauf, bis zum Rand oder $D/2$) meist kleiner als bei langen Rechteckbecken. Vor allem kleine Rundbecken werden schlechter durchströmt als Rechteckbecken mit gleichem Nutzinhalt. Auch sind Rundbecken störanfälliger gegenüber Wind einfluß.

Gewichtsströmungen



Von den tiefen Seen ist bekannt, daß sie im Sommer keine gleichmäßige Temperatur haben. In der Oberschicht kann z.B. die Temperatur 20° betragen, während in 150 m Tiefe die Temperatur bei 4° liegt. Bei 4° ist Wasser am schwersten (wenn es noch kälter wird, wird es wieder leichter, denn Eis schwimmt). Aber auch bei höheren Temperaturen wird das Wasser leichter (wie auch die festen Stoffe). Wenn im Sommer kälteres Bachwasser in einen See einfließt, fällt das Wasser sofort ab, vergleichbar mit einem Wasserfall unter Wasser, bis es

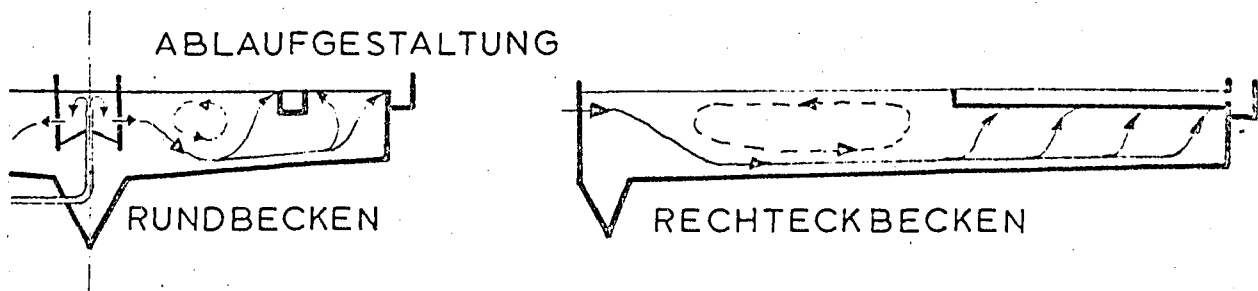
Schichten gleicher Temperatur und damit gleichen Gewichtes erreicht hat. Mit ähnlichen Gewichtsströmungen (auch Dichteströmungen genannt) und Wasserfällen unter Wasser haben wir es leider auch beim Absetzen zu tun.

Ist also der Zulauf kälter als das Abwasser im Becken, fällt das schwerere zufließende Abwasser auf die Beckensohle ab, fließt an der Beckensohle entlang und steigt am Ablauf wieder auf. Große Teile des Beckens werden nicht durchströmt (Ausbildung von gegenläufigen Wasserwalzen). Auch hier ergeben lange, flache Becken mit etwas größerer Fließgeschwindigkeit einen stabileren Durchfluß. Nichtdurchströmte Zonen werden kleiner gehalten und damit wird die Abscheidewirkung gegenüber kurzen Becken begünstigt.

Am häufigsten und auch am ungünstigsten sind die Gewichtsströmungen die in Nachklärbecken hinter Belebungsanlagen entstehen. Durch die großen Bakterienmengen des belebten Schlammes ist der Zulauf schwerer als das bereits abgesetzte Abwasser im Becken. Der Zulauf fällt daher meist auf die Beckensohle ab und fließt entlang der Sohle. Nun wird entgegen der Fließrichtung des Abwassers der abgesetzte Schlamm in den Trichter am Beckenanfang geschoben. Durch diese Gegenbewegung kommt es auch zu einer Störung des Absetzvorganges.

Der nachteilige Einfluß der Gewichtsströmungen tritt bei Rechteckbecken und Rundbecken auf. Er dürfte sich aber bei kurzen Becken stärker auswirken. Die Sinkgeschwindigkeit des belebten Schlammes wird ebenfalls die Gewichtsströmungen beeinflussen. Vieles ist hier noch ungeklärt. Die beste Maßnahme dürfte ein zweckmäßiger Ablauf sein.

Ablaufgestaltung



Um bei Nachklärbecken den Einfluß der Gewichtsströmungen zu vermindern hat man z.B. bei Rundbecken zwei (oder mehr) Ablaufrinnen angeordnet. Der Totraum im oberen Teil des Beckens wird verkleinert und die Durchströmung verbessert. Weitere Vorteile sind: Die Länge der Ablaufrinnen wird vergrößert und der Sog des über die Ablaufschwelle abfließenden Abwassers verkleinert. Durch die geringere Geschwindigkeit am Ablauf werden weniger feine Schwebestoffe mitgeführt. Nur müssen selbstverständlich die Ablaufwehre genau auf einer Höhe liegen. Umso geringer die Überströmungshöhe über den Ablauf, umso exakter müssen die Ablaufwehre ausgerichtet sein. Schon bei geringer Tiefe an einer Stelle wird das Becken ungünstig durchströmt. Um eine etwas höhere Überströmung zu erhalten wird das

Ablaufwehr oft gezahnt ausgebildet. Auch bei kleinen Wassermengen stellt sich eine Überströmung von einigen Zentimetern ein.



In Rechteckbecken kann man ebenfalls mehrere Rinnen einhängen oder man kann an der Beckenlängswand die Ablaufrinne vorziehen. Die Bodenströmung wird früher hochgeführt und ein größerer Raum des Beckens durchströmt.

Bei Vorklärbecken für häusliches Abwasser genügt nur eine Ablaufrinne am Beckenende (Rechteckbecken) oder am Beckenumfang (Rundbecken).

Fließgeschwindigkeit

Im Gegensatz zum Sandfang wo die Geschwindigkeit von 30 cm/s nicht über- und nicht unterschritten werden sollte, gibt es bei Absetzbecken keine untere Fließgeschwindigkeit. Als obere Fließgeschwindigkeit sollte bei Vorklärbecken 5 cm/s (Ausnahme Regenklärbecken mit nur Grobentschlammung) und bei Nachklärbecken (feinflockiger Bakterien Schlamm) 2,5 cm/s nicht überschritten werden. Bei höheren Fließgeschwindigkeiten besteht Gefahr, daß die Schlamnteilchen nicht zum Absetzbecken kommen und weitergeführt werden.

In senkrecht durchströmten Trichterbecken darf die nach oben gerichtete Fließgeschwindigkeit nicht größer als die Sinkgeschwindigkeit der sich absetzenden Flocken sein.

B) Biologische Abwasserreinigung

Durch die biologische Reinigung soll das Abwasser fäulnisunfähig gemacht werden. Dabei werden die durch das Absetzen nicht beseitigten feinen Schwebestoffe, Kolloide und gelösten organischen Stoffe aus dem Abwasser entfernt. Ebenso werden über 90 % der Krankheitskeime beseitigt. Das biologisch gereinigte Abwasser ist klar, durchsichtig, geruchlos und hat die Beschaffenheit von Abwasser verloren.

Die Vorgänge bei der biologischen Reinigung sind dieselben wie bei der natürlichen Selbstreinigung im Gewässer oder in der oberen Bodenschicht. Die fäulnisfähigen Stoffe des Abwassers dienen Mikroorganismen, vor allem Bakterien zur Nahrung. Die Bakterien vermehren sich und durch diese Lebensvorgänge wird das Abwasser gereinigt. So werden echt gelöste Stoffe z.T. im Energiestoffwechsel in anorganische Endprodukte - Wasser, Kohlendioxid - und zum Teil im Baustoffwechsel in ungelöste Form, in Bakterienmasse, übergeführt. Die gebildeten Bakterien können durch Absetzen aus dem gereinigten Abwasser entfernt werden.

Bei der biologischen Abwasserreinigung können wir grundsätzlich unterscheiden zwischen:

Großräumige Verfahren

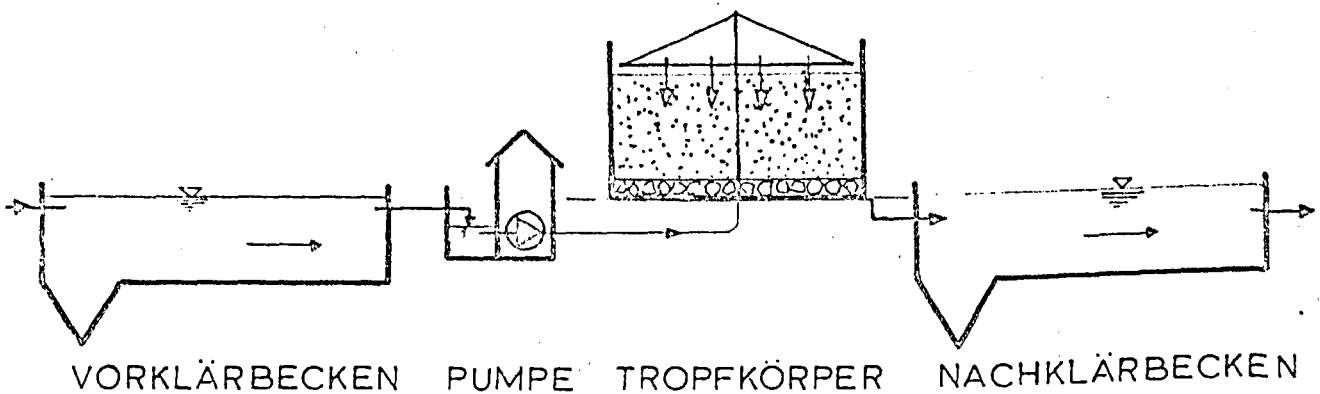
Kleinräumige Verfahren

Großräumige Verfahren sind die Abwasserlandbehandlung (Verrieselung - Verregnung) und das Abwasserteichverfahren (unbelüftete Abwasserteiche, belüftete Abwasserteiche, Abwasserfischteiche). Diese Verfahren entsprechen den Verhältnissen in der Natur. Nur bei den belüfteten Abwasserteichen wird durch Umwälzung und Luftzufuhr die Reinigung beschleunigt. Bei diesen Verfahren werden jedoch keine Mikroorganismen besonders gezüchtet oder im Kreislauf geführt.

Zu den kleinräumigen Verfahren gehören:

Tropfkörperverfahren
Belebungsverfahren

Tropfkörper



1. Reinigungsvorgang

Ein Tropfkörper besteht aus einem zylindrischen Behälter (Außenwand aus Mauerwerk, Stahlbeton oder Kunststofffolien), der mit wetterfesten Steinen, Schlacken oder Kunststoffwaben gefüllt ist. Über dem Füllmaterial wird das Abwasser mit einem umlaufenden Drehsprenger versprüht (Antrieb durch Rückstoß des ausfließenden Wassers). Um eine ausreichende Stoßkraft für den Antrieb zu erhalten werden manche kleinere Tropfkörper in zeitlichen Abständen beschickt. Dabei sammelt sich das mechanisch gereinigte Abwasser in einem kleinen Behälter und wird nach Füllung durch einen Heber entleert.

Nach einigen Wochen überziehen sich die Brocken des Füllmaterials mit einer schleimigen Schicht. In dieser schleimigen Schicht leben Millionen von Bakterien, die das Abwasser reinigen. Man bezeichnet diese Schicht auch "Biologischen Rasen". Neben Bakterien leben im biologischen Rasen auch Bakterienfresser, Insektenlarven, Würmer und dergleichen.

Für ihre Lebensvorgänge brauchen die Bakterien genau wie der Mensch Sauerstoff. Der Sauerstoff wird vom Abwasser beim Durchtropfen durch den Tropfkörper aufgenommen. Verstärkt wird diese Wirkung durch die Luftbewegung im Tropfkörper. Hierfür wird die Umfassungswand des Tropfkörpers unten mit Öffnungen für den Lufttritt versehen. Die Luftöffnungen müssen groß genug sein, daß ein ausreichender Luftstrom durch den Tropfkörper entsteht. Wenn das Abwasser wärmer ist als die Außenluft wird die Luft im Tropfkörper ebenfalls wärmer und steigt nach oben. Ist die Außenluft wärmer als das Abwasser, kühlt das Abwasser die Luft im Tropfkörper ab und es bewegt sich die Tropfkörperluft von oben nach unten. Im allgemeinen ist die natürliche Belüftung ausreichend. Wichtig ist jedoch eine sorgfältige Ausbildung der Tropfkörpersohle, die ein gleichmäßiges Durchströmen der Luft gewährleisten muß.

Beim Durchtropfen spült das Abwasser einen Teil des Tropfkörperperrasens von den Brocken ab. Die Tropfkörpersohle muß daher ein ausreichendes Gefälle haben um Ablagerungen auf der Sohle zu vermeiden. Der abgespülte Tropfkörperperrasen ist gut absetzbar und kann in den Nachklärbecken zurückgehalten werden. Soll die Spülwirkung erhöht werden, so kann zusätzlich gereinigtes Abwasser vom Ablauf des Nachklärbeckens zurückgepumpt und über dem Tropfkörper versprüht werden. Verstopfungen im Tropfkörper lassen sich so vermeiden.

In der Nähe von Wohnsiedlungen empfiehlt es sich, den Tropfkörper oben geschlossen auszubilden. Zur Sauerstoffversorgung der Mikroorganismen muß jetzt künstlich belüftet werden (meist Ventilator in der Tropfkörperdecke).

2. Grundlagen für die Reinigungswirkung

Die Reinigungswirkung im Tropfkörper ist abhängig von:

Verhältnis Nährstoffe zu Bakterien
Art der Nährstoffe
Umweltbedingungen (T - pH - O₂)

Verhältnis Nährstoffe zu Bakterien

Es ist üblich, bei der Berechnung eines Tropfkörpers die tägliche Abwassermenge (Q) durch den Tropfkörperinhalt (V) zu teilen. Man erhält so die Abwassermenge die (q_R) auf 1 m³ Tropfkörper an einem Tag entfällt. Wird diese Abwassermenge mit der Menge an fäulnisfähigen Stoffen (BSB₅) die 1 m³ Abwasser enthält, malgenommen, so ergibt sich die Menge an Nährstoffen die auf 1 m³ Tropfkörper pro Tag entfällt.

$$q_R = \frac{Q}{V} \left(\frac{m^3 \cdot 1}{d \cdot m^3} \right)$$

$$B_R = q_R \cdot BSB_5 \left(\frac{kg \ BSB_5}{m^3 \cdot d} \right)$$

Ein schwach belasteter Tropfkörper erhält wenig Nährstoffe, ein hoch belasteter Tropfkörper erhält viel Nährstoffe.

Um alle Nährstoffe aus dem Abwasser zu entfernen, muß das Verhältnis Nährstoffe zu Bakterien sehr klein sein. Das heißt auf 1 kg Bakterien dürfen nur wenige Nährstoffe entfallen. Die Bakterien leben nahe am Hungerzustand und es werden deshalb alle verwertbaren Stoffe aufgezehrt. Ist umgekehrt das Verhältnis Nährstoffe zu Bakterien groß, so haben die Bakterien große Auswahl und verzehren zunächst

die leicht abbaubaren Stoffe, während einige fäulnisfähige Stoffe übrig bleiben und im Ablauf mit abfließen. Das Abwasser wird also nur teilweise gereinigt. Je nach der Größe des Verhältnisses Nährstoffe zu Bakterien kann jeder beliebige Reinigungsgrad erreicht werden.

Nun ist es schwer beim Tropfkörper das Gewicht der Bakterien von einem m^3 /Tropfkörperinhalt festzustellen. Man kann jedoch annehmen, daß die Menge der aktiven Bakterien, die wirklich mit Sauerstoff versorgt werden (äußere Schicht), abhängig ist von der Größe der Oberfläche der Tropfkörpersteine. Die Oberfläche der Steine eines Kubikmeter Brockenmaterials ist jedoch umso größer, je kleiner der Durchmesser der Steine ist. Mit der Wahl des Durchmessers der Steine legt man sich auf die Größe der Oberfläche und damit auf die Menge der aktiven Bakterien fest. Während des Betriebes eines einmal gebauten Tropfkörpers kann man daher nicht die Menge der Bakterien beeinflussen. Es ist allgemein üblich, einen Brockendurchmesser von 4-8 cm zu wählen. Nur die Stüttschicht über der Tropfkörpersohle und die oberste Deckschicht des Tropfkörpers erhalten größeren Korndurchmesser von 8-12 cm.

In England ist es üblich mit einem kleineren Korndurchmesser von 2-4 cm zu arbeiten. Durch die größere Oberfläche wird mit einer größeren Bakterienzahl gearbeitet und damit eine höhere Reinigungswirkung erreicht. Nur ist die Gefahr des Verstopfens (Schlammansammlungen) größer. Auch wird die Sauerstoffversorgung schwieriger. Allgemein wird zwischen schwach belasteten Tropfkörpern, wo mit einem Kubikmeter Brockenmaterial Abwasser von 5 Einwohnern biologisch gereinigt werden kann und hochbelasteten Tropfkörpern mit 20-25 Einwohner/ m^3 Brockenmaterial unterschieden. Beim schwach belasteten Tropfkörper mit 5 E/ m^3 ist die Belastung so gering, daß die gebildete Bakterienmasse im Tropfkörper selbst wieder fäulnisunfähig gemacht wird.

Bei dieser Umwandlung sind auch höhere Organismen wie Würmer und Fliegenlarven beteiligt, die sich von dem Bakterienschlamm des biologischen Rasens ernähren. Wird die Belastung gesteigert, so bilden sich mehr Bakterien und es besteht die Gefahr des Verstopfens, wenn nicht gereinigtes Abwasser zurückgepumpt und damit die Spülwirkung erhöht wird. Nach den Vorschlägen von Prof. Pönninger ist es möglich eine volle biologische Reinigung des Abwassers mit einer Einwohnerbelastung von 10 E/m^3 Brockenmaterial zu erreichen. Die Spülwirkung ist ausreichend, wenn mindestens $0,8 \text{ m}^3$ Abwasser (einschl. Rückpumpwasser) pro m^2 Tropfkörperoberfläche in einer Stunde aufgebracht werden.

Art der Nährstoffe

Feine Schwebestoffe und Kolloide des Abwassers werden sofort von den Bakterien des biologischen Rasens festgehalten oder angelagert. Die Entfernung dieser Stoffe erfolgt daher sehr schnell. Gelöste fäulnisfähige Stoffe müssen im Innern der Bakterien zerlegt werden. Hierfür wird mehr Zeit erforderlich. Einzelne gelöste organische Verbindungen werden dabei schnell zerlegt, andere wieder langsamer. Neben dem Verhältnis Nährstoffe zu Bakterien sind die Art der Nährstoffe von großer Bedeutung. So benötigen die Bakterien für manche Industrieabwässer eine wesentlich längere Zeit als für häusliche Abwässer. Um die gleiche Ablaufqualität zu erhalten muß daher bei diesen Industrieabwässern das Verhältnis Nährstoffe zu Bakterien (organische Belastung B_R) kleiner sein als bei häuslichen Abwässern.

Umweltbedingungen

Zu den Umweltbedingungen die die Reinigungswirkung im Tropfkörper beeinflussen gehören:

Temperatur

pH - Wert

Sauerstoff

Temperatur

Tropfkörper sind ziemlich empfindlich gegenüber niedrigen Temperaturen. Im Winter ist daher die Reinigungswirkung von Tropfkörpern schlechter als im Sommer. Es läßt sich so erklären, daß im Winter durch die niedrigen Temperaturen die Lebenstätigkeit der Bakterien eingeschränkt wird und sie daher an einem Tag nicht soviel Nährstoffe verzehren können wie im Sommer. Deshalb ist bei gleichem Verhältnis Nährstoffe zu Bakterien (Belastung) das gereinigte Abwasser im Winter stärker verunreinigt als im Sommer.

pH - Wert

Der günstigste pH-Wert für die Lebenstätigkeit der Bakterien liegt zwischen 7 und 8. Ist das Abwasser sauer (pH-Wert unter 7) oder stark alkalisch (pH-Wert über 9) so wird ebenfalls die Lebenstätigkeit der Bakterien eingeschränkt. Genau wie bei niedriger Temperatur wird jetzt eine schlechtere Reinigungswirkung erreicht.

Sauerstoff

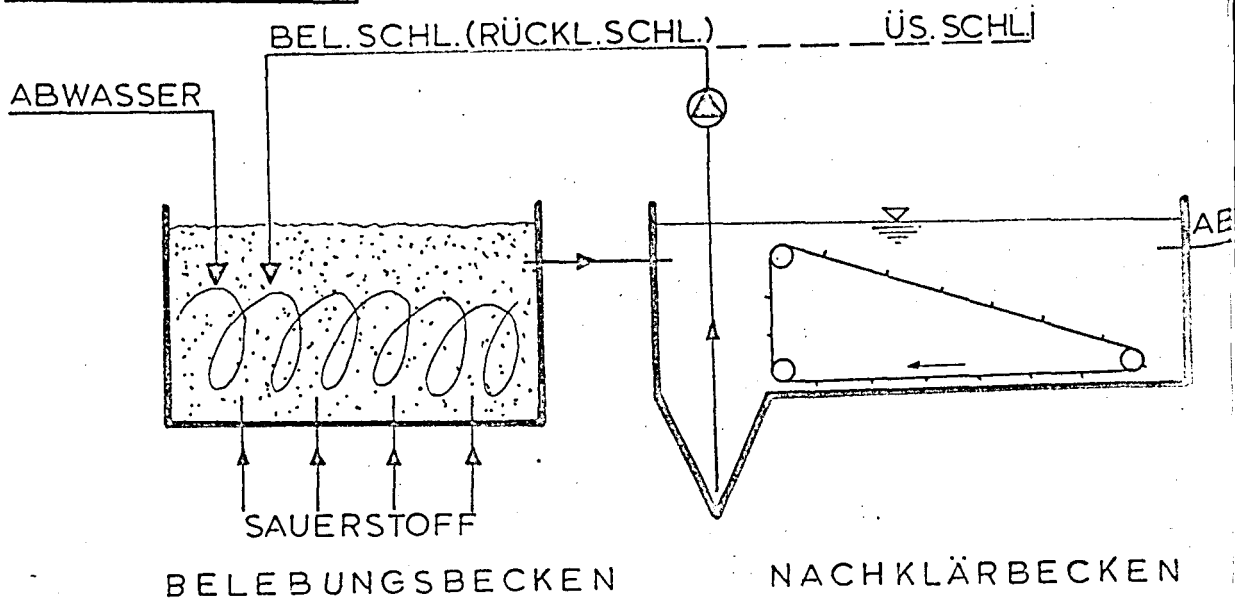
Für die Lebentätigkeit der Bakterien wird Sauerstoff benötigt. Steht nicht genügend Sauerstoff zur Verfügung werden nur soviel Nährstoffe verzehrt, wie für die biologischen Prozesse Sauerstoff vorhanden ist. Bei nicht ausreichender Sauerstoffversorgung wird daher die Reinigungswirkung schlechter.

Wenn für ausreichende Luftöffnung, eine gute Sohlausbildung (Gewähr für gleichmäßige Durchströmung der Luft) gesorgt ist und keine Schlammansammlungen sich bilden, dann ist meist in den Hohlräumen des Tropfkörpers Sauerstoff im Überschuß vorhanden.

3. Zusammenfassung wichtiger Punkte für Tropfkörper

1. Gute Vorklärung um Verschlämmung des Tropfkörpers durch absetzbare Schwebestoffe des Abwassers zu vermeiden.
2. Genügende Spülwirkung (Oberflächenbeschickung) um ein übermäßiges Ansammeln von biologischem Rasen (Schlammester) zu vermeiden - erreichbar durch Rückpumpen von biologisch gereinigten Abwässern.
3. Ausreichende Belüftung durch große Luftzutrittsöffnungen und zweckmäßige Ausbildung der Tropfkörpersohle (natürlicher Luftzug meist ausreichend) - künstliche Belüftung bei abgedeckten Tropfkörpern.

Belebungsverfahren



1. Reinigungsvorgang

Beim Belebungsverfahren spielt sich der biologische Vorgang im Belebungsbecken (auch Belüftungsbecken genannt) ab. Im Gegensatz zu Tropfkörpern, die über der Erde errichtet werden, sind die Belebungsbecken meist einfache Betonbecken und in die Erde gebaut. Mit Ausnahme der Belüftungsvorrichtungen haben sie meist keine

weiteren Einbauten. Die Form und Gestaltung der Becken ist abhängig von dem gewählten Belüftungssystem.

Im Belebungsbecken haften die Bakterien nicht wie beim Tropfkörper an festen Steinen sondern sie bilden im Abwasser frei schwimmende Flocken. Der biologische Vorgang entspricht genau der natürlichen Selbstreinigung im Fluß. Um die Belebungsbecken möglichst klein zu halten, also um mit einer kurzen Aufenthaltszeit im Belebungsbecken arbeiten zu können, muß im Belebungsbecken eine große Zahl von Bakterien vorhanden sein. Die im Belebungsbecken gebildeten Bakterienflocken schließen sich im Nachklärbecken, zu größeren Flocken zusammen. Durch einen maschinellen Räumler werden sie in den Sumpf am Anfange des Nachklärbeckens geschoben und von dort mit Hilfe einer Pumpe in das Belebungsbecken zurückgepumpt. Weil die Bakterienmassen wie Schlamm aussehen bezeichnet man sie auch "belebter Schlamm". Der belebte Schlamm der vom Nachklärbecken zum Belebungsbecken zurückgepumpt wird heißt "Rücklaufschlamm". Die Rücklaufschlammmenge beträgt 30 bis über 100 % der zufließenden Abwassermenge.

Das Rückpumpen des Rücklaufschlammes ist mit der wichtigste Vorgang beim Belebungsverfahren. Bei manchen kleineren Anlagen, wo Belebungsraum und Nachklärraum in einem Baukörper vereinigt sind, fließt der belebte Schlamm selbsttätig in das Belebungsbecken zurück. Auch beim einfachen Oxydationsgraben (Aufstaubetrieb) oder beim Doppelgraben wird auf Rücklaufpumpen verzichtet. Wenn die für die Reinigungswirkung ausreichende Menge an Bakterien, also an belebten Schlamm gezüchtet ist wird der Zuwachs als "Überschußschlamm" entfernt.

2. Belüftung

Für die biologischen Prozesse benötigen die Bakterien Sauerstoff. Wieviel Sauerstoff verbraucht wird hängt davon ab wieviel Nährstoffe verzehrt werden. Ist das Angebot an Nährstoffen gering, z.B. in den Nachtstunden (geringe Abwassermenge, geringe Verschmutzung) so ist auch der Sauerstoffverbrauch geringer. Der größte Sauerstoffverbrauch tritt in den Tagesstunden, meist zur Zeit des größten Abwasseranfalles ein.

Der erforderliche Sauerstoff muß maschinell zugeführt werden. Hierfür wurden die verschiedensten Belüftungssysteme entwickelt.

Wir unterscheiden zwischen:

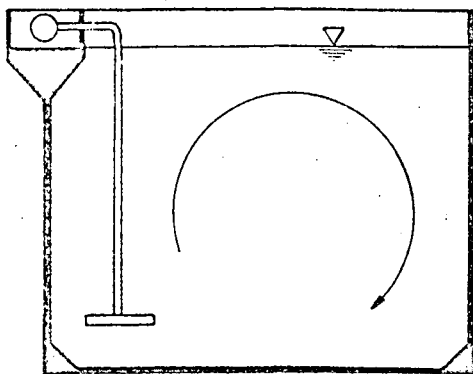
Druckbelüfter

Oberflächenbelüfter

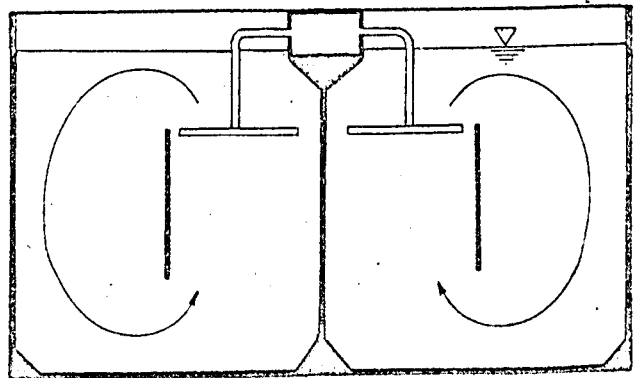
Kombinierte Belüfter

Druckbelüfter

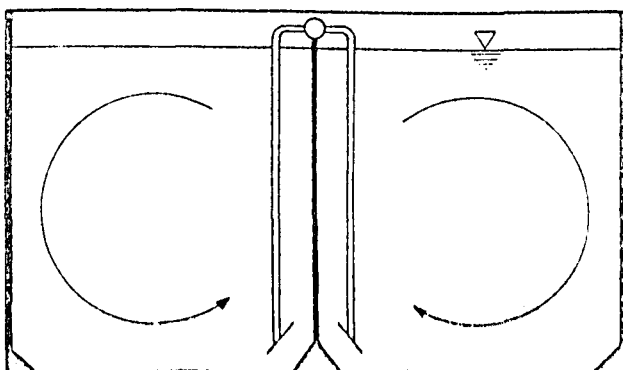
FILTEROHRE



FEINBLASIGE BELÜFTUNG



INKA-BELÜFTUNG



GROBBLASIGE BELÜFTUNG

Feinblasige Belüftung:

Die Luft wird durch keramisches Filtermaterial gepresst, sodaß feine Blasen von wenigen Millimetern Durchmesser entstehen. Die Anlagen in Baden, Klagenfurt und Bregenz arbeiten mit feinblasiger Belüftung.

Mittelblasige Belüftung:

Eine mittelblasige Belüftung wird erreicht, indem die Luft durch gelochte Rohre (Lochweite 1-5 mm) eingeblasen wird. Die gelochten Rohre können an der Beckensohle (tiefliegend) oder 80 cm unter der Wasseroberfläche wie bei der INKA-Belüftung (hochliegender Belüfter) angeordnet werden.

Grobblasige Belüftung:

Bei der grobblasigen Belüftung wird die Luft durch offene Rohre (Öffnungsweite 1-3 cm) eingeblasen. Die grobblasige Belüftung wird vor allem dann eingesetzt, wenn Verstopfungen auf jeden Fall vermieden werden sollen (z.B. kleine Anlagen die nicht regelmäßig gewartet werden).

Grundlagen der Sauerstoffzufuhr bei Druckluftsystemen

Bei Druckbelüftung ist die Menge an Sauerstoff, die von den Luftblasen in das Abwasser im Belebungsbecken übergeht (im Abwasser gelöst wird - die Bakterien können nur den im Abwasser gelösten Sauerstoff aufnehmen), abhängig von:

Größe der Luftblasen

Luftmenge

Einblastiefe

Durchströmung

Abwasserbeschaffenheit

Größe der Luftblasen

Je kleiner die Luftblasen sind, umso größer ist die Gesamtoberfläche der Luftblasen von z.B. 1 m³ Druckluft (vergl. Oberfläche der Tropfkörpersteine). Die ins Abwasser übertragene Sauerstoffmenge ist umso größer, je größer die durch die Oberfläche der Luftblasen gebildete Grenzfläche (Luft-Abwasser) ist. Daneben ist die Häufigkeit der Grenzflächenerneuerung durch Wirbel wichtig. Denn Größe der Grenzflächen und Grenzflächenerneuerung ergeben den Sauerstoffübergang ins Abwasser.

In 1 m³ Druckluft sind etwa 300g O₂ enthalten. Wenn 1 m³ Druckluft durch Reinwasser 1m aufsteigt werden bei

| | | |
|------------------------|------|--------------------------|
| feinblasiger Belüftung | etwa | 10 - 12 g O ₂ |
| mittelblasiger | " | 6 - 8 g O ₂ |
| grobblasiger | " | 5 - 7 g O ₂ |

in sauerstofffreies Wasser übertragen. Die Versuchsergebnisse mußten auf sauerstofffreies Wasser umgerechnet werden, damit man die Ergebnisse vergleichen kann. Je höher nämlich im Wasser der Sauerstoffgehalt ist, umso weniger neuer Sauerstoff wird aufgenommen. Wenn ein bestimmter Grenzwert, der Sättigungswert, erreicht ist, geht überhaupt kein neuer Sauerstoff mehr in das Wasser über. Man kann dann noch so viel belüften, der Sauerstoffgehalt steigt nicht über den Sättigungswert an. Bei einer Wassertemperatur von 15° beträgt der Sättigungswert etwa 10 mg O₂/l. Bei niedrigen Temperaturen ist der Sättigungswert höher, bei höheren Temperaturen niedriger. Die Menge an Sauerstoff die ins Wasser übergeht ist jedoch bei den in der Praxis in Frage kommenden Wassertemperaturen (0-25°) ziemlich gleich.

Luftmenge

Überschläglich gilt, umso größer die Luftmenge umso mehr Sauerstoff wird übertragen. Also wenn 1 m³ Luft bei 1 m Steighöhe 10 g O₂ zuführt, sind es bei 5 m³ Luft 50 g O₂. Bei feinblasiger Belüftung gilt dies allerdings nur in gewissen Grenzen. Wenn zuviel Luft zugegeben wird schließen sich die feinen Blasen zu größeren Blasen zusammen und die Sauerstoffausnutzung geht zurück. Bei mittelblasiger und grobblasiger Belüftung ist die Sauerstoffzufuhr weitgehend unabhängig von der Luftmenge.

Einblastiefe

Auch hier gilt überschläglich, umso größer die Einblastiefe umso mehr Sauerstoff wird übertragen. Werden z.B. von 1 m³ Luft bei 1 m Einblastiefe 10 g O₂ zugeführt, so sind es bei 3 m Einblastiefe 30 g O₂ (also etwa 10 % des gesamten Sauerstoffgewichtes von 300g - 3 m Einblastiefe entspricht etwa der normalen Ausführung). Dies gilt für alle Blasengrößen.

Durchströmung

Die Becken sollten so ausgebildet sein, daß die Luftblasen möglichst lange im Wasser bleiben, damit viel Sauerstoff übertragen werden kann. Eine hohe Umfangsgeschwindigkeit der sich im Becken drehenden Wasserwalze (Spiralströmung durch die an einer Seite aufsteigenden Luftblasen) und damit kurzer Kontaktzeit Luftblase-Wasser ist ungünstig. Die Durchströmung wird mit durch die Belüfteranordnung beeinflusst. Sind 2 Belüfter zu dicht nebeneinander montiert so vereinigen sich die beiden Blasenströme und es wird, weniger Sauerstoff ausgenützt.

Abwasserbeschaffenheit

Gegenüber Reinwasser wird im Abwasser etwas weniger Sauerstoff übertragen. Von Einfluß sind grenzflächenaktive Stoffe die im Waschmittel (Detergentien) enthalten sind.

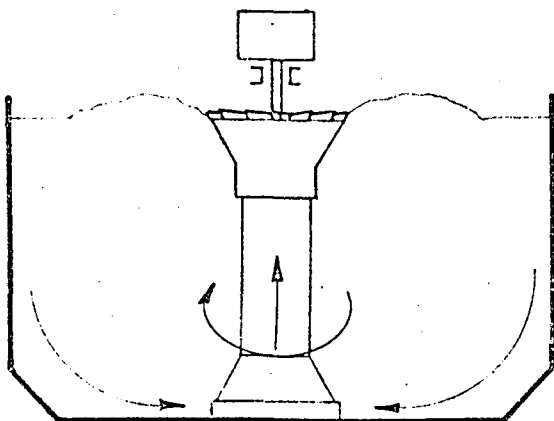
Sauerstoffausnutzung und Durchströmung (vor allem Grenzflächenerneuerung) werden schlechter. Die feinblasige Belüftung wird dabei ungünstiger beeinflusst (z.B. 60-80 % der Ausnutzung im Reinwasser) als mittelblasige und grobblasige Belüftungssysteme (z.B. 80-90 %). Je mehr grenzflächenaktive Stoffe umso ungünstiger ist der Einfluß. Aber auch andere gelöste organische Stoffe können sich nachteilig auswirken.

Regelung der Sauerstoffzufuhr

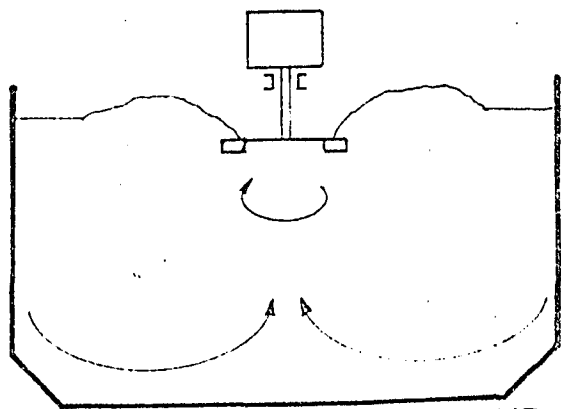
Bei mittleren und größeren Anlagen sind meist mehrere Gebläse vorhanden. Je nach dem Sauerstoffverbrauch der Mikroorganismen werden die einzelnen Gebläse zu- oder abgeschaltet. Es sollte ein möglichst gleichmäßiger O_2 -Gehalt (mg/l) im Becken vorhanden sein.

Oberflächenbelüftungssysteme

Kreiselbelüfter:



KREISEL MIT ANSAUGROHR

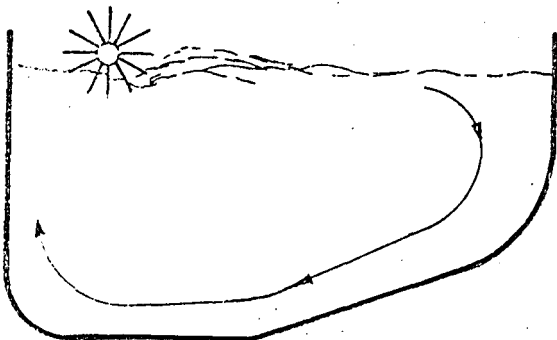


KREISEL OHNE ANSAUGROHR

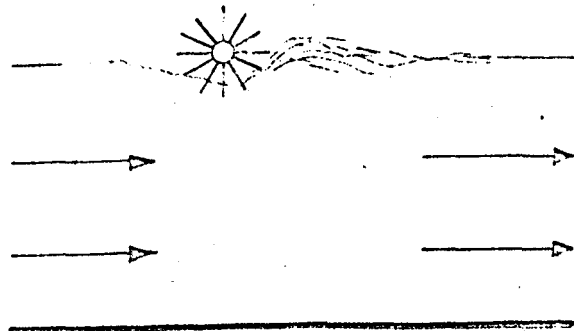
In der Höhe des Wasserspiegels ist waagrecht mit senkrechter Welle ein sich drehender Kreisel angeordnet. Der Kreisel versprüht das Abwasser in der Luft wobei es Sauerstoff aufnimmt. Es gibt heute etwa 10 verschiedene Kreiselsysteme, die im Grundprinzip jedoch alle ähnlich sind.

So wirken alle Kreisel wie eine Pumpe mit geringer Förderhöhe (nur wenige cm) und großer Fördermenge. Das umgewälzte Abwasser wird unter dem Kreisel von der Beckensohle angezogen. Zum Teil ist dafür ein besonderes Führungsrohr (SIMPLEX-Kreisel) vorhanden.

Stabwalzenbelüfter:



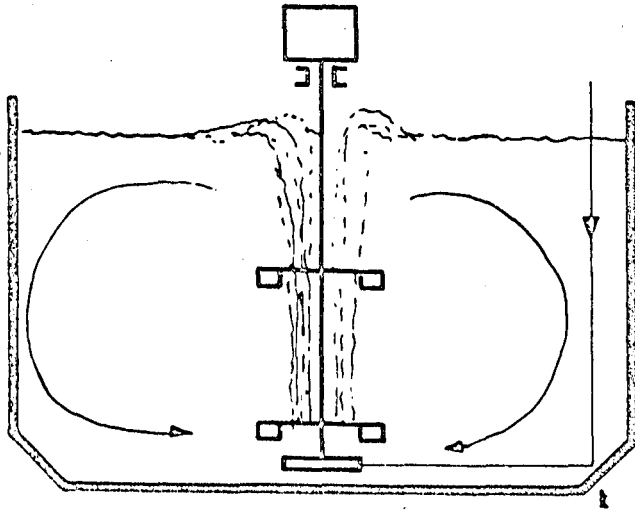
UMWÄLZBECKEN



UMLAUFBECKEN

Bekannt geworden ist die Kessener Bürste. Davon wurden weiter entwickelt Käfigwalze und Mammutrotor. Bei beiden Belüftern schlagen Stahlstäbe, die an einer rotierenden waagrecht Welle befestigt sind, in das Wasser, versprühen das Abwasserschlammgemisch und tragen im Bereich der rotierenden Walze Sauerstoff in das Wasser ein. Stabwalzenbelüfter werden im Umwälzbecken (spiral-förmige Wasserwalzen wie bei Druckluftbecken) und im Umlaufbecken (das Abwasser fließt waagrecht wie im Oxydationsgraben) eingesetzt.

Kombinierte Belüfter:



KOMBINATION
GROBBLASIGE BELÜFTUNG
MIT RÜHRERN

Es gibt hier die verschiedensten Systeme bei denen Druckluft mit einem mechanischen Rührer kombiniert wird. Bei anderen Belüftern ist die Drucklufteinrichtung fahrbar, so daß dadurch die Sauerstoffzufuhr begünstigt werden soll.

Grundlagen der Sauerstoffzufuhr bei Oberflächenbelüftern

Bei Oberflächenbelüftern (Kreisel und Stabwalzen) ist die Menge an Sauerstoff die in das Abwasser übertragen wird abhängig von:

- Durchmesser des Belüfters
- Drehzahl
- Eintauchtiefe
- Durchströmung
- Abwasserbeschaffenheit

Durchmesser des Belüfters

Bei Kreiselbelüftern steigt die mögliche Sauerstoffzufuhr etwa mit dem Quadrat des Durchmessers (D^2).

Danach ergibt unter sonst gleichen Verhältnissen (vor allem Umfangsgeschwindigkeit des Kreisels) ein Kiesel von \emptyset 3 m etwa die 4-fache O_2 -Zufuhr eines Kreisels von \emptyset 1,5 m.

Bei Stabwalzen ermöglichen größere Durchmesser eine größere Eintauchtiefe und damit eine größere Sauerstoffzufuhr. Sonst ist, gleiche Eintauchtiefe und gleiche Umfangsgeschwindigkeit vorausgesetzt, der Einfluß des Durchmessers gering.

Drehzahl

Bei größerer Drehzahl und damit größerer Umfangsgeschwindigkeit des Kreisels wird mehr Sauerstoff eingetragen.

Dabei steigt die Sauerstoffzufuhr sogar angenähert mit der 3. Potenz (n^3 bzw. v_u^3), wenn die Strömungsverhältnisse bei beiden Drehzahlen günstig sind.

Auch bei Stabwalzen steigt der Sauerstoffeintrag mit größerer Drehzahl (Potenzfaktor 2,5 bzw. $n^{2,5}$).

Wegen des großen Einflusses der Drehzahl werden oft polumschaltbare Motoren (z.B. $n_1 = 2/3 n_2$) vor allem bei Kreiselbelüftern eingesetzt (stufenlos regelbare Getriebe sind teuer und haben größere Verluste).

Eintauchtiefe

Je tiefer ein Kiesel in das Abwasser eintaucht, umso mehr Abwasser wird gefördert und umso größer ist die Sauerstoffzufuhr.

Bei Stabwalzenbelüftern steigt die Sauerstoffzufuhr etwa gleichmäßig mit der Eintauchtiefe an (z.B. bei 20 cm Eintauchtiefe doppelt so groß wie bei 10 cm).

Durchströmung

Die Durchströmung wird bei allen Oberflächenbelüftern vom Verhältnis der Beckenabmessungen (z.B. Breite zu Tiefe) und von Einbauten beeinflusst. Bei zu großer Strömung im Becken geht der Sauerstoffeintrag zurück. Durch Prallwände wird die Strömung abgebremst und die Sauerstoffzufuhr (bei gleichzeitig größerem Energieverbrauch - der Kreisel muß mehr arbeiten) erhöht.

Werden einzelne Teile nicht richtig durchströmt, so können Leitwände (z.B. bei Kessener Belüftung, um eine bessere Sohlströmung zu erhalten) eingebaut werden.

Abwasserbeschaffenheit

Durch grenzflächenaktive Stoffe wird die Sauerstoffzufuhr nur gering nachteilig beeinflusst (etwa 90-95 % der Reinwasserwerte). Bei Kessener-Belüftung in Umwälzbecken kann jedoch die Durchströmung stark beeinträchtigt werden (Einbau von Leitwänden erforderlich). Auch der Energieaufwand steigt.

Regelung der Sauerstoffzufuhr

Am einfachsten ist die Eintauchtiefe der Oberflächenbelüfter zu verändern. Durch Heben oder Senken des Wasserspiegels im Belebungsbecken (z.B. verstellbares Ablaufwehr) kann die Sauerstoffzufuhr bei Kreiselbelüftern etwa bis im Verhältnis 1:3 (z.B. kleinster Eintrag 10 kg O₂/h, größter Eintrag 30 kg O₂/h) und bei Stabwalzenbelüftern bis zu 1:5 stufenlos geregelt werden. Mit geringerer Sauerstoffzufuhr wird auch der Energieverbrauch geringer.

Bei entsprechender Ausbildung der Ablaufschwelle kann durch die unterschiedlichen Abwassermengen, während der Tages- und Nachtstunden, eine unterschiedliche Strömungshöhe der Ablaufschwelle erreicht werden, die für die Regelung der Sauerstoffzufuhr ausreicht.

Sind größere Abstufungen erforderlich so kann mit polumschaltbaren Motoren mit zwei verschiedenen Drehzahlen gearbeitet werden (gilt vor allem für Kreiselbelüfter).

Bei kombinierter Belüftung (Druckluft mit mechanischem Rührer) sind die Zusammenhänge ähnlich den Druckbelüftern und den Oberflächenbelüftern. Die Eintauchtiefe des Rührers ist jedoch nur dann von Bedeutung, wenn er als zweiter Rührer an der Oberfläche arbeitet.

Energieaufwand

Feinblasige Belüftung, Kreiselbelüfter und Stabwalzenbelüfter brauchen etwa die gleiche Energie in Kilowattstunden um 1 kg Sauerstoff in das Abwasser einzutragen. Bei Druckbelüftern wird um 1 m³/h Luft 1 m tief einzublase, ein Energieaufwand von etwa 6 Wattstunden erforderlich. (Bei kleinen Gebläsen ist der Energieaufwand höher.) Für größere Luftmengen und größere Eintauchtiefen muß entsprechend umgerechnet werden.

Mischung

Alle Belüfter haben zwei Aufgaben zu erfüllen:

Zuführung des für die Lebensprozesse wichtigen Sauerstoffes

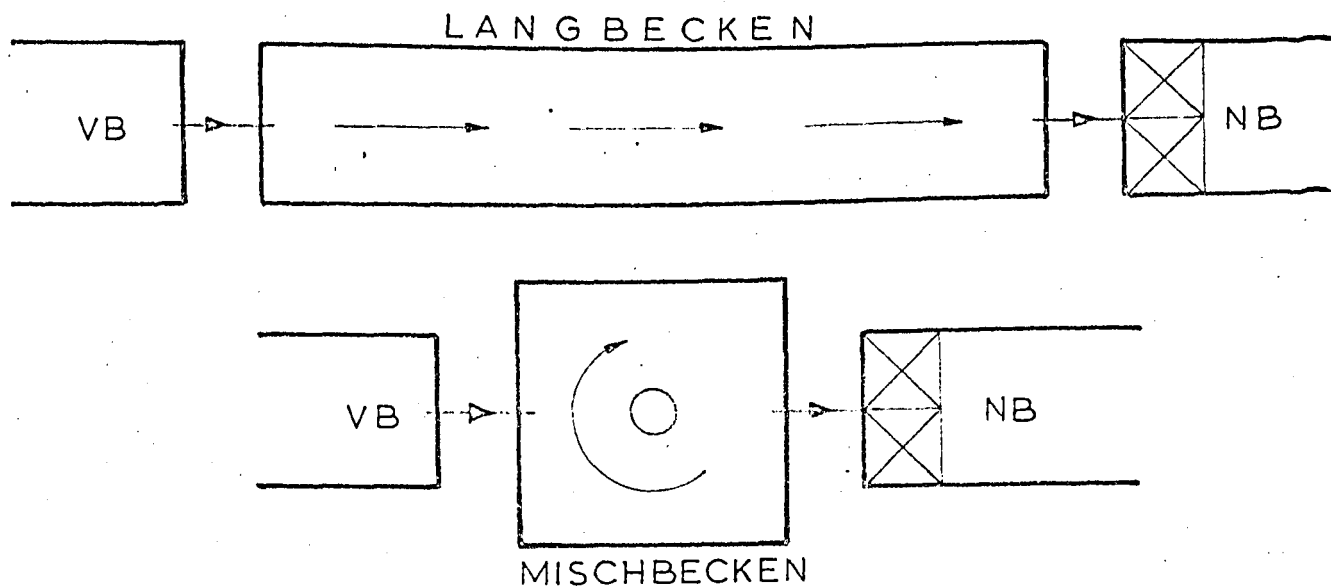
Umwälzung und Mischung des Inhaltes des Belebungsbeckens durch Erzeugung einer starken Wasserströmung

Durch die Verwirbelung von Abwasser und belebten Schlamm (Mischung) werden die Bakterien ständig in der Schwebe gehalten und sollen sich nicht am Beckenboden ablagern. Im Belebungsbecken abgelagerter belebter Schlamm wird

nicht mehr mit Sauerstoff versorgt und stirbt ab. Er geht dann ebenso in Fäulnis über, wie wenn Schlamm aus den Vorklärbecken längere Zeit liegen bleibt. Durch die Fäulnis wird das Abwasser infiziert und der Reinigungsverlauf beeinträchtigt.

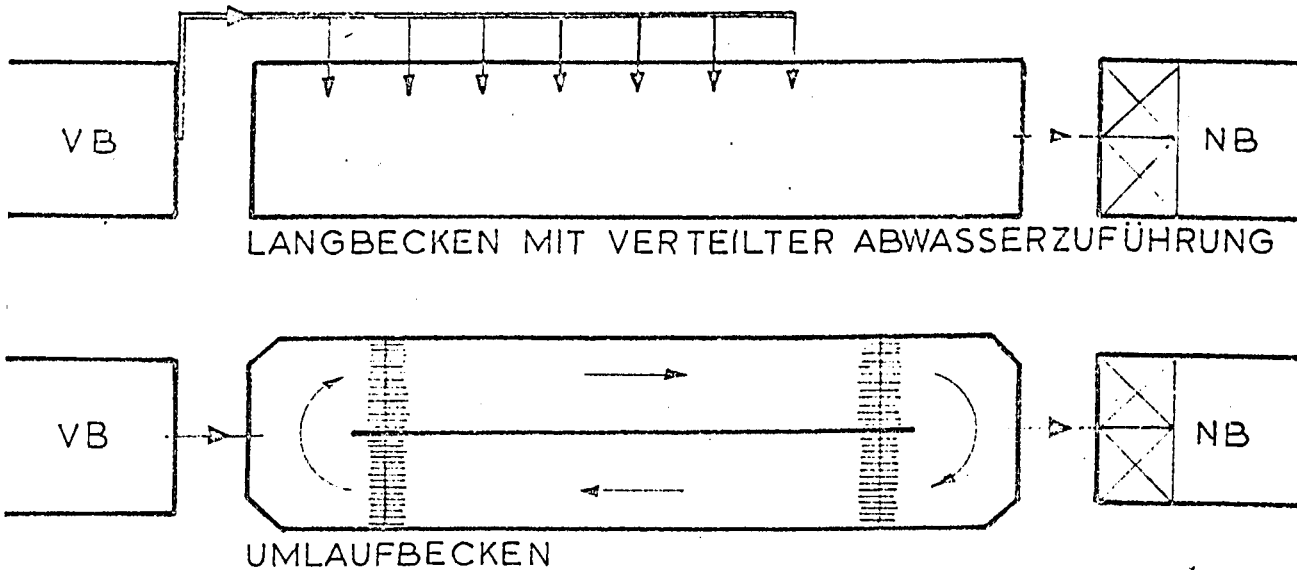
Die Mischung im Belebungsbecken ist auch wichtig, um die organischen Stoffe des Abwassers mit den Bakterien des belebten Schlammes in Kontakt zu bringen. Die Bakterien werden dadurch schneller mit Nahrung versorgt und der biologische Prozess wird günstig beeinflusst.

3. Beckentypen



Wird das Abwasser nur am Beckenanfang zugegeben und ist das Belebungsbecken recht lang und schmal ausgebildet, so liegt im ersten Teil des Beckens Nährstoffüberschuß vor. Durch das größere Nährstoffangebot verzehren hier die Bakterien viel mehr Schmutzstoffe als im hinteren Teil des Beckens. In dem Maße wie mehr Schmutzstoffe verzehrt werden, muß auch mehr Sauerstoff zugeführt werden. Dadurch ist eine unterschiedliche Sauerstoffzufuhr im Belebungsbecken (am Anfang viel - am Ende wenig) erforderlich. Die Mikroorganismen haben am Anfang Nährstoffüberschuß, am Ende Nährstoffmangel. Für biologische Prozesse ist es jedoch günstiger, wenn die Mikroorganismen ständig unter gleichen Bedingungen arbeiten.

Die gleichen Bedingungen werden in einem völlig durchmischten Becken (z.B. Kreiselsbecken) erreicht. Die Sauerstoffzufuhr wird vereinfacht. Auch ein stoßweiser Anfall von stark verschmutzten oder giftigem Industrieabwasser wird am besten im durchmischten Becken aufgefangen, da alle Bakterien gleichmäßig das neu hinzukommende Abwasser verarbeiten.



Gleichmäßige Nährstoffverhältnisse werden auch bei langen Belebungsbecken durch eine verteilte Abwasserzuführung entlang der Beckenwand (bis etwas auf $3/4$ der Beckenlänge) erreicht. Auch im Umlaufbecken (z.B. mit Mammutrotoren) erfolgt eine weitgehende Durchmischung und somit gleichmäßige Nährstoffverhältnisse.

4. Grundlagen für die Reinigungswirkung

Die Reinigungswirkung im Belebungsbecken ist abhängig von:

Verhältnis Nährstoffe zu Bakterien

Art der Nährstoffe

Umweltbedingungen (pH - O_2 - Mischung)

Verhältnis Nährstoffe zu Bakterien (Schlammbelastung)

Genau wie beim Tropfkörper ist die Reinigungswirkung im Belebungsbecken bei günstigen Umweltbedingungen und bei normaler Art der Nährstoffe (z.B. häusliches Abwasser) hauptsächlich abhängig von dem Verhältnis Nährstoffangebot zu Bakterien. Unterschiedlich zum Tropfkörper hat es jedoch jetzt der Klärwärter in der Hand, wieviel Bakterien er zur biologischen Reinigung einsetzen will. Mit einer größeren Menge an Bakterien werden die Nährstoffe in kürzerer Zeit entfernt und damit das Abwasser schneller gereinigt. Je mehr Bakterien im Belebungsbecken vorhanden sind, umso sicherer verläuft der Reinigungsprozess, umso leichter kann ein stoßweiser Anfall von Schmutzstoffen aufgefangen werden. Im übrigen gilt wie beim Tropfkörper: Je kleiner das Verhältnis Nährstoffe zu Bakterien ist, je mehr leben die Bakterien im Hungerzustand und alle fäulnisfähigen Stoffe werden restlos aus dem zugeführten Abwasser entfernt. Wird das Verhältnis Nährstoffe zu Bakterien groß, so werden eben nicht alle Nährstoffe aus dem Abwasser entfernt und das Abwasser wird nicht voll, sondern nur teilweise gereinigt.

Wie beim Tropfkörper kann auch beim Belebungsbecken das Nährstoffangebot als organische Belastung (oder BSB₅-Raumbelastung B_R - kg BSB₅/m³ Belebungsbecken x Tag) berechnet werden.

$$q_R = \frac{Q}{V} \frac{(\text{Abwassermenge/Tag})}{(\text{Nutzinhalt Bel. Becken})} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3 \text{d}} \right)$$

$$B_R = q_R \cdot \text{BSB}_5 \left(\text{Biochem. O}_2\text{-Bedarf } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3 \text{d}} \right)$$

Bleibt das Abwasser z.B. nur kurze Zeit im Belebungsbecken, ist also die Belüftungszeit klein (z.B. eine Stunde) so ist die Abwassermenge groß und bei mittlerer Konzentration des Abwassers an Schmutzstoffen die Menge

an Nährstoffen groß. Eine große Menge an Nährstoffen kann jedoch auch bei geringer Abwassermenge (z.B. längerer Aufenthaltszeit von 3 Stunden) und konzentriertem Abwasser (hoher biochemischer Sauerstoffbedarf, durch hohe Konzentration an fäulnisfähigen Stoffen) eintreten.

Die Bakterienzahl in 1 m³ Belebungsbecken läßt sich wohl ermitteln, ist jedoch sehr umständlich. Viel leichter ist das Trockengewicht des belebten Schlammes TS_R (kg/m³ - Trockensubstanz an belebten Schlamm in 1 m³ Belebungsbecken) zu bestimmen. Es ist daher üblich beim Belebungsverfahren das Verhältnis Nährstoffe zu Bakterien als Schlammbelastung ($B_{TS} = \frac{\text{kg BSB}_5}{\text{kg TS} \cdot \text{d}}$) auszudrücken:

$$\text{Schlammbelastung} = \frac{\text{BSB}_5\text{-Raumbelastung}}{\text{Schlammtrockengewicht}}$$

$$B_{TS} = \frac{B_R}{TS_R}$$

Soll nur eine Teilreinigung erreicht werden so kann in 1 m³ Belebungsbecken täglich das Abwasser von 100 Einwohnern gereinigt werden. Die Schlammbelastung beträgt dann

$$1 \frac{\text{kg BSB}_5}{\text{kg TS} \cdot \text{d}}$$

Eine volle biologische Reinigung wird bei 50 Einwohnern/m³ Belebungsbecken und einer Schlammbelastung von 0,5 kg BSB₅/kg Schlammtrockengewicht · d erreicht. Hierbei ist bereits vorausgesetzt, daß im Belebungsbecken ziemlich große Bakterienmenge vorhanden ist. (TS_R = 3,5 kg/m³)

Bei kleinen Anlagen arbeitet man gern mit einer kleineren Schlammbelastung, um die hier öfter eintretenden Abwasserstöße besser abzufangen. Wird auf eine Vorklärung ganz verzichtet, sollen also die absetzbaren Schwebestoffe des Rohwassers und auch die im Belebungsbecken gebildeten Bakterien fäulnisunfähig gemacht werden, so muß mit einem sehr kleinen Nährstoff-Bakterienverhältnis gearbeitet werden.

Die Schlammbelastung darf dann nur noch 0,05-0,1 kg BSB₅/kg Schlammrockengewicht . d betragen. Jetzt leben die Bakterien in einem derartigen Hungerzustand, daß sie auch die fäulnisfähigen Schwebstoffe des Rohabwassers aufzehren. Bei diesen geringen Angebot an Nährstoffen sind auch in 1 kg Schlammrockengewicht nur noch wenige Bakterien wirklich aktiv. Darauf ist es zurückzuführen, daß dieser stabilisierte Schlamm auf Trockenbeeten abgelagert nicht mehr in Fäulnis übergeht. Die fäulnisfähigen Substanzen sind nahezu alle aufgezehrt. Nach diesem Prinzip der Langzeitbelüftung (die Belüftungszeit beträgt angenähert 3 Tage) arbeiten Oxydationsgräben und die verschiedenen anderen Systeme von Oxydationsanlagen. Auch die in einem besonderen Becken (Stabilisierungsbecken) getrennt vom eigentlichen Belebungsbecken durchgeführte Belüftung des Überschussschlammes strebt das gleiche Ziel an.

Die Menge an Bakterien kann erhöht werden indem nur wenig Überschussschlamm abgezogen wird. Aber die Höhe des Schlammrockengewichtes wird begrenzt durch:

Der Sauerstoffverbrauch der Bakterien hängt in erster Linie von den verzehrten Nährstoffen ab. Bei größerer Schlammmenge wird jedoch ohne größere Nährstoffzufuhr ein größerer Sauerstoffverbrauch eintreten (auch der Mensch verbraucht Sauerstoff wenn er schläft). Es muß also bei einem größeren Schlammrockengewicht im Belebungsbecken etwas mehr Sauerstoff zugeführt werden. Die vorhandenen Belüfter müssen diese größere Sauerstoffzufuhr ermöglichen.

Die Sinkgeschwindigkeit des belebten Schlammes im Nachklärbecken wird mit größerem Schlammrockengewicht geringer. Es kann also der Fall eintreten, daß die belebten Flocken nicht mehr restlos im Nachklärbecken zurückgehalten werden.

Art der Nährstoffe

Genau wie beim Tropfkörper sind auch bei der Reinigung im Belebungsbecken die Art der Nährstoffe auf den Verlauf des Reinigungsprozesses von Einfluss. Ein Abwasser, das viele feine Schwebestoffe und Kolloide, dafür weniger gelöste Stoffe enthält, wird sich schneller reinigen lassen, als ein Abwasser das vorwiegend aus gelösten Stoffen besteht. Daher ist bei vielen Industrieabwässern die vorwiegend aus schwerverdaulichen gelösten Stoffen bestehen, eine längere Aufenthaltszeit im Belebungsbecken erforderlich.

Um den gleichen Reinigungsgrad zu erreichen wie beim häuslichen Abwasser muß ein geringeres Nährstoff-Bakterienverhältnis = Schlammbelastung gewählt werden.

Andere Gewerbe- oder Industrieabwässer führen zu einem Wachstum von vorwiegend fadenförmigen Bakteriengruppen. Durch die fadenförmige Struktur bilden sich hier keine kompakten Bakterienkolonien, wie bei den sonst oft anzutreffenden kugelförmigen Bakterien, sondern nur lose zusammenhängende Gebilde mit schlechten Flockungs- und Absetzeigenschaften. Wegen seiner aufgeblähten Struktur nennt man diesen belebten Schlamm auch "Blähschlamm". Blähschlamm ist sehr gefürchtet, weil er sich im Nachklärbecken schlecht absetzt und nicht gut eindickt. Dadurch nimmt das Schlamm Trockengewicht im Belebungsbecken ab. Das Verhältnis Nährstoffe zu Bakterien wird größer und die Reinigungswirkung geht zurück.

Für die Lebentätigkeit brauchen die Mikroorganismen nicht nur Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, sondern auch Stickstoff und Phosphor. Dabei müssen Kohlenstoff, Stickstoff und Phosphor in einem ganz bestimmten Verhältnis stehen. Ist zuviel Kohlenstoff vorhanden und zuwenig Stickstoff oder Phosphor, kann es ebenfalls zum Wachstum von fadenförmigen Organismen kommen. Manche

fadenförmige Organismen z.B. Pilze brauchen weniger Stickstoff und Phosphor zum Zellaufbau als die erwünschten kugelförmigen Bakterien. Im häuslichen Abwasser ist immer ein Überschuß an Phosphor und Stickstoff vorhanden.

Umweltbedingungen

Temperatur:

Der Temperatureinfluß ist bei der Abwasserreinigung im Belebungsbecken nicht so groß, als wie im Tropfkörper. Dies gilt besonders für Anlagen mit einer geringen Schlammbelastung. So wird im Oxydationsgraben auch bei sehr niedrigen Temperaturen ein guter Reinigungsgrad erreicht. Wichtig ist jedoch, daß der Übergang nicht plötzlich erfolgt.

pH - Wert:

Der günstigste pH-Wert liegt zwischen 7 und 8. Ungünstig ist ein stoßweiser Anfall von stark saurem oder stark alkalischem Abwasser. Die Lebenstätigkeit der Bakterien wird dadurch gedrosselt. Fällt ständig ein stark alkalisches Abwasser an, so können sich die Bakterien darauf einstellen, sie passen sich der besonderen Abwasserart an. Durch die biologischen Prozesse (Bakterien scheiden CO_2 = Kohlensäure! aus) tritt sogar eine gewisse Neutralisation des Abwassers ein. Im Belebungsbecken ergibt sich von selbst ein mittlerer pH-Wert von etwa 8. Nur sollte darauf geachtet werden, daß in solchen Fällen die Anlage ständig mit dem extremen Abwasser beschickt wird. Zweckmäßig sind Ausgleichsbecken und Speicherbecken den Belebungsbecken vorzuschalten. Auf jeden Fall sollte bei derartig extremen Abwässern mit einer geringen Schlammbelastung gearbeitet werden.

Sauerstoffgehalt

Aus dem Sauerstoffverbrauch der Mikroorganismen und der Sauerstoffzufuhr durch die Belüfter ergibt sich der Sauerstoffgehalt im Belebungsbecken. Ist der Sauerstoffverbrauch der Mikroorganismen größer als die Sauerstoffzufuhr, so ist im Abwasser kein Sauerstoff gelöst vorhanden ($O_2 = 0$). Je größer die Sauerstoffzufuhr gegenüber dem Sauerstoffverbrauch ist, umso höher ist der Sauerstoffgehalt. Der Reinigungserfolg hängt jedoch wesentlich davon ab, ob im Belebungsbecken genügend Sauerstoff vorhanden ist. Ein Mangel an Sauerstoff kann auch nicht durch eine noch so geringe Schlammbelastung ausgeglichen werden. Deshalb ist der Sauerstoffgehalt mit ein begrenzender Faktor der Abwasserreinigung im Belebungsbecken. Bei Anlagen zur Teilreinigung und Vollreinigung ist ein Sauerstoffgehalt von etwa 2-3 mg/l erforderlich. Ein höherer Sauerstoffgehalt von mehr als 3 mg/l führt zu keinem besseren Reinigungsergebnis. Wird mehr Sauerstoff eingetragen, als für 3 mg/l erforderlich ist, so steigen die Energiekosten. Man ist deshalb bestrebt aus wirtschaftlichen Gründen nur möglichst einen Sauerstoffgehalt von 2-3 mg/l im Belebungsbecken einzuhalten. Wird dieser Sauerstoffgehalt für längere Zeit unterschritten, so kann es zu Störungen des biologischen Prozesses kommen. Neben der schlechten Reinigungswirkung kann ein Abtreiben von Flocken im Nachklärbecken eintreten.

In Belebungsanlagen mit Langzeitbelüftung (Oxydationsgraben usw. - Anlagen mit einem sehr geringen Nährstoff- zu Bakterienverhältnis) liegt die kritische Grenze des Sauerstoffgehaltes niedriger. Durch die geringe Aktivität der Bakterien ist hier noch ein Sauerstoffgehalt von 0,5-1 mg/l ausreichend.

Mischung

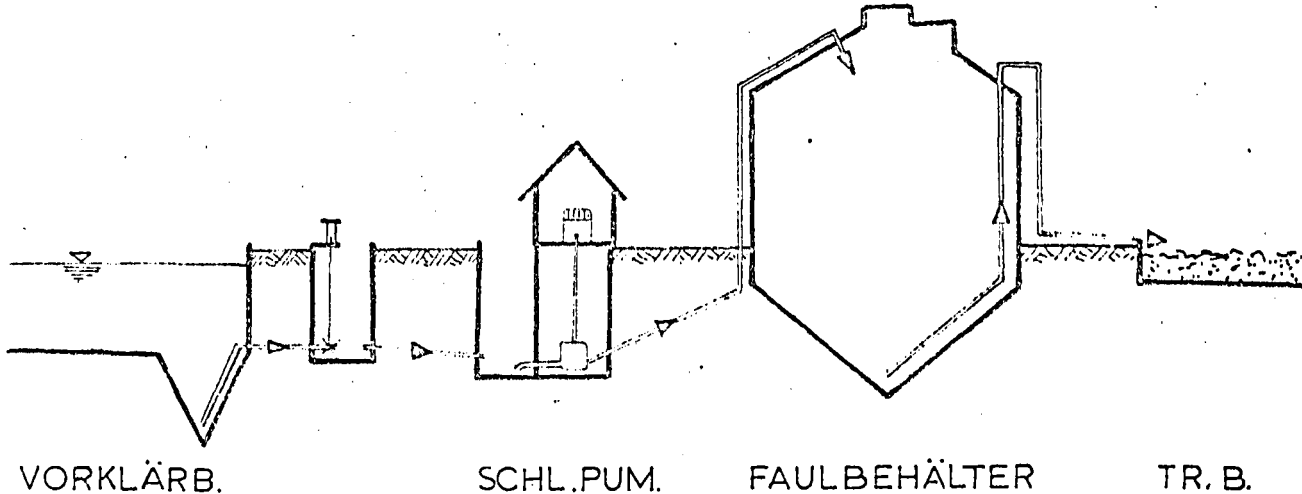
Eine intensive Durchmischung und Verwirbelung von belebten Flocken und Abwasser begünstigt die biologische Reinigung und ist daher anzustreben. Bei den meisten Belüftungssystemen wird bereits eine ausreichende Verwirbelung erzielt, wenn die erforderliche Sauerstoffmenge von dem Belüfter in das Abwasser eingetragen wird.

5. Zusammenfassung wichtiger Gesichtspunkte

1. Ausreichend große Nachklärbecken, Durchfluß 2-3 Stunden, Oberflächenbeschickung $1-1,5 \text{ m}^3 \text{ Abwasser/m}^2 \text{ Oberfläche} \cdot \text{h}$ (bei leichten Schlamm - geringe Sinkgeschwindigkeit - nur $0,5 \text{ m/h}$). Die Nachklärbecken sind beim Belebungsverfahren genau so wichtig wie die Vorklärbecken beim Tropfkörper (bei Belebungsbecken kann sogar ganz auf Vorklärbecken verzichtet werden).
2. Ausreichende Sauerstoffzufuhr mit guter Mischung und Verwirbelung im Belebungsbecken. Die ausreichende Sauerstoffzufuhr ist im praktischen Betrieb wichtiger als das exakte Einhalten einer bestimmten Bakterienmenge (Schlammmenge). Das Belüftungssystem muß betriebsicher sein.
3. Ausreichende Bakterienmenge - Schlammgehalt im Belebungsbecken. Hierfür ist eine ausreichende Rücklaufschlammförderung erforderlich. Meist genügen 30-100 % der zufließenden Abwassermenge für die Menge des Rücklaufschlammes. Bei leichten Schlamm oder kleinen Wassermengen ist eine größere Rücklaufschlammmenge zu wählen.

C) Schlammfäulung

1. Faulvorgang



Bei der mechanischen Abwasserreinigung in Vorklärbecken werden die absetzbaren Stoffe wie z.B. Kotteilchen, Papierfetzen, Gemüse und Speisereste als Schlamm aus dem Abwasser ausgeschieden. Auch bei der biologischen Abwasserreinigung in Tropfkörpern oder Belebungsbecken fällt Schlamm in Form von Bakterienansammlungen (abgespülter biologischer Rasen aus Tropfkörpern oder Überschussschlamm aus Belebungsbecken) an. Der biologische Schlamm wird in den meisten Fällen in den Zulauf zur Kläranlage zurückgeleitet und setzt sich zusammen mit den absetzbaren Stoffen in den Vorklärbecken als sogenannter "Frischschlamm" ab. Die Vorklärung ist also normalerweise der Sammelpunkt für allen Schlamm der auf einer Abwasserreinigungsanlage anfällt.

Der Frischschlamm aus der Vorklärung hat ein graues oder gelbliches Aussehen und weist einen hohen Wassergehalt von ca. 95 % (Feststoffgehalt 5 %) auf. Er läßt sich schwer entwässern, geht schnell in stinkende Fäulnis über und enthält mit ziemlicher Sicherheit pathogene Keime und Wurmeier. Es ist daher zweckmäßig diesen Schlamm schnell unschädlich zu machen, also fäulnisun-

fähig, sodaß Geruchsbelästigungen ausgeschlossen sind. Das Verfahren hierfür ist die "Schlammfäulung".

Auch die Schlammfäulung finden wir in der Natur. So bilden sich z.B. in Seen und sehr langsam fließenden Flüssen Schlammablagerungen. Da kein Sauerstoff zum Abbau der fäulnisfähigen Stoffe in der Schlammschicht zur Verfügung steht kommt es zur Fäulung. Der Faulprozess geht dabei in zwei Stufen vor sich. In einer ersten Stufe "saure Gärung" (stinkende Fäulnis) genannt, bilden sich organische Säuren und Schwefelwasserstoff. Durchgeführt wird dieser Prozess von Säurebakterien, die ohne Luftsauerstoff auskommen können. In der folgenden zweiten Stufe bilden sich Methanbakterien, die aus den Kohlenstoffverbindungen der organischen Säuren Methan (CH_4) und Kohlendioxid (CO_2) erzeugen.

Methan und Kohlendioxid sind geruchlose Gase, die entweichen. Der übrig bleibende Faulschlamm ist ebenfalls nahezu geruchlos (schwacher erdiger, teerartiger Geruch).

Bei der Schlammfäulung auf Kläranlagen versucht man die erste Stufe, die saure Gärung, zu überspringen.

Vereinfacht kann man sich dies so vorstellen:

Die Säurebakterien verzehren die fäulnisfähige Substanz des Frischschlammes. Hierbei vermehren sich die Säurebakterien, gleichzeitig bleiben als Restprodukt organische Säuren übrig (Verflüssigung). In dem Augenblick, wie die Restprodukte der Säurebakterien entstehen, werden sie auch schon von den Methanbakterien aufgezehrt. Auch hierbei vermehren sich die Methanbakterien und als Restprodukte bleiben Methan und Kohlendioxid über (Vergasung). Für den Klärwärter ist es wichtig, den Faulprozess so zu steuern, daß immer das Gleichgewicht zwischen Säurebakterien und Methanbakterien erhalten bleibt. Es darf dabei zu keiner Ansammlung von organischen Säuren im Schlamm kommen. Die Methanbakterien sind wesentlich empfindlicher als die Säurebakterien und bei einer übermäßigen Zunahme der organischen Säuren (niedriger pH-Wert) stellen die Methanbakterien ihre Lebenstätigkeit ein.

Durch Zugabe von zuviel Schlamm kann das Gleichgewicht gestört werden und der Faulbehälter schlägt in saure Gärung um. Ebenso kann eine Schädigung der methanbildenden Bakterien durch Giftstoffe von Industrieabwässern eintreten.

2. Faulraumtypen

Es wird zwischen folgenden Faulraumtypen unterschieden:

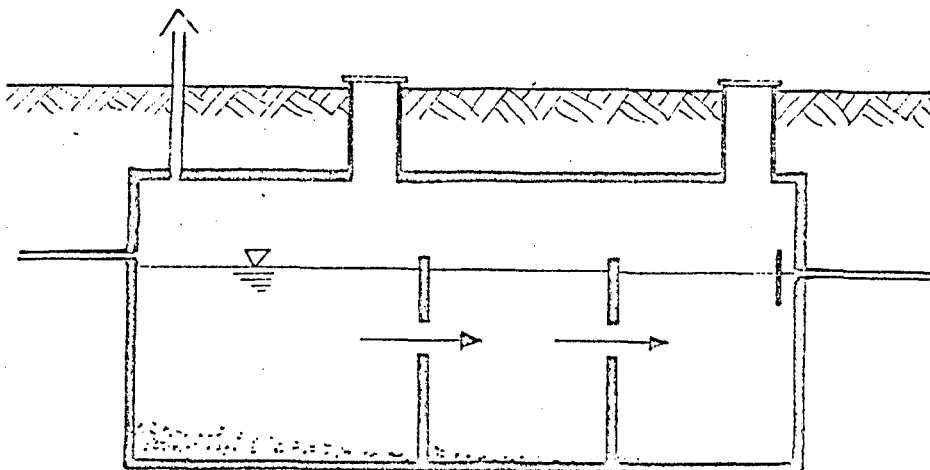
Abwasserfaulraum

Zweistöckige Anlage

Getrennter unbeheizter Faulraum

Getrennter beheizter Faulbehälter

Abwasserfaulraum

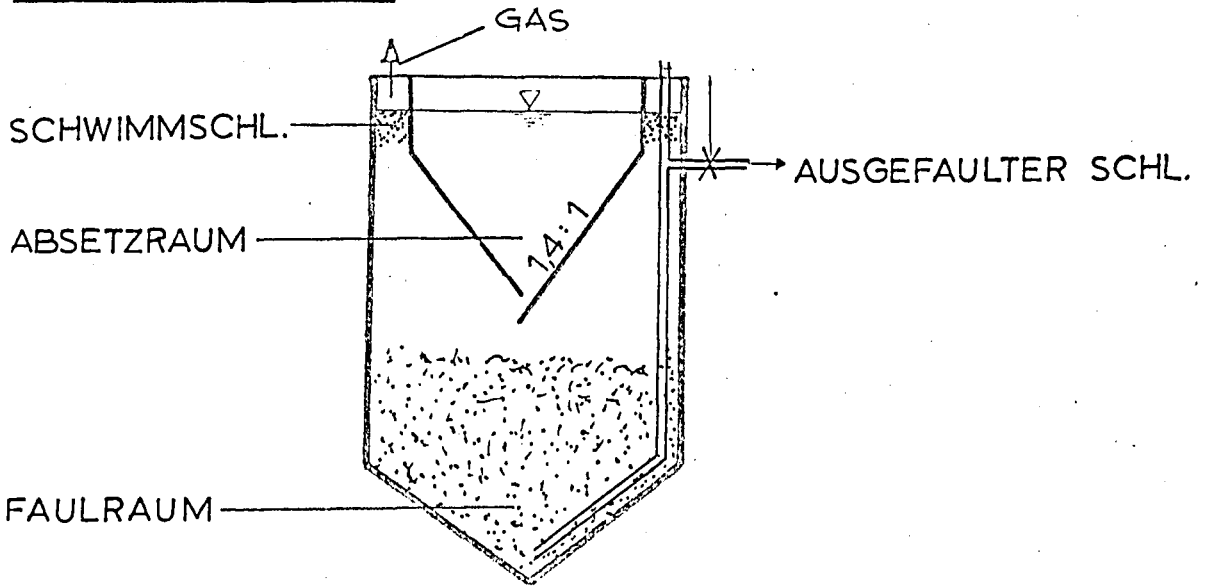


Im Abwasserfaulraum erfolgt Abwasserreinigung und Schlammfaulung in einem Baukörper. Anwendung heute nur noch als Faulgrube für Einzelhäuser, kleine Siedlungen, Schulen, Heime usw.

Von Vorteil sind: einfacher Betrieb, geringe Unterhaltung.

Nachteilig sind: schlechter Wirkungsgrad und Gefahr der sauren Gärung. Das gereinigte Abwasser enthält meist Schwefelwasserstoff.

Zweistöckige Anlage



Absetzbecken und Schlammfäulung sind in einem Baukörper untergebracht, stehen in Verbindung, sind aber durch Zwischenwände getrennt. Bei der mechanischen Abwasserreinigung bleibt das Abwasser frisch (Ausnahmen sehr kleine Anlagen, z.B. für Einzelhäuser, wo ein zu starker Austausch des Abwassers im Absetzraum und Faulraum erfolgt). Bei der Schlammfäulung bleibt die Methanfäulung erhalten, wenn die Aufenthaltszeit des Schlammes im Faulbehälter lang genug ist (z.B. 90 Tage) und bei der Entleerung immer nur kleine Mengen an ausgefaultem Schlamm abgelassen werden. Auf diese Weise muß sichergestellt werden, daß das Gleichgewicht zwischen Säurebakterien und Methanbildnern bestehen bleibt.

Anwendung heute nur noch bei kleineren Anlagen (z.B. unter 10.000 Einwohnern). Es sind keine maschinellen Teile erforderlich, einfache Wartung. Die Temperatur im Faulraum entspricht etwa der Temperatur des mechanisch zu reinigenden Abwassers.

Es besteht jedoch keine Möglichkeit den Faulprozess zu intensivieren (durch Mischung oder künstliche

Erhöhung der Temperatur) daher lange Faulzeit. Im Winter fließt kaltes Abwasser zu (Schneesmelze) dadurch wird der Faulprozess gehemmt. Hohe Baukosten durch tiefe Gründung.

Getrennter unbeheizter Faulraum



Um die Kosten der maschinellen Einrichtung bei beheizten Faulbehältern zu sparen wurden verschiedentlich getrennte, unbeheizte Faulräume gebaut. Zum Teil wurden die Faulräume sehr einfach in Erdbauweise (Dämme aufgeschüttet) erstellt. Einige unbeheizte Faulräume wurden auch als Betonbauwerke errichtet. Heute werden sie z.T. als Stapelbehälter in Verbindung mit Belebungsanlagen mit verlängerter Belüftungszeit (Totaloxydationsanlage - Belebungsgraben - Anlagen in denen der Überschussschlamm nicht voll fäulnisunfähig gemacht wurde) angewendet.

Von Vorteil sind: einfache Bauweise und Betrieb. Dabei ist Leistungssteigerung der Anlage durch Impfung und Mischung möglich. Bei langer Aufenthaltszeit weitgehende Abtötung von Krankheitserregern und Wurmeiern.

Es ist jedoch eine sehr lange Faulzeit, z.B. 120-150 Tage (im Winter kommt Faulprozess zum Erliegen) erforderlich. Bei Ausfaulen von Frischschlamm besteht Gefahr der sauren Gärung.

Getrennter beheizter Faulbehälter

Getrennte beheizte Faulbehälter werden geschlossen ausgebildet. Durch Heizung wird eine optimale Temperatur für die Methanbakterien von 32-35° erreicht. Die Behälter sind isoliert um übermäßige Wärmeverluste durch Abstrahlung zu verhüten.

3. Heizung

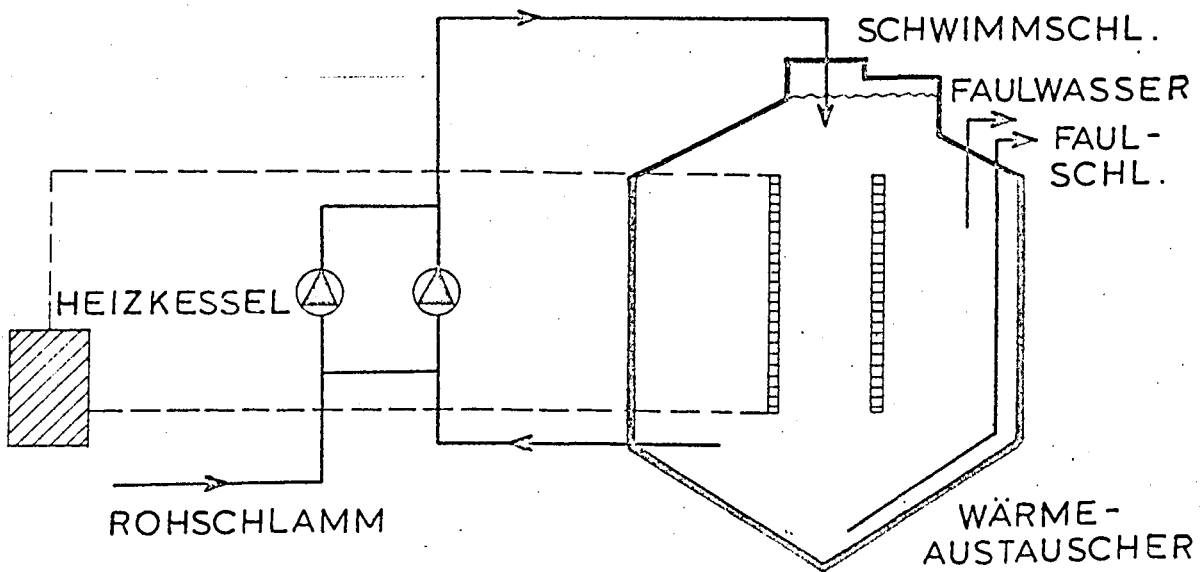
Der Schlamm kann erwärmt werden durch:

Heizflächen im Innern des Behälters
(doppelwandiger Heizzylinder)

Außen liegende Wärmeaustauscher
(Röhrensysteme)

Dampfeinblasung

Heizflächen im Innern des Behälters

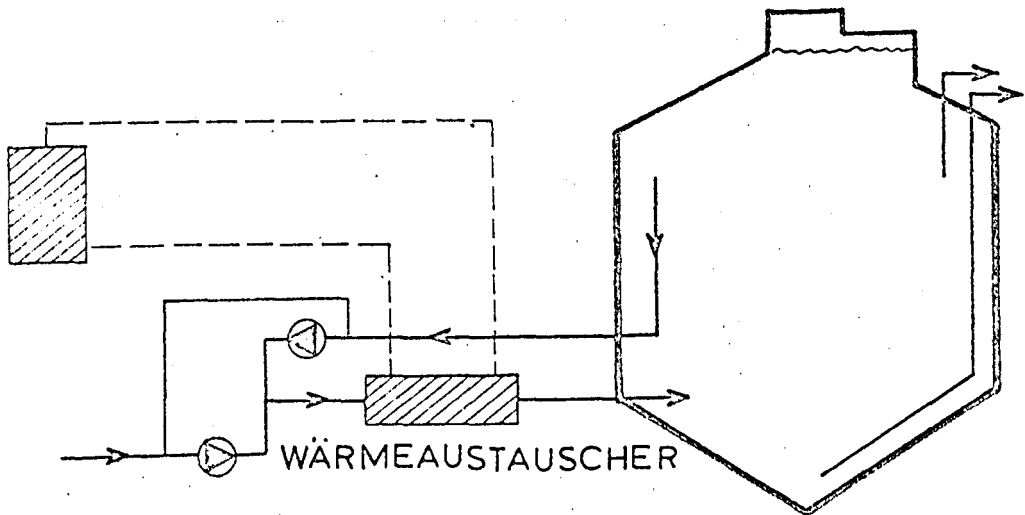


Für kleine bis mittlere Anlagen (Faulbehälter bis 2000-3000 m³ Inhalt) haben sich im Innern des Faulbehälters stehende doppelwandige Stahlzylinder gut bewährt. Durch eine Warmwasserkreislaufheizung wird die erforderliche Wärme übertragen. Die Temperatur des in den Zylinder einströmenden heißen Wassers kann 60-65° betragen.

Das heiße Wasser wird in einem Kessel erzeugt, in dem Faulgas, Koks oder Öl verbrannt wird (meist nur Faulgas).

Der Betrieb ist einfach und verläuft selbsttätig. Durch den Heizzylinder wird eine thermische Umwälzung im Faulbehälter bewirkt. Der Heizzylinder ist ziemlich unempfindlich gegenüber Korrosionen und anhaften von Schlamm. Bei der großen Heizfläche wird nur mit geringem Wärmeübertragungswert gearbeitet. Nur ist der Heizzylinder im Innern des Faulbehälters der ständigen Kontrolle entzogen.

Außen liegende Wärmeaustauscher

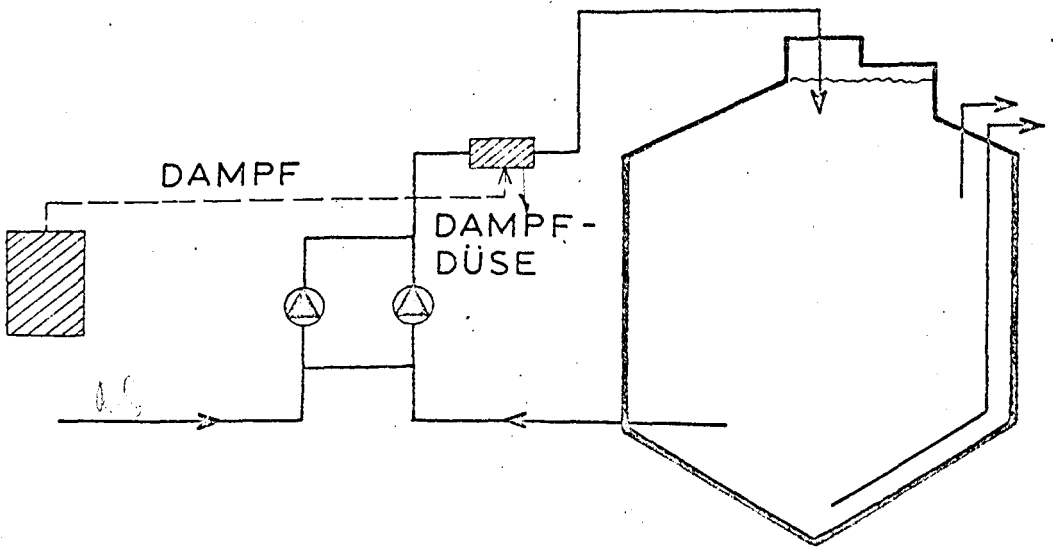


Außen liegende Wärmeaustauscher sind mit einem Schlammumwälzsystem verbunden. Der aufzuheizende Schlamm wird aus dem Faulbehälter entnommen und durch ein Röhrensystem gepumpt. Um das Schlammröhrensystem ist ein zweites Röhrensystem (größerer Durchmesser der Leitungen) angeordnet, in dem Heißwasser im Gegenstrom fließt. Das heiße Wasser gibt nun die Wärme an den Schlamm ab. Anstatt Heißwasser kann auch Niederdruckdampf verwendet werden. Wegen des besseren Wärmeüberganges kann dann

das Röhrensystem kürzer gehalten werden. Wird aus dem anfallenden Faulgas Strom erzeugt, so kann das Kühlwasser der Gasmaschinen und auch die heißen Auspuffgase zur Aufheizung des Schlammes in den außen liegenden Wärmeaustauschern verwendet werden. Außenliegende Wärmeaustauscher werden vor allem für Faulbehälter mittlerer und großer Anlagen angewendet.

Von Vorteil ist, daß mit der Schlammumwälzung auch der Faulbehälter durchmischt wird. Die Rohrinstallation liegt außerhalb des Behälters und kann gut kontrolliert werden. Nur entstehen durch die Umwälzung des Schlammes höhere Energiekosten.

Dampfeinblasung



In diesem Fall werden keine Wärmeaustauscher verwendet. Zur Aufheizung des Schlammes wird Niederdruckdampf (0,5 atü) in die Frischschlammzufuhrleitung eingeblasen.

Dabei kann in kurzer Zeit dem Faulbehälter eine große Wärmemenge zugeführt werden (auch bei Großanlagen genügt eine Schicht zum Betrieb des Faulbehälters). Es sind nur geringe Installations- und Energiekosten erforderlich. Das Heißwasser des Dampfes geht jedoch in den Schlamm über und der Schlamm wird etwas wasser-

hältiger. Für die Erzeugung des Dampfes ist eine Wasseraufbereitungsanlage erforderlich.

4. Mischung

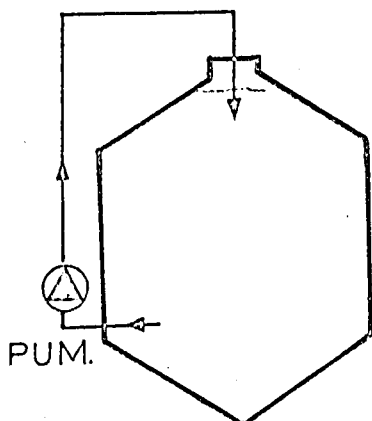
Die Mischung hat folgende Aufgaben zu erfüllen:

Inniger Kontakt zwischen fäulnisfähigen Stoffen des Frischschlammes und Faulbakterien.

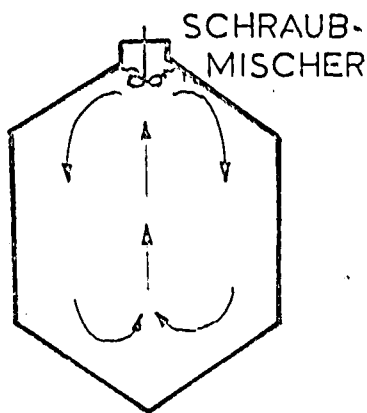
Die Bildung einer festen Schwimmdecke auf der Schlammoberfläche im Behälter zu verhindern.

Bei flacher Behältersohle sollen Ablagerungen vermieden werden. (Meist wird jedoch bei kleineren und mittleren Faulbehältern die Faulbehältersohle als Trichter ausgebildet, um keine Ablagerungen entstehen zu lassen.)

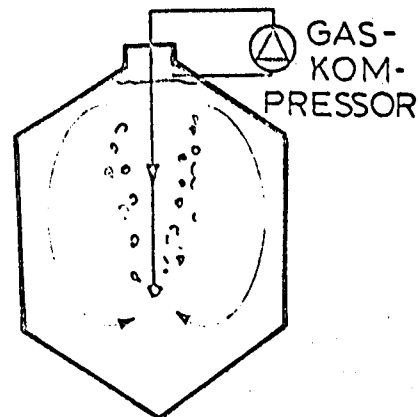
Wie bei allen biologischen Prozessen so ist auch beim Faulprozess ein inniger Kontakt zwischen fäulnisfähigen Stoffen und den Mikroorganismen des Faulbehälters günstig. Hierdurch wird die Zufuhr der Nährstoffe und der Abtransport der Reststoffe beschleunigt. Der zugeführte Frischschlamm wird gleichmäßig auf den gesamten Behälterinhalt verteilt. Irgendwelche Zonen in denen infolge zu großen Nährstoffangebotes das Gleichgewicht zwischen Säurebakterien und Methanbakterien gestört wird, entstehen nicht.



PUMPE AUSSEN



SCHRAUBENMISCHER
INNEN



GASEINPRESSEN

Folgende Verfahren der Mischung sind üblich:

Durch außen liegende Pumpen und Umwälzleitung (der umgewälzte Schlamm wird auf der Schlammoberfläche versprüht).

Im Behälter angeordnete Schraubenmischer
Einpressen von Klärgas

Zur Bekämpfung der Schwimmdecke müssen die aufgeschwommenen Schlammteilchen mit Schlamm besprüht und benetzt werden. Dadurch werden sie wieder schwer und sinken ab. Es ist jedoch zweckmäßig in gewissen Zeitabständen die aufgeweichte Schwimmdecke (die Dicke der Schwimmdecke ist abhängig von der Art der eingebrachten Schlammstoffe) zu entfernen.

5. Faulgasanfall

Bei den biologischen Abwasserreinigungsverfahren benötigen die Bakterien für ihre Lebensprozesse Sauerstoff. Beim Tropfkörper wird der Sauerstoff durch die Außenluft kostenlos geliefert. Im Belebungsbecken muß jedoch für die Sauerstoffversorgung der Bakterien erhebliche Energie aufgewendet werden. Bei der Schlammfäulung muß mit Ausnahme der Aufheizung des Behälters, der Frischschlammförderung und der Mischung keine Energie aufgewandt werden. Im Gegenteil, in dem Restprodukt Faulgas (70 % Methan und 30 % Kohlendioxid) steht zusätzliche Energie zur Verfügung. Das Faulgas hat einen Heizwert von etwa 5500 Wärmeeinheiten. Steigt der Anteil an Kohlendioxid (Anzeichen einer beginnenden Störung des Faulprozesses - Das Gleichgewicht Säurebakterien und Methanbakterien ist nicht mehr ganz vorhanden) so kann es dazu kommen, daß das Faulgas nicht mehr brennfähig ist (Gefahr der Geruchsbeeinträchtigung in der Umgebung).

Die Menge an Faulgas ist abhängig von der eingebrachten faulfähigen Schlamm-trockensubstanz. Aus etwa 1 kg eingebrachten organischen Feststoffen (auf die Trockenmasse berechnet) entstehen während des Faulprozesses etwa 400 l Faulgas. Bezogen auf die Schlamm-menge eines Einwohners fallen 15-20 l/d bei mechanischer Reinigung und 20-30 l/d bei biologischer Reinigung an. So müsste z.B. die Faulgasmenge einer Stadt von 20.000 Einwohner mit biologischer Reinigung etwa 500 m³/d be-tragen.

6. Faulgasverwertung

Für die Verwertung des Faulgases ergeben sich folgende Möglichkeiten:

- ✓ Beheizung des Faulbehälters
- Abgabe an Großverbraucher
- Eigenstromerzeugung

Beheizung des Faulbehälters

Die Gasmenge, die zur Beheizung des Faulbehälters er-forderlich ist, hängt ab von der Größe des Faulbehälters, der Isolierung, der Faulzeit des Schlammes, der Ein-dickung des Schlammes in den Vorklärbecken, der Abwas-sertemperatur (gleich der Temperatur des Frischschlam-mes) und der Temperatur der Außenluft. Bei kleinen An-lagen wird im Winter bei langer Faulzeit und geringer Eindickung des Frischschlammes nahezu die gesamte Gas-menge zur Heizung benötigt. Bei mittleren Anlagen be-trägt der Gasverbrauch während der wärmeren Jahreszeit etwa 30-50 % des Gasanfalles. Auf jeden Fall ist die Heizung des Faulbehälters durch Faulgas sichergestellt. Der Rest muß abgefackelt werden.

Verkauf von Faulgas

Wo die Möglichkeit besteht sollte der überschüssige Gasanfall (Gesamtgasanfall weniger Verbrauch für Beheizung Faulbehälter) an städtische oder Industriebetriebe abgegeben werden. Die Wirtschaftlichkeit wird davon abhängen wie teuer der Bau einer entsprechenden Zuführungsleitung wird. Direkte Zugabe in einen Endstrang des städtischen Gasnetzes ist nicht möglich. Durch die Erschließung des Erdgases wird der Verkauf des Faulgases immer mehr zurückgehen. Nachteilig ist, daß keine konstante Gasabgabe garantiert werden kann (Möglichkeit von Betriebsstörungen und damit Gasausfall).

Eigenstromerzeugung

Bei mittleren und größeren Anlagen ist oft die Verwertung des Faulgases zur Stromerzeugung zweckmäßig. Aus 1 m³ Faulgas können je nach Größe der Aggregate 1,5-2 kWh elektrische Energie erzeugt werden. Hiermit kann in vielen Fällen der gesamte Energiebedarf einer biologischen Anlage gedeckt werden (Ausnahmen: sehr weitgehende biologische Reinigung, Hebung des Abwassers, größerer Energieaufwand für die Schlambeseitigung, kleinere bis mittlere Anlagen). Die Abwärme der Gasmaschinen (Kühlwasser und heiße Auspuffgase) reichen bei größeren Anlagen zur Aufheizung des Faulbehälters aus. Bei kleineren und mittleren Anlagen kann auch nur die über den Heizbedarf überschüssige Gasmenge zur Stromerzeugung verwendet werden (direkte Kupplung der Gasmaschine mit einem Gebläse zur Druckluftherzeugung).

7. Gasspeicherung

Faulbehälter und Gasbehälter bilden eine Betriebseinheit (vergl. Belebungsbecken u. Nachklärbecken). Der unterschiedliche Gasanfall über den Tag und der unterschiedliche Gasverbrauch über den Tag werden durch den Gasbehälter aufeinander abgestimmt. Wird das anfallende

Gas nur zur Heizung verwendet, kann unter Umständen ganz auf einen Gasbehälter verzichtet werden. Aus betrieblichen Gründen ist jedoch auch hier ein Gasbehälter zweckmäßig. Wird z.B. aus dem Faulbehälter in größeren Mengen Schlamm abgelassen, so strömt Gas aus dem Gasbehälter nach, Ist kein Gasbehälter vorhanden, so besteht die Gefahr, daß durch den entstehenden Unterdruck Luft nachströmt. Gas- Luft-Gemische sind jedoch sehr gefährlich (Gefahr des explosiven Gemisches) und sind daher unbedingt zu vermeiden. Bei Eigenstromerzeugung sind möglichst große Gasbehälter zweckmäßig.

8. Zusammenhänge bei der Schlammfäulung

Die Schlammfäulung ist ebenso wie die biologischen Abwasserreinigungsverfahren abhängig von:

Verhältnis Nährstoffe zu Bakterien

(Faulzeit u. Belastung mit organischen
fäulnisfähigen Stoffen)

Art der fäulnisfähigen Schlammstoffe

Umweltbedingungen

(Temperatur - pH-Wert - Mischung - Fäulnisgifte)

Verhältnis Nährstoffe zu Bakterien

Beim Tropfkörper haften die Bakterien fest an den Steinen des Füllmaterials. Beim Belebungsbecken schwimmen die Bakterien im Abwasser und werden ständig im Kreislauf geführt. Bei beiden biologischen Verfahren konnte daher bei kurzen Durchtropfzeiten und Belüftungszeiten (1-3 Stunden) ein geringes Verhältnis Nährstoffe zu Bakterien und damit nur wenige Nährstoffe im Ablauf das heißt, eine weitgehende Reinigung erreicht werden.

Bei der Schlammfäulung liegen die Verhältnisse anders. Nach Einarbeitung des Faulbehälters (wenn die gesamte Schlammmenge durchgesetzt wird) werden die Bakterien, die die fäulnis-

fähigen Stoffe des zugeführten Schlammes verzehrt haben, mit dem ausgefaultem Schlamm aus dem Faulbehälter abgelassen. Es ist also ein einfacher Durchlaufprozess ohne Rückführung von Fäulnisbakterien. (Eine Rückführung wurde zwar verschiedentlich angestrebt, hat sich jedoch bisher noch nicht durchgesetzt, und dürfte auch kaum über eine verstärkte Impfung hinausgehen.) Die Aufenthaltszeit des Frischschlammes in den Faulbehältern muß daher mindestens so lange sein, bis sich so viele Bakterien gebildet haben (Säure- u. Methanbakterien), die die fäulnisfähigen Stoffe weitgehend umwandeln konnten. Bei dem Durchlaufbetrieb des Faulbehälters wird das Verhältnis Nährstoffe zu Bakterien jetzt nur noch durch die Faulzeit bestimmt. Bei kurzer Faulzeit ist das Verhältnis groß, bei langer Faulzeit ist das Verhältnis klein. Auch hier sind bei kurzer Faulzeit etwas mehr fäulnisfähige Stoffe im abgelassenen Faulschlamm enthalten als bei langer Faulzeit. Die kürzeste Faulzeit dürfte etwa bei 10 Tagen liegen. Die meisten Behälter der Praxis haben Faulzeiten von 20-40 Tagen. Kurze Faulzeiten lassen sich nur dann erreichen wenn die anderen Umweltbedingungen (Temperatur - pH-Wert - Durchmischung, keine Giftstoffe) günstig sind. Die untere Grenze der Faulzeit wird von den Methanbakterien bestimmt. Werden, vereinfacht gesprochen, den Methanbakterien soviel organische Säuren von den Säurebakterien vorgesetzt, daß sie sie nicht mehr im selben Augenblick verarbeiten können, kommt es zur Anhäufung von organischen Säuren und schließlich kann der gesamte Methanfaulprozess erliegen. Da die Wirkung der Schlammfaulung abhängig ist von der Aufenthaltszeit des Frischschlammes im Faulbehälter, ist es zweckmäßig die Schlammmenge möglichst klein zu halten und so die Faulzeit zu verlängern. Eine kleine Schlammmenge läßt sich durch weitgehende Eindickung des Frischschlammes in den Schlammtrichtern der Vorklärbecken oder in besonderen Eindickbehältern

erreichen. Die Eindickung des Frischschlammes ist daher ein wichtiger Punkt der gesamten Schlammfäulung.

Art der faulfähigen Schlammstoffe

Durch Industrieabwasserzuflüsse kann die Schlammbeschaffenheit verändert werden. Manche Bestandteile von Industrieschlämmen lassen sich durch die Faulbakterien schwerer zersetzen. Damit wird eine längere Faulzeit erforderlich.

Umweltbedingungen

Temperatur

Die für Faulbakterien günstigste Temperatur liegt zwischen 32° und 35° . Um kurze Faulzeiten zu erreichen muß mit diesen Temperaturen gearbeitet werden. Bei niedrigeren Temperaturen läßt die Lebenstätigkeit nach, eine längere Faulzeit wird erforderlich. Höhere Temperaturen als 38° führen zu keinem besseren Ergebnis, noch höhere Temperaturen sind schädlich. Es ist wichtig, daß die einmal gewählte Temperatur möglichst gleichbleibend eingehalten wird.

pH - Wert

Der optimale pH-Wert für die Methanbakterien liegt zwischen 7 und 8. Bei niedrigeren pH-Werten als 7 wird der Faulprozess gestört. Sehr empfindlich reagiert das Verhältnis Methan zu Kohlendioxid im Faulgas (bei sinkendem pH-Wert - prozentualer Anstieg von CO_2).

Mischung

Kurze Faulzeiten sind nur in einem vollständig gemischten Behälter (gleiche Temperatur und gleiches Nährstoffverhältnis im ganzen Faulraum) möglich. Der Frischschlamm sollte möglichst gleichmäßig über den Tag verteilt dem Faulbehälter zugeführt werden. Bei mittleren und kleineren

Anlagen ist dies jedoch aus betriebstechnischen Gründen nicht möglich. Aber auch hier Zugabe in mehreren Portionen während einer Schicht. Nach Frischschlammzugabe möglichst den Faulbehälter mischen.

Der Nachteil der intensiven Mischung ist, daß im Faulbehälter keine Trennung mehr von Trübwasser und ausgefaultem Schlamm erfolgt. Durch die intensive Gasbildung im Faulbehälter mit kurzer Faulzeit kommt es aber auch ohne Mischung nicht zu einer klaren Trennung von Trübwasser und Schlamm. Es lassen sich daher meist nur geringe Unterschiede in der Schlammkonzentration im oberen Bereich des Behälters und in der Trichterspitze feststellen. Die Trennung des Faulschlammes von Trübwasser sollte in einem Faulbehälter 2. Stufe (offen, ohne Abdeckung) oder in einem nachfolgenden Schlammeindicker erfolgen.

Giftstoffe

Da Methanbakterien sehr empfindlich gegenüber Giftstoffen sind, müssen alle Giftstoffe dem Schlamm ferngehalten werden. Der bei Entgiftungsanlagen in Industriebetrieben anfallende Schlamm darf daher keinesfalls in die Kanalisation abgelassen werden. Giftig wirken besonders Buntmetalle, verschiedene Chemieprodukte (z.B. pharmazeutische Industrie oder Hersteller von Schädlingsbekämpfungsmitteln), aber auch hohe Konzentrationen von grenzflächenaktiven Stoffen (Haushaltswaschmittel).

9. Zusammenfassung wichtiger Gesichtspunkte

1. Gute Eindickung des Frischschlammes im Vorklärbecken oder Voreindicker (anzustrebender Feststoffgehalt 5-10 % = Wassergehalt 90-95 %).
2. Zugabe des Frischschlammes in kleineren Mengen in den Faulbehälter (ideal gleichmäßige Verteilung über 24 Stdn).

3. Gleichmäßige Temperatur im Faulbehälter von 33° - 35° .
4. Gute Mischung von Frischschlamm und Faulbehälterinhalt (ideal vollständiges Mischbecken) um den Faulprozess zu begünstigen und die Bildung einer festen Schwimmdecke zu vermeiden.

D) Schlammabeseitigung

Durch den Faulprozess sind die Eigenschaften des Klärschlammes weitgehend verändert worden. Die organischen Stoffe des Frischschlammes wurden um etwa 50 % vermindert. Im ausgefaulten Schlamm sind daher noch etwa 50 % mineralische und 50 % organische Stoffe vorhanden. Die noch vorhandenen organischen Stoffe sind weitgehend fäulnisunfähig. Ausgefaulter Schlamm sieht dunkel oder schwarz aus und hat einen erdigen oder teerartigen Geruch. Durch den Faulprozess sind Krankheitskeime und Wurmeier weitgehendst vermindert oder unschädlich gemacht. Die Verminderung der Krankheitskeime und die Abtötung der Wurmeier ist dabei abhängig von der Faulzeit (Wurmeier im ausgefaulten Schlamm von Emscherbrunnen mit mehr als 3 Monaten Faulzeit sind nicht mehr lebensfähig). Bei kurzen Faulzeiten (unter 2 Monaten bei beheiztem Faulbehälter) muß jedoch mit aktiven Wurmeiern gerechnet werden. Wird der ausgefaulte Schlamm anschließend eingedickt, so beträgt die Faulschlammmenge nur etwa die Hälfte der Frischschlammmenge.

Bei der Schlammabeseitigung kann unterschieden werden:

1. Flüssigschlammabeseitigung
2. natürliche Entwässerung
3. künstliche Entwässerung und Trocknung

1. Flüssigschlammabeseitigung

Verfügen Gemeinden über Geländemulden, verlassene Steinbrüche, Ödland oder Moorflächen so kann der flüssige Schlamm dort abgelagert werden. Sind derartige Beseitigungsmöglichkeiten nicht gegeben, so empfiehlt es sich den Schlamm an Landwirte abzugeben. Hierbei ist es wichtig, daß die Gemeinde, vor allem der Klärwärter, über den Düngewert des Schlammes und den Nutzen für die Bodenverbesserung aufklärend wirkt.

Düngewert.

Der Düngewert des ausgefaulten Schlammes entspricht etwa dem Stallmist. Hervorzuheben ist der hohe Stickstoffgehalt und Phosphorgehalt. Allerdings mangelt es an Kalisalzen. Genau wie der Stallmist trägt der Faulschlamm zur Verbesserung des Bodens und zur Bildung einer guten Krümelstruktur bei. Durch die Auflockerung des Bodens wird der Wasserhaushalt, die Bodenatmung, die Bodentemperatur, die Löslichkeit pflanzlicher Nährstoffe und der Lebensraum der stickstoffbildenden Mikroorganismen verbessert. Ferner sind die für das Pflanzenwachstum notwendigen Spurenelemente in dem Klärschlamm enthalten. Der Faulschlamm wird besonders den Dauerhumusgehalt des Bodens verbessern. Selbst steriler Sandboden kann durch jahrelange Schlammzugaben allmählich zu einem vollwertigen Ackerboden werden.

Gehalt an Krankheitskeimen und Wurmeiern

Die landwirtschaftliche Verwertung von Faulschlamm wird verschiedentlich mit dem Hinweis auf mögliche Krankheitserreger für Mensch und Tier abgelehnt. Es ist jedoch bekannt, daß Krankheitskeime zu über 90 % bei der Schlammfäulung vernichtet werden (Ausnahmen Tuberkelbazillen, Milzbrandsporen und Wurmeier).

Die Aufbringung auf Ackerland ist unbedenklich wenn der flüssig aufgebraute Schlamm untergepflügt wird. Soll

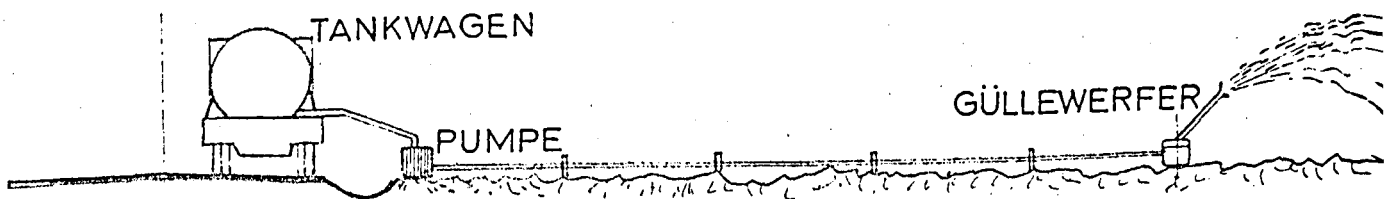
Grünland (Wiesen und Weiden) und Ackerland mit Kulturen, beschlammte werden, so sollte der Schlamm vorher pasteurisiert werden. Die Pasteurisierung ist eine Hitzebehandlung bei der der Schlamm 30 Minuten eine Temperatur von 70° behalten muß. Gemüsekulturen dürfen nicht mit Faulschlamm gedüngt werden.

Gehalt an Unkrautsamen und pflanzenschädlichen Stoffen

Durch die Naßschlammdüngung sollen keine Unkräuter auf dem Land verbreitet und die Kulturpflanzen in ihrer Entwicklung nicht geschädigt werden. Unkrautsamen gelangen über das Schmutzwasser aus Haushaltungen kaum in den Schlamm. Bei Mischsystemen können jedoch mit dem Regenwasser von den Straßen und Plätzen Unkrautsamen eingespült werden. Beim Faulprozess verliert ein großer Teil der Unkrautsamen die Keimfähigkeit. Ausnahmen machen besonders dickschalige Samen und die Samen von Tomaten. Pflanzenschädliche Stoffe können im Samen enthalten sein, wenn Schwermetallhaltige Abwässer (z.B. Kupfer, Zink) in die Kläranlage in großen Mengen eingeleitet werden. Dieser Fall ist aber nur in ausgesprochenen Industriegebieten gegeben. Da die Schwermetalle aber auch den Faulprozess hemmen, wird man darauf dringen, daß diese Stoffe in den Werken zurückgehalten werden. Die Konzentrationen, die im Faulprozess nicht stören, führen auch zu keiner Schädigung des Bodens.

Transport des Schlammes

Bei kleinen und mittleren Anlagen (z.B. bis 50.000 E) ist es am günstigsten wenn von der Kläranlage geeignete Behälter (z.B. Jauchefässer mit 2 m³ Fassungsraum) zur Verfügung gestellt werden und die Bauern sich den Flüssigschlamm abholen. (Unter Umständen kann eine Anerkennungsgebühr von einigen Schillingen pro Kubikmeter Naßschlamm die Nachfrage anregen).



Die Schlammbefuhr kann aber auch von der Kläranlage in Eigenregie durchgeführt werden. Bei größeren Anlagen empfehlen sich Spezialfahrzeuge, die aber nur auf der Straße verkehren, und den flüssigen Schlamm mit Hilfe von fliegenden Leitungen und Güllewerfern auf dem Land verteilen. Die Höhe der einmal aufgetragenen Schlammschicht beträgt dabei 3-5 cm. Es können danach etwa 300-500 m³ Schlamm auf einen Hektar in einem Jahr untergebracht werden. Unter günstigen Verhältnissen kann bei kleineren Anlagen der Flüssigschlamm direkt mit fliegenden Leitungen auf das Land gepumpt werden.

Vor- und Nachteile der Flüssigschlammabeseitigung

Vorteile: Meist wirtschaftlichste Art der Schlammabeseitigung. Geringe Baukosten (nur für evtl. Pasteurierungsanlage), geringe Betriebskosten (überschüssiges Faulgas steht für die Erhitzung des Schlammes zur Verfügung), guter Düngewert des Schlammes (keine Stickstoffverluste bei längerer Lagerung), bei Pasteurisierung in jedem Fall hygienisch einwandfrei.

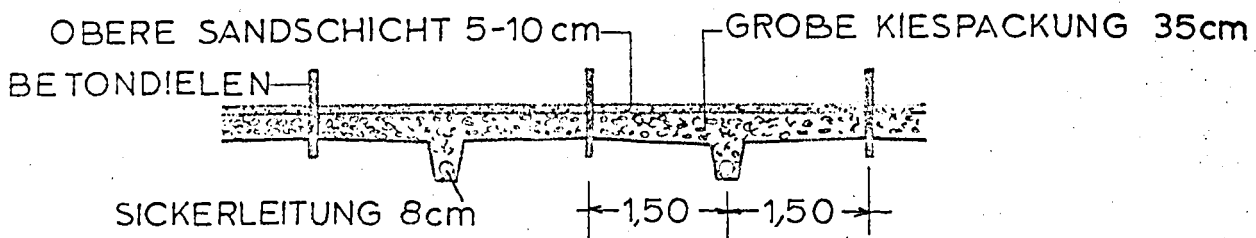
Nachteile: Aufklärung in der Landwirtschaft erforderlich.
Reserveflächen für die Ablagerung bereithalten.
Ohne Pasteurisierung, Einhalten von Schutzfri-
sten für Beweidung und vor dem Schnitt von
Wiesen.

2. Natürliche Entwässerung des Schlammes

Zur natürlichen Faulschlammentwässerung dienen:

Schlamm-trocken-beete
Schlamm-teiche

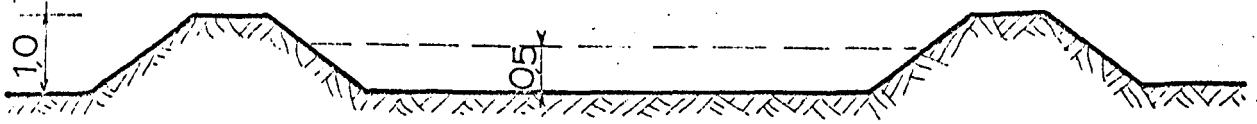
Schlamm-trocken-beete



Der ausgefaulte und eventuell eingedickte Schlamm wird in einer dünnen Schicht von ca. 20-30 cm, bei stabilisierten Überschußschlamm aus Langzeitbelebungsanlagen in einer Schicht von ca. 5-10 cm auf eine Filterschicht geleitet. Die Filterschicht besteht aus einer oberen Sandschicht, darunter einer Kiesschicht. In der Kiesschicht liegen Tonrohre, durch die das durchgesickerte Wasser abfließen kann. Das Sickerwasser ist dem Zulauf der Kläranlage zuzugeben. Ein Teil des Schlammwassers versickert, der andere Teil verdunstet. Die Entwässerungszeiten sind stark von der Witterung abhängig. Je nach den klimatischen Verhält-

nissen können jährlich etwa 3-6 Schichten Faulschlamm von 25 cm Höhe aufgebracht werden. Der entwässerte Schlamm ist stichfest und kann von Hand oder maschinell entfernt werden.

Schlammteiche



Schlammteiche können einfach durch Zusammenschieben eines Erddammes von etwa 1 m Höhe mittels Raupenfahrzeug erstellt werden. Der Schlamm wird in einer Schicht bis zu 50 cm aufgebracht. Ein Teil des Schlammwassers versickert, die Hauptmenge verdunstet. Nach Entwässerung (abhängig von den klimatischen Verhältnissen) wird der Schlamm von einem Raupenfahrzeug wieder zusammengesoben.

Zum Teil werden Schlammteiche bis zu einer Tiefe von 2,50-3,00 m angelegt. Dräntürme aus Mauerwerk mit offenen Stoßfugen und Koks- bzw. Kiespackungen sollen Schlammwasser abführen. Die Erfahrung zeigt jedoch, daß diese Schlammteiche schlecht entwässern. Wenn ausreichend Flächen zur Verfügung stehen sind flache Schlammteiche vorzuziehen. Der von Trockenbeeten und Schlammteichen geräumte, entwässerte Schlamm wird nach Möglichkeit landwirtschaftlich verwertet.

Vor- und Nachteile der natürlichen Schlammentwässerung

Vorteile: Einfacher, unabhängiger Betrieb, geringe Bau- und Betriebskosten bei Schlamnteichen, der von Schlamnteichen beseitigte Schlamm ist hygienisch einwandfrei.

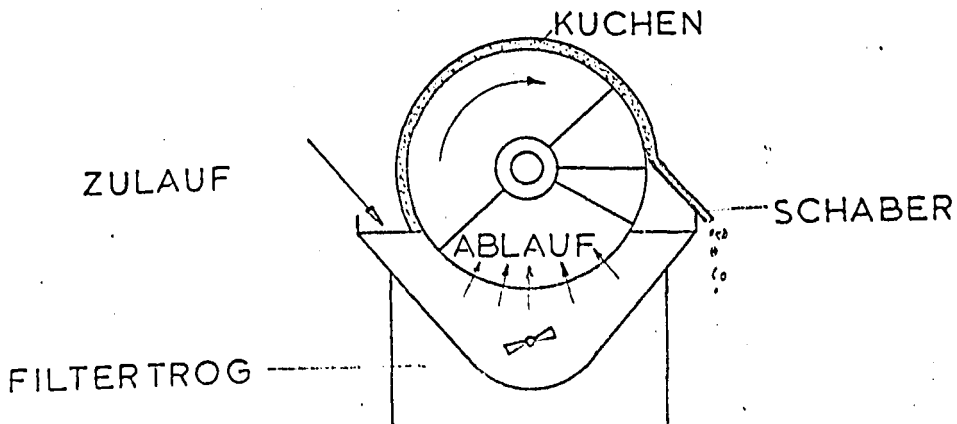
Nachteile: Aufwendige Räumung der Schlamm-trockenbeete, schwierige weitere Verarbeitung des stichfesten, klebrigen Schlammes bei Verwertung in der Landwirtschaft, hoher Stickstoffverlust durch lange Lagerung, großer Flächenbedarf - vor allem bei Schlamnteichen.

3. Künstliche Schlammentwässerung und Trocknung

Für die künstliche Schlammentwässerung stehen folgende Geräte zur Verfügung:

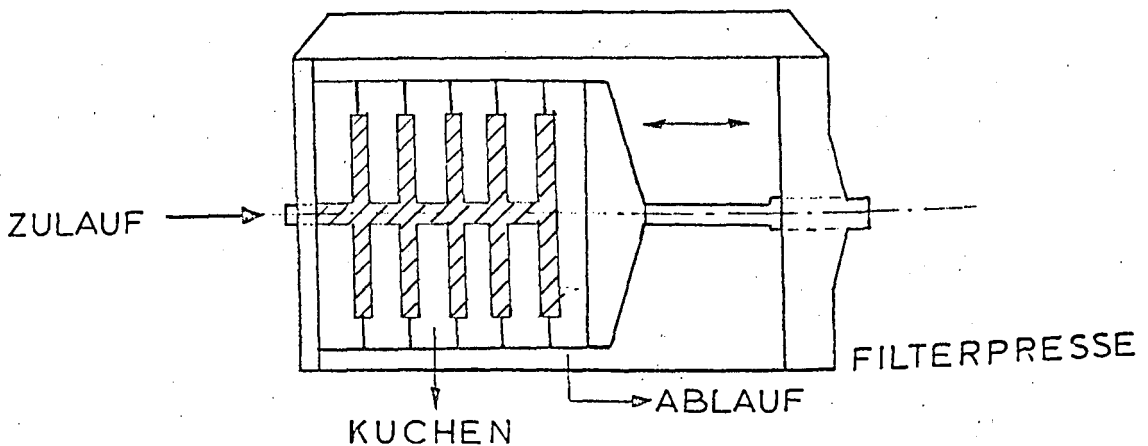
| | |
|-------------|-----------------|
| Saugfilter | (Vakuumfilter) |
| Druckfilter | (Filterpressen) |
| Schleudern | (Zentrifugen) |

Saugfilter



Auf vielen Anlagen in Amerika wird der Schlamm mit Saugfiltern künstlich entwässert. Vor der Filterung muß der Schlamm jedoch durch Zugabe von Chemikalien aufbereitet werden. Ohne Chemikalien würde der Schlamm sofort das Filtertuch verstopfen und nur schwer eine Trennung des Schlammwassers von den Schlammfeststoffen eintreten. Durch die erforderlichen Chemikalien wird das Saugfilterverfahren teuer.

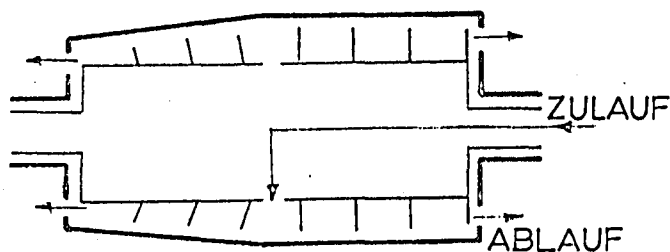
Druckfilter



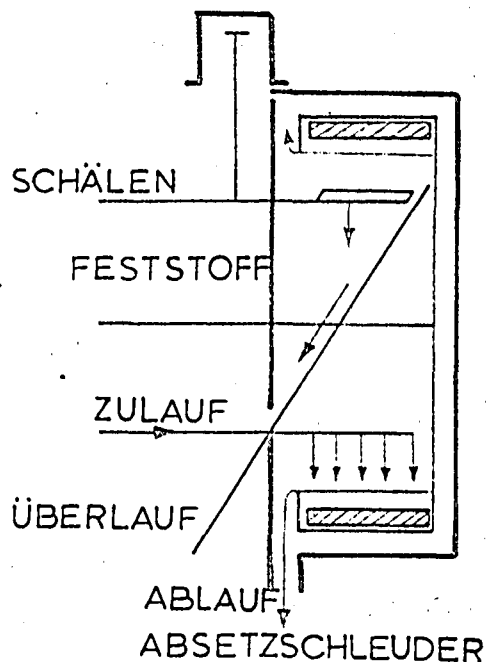
In England und Deutschland werden verschiedentlich Druckfilter zur Schlammentwässerung verwendet. Der Filterdruck beträgt dabei etwa 15 atü. Die Filterzeit schwankt zwischen 0,5 und 2 Stunden. Auch beim Druckfilter ist eine vorherige Aufbereitung des Schlammes erforderlich. Es können Chemikalien oder Schlammasche zugegeben werden, bzw. muß der Schlamm vor der Entwässerung 30 Minuten auf 200° Temperatur gehalten werden. In jedem Fall verteuert auch hier die vorherige Aufbereitung des Schlammes das Verfahren. Mit Druckfiltern läßt sich ein niedrigerer Endwassergehalt des Filterkuchens erreichen als mit Saugfilter.

Schleudern

FESTSTOFF



SCHNECKENSCHLEUDER



ABSETZSCHLEUDER

Mit Schlammsehleudern läßt sich der Schlamm ohne vorherige Aufbereitung entwässern. Allerdings bleibt ein großer Teil der Schlammfeststoffe, etwa 30-40 % in dem abgetrennten Schlammwasser. Im Schlammkuchen finden sich nur 60-70 % der Feststoffe des Ausgangsschlammes. Eine weitere Behandlung des Schlammwassers ist erforderlich, wodurch das Verfahren verteuert wird.

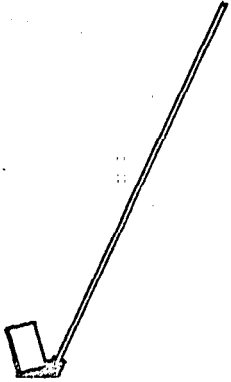
Anwendungsbereich der künstlichen Schlamm entwässerung

Aus wirtschaftlichen Gründen kommt eine künstliche Schlamm-entwässerung nur für große Anlagen (z.B. über 100.000 Einwohner oder in Sonderfällen) in Frage. Eine künstliche Schlamm entwässerung ist nur dann sinnvoll, wenn der Schlamm anschließend heiß getrocknet oder verbrannt wird. Hierdurch entstehen weitere Kosten. Selbst für Großanlagen ist die künstliche Entwässerung und Beseitigung (einschl. Verbrennung) teurer als die Naßschlambeseitigung mit Kraftfahrzeugen (vorausgesetzt geeignete Flächen stehen in einer Entfernung bis zu 30 km zur Verfügung). Die künstliche Schlamm entwässerung und Verbrennung wird daher in nächster Zeit in Österreich nur in Sonderfällen angewendet werden.

UNTERSUCHUNG VON ABWASSER- UND SCHLAMMPROBEN

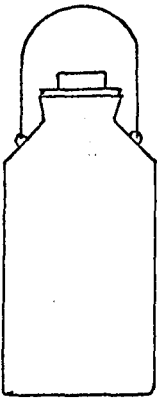
=====

1. Probenahme und Probentransport



Zur Probenahme benützt man einen Probenschöpfer. Das ist ein Gefäss von etwa 1 l Inhalt, welches schräg an einem genügend langen Stiel befestigt ist.

Proben sollen immer an den gleichen Stellen entnommen werden. An den Probeentnahmestellen sollte eine möglichst grosse Turbulenz herrschen, um gut durchmisches Abwasser zu erhalten.



Alle Untersuchungen sollen im Labor oder einem entsprechenden Raum der Kläranlage vorgenommen werden. Für den Transport benötigt man deshalb Gefässe. Hiefür haben sich Milchkannen aus Plastik, die 1,5 bis 2 Liter fassen, gut bewährt. Für das Füllen benötigt man keinen Trichter, weil die Kannen eine grosse Öffnung haben, die aber beim Transport durch einen Deckel verschlossen wird. Vor der Untersuchung muss der Inhalt der Kannen gut durchmischt werden.

Zur Entnahme von Schlammproben aus dem Faulraum benötigt man einen besonderen Schlammprobenehmer. Das sind entweder kleine Greifer, die mittels eines Fallgewichtes geschlossen werden oder kurze Rohrstücke, die durch Seilzug geschlossen werden. Normalerweise wird es jedoch genügen, den Rohschlamm und den ausgefaulten Schlamm zu untersuchen.

Müssen Proben bis zur Untersuchung aufbewahrt werden, so sollten sie in einen kühlen Raum oder noch besser in einen Kühlschrank gestellt werden. (Beste Temperatur 0 - 5° C)

2. Physikalische Untersuchungen

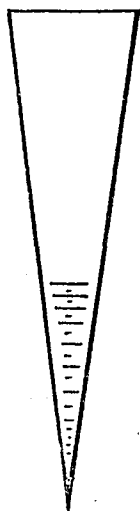
2.1 Messung der Temperatur



Zur Temperaturmessung kann man sehr vorteilhaft Schöpfthermometer benutzen. Es wird ca. 1 - 2 Minuten in das Gerinne oder Becken gehalten und dann ohne das Wasser aus dem unteren Teil herauszugießen sofort abgelesen. Man kann aber auch ein billigeres, durch einen Drahtkorb geschütztes Thermometer verwenden.

Man entnimmt dann die Probe mit dem Probenschöpfer, hält sofort nach der Entnahme das Thermometer ca. 1 Min. in den Probenschöpfer und liest noch während das Thermometer im Probenschöpfer steht die Temperatur ab.

2.2 Messung der absetzbaren Schwebestoffe



Die im Rohabwasser enthaltenen Schwebestoffe sind ein Mass für den Schlammanfall. Ferner sind die im Zulauf und Ablauf von Absetzbecken enthaltenen Schwebestoffe ein Mass für den Wirkungsgrad der Absetzbecken. Der Gehalt an absetzbaren Schwebestoffen wird im Imhofftrichter gemessen. Dazu wird 1 Liter gut durchmisches Abwasser in den Imhofftrichter gefüllt und nach 2-stündigem Stehen die abgesetzte Menge abgelesen.

Weil sich auf den schrägen Glaswänden Schlamm ablagert, muss 15 Minuten vor der Ablesung das Glas ruckartig hin- und hergedreht werden.

Der Gehalt an absetzbaren Stoffen liegt im Rohabwasser zwischen 2 und 15 ml/l. Der Wirkungsgrad wird berechnet aus:

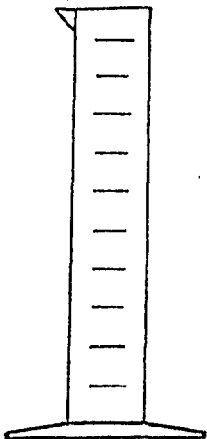
$$\frac{(\text{Schwebestoffe Zulauf}) - (\text{Schwebestoffe Ablauf})}{\text{Schwebestoffe Zulauf}} \cdot 100 = \text{Wirkungsgrad } (\eta)$$

Beispiel :
Schwebestoffe Zulauf 11 ml/l
Schwebestoffe Ablauf 0,5 ml/l

$$\text{Wirkungsgrad } \eta = \frac{11 - 0,5}{11} \cdot 100 = \frac{10,5}{11} \cdot 100 \approx 95\%$$

Die Imhofftrichter müssen in einem Gestell stehen oder in entsprechenden Halterungen an der Wand aufgehängt werden. Auf keinen Fall sollten die Imhofftrichter mit zur Probenahme nach draussen genommen werden.

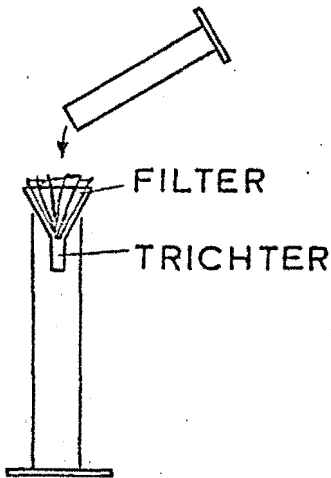
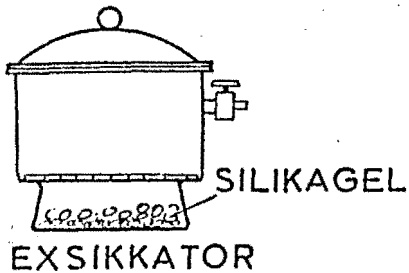
2.3 Messung des Schlammgehaltes im Belebungsbecken



Im Belebungsbecken ist viel mehr Schlamm enthalten als im Rohabwasser. Ferner setzt sich dieser Schlamm sehr schnell ab. Zur Messung des Schlammgehaltes im Belebungsbecken benützt man deshalb einen 1 Liter Messzylinder (hohe Form). Die hereingeholte Probe wird zuerst gut umgerührt. Dann wird 1 Liter in den Messzylinder gegossen. Nach einer halben

Stunde wird abgelesen, wieviel Schlamm sich unten abgesetzt hat. Der Schlammgehalt wird angegeben in ml/l, z.B. 180 ml/l.

2.4 Bestimmung der Schlamm-Trockensubstanz im Belebungsbecken



Zur Bestimmung der Schlamm-Trockensubstanz, abgekürzt TS_R , muss der Schlamm getrocknet und gewogen werden. Man benötigt folgendes:

- 1 Trockenschrank ($105^{\circ} C$)
- 1 Waage (Ablesbarkeit 0,01 g)
- 1 Exsikkator
- Faltenfilter (z.B. Schleicher und Schüll Nr. 595 $\frac{1}{2}$, ϕ 18,5 cm)
- 1 Messzylinder 100 ml
- 1 Trichter (ϕ 10 cm)

Zuerst werden die Filter numeriert. Mit Bleistift oder Kugelschreiber wird auf jedes Filter eine fortlaufende Zahl geschrieben. Nun kommen die Filter für mindestens 2 Stunden in den Trockenschrank. Weil die Filter nicht heiss auf die Waage gelegt werden sollen, kommen sie an-

schliessend für 15 Minuten in den Exsikkator. Die Filter werden dann einzeln aus dem Exsikkator genommen und sofort gewogen. Das Gewicht wird in das Filterbuch eingetragen (siehe Beispiel). Würde man alle Filter herausnehmen und auf den Tisch legen, so würden sie aus der Luft Feuchtigkeit aufnehmen und schwerer sein. Im Exsikkator ist die Luft ohne Feuchtigkeit. Die Feuchtigkeit wird vom Silikagel aufgesogen. (Am besten verwendet man Silikagel - blau. Wenn im Laufe der Zeit die blaue Farbe in Grau übergeht, gibt man das Silikagel in den Trockenschrank, die blaue Farbe kehrt zurück. Das Silikagel ist damit regeneriert und weiter zu benutzen). Man bereitet sich zweckmässig so viele

Filter vor, wie in einem Monat gebraucht werden.

Zur Filtration werden 100 ml gut durchgemischten belebten Schlammes in einen 100 ml-Messzylinder gefüllt. In den Trichter wird ein gewogenes Faltenfilter gelegt. Der Trichter wird auf einen Messzylinder oder eine Flasche gesteckt. Dann wird der belebte Schlamm aus dem Messzylinder in das Filter gegossen. Wenn man vorsichtig giesst, kann man die gesamten 100 ml in einem Zuge eingiessen. Wenn das Wasser durchgetropft ist, legt man das Filter mit dem Schlamm wieder für mindestens 2 Stunden in den Trockenschrank bei 105° C. Dann wieder im Exsikkator abkühlen und anschliessend wiegen. (Filter mit Schlamm)

BEISPIEL FÜR FILTERBUCH

| Filter Nr. | Datum | Art der Probe | Filter | | Schlamm-trockengew. |
|------------|--------|----------------------|------------|-----------|---------------------|
| | | | ohne Schl. | mit Schl. | |
| 1 | 2.9.68 | 12° Ws, Bel. Becken | 1.66 | 1.97 | 3,1 g/l |
| 2 | 2.9.68 | 12° Ws, Rück-filtrat | 1.82 | 2,46 | 6,4 g/l |
| 3 | | | 1.78 | | |

2.5 Bestimmung des Schlamminde

Der Schlamminde (abgekürzt IS_V) ist ein Mass für die Dichte des belebten Schlammes. Er gibt an, wieviel ml Schlamm 1 g Schlamm-Trockensubstanz enthält.

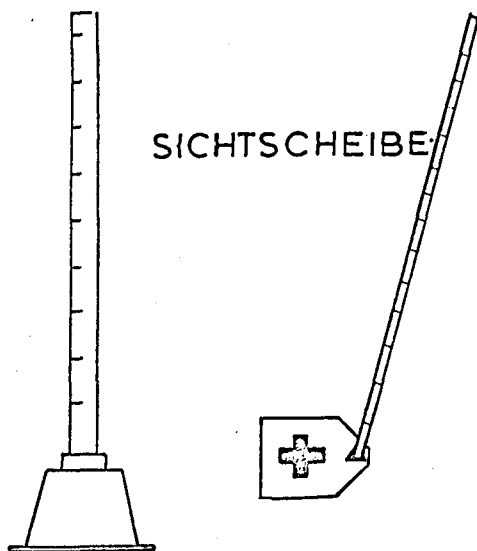
$$\text{Schlamminde (ml/g)} = \frac{\text{Schlammgehalt (ml/l)}}{\text{Schlamm-Trockensubstanz (g/l)}}$$

Wichtig ist, dass der Schlammgehalt und die Schlamm-Trocken-
substanz von der gleichen Probe bestimmt werden. Man holt des-
halb etwa 1,5 l belebten Schlamm herein, füllt 1 l in einen
1 l-Messzylinder zur Bestimmung des Schlammgehaltes und 100 ml
in den 100 ml-Zylinder für die Filtration und Trockensubstanz-
bestimmung.

Beispiel: Schlammgehalt 180 ml/l
Schlamm-Trockensubstanz 2,6 g/l

$$\text{Schlammindex} = \frac{180}{2,6} = \underline{\underline{70 \text{ ml/g}}}$$

2.6 Messung der Sichttiefe (Durchsicht)



SICHTTIEFENMESSGERÄT

Die Klarheit des gereinigten Ab-
wassers ist ein gutes Mass für den
Reinigungsgrad. Wird z.B. das Wasser
im Nachklärbecken plötzlich trübe,
so ist wahrscheinlich auch der BSB₅
des Ablaufes schlechter geworden.
Die Durchsichtigkeit des geklärten
Abwassers kann nicht andere Unter-
suchungen ersetzen, man kann nur Ver-
änderungen schnell und einfach er-
kennen. Zur Messung der Durchsicht
kann man ein Sichttiefenmessgerät
benützen. Man bestimmt damit die
Wassertiefe, bei der ein Badenkreuz noch gerade erkennbar ist.
Wichtig für die Messung ist die Sauberkeit des Gerätes. Auf
kleineren Anlagen genügt die Messung der Durchsicht mit der
Sichtscheibe. Die Sichtscheibe ist eine weisse Scheibe aus Blech
oder Kunststoff von ca. 20 · 20 cm, auf die ein schwarzes Kreuz
(Strichbreite 1 - 2 cm, Balkenlänge 5 - 7 cm) gezeichnet wird.

Die Scheibe wird an einem Stiel befestigt, auf den eine cm-Einteilung gezeichnet wird. Für die Messung wird die Scheibe langsam in das Absetzbecken getaucht. In dem Augenblick, wo Scheibe und Kreuz nicht mehr auseinanderzuhalten sind, wird die Eintauchtiefe abgelesen und aufgeschrieben. Wird auf diese Weise eine Durchsicht von mehr als 30 cm gemessen, so liegt bei häuslichem gereinigtem Abwasser der BSB₅ meist unter 25 ml/l.

2.7 Bestimmung der Schlamm-Trockensubstanz von Rohschlamm und Faulschlamm

Im Prinzip wird die Trockensubstanz von Schlamm in der gleichen Weise bestimmt wie von belebtem Schlamm. Weil der Schlamm aber nicht so flüssig ist, ist es schwer, in einen Messzylinder 100 ml einzufüllen und anschliessend auszugliessen. Ausser Trockenschrank, Waage und Exsikkator benötigt man für die Bestimmung Porzellanschalen 8 cm ϕ , halbtief.

Die Porzellanschalen (ca. 10 Stück) werden numeriert, getrocknet im Trockenofen bei 105° C, im Exsikkator abgekühlt und gewogen (Schale leer). Es werden dann ca. 30 - 40 g (etwa 2 Esslöffel voll) Schlamm (gut durchmischt) in die Porzellanschale gefüllt und sofort gewogen (Schale + Schlamm nass). Dann wird die Schale mit dem Schlamm für mindestens 2 Stunden in den Trockenschrank gestellt (105° C). Danach abkühlen im Exsikkator und wiegen (Schale + Schlamm trocken).

BEISPIEL FÜR SCHLAMMTROCKNUNGSBUCH

| Datum | Schale Nr. | Schale+Schl. nass | Schale+Schl. trocken | Schlamm trocken. 1000 |
|-----------|------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | - Schale leer | - Schale leer | Schlamm nass |
| | | Schlamm nass | Schlamm trocken | = Teststoffgehalt (g/l) |
| 22.3.1964 | 1 | 62,84 - 29,13 33,71 | 32,97 - 29,13 3,84 | 114 g/l |
| | | | | |

Ausser dem Feststoffgehalt (g/l) wird vielfach der Wassergehalt in Prozent und der Feststoffgehalt in Prozent angegeben.

$$\text{Es ist: Feststoffgehalt (\%)} = \frac{\text{Feststoffgehalt (g/l)}}{10}$$

$$\text{Wassergehalt (\%)} = 100 - \frac{\text{Feststoffgehalt (g/l)}}{10}$$

$$= 100 - \text{Feststoffgehalt (\%)}$$

3. CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN

=====

3.1 Bestimmung des pH - Wertes

Der pH-Wert gibt an, ob das Wasser sauer, neutral oder alkalisch (Lauge) ist. Es hat

| | |
|--------------------------|-------|
| stark saures Wasser | pH 1 |
| neutrales Wasser | pH 7 |
| stark alkalisches Wasser | pH 14 |

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. Am Besten wird der Papierstreifen halb ins Wasser eingetaucht und an den Rand des Imhofftrichters angedrückt. Nach 1/2 bis 1 Minute wird die Farbe (im Wasser) verglichen. Bei Schlammproben gibt man einen Tropfen auf das Papier und betrachtet die Verfärbung auf der Rückseite.

Genauer ist die Bestimmung mit pH-Indikatorröhrchen. Die Verfärbung der innen aufgetragenen Indikatorschicht wird wie beim Indikatorpapier mit einer Farbskala verglichen.

Noch genauer sind elektrische pH-Meter. Solche Geräte bestehen aus einer Glaselektrode und einem Anzeigegerät. Die Glaselektrode wird in die zu untersuchende Flüssigkeit gehalten. Am Anzeigegerät kann dann der pH-Wert sofort abgelesen werden..

3.2 Methylenblau - Probe (Haltbarkeit)

Die Methylenblau-Probe zeigt an, ob eine Wasserprobe bei längerem Stehenlassen in Fäulnis übergeht. Wenn Fäulnis einsetzt entfärbt sich das Methylenblau.

Für die Untersuchungen benötigt man:

Methylenblau-Lösung: Es werden 0,5 g Methylenblau, 1l dest. Wasser gelöst. Diese Lösung hält sich.

50 ml-Enghals Glasflaschen mit Schliffstopfen (ca. 20 Stck)

1 Tropfflasche etwa 100 ml aus Polyäthylen

Die Tropfflasche wird mit Methylenblau-Lösung gefüllt, die Lösung bleibt für die weiteren Untersuchungen in der Tropfflasche. In die 50 ml-Flasche werden 5 Tropfen der Methylenblaulösung gegeben. Die Flasche wird randvoll mit dem zu untersuchenden Abwasser gefüllt. Dann wird der Glasstopfen - ohne daß eine Luftblase eingeschlossen bleibt - aufgesetzt. Bei 20°C soll die Flasche aufbewahrt werden.

Als Ergebnis wird die Zeit angegeben, nach der sich das Blau entfärbt hat. Rohabwasser entfärbt sich nach 2 bis 8 Stunden. Biologisch gereinigtes Abwasser sollte sich innerhalb 5 Tagen nicht entfärben. Die Zeit wird bis 24 Stunden in Stunden angegeben, danach in Tagen. Nach 5 Tagen wird die Untersuchung abgebrochen. Die Flasche wird geleert und gewaschen.

3.3 Schwefelwasserstoff - Probe (Faulfähigkeit)

Bei angefaultem Abwasser entwickelt sich Schwefelwasserstoffgas (H_2S). Dieses Gas schwärzt Bleiacetatpapier.

Zur Untersuchung benötigt man:

200 ml Enghals-Glasflaschen mit Korkstopfen
und Bleiacetat-Papier in Streifen

Man füllt die 200 ml-Flasche bis 6 cm unter dem Rand mit Abwasser und klemmt mit dem Korken einen Streifen Bleiacetat-Papier so fest, daß er nicht ins Wasser eintaucht und nicht naß wird.

Angegeben wird die Zeit nach der das Bleiacetat-Papier geschwärzt wird. Bei Rohabwasser und mechanisch gereinigtem Abwasser tritt die Schwärzung meist nach 6-8 Stunden auf. Ist das Abwasser angefault, so erfolgt schon nach kurzer Zeit die Schwärzung.

Die Schwefelwasserstoff-Probe benötigt man nur gelegentlich, wenn zum Beispiel festgestellt werden soll ob aus der Kanalisation angefaultes Abwasser anfällt oder wenn man wissen möchte, ob in der Vorklärung (Emscherbrunnen) das Wasser angefault ist.

3.4 Bestimmung des Sauerstoffgehaltes

a) Allgemeines

Den Sauerstoffgehalt von Wasser kann man entweder mit einer Sauerstoffelektrode direkt messen, oder man muß ihn auf chemischem Wege nach der Winkler-Methode bestimmen. Meßgeräte mit Elektroden sind teuer, für kleine Anlagen werden solche Geräte deshalb meist nicht angeschafft.

Die exakte chemische Bestimmung des Sauerstoffes erfordert eine gewisse Übung und eine etwas bessere Ausstattung mit Labor-Material. Dieser Aufwand lohnt sich aber, wenn man die Untersuchungen regelmäßig durchführen will. Man erlangt dann auch die notwendige Übung.

b) Probenahme für die Bestimmung des Sauerstoffgehaltes im Belebungsbecken

Um den Sauerstoffgehalt im Belebungsbecken bestimmen zu können, muß man zunächst Wasser und belebten Schlamm trennen. Weil der belebte Schlamm den Sauerstoff des Wassers verzehrt, werden die Bakterien mit Gift abgetötet. Zur Probenahme gibt man eine kleine Menge der "Hemmlösung", die aus Kupfersulfat, Amidosulfonsäure und Eisessig besteht, in eine 5 l Plastikflasche. Die Flasche wird in das Belebungsbecken eingetaucht und ganz gefüllt. Dann verschließt man die Flasche mit einem Stopfen, schüttelt kräftig durch und läßt den Schlamm absetzen. Von dem klaren Wasser wird anschließend der Sauerstoffgehalt bestimmt.

c) Bestimmung des Sauerstoffgehaltes

Es wird eine "Sauerstoff-Flasche", das ist eine 100-125 ml Glasflasche mit schräg geschliffenem Glasstopfen, ganz mit dem zu untersuchenden Wasser gefüllt und der Stopfen aufgesetzt. Der Stopfen wird wieder abgenommen und nacheinander 1 ml Manganchlorid-Lösung und 1 ml Natronlauge-Kalium-Jodid-Azid-Lösung zugegeben. Die Flasche wird jetzt sofort wieder verschlossen und umgeschüttelt. Es bildet sich ein flockiger Niederschlag, der bei gut sauerstoffhaltigem Wasser eine

kräftige braune Farbe hat. Bei sauerstofffreiem Wasser ist der Niederschlag weiß.

Für die weitere Bestimmung wird der Niederschlag mit Säure (5 ml Phosphorsäure) aufgelöst. Es entsteht eine braun gefärbte klare Lösung. Der Inhalt der Flasche wird jetzt in ein Becherglas umgefüllt und titriert. Aus einer Bürette wird langsam soviel Thiosulfatlösung zugegeben bis nur noch eine hellbraune Färbung vorhanden ist. Jetzt wird ein Spritzer Stärkelösung zugesetzt und es tritt sofort eine dunkelblaue Färbung ein. Wird jetzt weitertitriert so wird das Blau heller und verschwindet mit den letzten Tropfen ganz. Der Inhalt des Bechers ist klar.

Aus der verbrauchten Menge an Thiosulfatlösung ist der Sauerstoffgehalt leicht zu berechnen. Je mehr Thiosulfat verbraucht wurde, desto höher ist der Sauerstoffgehalt.

d) Näherungsweise Bestimmung des Sauerstoffgehaltes

Für die näherungsweise Bestimmung des Sauerstoffgehaltes benötigt man:

Natriumhydroxyd - Plätzchen

Manganchlorid - Tabletten

Sauerstoffflaschen (ca. 125 ml) mit Glasstopfen

Die Sauerstoffflasche wird mit dem zu untersuchenden Wasser ganz gefüllt. Dann werden zuerst 3 + Natriumhydroxyd-Plätzchen (mit einem Löffel, weil Natriumhydroxyd ätzt) und danach eine Manganchlorid-Tablette in die Flasche gegeben und der Stopfen aufgesetzt, ohne daß eine Luftblase zurückbleibt. Beim kräftigen Durchschütteln lösen sich die Tabletten auf und es bildet sich ein Niederschlag, dessen Färbung ein Maß für den Sauerstoffgehalt ist. Es gilt:

| Niederschlag weiß | Sauerstoffgehalt |
|-------------------|------------------|
| " elfenbeinfärbig | 0 2-3 mg/l |
| " kaffeebraun | ca. 5 mg/l |
| " dunkelbraun | " 10 mg/l |

e) Messung des Sauerstoffgehaltes mit Elektroden

Mit Elektroden kann man den Sauerstoffgehalt unmittelbar im Belebungsbecken messen. Voraussetzung für die Richtigkeit der Messung ist, daß die Elektrode richtig geeicht ist und daß bei der Messung eine genügend große Strömungsgeschwindigkeit an der Elektrode herrscht.

Zur Eichung benutzt man am einfachsten Wasser, welches genügend lange belüftet ist. Man füllt ein etwa 5 l fassendes Gefäß mit Wasser und belüftet es ständig mit einem Aquarienbelüfter. Es stellt sich dann bei jeder Temperatur ein bestimmter Sauerstoffgehalt ein, das ist der Sättigungswert.

| | | | | | | | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TEMPERATUR | 5° | 6° | 7° | 8° | 9° | 10° | 11° | 12° | 13° | 14° |
| SAUERST.-SÄTT. ^{x)} | 12,6 | 12,4 | 12,1 | 11,8 | 11,6 | 11,3 | 11,0 | 10,8 | 10,5 | 10,3 |
| TEMPERATUR | 15° | 16° | 17° | 18° | 19° | 20° | 21° | 22° | 23° | 24° |
| SAUERST.-SÄTT. ^{x)} | 10,1 | 9,9 | 9,7 | 9,5 | 9,3 | 9,1 | 8,9 | 8,7 | 8,6 | 8,4 |

^{x)} SAUERSTOFF-SÄTTIGUNGSWERT IN mg/l SAUERSTOFF

Vor der Eichung muß man mit dem Thermometer die Temperatur des Eichwassers ablesen und liest aus der Tabelle ab, welchen Sauerstoffgehalt das Wasser hat. Nun hält man die Elektrode in das Wasser und stellt auf dem Anzeigegerät den Sauerstoffgehalt, den das Wasser hat, ein.

Zur Messung hängt man die Elektrode in das Belebungsbecken. Normalerweise ist die Strömung ausreichend. Sicherheitshalber sollte man aber die Elektrode am Kabel etwas bewegen. Nach einer Einstellzeit von ca. 1/2 Minute ist der Sauerstoffgehalt abzulesen.

Diese allgemeinen Anleitungen für die Eichung und Messung gelten im Prinzip für alle Sauerstoffelektroden. Ist auf einer Anlage ein Gerät vorhanden, so richte man sich nach der dem Gerät beigegebenen Gebrauchsanweisung.

3.5 Bestimmung des Biochemischen Sauerstoffbedarfes (BSB₅)

a) Allgemeines

Die im Abwasser enthaltenen Mengen an organischen, fäulnisfähigen Stoffen sind nicht durch einfache chemische Bestimmung zu ermitteln, weil die Stoffe in verschiedenartigen komplizierten chemischen Verbindungen vorliegen. Für die Abwassertechnik ist es nicht so wichtig die Zusammensetzung der Stoffe zu kennen, sondern es ist wichtig zu wissen, wieviel an biologisch abbaubaren Stoffen im Wasser enthalten sind.

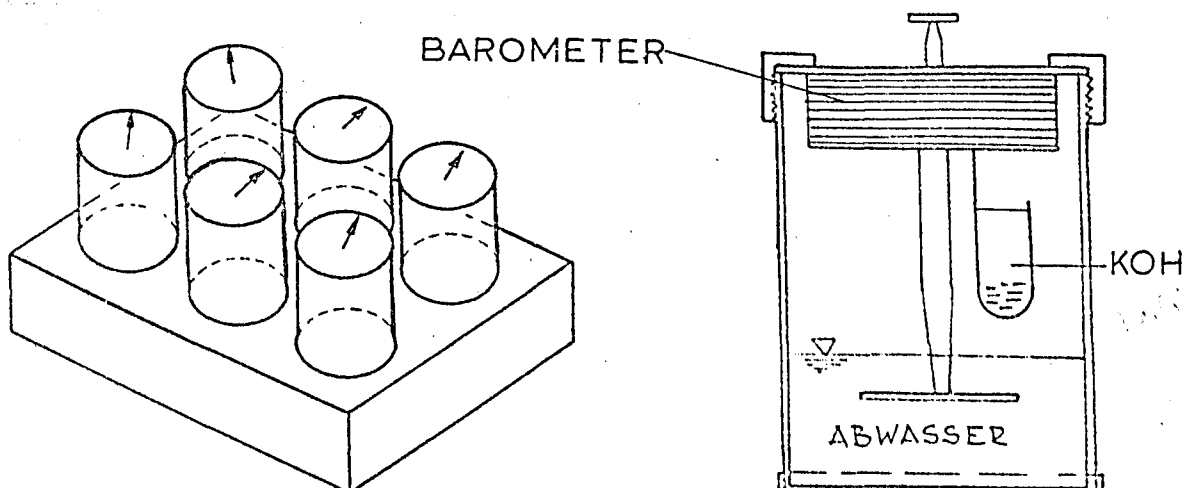
Der biochemische Sauerstoffbedarf (BSB) ist das beste Maß für die biologisch abbaubaren Stoffe im Abwasser. Gemessen wird die Menge an Sauerstoff, die für die Oxydation der Schmutzstoffe in einer bestimmten Zeit verbraucht wird. Normalerweise wird der Sauerstoffverbrauch von 5 Tagen angegeben (BSB₅).

Zur Bestimmung des BSB₅ gibt es zwei Verfahren:

Die direkte Messung mit dem BSB-Meßgerät und die Verdünnungsmethode. Die Messung mit dem BSB-Meßgerät ist einfach und auf Kläranlagen leicht durchzuführen. Die Bestimmung nach der Verdünnungsmethode erfordert einen größeren Laboraufwand.

b) Bestimmung des BSB₅ mit dem BSB-Meßgerät

Das BSB-Meßgerät (unter der Bezeichnung BSB-Wächter von der Fa. Passavant hergestellt) besteht aus einem Vibrationstisch und 6 Meßgefäßen. In den Schraubdeckeln der Meßgefäße sind Zeigerbarometer eingebaut an denen der BSB abgelesen wird.



Das Meßprinzip beruht auf folgendem:

Die im Abwasser enthaltenen Bakterien verzehren unter Sauerstoffverbrauch die organischen Schmutzstoffe. Dabei wird ein dem verbrauchten Sauerstoffvolumen gleichgroßes Kohlendioxid-Volumen (CO_2) frei. Durch die Vibration wird das Abwasser intensiv durchmischt, so daß sich immer ein Gleichgewicht zwischen den Gasen im Luftraum und im Wasser einstellt. Das in den Luftraum abgegebene Kohlendioxid wird aber durch die Kalilauge, die sich in dem kleinen Glasröhrchen befindet, gebunden, so daß ein Unterdruck in dem luftdicht verschlossenen Gefäß entsteht. Dieser Unterdruck wird mit dem Barometer gemessen, das so geeicht ist, daß direkt der BSB_5 abgelesen werden kann.

Zur Messung werden in das Meßgefäß entweder 275 ml vom Zulauf oder 700 ml vom Ablauf gefüllt. In das kleine Glasröhrchen werden im ersten Fall drei KOH-Tabletten gegeben, im zweiten Fall wird das Röhrchen entfernt. Das Gefäß wird nun verschlossen und auf den Schütteltisch gestellt. Das Luftventil auf dem Deckel bleibt vorerst geöffnet. Etwa 2 Stunden, nachdem das Gefäß auf den Schütteltisch gestellt wurde, wird mit einem Gummiball soviel Vordruck eingebracht, daß der Zeiger auf Null steht. Jetzt wird das Luftventil geschlossen.

Täglich wird der Zeigerstand abgelesen und in ein Meßprotokoll eingetragen. Die Skala auf dem Deckel reicht von 0 bis 30. Sind 700 ml (Ablauf) eingefüllt, so sind die angezeigten Werte direkt BSB_5 , werden 275 ml eingefüllt, so müssen die Ablesungen mit 10mal genommen werden. Nach 5 Tagen wird der BSB_5 abgelesen.

Beispiel:

| | | |
|-----------------|-------------------|-----------------------------------|
| Zulauf, 275 ml, | Zeigerstand 24, 5 | $\text{BSB}_5 = 245 \text{ mg/l}$ |
| Ablauf, 700 ml, | Zeigerstand 21, | $\text{BSB}_5 = 21 \text{ mg/l}$ |

Um stets vergleichbare Werte zu erhalten, sollte das Gerät bei etwa 20°C Raumtemperatur aufgestellt werden.

c) Bestimmung des BSB₅ nach der Verdünnungsmethode

Bei der Verdünnungsmethode werden wenige Milliliter (ml) Abwasser in 125 ml-Sauerstoffflaschen gegeben. Die Flasche wird dann mit Verdünnungswasser vollgefüllt und verschlossen. Parallel dazu werden Sauerstoffflaschen nur mit Verdünnungswasser gefüllt. Alle Flaschen werden bei 20°C im Dunkeln 5 Tage aufbewahrt. Nach 5 Tagen wird chemisch nach der Winkler-Methode der Sauerstoffgehalt in allen Flaschen bestimmt.

Beispiel für die Berechnung des BSB₅:

Sauerstoffgehalt Verdünnungswasser in 5 Tagen: $V_5 = 8,4 \text{ mg/l}$
Sauerstoff in einer Flasche, in die 2 ml Abwasser gegeben wurde und die einen Inhalt von
insgesamt 120 ml hat: $X_5 = 3,4 \text{ mg/l}$

Der Unterschied zwischen dem Sauerstoffgehalt im Verdünnungswasser und dem Sauerstoffgehalt der Abwasserprobe ist von den 2 ml Abwasser verursacht worden.

Berechnet wird der BSB₅ dann so:

$$\begin{aligned} \text{BSB}_5 \text{ (mg/L)} &= \frac{(V_5 - X_5) \cdot \text{FLASCHENINHALT}}{\text{ml ABWASSER IN DER FLASCHE}} \\ &= \frac{(8,4 - 3,4) \cdot 120}{2} = \frac{5 \cdot 120}{2} = \underline{\underline{300 \text{ mg/l}}} \end{aligned}$$

3.6 Bestimmung des Kaliumpermanganatverbrauchs (KMnO₄-Verbrauch)

Der Kaliumpermanganatverbrauch ist ein Schnellverfahren zur Bestimmung von organischen Stoffen im Abwasser. Im Gegensatz zum BSB₅, bei dem man das Ergebnis erst nach 5 Tagen hat, dauert die Bestimmung des KMnO₄-Verbrauchs weniger als eine halbe Stunde. Werden organische Stoffe und Kaliumpermanganat zusammengeschüttet, so erfolgt eine "nasse Verbrennung" der organischen Stoffe.

Bei der Untersuchung wird eine bestimmte Menge Abwasser mit einer bestimmten Menge Kaliumpermanganat vermischt und 10 Minuten gekocht. Danach wird bestimmt wieviel Kaliumpermanganat noch nicht verbraucht ist. Aus dem Unterschied zwischen zugegebener und nicht verbrauchter Kaliumpermanganatmenge berechnet man den Kaliumpermanganatverbrauch.

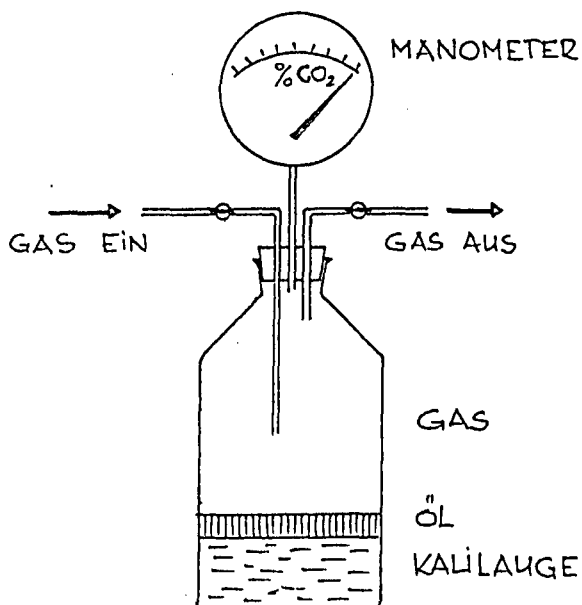
Leider haben nun auch die im Abwasser enthaltenen nicht biologisch abbaubaren Stoffe einen KMnO_4 -Verbrauch. Deshalb ist der KMnO_4 -Verbrauch von gereinigtem Abwasser relativ höher als der BSB_5 .

Es gilt allgemein für häusliches Abwasser

Zulauf: KMnO_4 -Verbr. = 1,5 bis 2-facher BSB_5
Ablauf: KMnO_4 -Verbr. = 4 bis 6-facher BSB_5

3.7 Bestimmung des Kohlensäuregehaltes im Faulgas

Faulgas besteht im wesentlichen aus Methan (CH_4) und Kohlendioxid (CO_2). Aus dem Methangehalt des Faulgases kann man auf den Faulvorgang schließen. Nun ist die Bestimmung des Methangehaltes recht aufwendig. Man begnügt sich deshalb in vielen Fällen mit der Bestimmung des Kohlensäuregehaltes im Faulgas und nimmt an, daß der übrige Teil Methangas ist.



Zur Bestimmung des CO_2 -Gehaltes benutzt man einen "Mono- CO_2 -Indikator Mo 18" mit Meßbereich 0-100 % CO_2 . Hersteller ist die Fa. H. Maihak AG, 2 Hamburg 39, Semperstr. 38.

Das Gerät besteht im wesentlichen aus einer Gasflasche, die zu rd. $1/3$ mit Kalilauge gefüllt ist. Über der Kalilauge liegt eine Ölschicht. Mit der Flasche ist ein Manometer verbunden.

Zur Messung wird für einige Minuten Faulgas durch die Flasche geleitet. Dann werden die Hähne in der Gaszu- und Ableitung geschlossen. Schüttelt man jetzt die Flasche, so wird die Ölschicht aufgerissen und das Kohlensäuregas von der Kalilauge gebunden. In der Flasche ist dann nur noch Methangas. Das Gasvolumen in der Flasche hat abgenommen, nach den Gasgesetzen nimmt dann der Gasdruck ab. Diese Druckabnahme wird vom Manometer angezeigt. Auf dem Gerät der Fa. Maihak kann ohne Umrechnung der Kohlensäuregehalt direkt abgelesen werden.

Beispiel:

Ablesung 28 % CO_2 , das Gas enthält 28 % Kohlensäuregas und 72 % Methangas.

4. Biologische-mikroskopische Untersuchung des belebten Schlammes

Bei regelmäßiger mikroskopischer Untersuchung des belebten Schlammes können auch von Nicht-Biologen eventuelle Veränderungen des belebten Schlammes festgestellt werden. Für die Untersuchungen wird ein Mikroskop mit einer rd. 100-fachen und einer rd. 400-fachen Vergrößerung benötigt.

Im normalen belebten Schlamm sind die zu Flocken zusammengeballten Bakterien als kleine Punkte zu erkennen. Neben den Flocken sind Glockentierchen in größeren oder kleineren Kolonien zu finden. Weiterhin sieht man vereinzelt frei schwimmende Pantoffeltierchen.

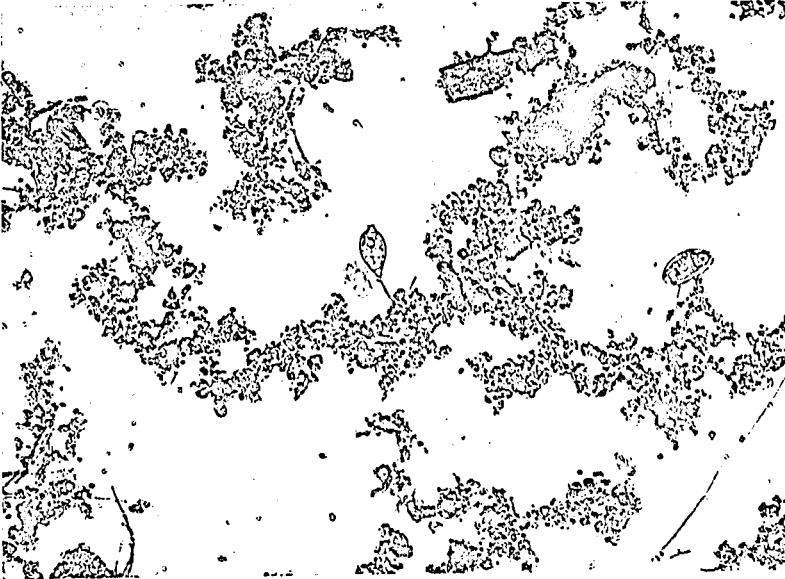
Verschwinden die Glockentierchen, so ist meistens auch eine Verschlechterung der Reinigungswirkung festzustellen.

Ursachen können sein: Sauerstoffmangel, zu hohe Belastung oder Giftstöße. In der Einarbeitungszeit findet man zunächst auch keine Glockentierchen, diese bilden sich meistens erst, wenn die volle Reinigungswirkung erreicht wird.

Findet man neben den Glockentierchen fadenförmige Bakterien, so ist die Möglichkeit der Blähschlambildung gegeben. Vermehren sich die fadenförmigen Bakterien von Tag zu Tag, ist Blähschlamm die Folge. Der Schlammgehalt steigt sehr schnell an und die Schlamm-trockensubstanz nimmt ab.

Mikroaufnahmen von belebten Schlammflocken

(Die Abbildungen sind dem Buch: Ruffer-Mudrack, Anleitung zur Durchführung s. Seite 138, entnommen.)



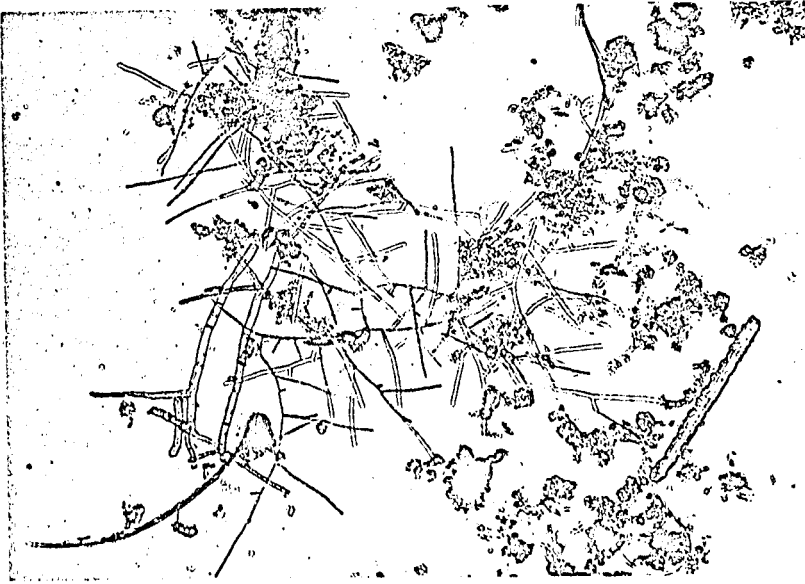
Normaler belebter Schlamm

Bakterienflocken mit Glockentierchen (festsitzend) und Wimpertierchen (freischwimmend) Vergr. 144 x



Blähschlamm

Sphaerotilus-Fäden wachsen strahlenförmig von der Bakterienfläche aus. Vergr. 144 x



Blähschlamm

Verzweigte, echte Pilzflächen zwischen den Bakterienflocken, Vergr. 144 x



Blähschlamm

Fadenförmige Milchsäurebakterien zwischen den Bakterienflocken, Vergr. 144 x

5. Laborgeräte für einfache Untersuchungen

In den vorstehenden Abschnitten wurden die wichtigsten einfachen Untersuchungen genau beschrieben. Es wird empfohlen als Ergänzung und Erweiterung dazu das Buch anzuschaffen:

Rüffer H. und Mudrack K.:

Anleitung zur Durchführung und Auswertung einfacher Untersuchungen auf Kläranlagen
2. Auflage, Hannover 1967
Veröffentlichungen des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft der Technischen Hochschule Hannover, Heft 17, Eigenverlag.

Auch auf kleinen Kläranlagen sollten die folgenden Messungen und Untersuchungen regelmäßig durchgeführt werden:

1. Temperatur von Abwasser und Luft
2. Absetzbare Schwebestoffe (Imhofftrichter)
3. Sichttiefe im Nachklärbecken
4. pH-Wert von Abwasser und Schlamm
5. Methylenblau-Probe
6. BSB₅ mit dem BSB₅-Meßgerät

Bei Belebungsanlagen darüber hinaus:

7. Schlammgehalt im Belebungsbecken
8. Schlamm-Trockensubstanz im Belebungsbecken
9. Mikroskopie des belebten Schlammes

Bei Anlagen mit beheiztem Faulraum:

10. Kohlensäuregehalt im Faulgas.

Für diese Untersuchungen werden folgende Geräte und Chemikalien benötigt:

1. 1 Probenschöpfer
2. 3-6 Plastik - Kannen (2l)
3. 3-6 Kunststoff-Eimer (10l) mit Maßeinteilung
4. 3-6 Imhofftrichter aus Plexiglas od. ähnl.
(1l, graduiert bis 100 ml) und entstr. Gestelle
5. 1 Sichtscheibe oder Sichttiefenmeßgerät
6. 1 Thermometer, 0-50°C, entweder Schöpfthermometer
oder durch Drahtkorb geschütztes Thermometer
7. 1 Außenthermometer (Maximum - Minimum)
8. 20 50 ml - Enghals - Glasflaschen mit Schliffstopfen
(für Methylenblau-Probe)
9. 1 Tropfflasche, etwa 100 ml, Polyäthylen, (für Methylenblaulösung)
10. 1 BSB₅-Meßgerät mit 6 Meßgefäßen und Vibrationstisch
11. 1 Meßbecher mit Griff und Ausguß, 1 l, aus Kunststoff
12. 1 farbiger Festtstift oder Etiketten
13. 2 Liter Desinfektionslösung (z.B. Septikal)
14. 3-4 Flaschenbürsten
15. Reinigungsmittel, wie Waschpulver und Aufwischtücher
16. Gummi-Arbeitshandschuhe
17. 1 Liter Methylenblaulösung (0,5 g Methylenblau in
1 l dest. Wasser)
18. je 2 Heftchen oder Rollen pH Indikationspapier für den
Bereich pH 5.5 bis pH 8.5
zusätzlich eventuell pH-Indikator-Röhrchen des gleichen Bereichs.

Für Belebungsanlagen und Anlagen mit beheiztem Faulraum werden darüberhinaus benötigt:

19. 1 Schnellwaage, etwa 500 g Höchstlast, Ablesbarkeit 0,01 g
20. 1 kleiner Trockenschrank (105°C)
21. 1 Exsikkator mit Porzellaneinsatz, ca. 250 mm Ø
22. 1 Mikroskop, Vergrößerung 100-400-fach, mit elektrischer Ansteckleuchte

23. 1 Schachtel Objektträger 76 x 26 mm
24. 1 Schachtel Deckgläser 18 x 18 mm
25. 1 Kurzzeitwecker (0-1 Std.)
26. 4 Meßzylinder 1000 ml, hohe Form, mit 10 ml Einteilung, Kunststoff
27. 4 Meßzylinder 100 ml, hohe Form, Kunststoff
28. 2 Trichter Kunststoff \varnothing 10 cm
29. 100 Stck. Faltenfilter (z.B. Schleicher und Schüll Nr. 595 1/2, \varnothing 18.5 cm)
30. 500g Trockenmittel (z.B. Silikagel blau, mit Feuchtigkeitsindikator), für Exsikkator.
31. 10 Porzellanschalen, 8 cm \varnothing , halbtief für Trockensubstanz - Faulschlamm
32. 1 Gerät zur CO_2 -Messung im Faulgas (z.B. Maihak)

Sollen weiterhin der Sauerstoffgehalt, BSB_5 und KMnO_4 Verbrauch bestimmt werden, so findet man genaue Anweisungen im Buch von MUDRACK und RÜFFER.

Für die Laborarbeiten sollte man sich einen kleinen Raum im Betriebsgebäude herrichten. Wichtig ist, daß ein Wasseranschluß und Ausguß vorhanden ist. Einen Labor-Arbeitstisch, der mit einer wasser- oder besser säurefesten Platte abgedeckt ist, stellt man möglichst nahe an den Ausguß. An der Wand über dem Tisch sollten genügend Steckdosen (6 Stck) für die elektrischen Geräte angebracht sein. Der Raum unter dem Arbeitstisch kann zum Abstellen der Laborgeräte genutzt werden, wenn Türen vorgesehen werden (Küchenschrankunterteil)

Betrieb von Abwasserreinigungs- anlagen

Zum Betrieb von Abwasserreinigungsanlagen gehören:

- Inbetriebnahme
- Einarbeitung
- Einstellung
- Normalbetrieb
- Betriebsunterbrechung
- Ausserbetriebnahme
- Betriebsschwierigkeiten

Inbetriebnahme

Bauabnahme und Inbetriebnahme fallen meist nicht zeitlich zusammen. Besonders infolge langer Lieferfristen z.B. für elektrische Einrichtungen kann die Anlage vielfach erst mehrere Monate nach Abschluß der Bauarbeiten in Betrieb genommen werden. Es ist daher wichtig die leeren Becken, Behälter und verbindenden Leitungen darauf zu überprüfen, daß sie frei sind von Ablagerungen und Sperrstoffen (Bauschutt, Sand, usw.). Diese Überprüfung sollte sehr sorgfältig durchgeführt werden. In der Praxis hat es sich oft gezeigt, daß durch derartige Stoffe Betriebsstörungen eingetreten sind.

Bevor die Anlage mit Abwasser beschickt wird ist es zweckmässig, die einzelnen Becken und Behälter mit Reinwasser (z.B. Grundwasser, Flußwasser usw.) zu füllen und eine Funktionsprüfung der Anlage durchzuführen. Wird hierfür Abwasser verwendet, so können bei längerer Verweilzeit des Abwassers in den Becken Geruchsentwicklungen auftreten. Durch Schaumbildung und Verschmutzung werden Veränderungen an den maschinellen Einrichtungen erschwert. Die von den Lieferfirmen im Angebot angegebenen Leistungen der maschinellen Einrichtungen lassen sich durch Messungen überprüfen. Abwasserreinigungsanlagen können unter den späteren Betriebsbedingungen und auf einwandfreies Arbeiten kontrolliert und erprobt werden.

Einarbeitung

Nur die biologisch arbeitenden Teile der Anlage benötigen eine Einarbeitungszeit. Die Einarbeitung einer Tropfkörper- oder Belebungsanlage ist abgeschlossen, wenn der angestrebte Reinigungsgrad erreicht ist. Faulbehälter sind eingearbeitet, wenn der gesamte Frischschlamm durchgesetzt wird und eine gleichmäßige Ausfäulung eingetreten ist.

Einstellung

Nachdem die angestrebte Reinigungswirkung oder Ausfäulung erreicht ist, sollte die Anlage auf einen möglichst wirtschaftlichen Betrieb eingestellt werden. Durch sorgfältige Untersuchungen lassen sich die günstigsten Einstellungen ermitteln.

Von besonderer Bedeutung ist die Einstellung für kleine und mittlere Anlagen wo keine laufende chemische Überwachung möglich ist (z.B. Oxydationsgraben). Durch eine richtige Einstellung der Anlage lassen sich Betriebskosten ersparen. Gleichzeitig ist in dieser Zeit das Bedienungspersonal anzulernen und mit den Möglichkeiten der Steuerung einer Abwasserreinigungsanlage vertraut zu machen.

Auf Grund der durchgeführten Untersuchungen ist ein Programm für den Normalbetrieb auszuarbeiten.

Normalbetrieb

Zum Normalbetrieb gehören die Überwachung und Steuerung der Anlage einschließlich der erforderlichen Untersuchungen. Die Betriebsergebnisse sind im Betriebsbericht festzuhalten.

Laufende Reinigungsarbeiten halten die Anlage betriebsfähig und sauber. Der Platzgeruch der Anlage wird dadurch eingeschränkt.

Die Anzeigegeräte für die Stromaufnahme der Motoren sind regelmäßig zu überprüfen, die Getriebe und Lager zu beobachten. Die Schmierung von Lagern, Getrieben und der Ölwechsel der Motoren

ist nach den Bedienungsvorschriften der Lieferfirmen durchzuführen. Der Energieaufwand ist im Betriebsbericht festzuhalten. Für die wichtigsten Maschinen sind Karteikarten anzulegen und darauf Ölwechsel, Routineüberholung, Reparaturen und Betriebsstörungen zu vermerken.

Betriebsunterbrechung

Der Betrieb einer Abwasserreinigungsanlage sollte nach Möglichkeit immer aufrecht erhalten bleiben. Dies gilt vor allem für die Anlagenteile die eine längere Einarbeitungszeit benötigen (z.B. Tropfkörper, Belebungsanlagen, Faulbehälter).

Ausserbetriebnahme

Die Ausserbetriebnahme des biologischen Teiles der Abwasserreinigungsanlage und der Faulbehälter erfordert besondere Vorkehrungen. Einzelheiten werden beim Betrieb dieser Anlagenteile behandelt.

Betriebsschwierigkeiten

Auf jeder Abwasserreinigungsanlage wird es zu Betriebsschwierigkeiten kommen. Es ist daher für jeden Klärwärter wichtig, die Möglichkeiten der Störung und entsprechende Abhilfemaßnahmen zu kennen. Durch vorbeugende Maßnahmen können manche Störungen vermieden werden. Auf jeden Fall sind Ursachen und Beseitigung der Störungen im Betriebsbericht festzuhalten.

A) Mechanische Reinigung

Rechen

1. Einstellung

Maschinell gereinigte Rechen werden durch eine Schwimmerschaltung in Betrieb gesetzt. Die Schwimmerdifferenz sollte möglichst klein festgelegt werden. Befindet sich kurz vor dem Rechen ein Regenüberlauf so kann bei zu starkem Rückstau der Überlauf vorzeitig anspringen. In Sonderfällen kann dann sogar bei Trocken-

wetter Schmutzwasser in das Gewässer überfliessen. Bei starkem Rückstau kann auch die Fließgeschwindigkeit des Abwassers soweit vermindert werden, daß sich Sand im Zulaufkanal ablagert. Bei zu grosser Schwimmerdifferenz besteht die Gefahr, daß die Abstreifvorrichtung überlastet wird.

2. Normalbetrieb

Handbediente Rechen sollen bei ständig besetzten Anlagen mindestens alle zwei Stunden, bei Regen häufiger, gereinigt werden. Der Aufstau darf 10 cm nicht überschreiten. Bei von Hand abgestreiften Rechen ist darauf zu achten, daß die Grobstoffe sorgfältig hochgeharkt werden und nicht durch die Rechenstäbe mit in die Anlage fließen. Auch bei maschinell betriebenen Rechen muß die Abstreifvorrichtung das Rechengut vollständig entfernen. Es sollte nichts am Rechen oder an der Abwurfeinrichtung hängen bleiben.

Soll das Rechengut abgefahren werden, so ist es nach dem Abtropfen des Wassers (erfolgt im Bereich des Rechens) sofort in Stahlbehälter mit Deckel (z.B. einfache Mülltonne, Großmüllgefäß oder Behälterfahrzeug) einzubringen. Der Abtransport kann durch die städtische Müllabfuhr (zur Müllverbrennung oder Ablagerung) oder durch Privatunternehmer (z.B. Bauern, die das Rechengut auf ihren Feldern kompostieren) erfolgen.

Wird das Rechengut auf der Kläranlage untergebracht, so ist es sofort zum Ablagerungsplatz zu transportieren, dort mit Kalk zu bestreuen und leicht mit Erde abzudecken. Auf keinen Fall darf Rechengut unbehandelt liegen bleiben, da es zu Geruchsbelästigungen führt. Auch werden Ungeziefer aller Art wie Ratten, Mäuse und Vögel angezogen. Dabei können Vögel das Rechengut auseinander tragen.

Die täglich anfallende Rechengutmenge ist vom Klärwärter abzuschätzen und im Betriebsbericht aufzuschreiben.

3. Betriebsschwierigkeiten

Bei übermässigen Anfall von Sperrstoffen (z.B. nach Starkregen) kann es vorkommen, daß der Rechen überlastet wird und die Abstreifvorrichtungen das Rechengut nicht beseitigen kann. Der Motor kann zuviel Strom aufnehmen und das Sicherheitsschutz heraussprengen.

Vorbeugung: Verminderung der Schwimmerdifferenz, Umstellung auf Programmschaltung oder schließlich durchlaufender Betrieb in den Tagesstunden.

Steht der maschinelle Rechen im freien, so ist bei starkem Frost die Gefahr des Anfrierens gegeben.

Vorbeugung: Auf manchen Anlagen wird der Betrieb durch Einbau von Infrarot-Strahlern in der Frostperiode aufrecht erhalten.

Betriebsschwierigkeiten in anderen Anlageteilen, die durch ein ungenügendes Arbeiten der Rechen hervorgerufen werden, sind: Verstopfung der Druckluftheber des nachfolgenden Sandfanges, Ansammlung von Spinnstoffen im Bereich des Absetzbeckens (Einläufe, Räumereinrichtung, Schlammtrichter und Schlammleitungen), Verstopfungen der Frischschlammumpen und Ansammlung von Spinnstoffen im Faulbehälter.

Abhilfe: Einbau eines zweiten Rechens (z.B. wenn nur Grobrechen vorhanden ist) oder Vermindern der lichten Weite des Durchganges zwischen den Rechenstäben durch Einsetzen weiterer Stäbe. Ist ein Rechengutzerkleinerer vorhanden, so sollte die Wirkung der Zerkleinerung überprüft werden. Dabei kann es zweckmässig sein, das Rechengut ganz aus dem Abwasser zu entfernen, und den Zerkleinerer stillzulegen.

S a n d f a n g

1. Einstellung

In der Einstellungsperiode wird man Untersuchungen über den Sandanfall und die Sandbeschaffenheit durchführen. Beim handbedienten Langsandfang kann man in den einzelnen Kammern (beim zweiteiligen Sandfang ist nur eine Kammer in Betrieb) die Tiefe und Lage der Sandschicht messen. Hier-nach ist zu beurteilen wie oft der Sandfang bei Trockenwetter geräumt werden muss.

Beim maschinell geräumten Langsandfang und beim belüfteten Sandfang wird man die erforderlichen Räumfahrten feststellen. Proben des herausgenommenen Sandes sind auf Anteil an organischen und mineralischen Stoffen zu untersuchen. Die Korngrößenverteilung des getrockneten Sandes (Siebkurve ähnlich wie bei den Betonzuschlagstoffen) gibt Auskunft über die Leistungsfähigkeit des Sandfanges. Durch einfache Schwimmermessung läßt sich die Fließgeschwindigkeit des Abwassers im Langsandfang bei verschiedenen Abwassermengen ermitteln.

Beim Rundsandfang, der mit einem Druckluftheber geräumt wird, ist die günstigste Betriebsweise durch Versuche festzustellen. Da hier der Sand vor der Förderung gewaschen wird, sind die Waschzeit und die Mengen an Luft und Wasser, die für die kombinierte Luft-Wasserspülung erforderlich sind, zu erproben. Es muß darauf geachtet werden, daß nicht zuviel Luft eingeblasen wird, weil sonst leichte Sandteilchen mit abgeschwemmt werden. Dabei ist überschüssige Luft abzublasen.

Beim belüfteten Sandfang muß die Luft gleichmäßig auf die einzelnen Belüfterrohre verteilt werden. Die Luftmenge ist so einzustellen, daß eine optimale Umlaufgeschwindigkeit der rotierenden Wasserwalze erreicht wird.

In einigen Anlagen sind vom Sandfang getrennt besondere Waschanlagen angeordnet, um fäulnisfähige Schlammstoffe aus dem Sandfanggut zu entfernen. Dabei sind die Sandwaschbehälter vielfach als Trichterbecken (Absetzbecken) ausgebildet. Auch hier sind die günstigsten Spülluftmengen und Spülwassermengen

durch Versuche festzustellen. Dabei ist darauf zu achten, daß keine feinen Sandteile ausgespült werden. Der Überlauf der Sandwaschanlage ist auf jeden Fall vor dem Einlauf in den Sandfang einzuleiten.

2. Normalbetrieb

Handgereinigte Langsandfänge werden wechselweise betrieben. Die Häufigkeit der Räumung (z.B. alle 2 Tage) wurde in den Einstellungsversuchen ermittelt. Bei Mischkanalisationen ist der Sandfang nach jedem Starkregen zu räumen. Vor der Räumung muß der Sand in der Kammer zunächst gut entwässert werden (Drainung öffnen).

Sandfänge mit mechanischer Ausrüstung werden mindestens täglich einmal geräumt (Einzelheiten wurden bei den Einstellungsversuchen ermittelt). Da die maschinell betriebenen Sandfänge bei der Räumung nicht entleert werden, sind sie wenigstens einmal im Jahr trocken zu legen. Es sind dann die gesamte mechanische Ausrüstung und die Bauwerksflächen unterhalb der Wasserlinie zu überprüfen und entsprechend in Stand zu setzen.

Auch Rundsandfang und belüfteter Sandfang sind mindestens täglich einmal und nach jedem Starkregen zu räumen. Am Druckluftheber des Rundsandfanges und an den Belüftungsrohren des belüfteten Sandfanges können sich Zöpfe aus Spinnstoffen festsetzen die zusammen mit dem Rechengut zu beseitigen sind. Beim belüfteten Sandfang ist auf eine gleichmäßige Verteilung der eingeblasenen Luft zu achten. Verstopfungen an Belüftungsrohren sind zu beseitigen. Auch Rundsandfang und belüfteter Sandfang sind mindestens jährlich einmal zur Inspektion ausser Betrieb zu nehmen.

Die aus dem Sandfang geräumten groben Sinkstoffe sind sofort zu beseitigen. Sie können entweder in einem Großraumbehälter gesammelt und zu einer Müllkippe abgefahren (Abdeckmaterial für geordnete Deponien) oder auf dem Kläranlagengelände in dünner Schicht abgelagert werden (wenn abgelegene Flächen auf dem Gelände zur Verfügung stehen).

Die Häufigkeit der Sandfangräumung und die Menge des entfernten Sandes ist im Betriebsbericht aufzuführen. Bei grösseren Anlagen ist in monatlichen Abständen der organische Anteil des entfernten Sandfanggutes zu bestimmen. Die auf dem Sandfang folgenden Bauteile sind jedoch bei allen Anlagen laufend auf übermässigen Sandanfall zu überprüfen.

3. Betriebsschwierigkeiten

Der Sand enthält zuviel fäulnisfähige Stoffe (Geruchsbelästigung bei Ablagerung).

Ursache: Zu kleine Fließgeschwindigkeit des Abwassers im Sandfang. Zu lange Durchflußzeit. Ungünstige Durchströmung.

Abhilfe: Vermindern der Zahl der im Betrieb gehaltenen Sandfangkammern. Verkürzung der Länge der Sandfangkammern. Bei Sandwaschanlagen mit grösserer Spülwasser- oder Spülluftmenge arbeiten.

Ungenügende Sandabscheidung, es kommt zu Sandablagerungen in Absetzbecken, Faulbehältern und verbindenden Kanälen.

Ursache: Fließgeschwindigkeit zu groß. Sandfangabmessungen zu klein. Ungünstige Durchströmung.

Abhilfe: Häufigere Entfernung des Sandes. Vermindern der Fließgeschwindigkeit durch Einbau einer Stauscheibe. Inbetriebhalten von mehreren Kammern. Vermindern der Luftmenge (belüfteter Sandfang). Vorsicht bei der Sandwaschung.

Nach allgemeiner Erfahrung ist es günstiger mehr organische fäulnisfähige Stoffe im Abscheidegut zu haben und dafür weniger Sandablagerungen in Absetzbecken und Faulbehälter. Den idealen Sandfang gibt es nicht, da grössere fäulnisfähige Stoffe (z.B. Küchenreste) die gleiche Sinkgeschwindigkeit wie Sand haben.

A b s e t z b e c k e n

1. Inbetriebnahme

Vor der Füllung mit Reinwasser sind die Schlammtrichter noch einmal von Grundwasser oder Regenwasser zu entleeren. Alle Ablagerungen, hereingefallene Materialien oder Werkzeuge sind zu entfernen. Sämtliche Boden- und Wandflächen sind von Mörtelresten oder anderen haftenden Verschmutzungen zu befreien. Durch einen Probelauf des Schlammräumers im leeren Becken ist zu überprüfen ob die gesamte Beckensohle geräumt werden kann, ohne daß Schlamm in eventuellen Vertiefungen liegen bleibt, anfängt zu faulen und später auftreibt.

Nach Füllung des Beckens mit Reinwasser, sind die Überfallkanten der Abläufe auf gleiche Höhenlage nachzuregulieren. Schlammablaßleitungen sind mit Reinwasser zu überprüfen.

2. Einstellung

Während der Einstellung ist die Leistung der Absetzbecken (prozentuale Absetzwirkung, gemessen mit Imhoff-Gläsern) bei verschiedenen Abwassermengen zu untersuchen. Die Wassermengen lassen sich verändern, indem bei mehreren Becken einzelne Becken ausgeschaltet und somit die Grenze der Leistung der Becken bestimmt werden kann. Die Fließgeschwindigkeit in dem Zulaufgerinne zu dem Absetzbecken ist zu messen und die Ansammlung von Ablagerungen zu beobachten. Sind mehrere Absetzbecken vorhanden, so ist die Verteilung der Abwassermengen auf die einzelnen Becken zu überprüfen. Es muß sichergestellt werden, daß während des Spitzenanfalles an Abwasser in den Tagesstunden, die Abwassermengen gleichmäßig auf die Becken aufgeteilt werden.

Die Durchströmung der Absetzbecken, besonders die Wirkung der Ein- und Abläufe ist zu beobachten. Ist die Energievernichtung des zufließenden Abwassers am Einlauf ungenügend, so sind entsprechende Korrekturen durchzuführen. Aus den Abläufen darf es keine Stellen geben, an denen durch einen größeren Sog verstärkt Schwebestoffe mitgerissen werden.

Befindet sich vor den Absetzbecken ein Pumpwerk, so ist die Pumphaufigkeit so zu regeln, daß die Absetzwirkung möglichst nicht nachteilig beeinflusst wird.

Bei den Einstellungsversuchen ist die Häufigkeit der Schlammräumung bei maschinell geräumten Rechteck- und Rundbecken festzulegen. Absetzbecken mit kurzer Durchflußzeit (Kurzklärung z.B. unter einer Stunde angewandt vor einer Belebungsanlage) müssen häufiger geräumt werden als Anlagen mit langer Durchflußzeit. Bei grösseren Anlagen empfiehlt sich die Schlammräumung programmgesteuert durch eine Schaltuhr durchführen zu lassen. Der Energieverbrauch der Räumbrücken ist gering, es ist daher zweckmäßig öfter räumen zu lassen. Bei Nachklärbecken ist eine ständige Schlammräumung erforderlich. Die Schwimmstoffabstreifer sind auf den günstigsten Betrieb einzustellen.

3. Normalbetrieb

Die Reinigungswirkung der Absetzbecken (Bestimmung der absetzbaren Stoffe im Imhoff-Trichter) ist bei kleineren Anlagen mindestens täglich einmal, bei grösseren Anlagen mehrmals zu überprüfen. Werden täglich nur einmal die absetzbaren Stoffe untersucht, so ist dies zur Zeit des größten Abwasseranfalles durchzuführen. Die Verteilung des Abwassers auf mehrere Becken, die gleichmässige Beaufschlagung der Zu- und Abläufe ist täglich zu kontrollieren. Von Zeit zu Zeit sollte die Sohle der Absetzbecken auf die Ansammlung von festem abgelagerten Schlamm abgetastet werden.

Die maschinellen Räumrichtungen sind auf ihre Betriebsfähigkeit hin zu überwachen. Besonderes Augenmerk ist der Schwimmschlambeseitigung zu schenken. Der Schwimmschlamm auf der Beckenoberfläche muß regelmässig beseitigt werden. Im allgemeinen wird der Schwimmschlamm ebenso wie der Bodenschlamm in den Faulbehälter gepumpt. Es sollte deshalb nicht zuviel Wasser mit dem Schwimmschlamm abgeführt werden. Enthalten die Schwimmstoffe jedoch zum grossen Teil Öl und ist eine Verminderung des anfallenden Öles erfolglos, so

empfiehlt sich, den Schwimmschlamm gemeinsam mit Öl aus Ölabscheidern und angeliefertem Altöl auf der Kläranlage zu verbrennen.

Zu den normalen täglichen Reinigungsarbeiten gehört es, die Wände der Absetzbecken in Höhe der Wasserlinie abzuspritzen und Ansammlungen von Schwimmstoffen zu entfernen. Auch die Schwimmschlammrinnen und die Ablaufrinnen sind entsprechend abzuspritzen. In der Querverteilungsrinne am Beckenzulauf darf es ebenfalls nicht zur Ansammlung von Schwimmstoffen kommen. Auch hier ist ein regelmäßiges Abspritzen unbedingt erforderlich. Auf Anlagen in der Schweiz wird zum Teil zum Reinigen der Beckenwände ein leicht bewegliches Hochdruckspülgerät verwendet.

3. Ausserbetriebnahme

Sollten sich Betriebsstörungen ergeben, die bei gefülltem Becken nicht zu beseitigen sind, so muß das Absetzbecken ausser Betrieb genommen und entleert werden. Selbst wenn keine Betriebsschwierigkeiten eintreten, sollte einmal im Jahr das Absetzbecken zur Inspektion im leeren Zustand überprüft werden. Bei der Entleerung des Beckens wird der Zulauf abgeschaltet (Schieber oder Dammbalken) und der Beckeninhalte zum Zulauf der anderen Absetzbecken übergepumpt. Befindet sich das Absetzbecken im Grundwasser und ist die Sohle nicht auftriebssicher ausgebildet, so sind entsprechende Sicherheitsmaßnahmen (Absenken des Grundwasserspiegels, Ableitung des Wasserüberdruckes aus den Sohldrainagen durch Froschkappen in den Trichter, usw.) zu beachten. Beim Entleeren des Beckens ist aufzupassen, ob sich die Froschkappen öffnen und die Drainage entwässert. Auf jeden Fall sollte die Entleerung bei einem möglichst niedrigem Grundwasserstand durchgeführt werden. Bei kiesigem Untergrund und Lage der Kläranlage in der Nähe des Flusses, darf bei Hochwasserständen des Flusses kein Becken entleert werden.

Bei leerem Becken sind die maschinellen Schlammräumer, Rohrleitungen und Betonteile auf Abnutzung und Korrosion zu überprüfen. Alle schadhafte Teile sind auszubessern und Schutzanstriche sind zu erneuern.

4. Betriebsschwierigkeiten

Ungleichmässige Absetzwirkung bei mehreren Becken.

Ursache: Ungleichmässige Mengenaufteilung

Abhilfe: Die Aufteilung des Abwassers auf die verschiedenen Becken muß verbessert werden. Wenn genügend Höhe zur Verfügung steht, kann in den einzelnen Zulaufgerinnen eine seitliche Einschnürung vorgesehen werden (ähnlich den Venturi-Gerinnen zur Messung der Abwassermengen, wodurch die Aufteilung erleichtert wird).

Schlechte Absetzwirkung bei genügend langer Durchflußzeit.

Ursache: Ungünstige Durchströmung der Absetzbecken (Kurzschlußströmung infolge schlecht arbeitender Einläufe).

Abhilfe: Veränderung der Einläufe, sodaß die Strömungsenergie im Bereich des Einlaufes durch örtliche Wirbel vernichtet wird.

Aufsteigen von Gasblasen und Auftreiben von schwarzem Schlamm im Absetzbecken.

Ursache: Fäulnisvorgänge an der Beckensohle (ungenügende maschinelle Räumung) oder im Bereich des Trichters (Schlammansammlungen in den Trichterecken, Verkeilung des Schlammes über den Schlammablaßrohren).

Abhilfe: Abtasten der Beckensohle nach Schlamm- und Sandablagerungen. Überprüfung des Räumschildes.

Im Bereich des Trichters: Aufwühlen des Schlammes in den Ecken und über dem Schlammablaßrohr mit einer Spüllanze und Druckluft (wenn Drucklufterzeugung möglich). Wasserspülung

unter hohem Druck. Entleerung der Becken und Ausrundung der Trichterecken mit Beton. Ist in dem abgelagerten Schlamm ein grosser Anteil an Sand, so muß die Abscheidewirkung des Sandfanges verbessert werden.

Schwierigkeiten beim Ablassen des Schlammes aus dem Schlammtrichter.

Ursache: Hoher Gehalt an Sand, Lehm und mineralischen Bestandteilen (vor allem bei Absetzbecken mit kurzer Absatzzeit, wo der feinere Schlamm nicht abgeschieden wird). Verstopfen der Schlammleitung durch Ansammlung von Spinnstoffen.

Abhilfe: Verbessern der Abscheidewirkung des Sandfanges und des Rechens, Lösung des eingedickten Schlammes durch Rückspülen mit Wasser oder Druckluft (Spüllanze) Säuberung verstopfter Rohrleitungen durch Hochdruckspülgerät oder Kanalratte.

Vorbeugung: Häufigeres Ablassen des Schlammes um starke Eindickung zu vermeiden.

B) Biologische Reinigung

Tropfkörper

1. Inbetriebnahme

Es empfiehlt sich den biologischen Teil einer Kläranlage erst nach den Einstellungsversuchen für den mechanischen Teil in Betrieb zu nehmen. Die gesamte Abwassermenge wird sofort über den Tropfkörper geleitet (zweckmässig wird jedoch vorher eine Funktionsprüfung mit Reinwasser durchgeführt).

Sind ein Tropfkörperpumpwerk und Einrichtungen zum Rücklauf vorhanden so sollte mit allen zur Verfügung stehenden Pumpen im Kreislauf gepumpt werden. Hierdurch soll möglichst viel Abrieb des Tropfkörpermaterials aus dem Tropfkörper abgeschwemmt werden, um eine vorzeitige Verschlammung und Verstopfung des Tropfkörpers zu vermeiden. Bei vielen Tropfkörpern ist hinter dem Tropfkörper ein Sandfanggerinne ange-

digkeit zu kommen. An verschiedenen Stellen wurde festgestellt, je langsamer der Tropfkörper sich dreht, umso günstiger ist es für die Reinigung und umso geringer ist die Verschlammungsgefahr. Die zweckmässigste Art des Rückpumpens ist zu ermitteln. Bei dickem Abwasser in den Tagesstunden kann sich die Verdünnung mit bereits gereinigtem Abwasser vom Ablauf der Nachklärbecken günstig auf den Reinigungsprozess auswirken. Das Rückpumpen kostet allerdings zusätzlichen Strom und es wird deshalb gern darauf verzichtet. Die Beseitigung von Verstopfungen kann allerdings wesentlich teurer zu stehen kommen. Ist ein Tropfkörper erst einmal verstopft, ist es oft zu einer schnellen Abhilfe zu spät. Fällt bei manchen kleineren Anlagen in den Nachtstunden nur wenig Abwasser an, sodaß bei Beschickung mit Unterbrechungen der Tropfkörper über eine Stunde kein Abwasser erhält, kann mit Hilfe einer Schaltuhr in den Nachtstunden zurückgepumpt werden. Auf jeden Fall muß ein Austrocknen des biologischen Rasens verhindert werden.

Der im Nachklärbecken abgesetzte Schlamm aus dem Tropfkörper sollte mindestens mehrmals täglich abgelassen werden. Am zweckmässigsten ist es ständig Schlamm abzuziehen. Da das Schlammwasser dem Zulauf zum Vorklärbecken zugeleitet wird, wirkt sich die Schlammwasserentnahme wie Rückpumpen aus. Die zweckmässigste Art der Tropfkörperschlambeseitigung ist zu untersuchen.

4. Normalbetrieb

Die Reinigungswirkung des Tropfkörpers:

Bestimmung der Sichttiefe im Nachklärbecken, absetzbare Stoffe im Ablauf des Tropfkörpers und des Nachklärbeckens sind bei kleineren Anlagen mindestens täglich 1 mal, bei grösseren Anlagen mehrmals zu überprüfen. Auch sollte täglich eine Methylenblau-Probe zur Ablaufkontrolle angesetzt werden. Die Funktion der Tropfkörperpumpen ist am Ampere-Meter und am Energieverbrauch (Wattstunde/m³ Abwasser der gesamten Anlage) zu überprüfen.

Sind mehrere Tropfkörperpumpen vorhanden, so sollten die einzelnen Pumpen möglichst gleich viel Stunden arbeiten. An Hand des Betriebsstundenzählers können die einzelnen Pumpen ausgetauscht werden. Am Drehsprenger ist täglich zu überprüfen, daß die einzelnen Löcher gleich viel Wasser bringen und keine Verstopfungen eintreten. Mindestens 2 mal wöchentlich sind die Drehsprengerarme und deren Öffnungen mit einer Bürste zu reinigen. Dazu sind die Endverschlüsse an den Drehsprengerarmen zu öffnen. Von der Tropfkörperoberfläche sind Verunreinigungen durch Schwimmstoffe aus dem Absatzbecken und Blätter zu entfernen.

Die Gerinne der Tropfkörpersole sind mindestens wöchentlich einmal mit Wasserstrahl zu reinigen. Ebenso ist der Sandfang (Gerinnevertiefung) im Ablauf des Tropfkörpers wöchentlich zu entleeren.

Sollten sich im Mittelbauwerk von runden Nachklärbecken Schwimmstoffe ansammeln, so sind sie durch Wasserstrahl zum Absinken zu bringen. Auch die Ablaufrinnen sind durch Abspritzen zu reinigen. Sollte es im Ablauf des Tropfkörpers oder im Ablauf des Nachklärbeckens zu einer stärkeren Schaumbildung kommen, so ist der Einbau einer Besprühungseinrichtung zweckmässig.

Die Rücknahme von gereinigtem Abwasser, um die Spülwirkung im Tropfkörper zu erhöhen (Rückpumpen), und die Entnahme des abgesetzten biologischen Schlammes aus den Nachklärbecken hat entsprechend den Einstellungsversuchen zu erfolgen.

5. Betriebsunterbrechung

Der Betrieb eines Tropfkörpers sollte nach Möglichkeit immer aufrecht bleiben. Wird z.B. ein Tropfkörper für Industrieabwasser eingesetzt und fällt dort während der allgemeinen Betriebsferien kein Abwasser an, so sollte ständig Wasser im Kreislauf geführt werden, damit der Tropfkörper naß bleibt. Die verdunstete Wassermenge ist zu ergänzen. Auch bei irgendwelchen Störungen auf der Kläranlage sollte immer versucht

werden, den Tropfkörper feucht zu halten. Fällt der Drehsprenger aus, so ist die Tropfkörperoberfläche ständig mit reinem Wasser (z.B. Grundwasser oder Bachwasser) zu besprühen.

6. Ausserbetriebnahme

Wird eine Kläranlage ausser Betrieb genommen, sodaß kein Abwasser mehr anfällt, so darf der Tropfkörper nicht schlagartig stillgelegt werden. In den Hohlräumen des Tropfkörpers befindet sich eine grosse Menge an biologisch aktivem Material. Wenn der Tropfkörper kein sauerstoffhaltiges Wasser erhält, besteht die Gefahr, daß der biologische Rasen zu faulen anfängt und starke Geruchsentwicklung eintritt. Nach Abschalten der Abwasserzufuhr sollten mindestens noch eine Woche biologisch gereinigtes Abwasser und Reinwasser im Kreislauf geführt werden, um möglichst viel biologischen Rasen abzuschwemmen und die organischen Bestandteile im Tropfkörper fäulnisunfähig zu machen. Mit dem Umpumpen kann aufgehört werden, wenn keine absetzbaren Stoffe mehr aus dem Tropfkörper abgeschwemmt werden.

7. Betriebsstörungen

Auf der Oberfläche des Tropfkörpers haben sich Wasserlachen (Pfützen) zugebildet.

Ursache: Wenn Teile des Tropfkörpers verschlammt sind (die Hohlräume sind ganz mit biologischem Rasen gefüllt), kann das Wasser nicht mehr durchtropfen und es kommt zur Pfützenbildung. Besonders die obere Schicht des Tropfkörpers neigt zur Verschammung, da hier das Nährstoffangebot und damit die Vermehrung der Mikroorganismen am größten ist. Da der Tropfkörper jetzt nur noch teilweise durchtropft wird, sinkt die Reinigungswirkung ab. Die Verschammung ist daher die größte Gefahr für den Tropfkörperbetrieb.

Abhilfe: Vorsichtige Auflockerung der verschlammten Zonen bei gleichzeitiger intensiver Spülung. Neben einem scharfen Wasserstrahl wird der Drehsprenger an der Verschammungsstelle

angehalten und somit eine erhöhte Spülung erzeugt. Ist die Verschlammung beseitigt, so ist die Rücklaufmenge zu erhöhen. In der folgenden Zeit ist auch weiterhin eine Intensivspülung durch Anhalten des Drehsprengers durchzuführen. Tritt mit diesen Maßnahmen keine durchgreifende Besserung ein, so kann dem Zulauf zum Tropfkörper eine Chlorlösung beigemischt werden. Durch das Chlor sollen einige Organismenarten abgetötet und dann mit dem Abwasser abgeschwemmt werden. Von vielen Biologen wird jedoch dieses Verfahren abgelehnt. Hat die obere Tropfkörperschicht einen Durchmesser von 4-8 cm (oder etwa noch kleiner), so kann sie gegen eine Schicht mit einem grösseren Durchmesser z.B. 8-12 cm ausgetauscht werden. Bei der grösseren Schicht sind die Hohlräume grösser und die Verschlammungsgefahr geringer. Auf jeden Fall muß die Verschlammung sofort bei den ersten Anzeichen (kleine Pfützen) durch die oben angeführten Maßnahmen ausgeschaltet werden.

Übermässige Geruchsentwicklung

Ursache: Ohne daß Pfützen erkennbar sind kann es im Tropfkörper zu Schlammansammlungen und damit zu Fäulnisprozessen kommen. Da zunächst die saure Gärung (stinkende Fäulnis) eintritt, bilden sich Schwefelwasserstoff und unangenehm riechende organische Säuren. Geruchsentwicklungen treten aber auch dann auf, wenn angefaultes Abwasser oder Abwasser mit Geruchsstoffen aus Industriebetrieben verregnet wird.

Abhilfe: Wichtig ist die Ursachen zu bekämpfen. Wird frisches Abwasser verregnet, liegt also die Ursache in Ansammlungen von faulenden Stoffen im Tropfkörper, so ist wie bei der Verschlammung eine verstärkte Durchspülung zweckmässig. Die Geruchsstoffe im Zulauf zum Tropfkörper können durch Zugabe von Chlor zerstört werden.

Übermäßige Entwicklung von Fliegen im Tropfkörper, die das Betriebspersonal und die nähere Umgebung belästigen

Ursache: Im biologischen Rasen des Tropfkörpers haben die Larven der Fliegen günstige Lebensbedingungen. Sie ernähren sich von dem biologischem Schlamm und begünstigen damit sogar den Tropfkörperbetrieb. Zu bestimmten Zeiten im Jahr kann es zu einer Massenentwicklung der Larven und später der Fliegen kommen. In den Beschickungspausen von nicht durchlaufend beregneten Tropfkörpern kommen die aus den Larven entwickelten Fliegen an die Oberfläche und schwärmen aus.

Abhilfe: Ständige Beschickung des Tropfkörpers mit Abwasser, auch in den Nachtstunden evtl. durch Rückpumpen. Die Fliegen sollen am Austreten gehindert werden. Abspritzen der freiliegenden Innenwände des Tropfkörpers an denen sich gerne Fliegen ansammeln. Anwendung von insektentötenden Mitteln (z.B. DDT). Diese Methode wird ebenso wie eine eventuelle Chlorzugabe von verschiedenen Biologen abgelehnt. Vor allem ist damit zu rechnen, daß die Fliegen sich allmählich diesen Mitteln anpassen und sie dann nicht mehr wirken.

Betriebsschwierigkeiten im Winter durch Eisbildungen.

Abhilfe: Der Strahl des Drehsprengers ist so zu lenken, daß sich keine Eisschicht an den Umfassungswänden bilden kann, die schließlich den Drehsprenger behindert und zum Stehen bringt. Es muß untersucht werden, wie weit ein Rückpumpen bei starkem Frost zweckmässig ist. Auf jeden Fall ist sich ansammelndes Eis zu entfernen. Fällt nachts wenig Abwasser an und besteht die Gefahr des Einfrierens, so sind die Säule des Drehsprengers und sämtliche gefährdeten stillliegenden Leitungen zu entwässern. Ein Auskühlen des Tropfkörpers kann man unterbinden, indem man weitgehend die Luftöffnungen im unteren Teil der Umfassungswand verschließt.

Belebungsverfahren

1. Inbetriebnahme

Besonders bei Belebungsbecken ist es wichtig eine Funktionsprüfung mit Reinwasser durchzuführen. In die Funktionsprüfung sind die Nachklärbecken mit Schlammräumeinrichtung und die Rücklaufschlammförderung einzubeziehen. Bei grösseren Anlagen wird man in einzelnen Beckenteilen die Sauerstoffzufuhr der Belüfter und den Energieaufwand bestimmen. Derartige Versuche sind wichtig, wenn die Herstellerfirmen eine Garantieverpflichtung übernommen haben.

2. Einarbeitung

Bei frischem häuslichen Abwasser ist es zweckmässig sofort die gesamte Abwassermenge dem Belebungsbecken zuzuleiten. Der belebte Schlamm entwickelt sich am schnellsten wenn die Nährstoffe im Überschuss zur Verfügung stehen. Da zunächst nicht genügend Bakterien vorhanden sind, wird nur eine Teilreinigung erreicht. Der belebte Schlamm besteht dabei vorwiegend aus Bakterien. Belebungsanlagen zur Teilreinigung sind daher schon in wenigen Tagen eingearbeitet.

Die volle biologische Reinigung des Abwassers erfordert eine etwas längere Zeit, etwa 1-2 Wochen. Der belebte Schlamm besteht aus Bakterien und Urtierchen (z.B. Glockentierchen). Ebenso wie für den Tropfkörper gilt auch für das Belebungsverfahren: Je höher der angestrebte Reinigungsgrad, umso länger ist die erforderliche Einarbeitungszeit. Bei höheren Abwassertemperaturen (z.B. im Sommer) wird die Einarbeitungszeit verkürzt und bei niedrigen (z.B. im Winter) verlängert. Anlagen mit hoher Reinigungswirkung werden dabei von niedrigen Abwassertemperaturen nachteiliger beeinflusst.

Ist bei manchen Industrieabwässern ein Wachstum von fadenförmigen Bakterien zu befürchten, so sollte die dem Belebungsbecken zugeführte Wassermenge nur langsam gesteigert werden. Es wird also anfangs nur ein Teil des Abwassers dem Belebungsbecken zugeleitet. Erst mit dem Anwachsen des belebten Schlammes ist die

Abwassermenge zu erhöhen. Das Verhältnis Nährstoff zu Bakterien sollte also schon während der Einarbeitungszeit gering gehalten werden. Eine längere Einarbeitungszeit ist dabei in Kauf zu nehmen.

Besonders bei Industrieabwässern wo die Verunreinigungen nur in gelöster Form vorliegen (also keine Schwebestoffe) ist die Einarbeitung schwierig. Hier kann es zweckmässig sein, gut flockenden belebten Schlamm einer benachbarten Anlage (Impfung) vor der Einleitung des Abwassers zuzugeben. Aus dieser an sich kleinen Bakterienmenge läßt sich dann gut der belebte Schlamm züchten. Wenn das Abwasser nur wenig Schwebestoffe besitzt, können auch flockenbildende Chemikalien oder Asbest die Einarbeitung erleichtern.

3. Einstellung

Im Einzelnen sind folgende Betriebseinstellungen zu untersuchen:

Schlammgehalt im Belebungsbecken

Rücklaufschlammverhältnis

Beseitigung des Überschussschlammes

Sauerstoffzufuhr

Strömungsverhältnisse im Belebungsbecken

Zulässige hydraulische Belastung der Nachklärbecken

Bei Industrieabwässern ist zusätzlich zu berücksichtigen:

Zugabe von Nährstoffen (N - P usw.)

Verbesserung der Schlammbeschaffenheit

Dies Programm wird für den Klärwärter, der noch keine Belebungsanlagen betrieben hat, zunächst sehr kompliziert erscheinen.

Während der Inbetriebnahme und den Wochen der Einarbeitung ist er jedoch mit den Aufgaben für den Betrieb einer Belebungsanlage vertraut geworden. Für eine Reihe von Punkten ergibt sich die zweckmässige Einstellung sicher schon aus der Einarbeitungszeit.

Auf Grund der oben angeführten Untersuchungen ist ein Betriebsprogramm auszuarbeiten. Die für die Einstellung der Anlage aufzuwendende Zeit ist von den örtlichen Bedingungen abhängig (z.B. Grösse der Anlage).

4. Normalbetrieb

Abwassermenge

Bei Mischkanalisationen ist die zulässige Abwassermenge durch die Leistung der Nachklärbecken begrenzt. Ein grösserer Abwasserzufluß ist nach dem Vorklärbecken in den Vorfluter abzuleiten.

Bei Trockenwetter ist eine Steuerung der Abwassermenge nur bei vorhandenen Speicherbecken möglich. Speicherbecken sind bei Industrieabwässern mit stoßweisem oder nur zeitweiligen Abwasseranfall (z.B. 5 Tageweche) wichtig.

Die Wassermengenverteilung auf die verschiedenen Belebungsbecken ist des öfteren zu überprüfen. Die Abwasserverteilung in die Belebungsbecken (verteilte Abwasserzufuhr) sollte möglichst wenig verändert werden.

Abwasserbeschaffenheit

Starke Säurestösse sind durch Zugabe von Laugen (z.B. Kalkwasser) zu neutralisieren. Kontrolle und Überwachung gehört zu den Aufgaben des Bedienungspersonals. Bei manchen einseitig verschmutzten Industrieabwässern müssen Stickstoff-, bzw. Phosphorsalze zugegeben werden.

Reinigungswirkung

Die Reinigungswirkung einer Belebungsanlage läßt sich ebenso wie beim Tropfkörper auf einfache Weise durch die Sichttiefe im Nachklärbecken, die Trübung des Ablaufes und durch die Methylenblau-Probe überprüfen. Besonders bei voller biologischer Reinigung von häuslichem Abwasser geben Sichttiefe und Trübung einen guten Anhalt über den Reinigungsgrad des Abwassers. Während der Einstellung der Anlage kann man versuchen eine angenäherte Beziehung zwischen den Werten aus den chemischen Analysen (z.B. BSB_5) und der Sichttiefe, bzw. der Trübung zu ermitteln. Bei grösseren und mittleren Anlagen sollte die Sichttiefe mehrmals täglich gemessen werden. Bei kleinen Anlagen genügt eine Messung (zweckmässig am Nachmittag).

Schlammgehalt

Der Schlammgehalt im Belebungsbecken wird nach dem Schlammvolumen (Schlammmenge in Standzylinder nach 30 Minuten Absetzzeit) dem Schlammrockengewicht (Trockensubstanz) und dem Schlammindex gesteuert. Einzelheiten wurden im Abschnitt physikalische Untersuchungen behandelt.

Das Schlammvolumen ist umso öfter zu kontrollieren, je grösser das Verhältnis Nährstoffangebot zu Bakterien (Schlammbelastung) der Belebungsanlage ist. Bei Anlagen mit geringer Schlammbelastung (z.B. Oxydationsgräben) sind weniger Kontrollen erforderlich. Hier verändert sich die Schlammmenge nur sehr wenig und in den grossen Becken steht viel Speicherraum für den Überschussschlamm zur Verfügung.

Bei mittleren und grösseren Anlagen wird man meist mehrmals täglich (2-4 mal) das Schlammvolumen bestimmen. Es genügt jedoch einmal täglich das Schlammrockengewicht und damit den Schlammindex zu ermitteln. Bei kleinen Anlagen wo gleichmässige Betriebsverhältnisse vorliegen braucht man nur das Schlammvolumen zu bestimmen.

Schwankt der Schlammindex erheblich und besteht die Gefahr der Blähschlammbildung so wird man häufiger das Schlammrockengewicht, die Sinkgeschwindigkeit des belebten Schlammes und mikroskopische Untersuchungen durchführen. Dies ist wichtig, um rechtzeitig Gegenmassnahmen einzuleiten.

Der Schlammgehalt im Belebungsbecken wird durch die Abgabe des Überschussschlammes gesteuert. Es ist üblich, die Überschussschlammmenge von der Rücklaufschlammmenge abzuzweigen und dem Zulauf zur Kläranlage zuzugeben. Der Überschussschlamm ist möglichst gleichmässig oder in kleinen Mengen abzugeben. Ist die Aufenthaltszeit des zufließenden Abwassers in der Vorklärung nur kurz, oder ist die Reinigungswirkung unzureichend, so sollte der Überschussschlamm in den Abend- und Nachtstunden bei geringem Abwasserzufluß (z.B. über eine Zeitschaltuhr) entfernt werden. Bei sehr kurzen Durchflußzeiten in der Vorklärung ist der Überschussschlamm direkt in einen Schlammeindicker abzuleiten.

Bei der Steuerung des Schlammgehaltes ist, soweit kein Blähschlamm vorliegt, keine übermässige Sorgfalt erforderlich. Ein höherer Schlammgehalt im Belebungsbecken schadet nicht, sondern wirkt sich meist nur vorteilhaft aus. Er vermindert z.B. die Blähschlammgefahr, die Schaumbildung, den nachteiligen Einfluß von Stoßbelastungen und Giftstößen. Es muß daher auf jeden Fall darauf geachtet werden, daß kein belebter Schlamm über die Ablaufschwelle des Nachklärbeckens abtreibt und auch genügend Sauerstoff im Belebungsbecken vorhanden ist.

Rücklaufschlammge

Selbst wenn 2 Rücklaufschlammumpen vorhanden sind, wird meist nur mit einer Pumpe gearbeitet, die ständig durchläuft. Wenn auch in den Nachtstunden mehr Rücklaufschlamm gefördert wird als erforderlich ist, so ist die verbrauchte Energie gering im Vergleich zum Gesamtenergieaufwand der Belebungsanlage.

Bei Mischkanalisationen ist bei Regen eine vorhandene Reservepumpe in Betrieb zu nehmen, um ein übermässiges Anwachsen der Schlammmenge im Nachklärbecken zu vermeiden. Das gleiche gilt für ein Ansteigen des Schlammindex oder wenn im Belebungsbecken mit einem höheren Schlammgehalt gearbeitet werden soll.

Sauerstoffzufuhr

Ein ausreichender Sauerstoffgehalt ist, neben einer bestimmten Schlammmenge, die wichtigste Vorbedingung um den angestrebten Reinigungsgrad zu erreichen. Gleichzeitig erfordert die Sauerstoffzufuhr den grössten Teil der Betriebskosten einer Belebungsanlage. Die Steuerung der Sauerstoffzufuhr ist daher sorgfältig durchzuführen.

Grundlage der Steuerung der Sauerstoffzufuhr ist der Sauerstoffgehalt im Belebungsbecken. Zur Bestimmung des Sauerstoffgehaltes sind bei mittleren und grösseren Anlagen selbstschreibende Geräte zweckmässig. Die Meßwerte der Geräte sind jedoch regelmässig zu überprüfen. Bei kleinen Anlagen besteht oft keine Möglichkeit zur Bestimmung des Sauerstoffgehaltes. Aus anderen

Betriebskontrollen erhält man jedoch indirekt eine Bestätigung ob im Belebungsbecken ausreichend Sauerstoff vorhanden ist oder nicht. So deuten eine braune Farbe des belebten Schlammes, gute Flockung im Absetzglas, grosse Sichttiefe und Fäulnisunfähigkeit des Ablaufes (Methylenblau-Probe) auf eine genügende Sauerstoffversorgung hin. Ebenfalls sind Urtierchen (z.B. Glockentierchen) Anzeichen für einen guten Sauerstoffgehalt.

Entsprechend den Schwankungen von Abwassermenge und Abwasserbeschaffenheit ändert sich auch laufend der Sauerstoffverbrauch der Mikroorganismen. Die Sauerstoffzufuhr kann vom Bedienungspersonal an Hand der registrierenden Sauerstoffmeßgeräte gesteuert werden. Es ist zweckmässig, während der Einstellungszeit ein Programm für die unterschiedliche Zeit eines Tages auszuarbeiten und dieses Programm als Anhalt zu verwenden. Dies gilt besonders für Anlagen, die über kein Sauerstoffmeßgerät verfügen. Kleine Anlagen arbeiten oft mit einer gleichmässigen Einstellung der Belüfter. Bei geeigneter Ablaufwehrausbildung können Oberflächenbelüfter (Stabwalzen- oder Kreisel) durch die schwankende Abwassermenge selbsttätig gesteuert werden.

Die Steuerung der Sauerstoffzufuhr ist besonders wichtig bei hochbelasteten Belebungsanlagen. Hier können sich die Schwankungen von Abwasserbeschaffenheit und Abwassermenge voll auswirken. Bei Anlagen mit geringer Belastung (z.B. Oxydationsgraben) sind die Schwankungen im Sauerstoffgehalt geringer.

Maschinelle Einrichtung

Die Anzeigergeräte für die Stromaufnahme der Motoren, der Luftmengen, der Druckhöhen in den Luftleitungen usw. sind regelmässig zu überprüfen. Die Getriebe und Lager, z.B., der Oberflächenbelüfter sind zu beobachten. Der Energieaufwand und die Betriebsstunden wichtiger Maschinen sind im Betriebstagebuch festzuhalten. Vor allem ist täglich der Energieaufwand in Wattstunden/m³ gereinigtes Abwasser der für die Belüftung erforderlich ist (oder für die Gesamtanlage) auszurechnen.

5. Betriebsunterbrechung

Der Betrieb einer Belebungsanlage (Sauerstoffzufuhr, Rücklaufschlammkreislauf) sollte nach Möglichkeit immer aufrecht erhalten bleiben. Dies gilt vor allem für die Anlagen die eine längere Einarbeitungszeit benötigen (z.B. Anlagen für einzelne Industriebetriebe, Oxydationsgräben usw.). Bei Anlagen in Industriebetrieben sollte während der Betriebsferien, wenn kein Abwasser anfällt, die Belüftung weiterlaufen. Die Sauerstoffzufuhr wird dabei dem geringeren Sauerstoffverbrauch der Mikroorganismen angepasst. Bleibt der belebte Schlamm erhalten, so ist die Anlage in wenigen Tagen nach den Betriebsferien wieder voll eingearbeitet.

Auch bei Störungen auf der Kläranlage sollte immer versucht werden, den belebten Schlamm zu erhalten. Dies gilt vor allem wieder für Anlagen mit längerer Einarbeitungszeit. Selbst wenn der belebte Schlamm durch Giftstösse abgestorben zu sein scheint, ist oft die volle Reinigungswirkung schneller zu erreichen wenn man ihn im Becken läßt, als wenn die Anlage entleert und neu eingearbeitet würde.

Eine Entleerung und Beseitigung des Schlammes kann jedoch bei Blähschlamm zweckmässig sein. Hier lohnt es sich dann die Anlage sorgfältig neu einzuarbeiten.

6. Ausserbetriebnahme

Werden die Belebungsbecken entleert, so ist die Druckbelüftung weiter in Betrieb zu behalten, bis die Belüfter aus dem Wasser auftauchen und Verstopfung durch eindringenden Schlamm nicht mehr möglich sind. Bei Belebungsanlagen mit Oberflächenbelüftern sollte zunächst nur der Rücklaufschlamm abgestellt, aber das Abwasser weiterhin dem Belebungsbecken zugeführt werden. Bei laufender Belüftung wird der belebte Schlamm in das Nachklärbecken geführt und somit werden Schlammablagerungen im Belebungsbecken vermieden.

Reinigungsarbeiten

Die Belebungsbecken und die Nachklärbecken sind regelmässig (alle 1-2 Tage) in Höhe der Wasserlinie abzuspitzen. Besonders an den Belebungsbecken setzen sich an den Wänden leicht Schlammstoffe fest, die mit dem Schaum ausgetragen worden sind. Werden diese Stoffe nicht entfernt kann es zu einem Platzgeruch kommen.

7. Betriebsschwierigkeiten

Allmähliches Aufsteigen des belebten Schlammes im Nachklärbecken durch Blähschlamm Bildung. Bei Blähschlamm sind die Sinkgeschwindigkeit und die Eindickfähigkeit des leichten belebten Schlammes zu klein. Das ganze Nachklärbecken füllt sich mit Schlamm und schließlich fließt belebter Schlamm mit dem gereinigten Ablauf ab.

Ursache: Vor allem Industrieabwässer die vorwiegend durch gelöste organische Stoffe (z.B. Zuckerverbindungen) verunreinigt sind, führen zu Blähschlamm. Vielfach fehlen bei diesen Abwässern Stickstoff- und Phosphorverbindungen.

Abhilfe: Zugabe von Stickstoff und Phosphordüngesalzen. Zugabe von Eisensulfat. Allmähliches Erhöhen des Schlamm-trockengewichtes und damit vermindern der Schlammbelastung Erhöhung der Sauerstoffzufuhr. Vermindern der Sauerstoffzufuhr (manche fadenförmigen Mikroorganismen können schlechter im sauerstofffreiem Abwasser leben als kugelförmige Bakterien).

Wenn keine besonderen Maßnahmen angewendet werden, können die Belebungsbecken hoch mit Schaum bedeckt sein. Der Wind kann den Schaum forttragen wobei die Umgebung belästigt wird. Der abgelagerte Schaum hinterläßt Schmutzrückstände.

Ursachen: Vorwiegend moderne Waschmittel die in den Haushaltungen verwendet werden (grenzflächenaktive Stoffe - Detergentien).

Abhilfe: Erhöhung des Schlammrockengewichtes des belebten Schlammes. Besprühung mit Wasser (Grundwasser oder gereinigter Ablauf). Zusatz von geeigneten Antischaummitteln. Abdeckung der Belüftungsbecken.

Getrübter Ablauf und Abtrieb feiner Flocken ohne erkennbare Schlammdecke in den Nachklärbecken.

Ursache: Zeitweiser Sauerstoffmangel im Belebungsbecken.

Abhilfe: Erhöhung der Sauerstoffzufuhr und bessere Anpassung an den Sauerstoffverbrauch. Der Sauerstoffgehalt im Belebungsbecken ist auf eine gleichmässige Luftverteilung zu überprüfen.

Verstopfen des porösen Filtermaterials der Feinblasigen Belüftung.

Erhöhter Filterwiderstand durch die verstopften Belüfter, schließlich kann durch einzelne Belüfter gar keine Luft mehr austreten.

Ursache: Verstopfungsquellen wasserseitig: Fett, Öl, feiner Sand, gelöste anorganische Stoffe im Abwasser wie Eisen usw. Hoher pH-Wert des Abwassers, Ausfall des Gebläses und Rücksaugen von belebten Schlamm in das poröse Filtermaterial.

Luftseitig: Verunreinigungen der Aussenluft, Korrosionen in den Luftleitungen (Rostbildung).

Vorbeugung: Ständiger Betrieb der Gebläse. Jede Betriebsunterbrechung in der Luftzuführung ist zu vermeiden.

Abhilfe: Ausbau und Säubern der Belüfter, Reinigen mit Säuren und Laugen nach den Anweisungen der Hersteller.

Plötzliches Aufschwimmen ganzer Schlammfladen die schließlich eine zusammenhängende braune Schlammdecke auf den Nachklärbecken bilden können. Es handelt sich dabei um kein allmähliches Aufschwimmen wie beim Blähschlamm.

Ursache: Bei sehr weitgehender Abwasserreinigung und langer Aufenthaltszeit des belebten Schlammes in den Nachklärbecken werden Stickstoffbläschen frei, die sich an den belebten Schlamm hängen und ihn zum Aufschwimmen bringen.

Abhilfe: Verkürzung der Aufenthaltszeit des belebten Schlammes im Nachklärbecken durch ein grösseres Rücklaufverhältnis oder durch Verminderung der Schlammmenge also durch Überschusschlammabgabe. Es kann jedoch auch ein besonderes Becken zwischen Belebungsbecken und Nachklärbecken zwischengeschaltet werden, in dem der Schlamm nicht belüftet wird (nur gerührt) und dort die Stickstoffblasen aufsteigen können. Der Fachmann nennt diesen Vorgang "Denitrifikation".

Verschiedentlich sind in Belebungsbecken Ablagerungen beobachtet worden. In den Ablagerungen kommt es zu Fäulnisvorgängen wodurch die Abwasserreinigung nachteilig beeinflusst wird. Es können sogar die Ablagerungen Anlaß einer Blähschlamm Bildung sein. Besonders ungünstig werden hochbelastete Anlagen mit kurzer Aufenthaltszeit beeinflusst.

Ursache: Ungünstige Durchströmung der Becken hervorgerufen durch künstliche Waschmittel (grenzflächenaktive Stoffe).

Abhilfe: Durch den Einbau von Leitwänden in die Belebungsbecken können die Durchströmung verbessert und Ablagerungen verhindert werden. Tote Ecken, die nicht durchströmt werden, sind mit Beton auszufüllen. Die Ablaufvorrichtung sollte bis zur Sohle geführt werden, um schwerere Bestandteile aus dem Becken herausführen zu können. Während des

Betriebes sollten Becken mit Oberflächenbelüftern von Zeit zu Zeit durch Abtasten der Beckensohle auf Ablagerungen überprüft werden. Werden störende Ablagerungen festgestellt, müssen die Becken entleert werden.

C) Schlammfäulung

Zweistöckige Anlagen (Emscherbrunnen)

1. Inbetriebnahme

Mit Rücksicht auf die Schlammfäulung sollen Emscherbrunnen möglichst im Frühjahr oder Sommer in Betrieb genommen werden. Da der Faulraum des Emscherbrunnens nicht beheizt wird, ist abzuwarten bis das Abwasser wärmer ist.

2. Einarbeitung

Mit der Zuführung von Abwasser ist sofort der Faulraum einzuarbeiten. Damit eine alkalische Schlammfäulung eintreten kann, ist zur Impfung gut ausgefauter Schlamm eines benachbarten Emscherbrunnens anzufahren und direkt dem Faulraum (durch Gasschacht) zuzuleiten. Die am ersten Tag zugegebene Impfschlammmenge sollte etwa 10 m^3 betragen. In den ersten zwei Wochen des Betriebes sollten mindestens weitere 20 m^3 gut ausgefauter Schlamm zugegeben werden.

Damit das Gleichgewicht zwischen Säurebakterien und Methanbakterien erhalten bleibt, ist die dem Faulraum zuzuführende Schlammmenge allmählich zu steigern. Da Absetzraum und Faulraum miteinander in Verbindung stehen, kann die zugegebene Schlammmenge nur über die zugeleitete Abwassermenge geregelt werden. In dem ersten Monat sollte daher nur 20 % der gesamten Abwassermenge zugeführt werden. In dem zweiten Monat 40 % und im dritten Monat allmählich steigern, sodaß nach 12 Wochen die gesamte Abwassermenge erreicht ist.

Um den Faulprozess zu begünstigen kann man versuchen mit Hilfe einer Schlammpumpe den Schlamm in der Tiefe des Faulraumes zu durchmischen. (Wenn keine Schlammpumpe fest installiert ist,

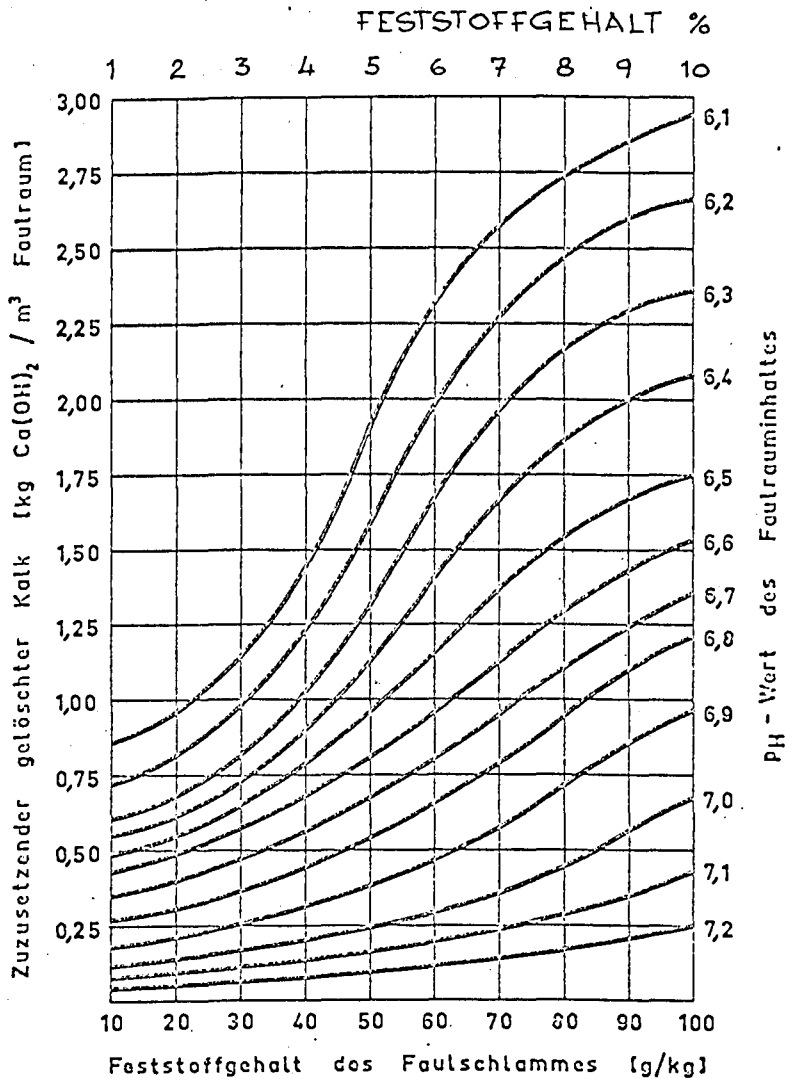
kann der Saugschlauch einer transportablen Schlammpumpe in den Schlammablaßschacht und der Druckschlauch tief in einen Gasschacht eingeführt werden).

Während der Einarbeitungszeit ist wöchentlich zweimal der pH-Wert des Schlammes zu kontrollieren. Sinkt er unter 6,8 ab, so ist Kalk zur Neutralisation der organischen Säuren in den Faulraum einzubringen (zweckmässig durch Gasschacht). Der Kalk wird am besten als Kalkmilch (10-20 %-ige Lösung) zugegeben. Es ist wichtig, daß der eingebrachte Kalk gut mit dem Schlamm durchmischt wird (Schlammpumpe). Die erforderliche Kalkmenge richtet sich nach dem Feststoffgehalt und dem pH-Wert des Schlammes. Je höher der Feststoffgehalt und je niedriger der pH-Wert, umso mehr Kalk muß zugegeben werden. So sind z.B. für einen pH-Wert von 6,1 bei einem Feststoffgehalt von 5 % eine Kalkmenge von 2 kg /m³ Schlamm und bei einem Feststoffgehalt von 10 % etwa 3 kg Kalk /m³ Schlamm erforderlich. Bei einem pH-Wert von 6,5 werden bei 5 % Feststoffgehalt 1 kg /m³ und bei 10 % Feststoffgehalt 1,75 kg/m³ Kalk benötigt (vgl. Seite 172).

Durch diese Kalkzugaben lässt sich der pH-Wert des Schlammes auf 7,3 bringen.

Vor der Kalkung muß man jedoch neben dem pH-Wert auch die Menge des Schlammes im Faulraum bestimmen. Denn gerade während der Einarbeitung ist nur ein kleiner Teil des Faulraumes mit Schlamm gefüllt. Man ermittelt zunächst die Höhe des Schlammspiegels im Faulraum. Hierfür kann man Meßbleche an einem Seil durch einen Gasschacht ablassen. Wenn man das Meßblech langsam absinken läßt spürt man den Übergang von Wasser zu Schlamm. Man kann aber auch den Saugschlauch einer einfachen Handpumpe immer tiefer führen und so den Schlamm Spiegel feststellen. Mit der Saugpumpe können auch Proben zur Ermittlung des Feststoffgehaltes des Schlammes entnommen werden. Für grosse Tiefen benutzt man zweckmässig Spezialschlammheber.

Um den Faulraum eines Emscherbrunnens einzuarbeiten, benötigt man mehrere Monate. Es ist wichtig, während dieser Zeit keinen Schlamm abzulassen. Die Einarbeitung ist abgeschlossen, wenn bei alkalischer Faulung der Schlamm Spiegel sich der schrägen Begrenzung des Absetzraumes nähert.



Tafel zur Berechnung der Kalkmenge, die einem "sauren" Faulraum zur Regulierung des pH-Wertes zugegeben werden soll.

(nach HUSMANN, Praxis der Abwasserreinigung)

3. Normalbetrieb

Reinigungswirkung

Die Verminderung der absetzbaren Stoffe beim Durchfluss des Abwassers durch den Absetzraum wird wie bei den übrigen Absetzbecken mit Absetzproben in Imhoff-Trichtern bestimmt. Die entfernten absetzbaren Stoffe geben einen Anhalt über die die sich im Faulraum ansammelnde Schlammmenge. Um einen Überblick über den mittleren Anfall zu bekommen, empfiehlt es sich Abwasserproben zu verschiedenen Tageszeiten zu entnehmen.

Schlammüberprüfung

Auch während des Normalbetriebes ist es wichtig, wöchentlich einmal die Höhe des Schlammspiegels im Faulraum zu überprüfen. Die Höhe des Schlammstandes ist maßgebend für das Ablassen des Schlammes. Neben der Höhe des Schlammstandes ist gleichzeitig der pH-Wert des Schlammes festzustellen. Liegt der pH-Wert um 7, ist kein unangenehmer Geruch feststellbar und hat der Schlamm eine grauschwarze bis schwarze Farbe so ist die Schlammfäulung in Ordnung. Ebenfalls darf das aus den Gaschächten austretende Gas keine Geruchsbelästigung hervorrufen.

Schlammabzug

Je mehr gut ausgefauter Schlamm im Faulraum vorhanden ist, umso stabiler verläuft der Faulvorgang und umso geringer ist die Gefahr eines Umschlagens des Faulraumes in saure Gärung. Es sollte deshalb immer wenig ausgefauter Schlamm abgelassen werden. So kann es zweckmässig sein alle zwei Wochen 10-20 % des Faulrauminhaltes abzulassen. Aber das Ablasen darf nicht schematisch, sondern nur nach Beobachtung des Schlammspiegels erfolgen. Der Schlamm Spiegel darf maximal etwa 30 cm unter die Emscherschlitzte ansteigen. Nach dem Ablassen von ausgefautem Schlamm sollte der Schlamm Spiegel je nach der Tiefe des Faulraumes 1-2 m unter den Schlitzten liegen. Auf keinen Fall darf ein gut arbeitender Faulraum mehr als 50 % entleert werden. Das Ablassen des Schlammes soll dabei so langsam erfolgen, daß die Schlamm Schicht nicht aufgerührt wird oder Trübwasser durchbricht.

Der Schwimmschlamm, der sich in den Gasschächten des Emscherbrunnens ansammelt, ist ständig zu zerstören, sodaß er wieder absinkt. Er kann auch durch Lufteinpressen von unten "Aufgekocht" werden. Die Teile die nicht absinken, sind zu beseitigen.

Reinigungsarbeiten

Emscherbrunnen besitzen meist keine maschinellen Einrichtungen zur Schlammabeseitigung. Die Schwimmstoffe vor der Tauchwand des Absetzraumes müssen täglich abgeschöpft und in die Gasschächte des Faulraumes gegeben werden. An den Schrägwänden des Emscherbrunnens bleiben oft Schlammstoffe haften. Schrägwände und Schlitze zum Faulraum sind daher täglich mit geeigneten Gummischabern von Schlammablagerungen zu säubern. Von den Seitenwänden sind die Schmutzränder zu beseitigen. Einläufe und Abläufe sind mindestens einmal täglich zu überprüfen und zu säubern.

4. Ausserbetriebnahme

Wird ein Emscherbrunnen ausser Betrieb genommen, so ist zunächst der gesamte Schlamm des Faulraumes durch Abwasser zu verdrängen (ablassen des Schlammes bei weiterer Beschickung mit Abwasser oder Zulauf von Reinwasser). Wenn aus dem Schlammablaßrohr kein Schlamm mehr kommt, kann mit dem Absenken des Wasserspiegels begonnen werden. Die endgültige Entleerung erfolgt zweckmässig mit Unterwasserpumpe. Der gereinigte und entleerte Emscherbrunnen darf erst nach guter Durchlüftung und wenn sichergestellt ist, daß keine schädlichen Gase mehr vorhanden sind, bestiegen werden. In jedem Fall sind die Unfallverhütungsvorschriften zu beachten (Rauchverbot, Anseilen, Beobachtung von oben usw.)

5. Betriebsschwierigkeiten

Saure Gärung und Schäumen des Faulraumes. (Das Schäumen des Faulraumes macht sich durch starke Schaumentwicklung - kochen - in den Gasschächten bemerkbar. Es können dabei unangenehme Gerüche frei werden.)

Ursache: Die alkalische Schlammfäulung befindet sich nicht im Gleichgewicht. Die Belastung des Faulbehälters ist zu groß, das heißt den Faulbakterien werden mit dem Schlamm zuviel organische Nährstoffe angeboten. Bei der Einarbeitung eines Faulraumes kann es zum Schäumen kommen, wenn nicht genügende Mengen an Impfschlamm zugegeben werden. Enthält das zu reinigende Abwasser übermäßig viel organische Stoffe, z.B. aus Molkereien oder anderen milchverarbeitenden Betrieben so kann die erste Stufe der Schlammfäulung zu schnell verlaufen und die Methanfäulung hält nicht Schritt. Auch bei Inbetriebnahme der biologischen Stufe kann Schäumen eintreten.

Abhilfe: Zugabe von Kalk um den pH-Wert auf etwa 7-7,3 zu steigern.^{x)} Zur Errechnung der Kalkmengen werden Schlammproben von mehreren Stellen des Faulbehälters entnommen und auf pH-Wert und Feststoffgehalt untersucht. Die Gesamtkalkmenge wird in gelöster Form möglichst gleichmäßig auf die verschiedenen Gasschächte verteilt, wenn irgend möglich sollte versucht werden durch Pumpen Kalk und Faulschlamm zu mischen. Liegt die Ursache in stark organisch verschmutzten gewerblichen Abwässern so sollte man versuchen diese teilweise auf dem Werksgelände biologisch vorzubehandeln (Belebungsanlage oder Tropfkörper).

Vorbeugung: Inbetriebnahme von Emscherbrunnen im Frühjahr oder Sommer. Nur geringe Mengen an ausgefaultem Schlamm ablassen, und möglichst viel Faulschlamm halten. Bei Inbetriebnahme der biologischen Stufe, Zugabe von biologischem Schlamm, langsam steigern.

Beim Öffnen des Ablasschiebers fließt kein Faulschlamm ab.

Ursache: Der Schlamm ist zu stark eingedickt, oder es haben sich Sand, Spinnstoffe usw. angesammelt.

Abhilfe: Durchstossen des Abzugsrohres mit einer Stange. Ausspritzen mit einem Feuerwehrdruckschlauch wobei die Düse möglichst weit ins Rohr abgesenkt wird. Rückpumpen mit einer Schlammpumpe. Einblasen von Druckluft evtl. mit

^{x)} vgl. Seite 180

einer Spüllanze. Einsatz einer Kanalratte oder eines Hochdruckspülgerätes. Aufwirbelung des Sandschlammgemisches in der Nähe des Abzugrohres. Bei Ansammlung grosser Sandmengen Entleerung der gesamten Anlagen und Beseitigung des Sandes durch die Gasabzugsschächte.

Vorbeugung: Möglichst gute Abscheidewirkung im Sandfang. Einbau eines Feinrechens zum Zurückhalten von Lumpen. Häufigeres Ablassen von kleinen Mengen an Schlamm, um eine starke Verdickung des Schlammes im Rohr oder in der Nähe des Rohres zu vermeiden.

Aufsteigen von Gasblasen im Absatzraum.

Ursache: Ablagerungen im Absatzraum. Verstopfung des Schlitzes zwischen den beiden Schrägwänden. Zu hoher Schlamm Spiegel im Faulraum.

Abhilfe: Ablassen von Faulschlamm aus dem Faulraum. Reinigen des Absatzraumes und des Schlamm Schlitzes mit Hilfe von Schabern.

B e h e i z t e F a u l b e h ä l t e r

1. Inbetriebnahme

Der Faulbehälter ist mit Reinwasser zu füllen und eine Funktionsprüfung von Rohrleitungen, Pumpen, Heizung und Mischeinrichtungen durchzuführen. Bei der Überprüfung der Heizung ist das Wasser im Behälter gleich auf die spätere Betriebstemperatur von 33-35° aufzuheizen.

2. Einarbeitung

Die Einarbeitung eines beheizten Faulbehälters erfordert viel Geduld und Fingerspitzengefühl. Insgesamt werden für die Einarbeitung (Zeit bis die volle Frischschlammmenge ohne Störung durchgesetzt werden kann) mindestens 2 Monate benötigt. Die Zeit kann abgekürzt werden, wenn grosse Mengen an Impfschlamm zur Verfügung stehen. Sind 2 Faulbehälter auf der Anlage vor-

handen, wird man zunächst erst einen Faulbehälter einarbeiten.

In den mit Wasser gefüllten, aufgeheizten Faulbehälter (von Funktionsprüfung her) wird zunächst Impfschlamm eines gut arbeitenden benachbarten Faulbehälters eingebracht. Die Impfschlammmenge sollte mindestens 20 m^3 betragen. In den ersten Wochen wird nur sehr wenig Frischschlamm in den Faulbehälter gepumpt. In der ersten Woche sollte nur $2 \text{ m}^3/\text{d}$ Frischschlammmenge zugegeben werden.

Die Steigerung der Schlamm dosierung kann wie folgt erfolgen:

| | | |
|----------|------------------------------|---------------------------|
| 1. Woche | bis $2 \text{ m}^3/\text{d}$ | Frishschlamm (eingedickt) |
| 2. Woche | " $3 \text{ m}^3/\text{d}$ | " |
| 3. Woche | " $5 \text{ m}^3/\text{d}$ | " |
| 4. Woche | " $10 \text{ m}^3/\text{d}$ | " |
| 5. Woche | " $20 \text{ m}^3/\text{d}$ | " |
| 6. Woche | " $30 \text{ m}^3/\text{d}$ | " |
| 7. Woche | " $50 \text{ m}^3/\text{d}$ | " |
| 8. Woche | " $70 \text{ m}^3/\text{d}$ | " |
| 9. Woche | " $100 \text{ m}^3/\text{d}$ | " |

Dabei muß durch tägliche Kontrolle des pH-Wertes sichergestellt sein, daß die Faulung nicht in den saueren Bereich unter pH 7 absinkt. Fällt der pH-Wert ab, so ist die Zudosierung von Frischschlamm zu unterbrechen oder es ist Kalkmilch zur Korrektur des pH-Wertes zuzugeben.^{x)} Ist der Frischschlamm bereits etwas sauer, so ist es zweckmässig, ihn gleich mit Kalkmilch zu mischen, bevor er in den Faulbehälter gepumpt wird. Die Menge an Kalk, die für die Neutralisation der organischen Säuren des Schlammes nötig sind, sollten im Labor aus Schlammproben ermittelt werden.

Wenn die Gasbildung einsetzt, kann das Einarbeiten des Faulbehälters auch durch Gasanalysen überwacht werden. Aus den prozentualen Anteilen an Methan und Kohlendioxid läßt sich der Verlauf der Faulung gut verfolgen. Bei einer guten Methanfaulung sind etwa 65-70 % des Gases Methan und 30-35 % Kohlendioxid.

Setzt trotz Kalkzugaben und damit gutem pH-Wert in Faulbehälter noch keine ausreichende Methanentwicklung ein, so ist weniger Schlamm in den Faulbehälter zu pumpen.

^{x)} vgl. Seite 180

Während der Einarbeitungszeit ist immer für eine gleichmässige Temperatur im Faulbehälter von 33-35° zu sorgen. Nach der täglichen Frischschlammzugabe ist der Faulbehälterinhalt gut zu durchmischen.

Da in der ersten Zeit der Gasentwicklung sich sehr leicht ein explosives Gemisch aus Luft und Methangas (ein Teil Methan zu 5 bis 15 Teile Luft) bildet, ist besondere Vorsicht geboten. Auf keinen Fall darf in der Nähe des Faulbehälters geraucht oder mit offenem Feuer hantiert werden.

Steht kein Impfschlamm zur Verfügung, so ist von Anfang an die Kalkung des Frischschlammes durchzuführen. Es muß immer sichergestellt sein, daß ein pH-Wert von 6,8 bis 7,3 erhalten bleibt. Höhere pH-Werte als 7,5 sind allerdings auch schädlich.

Während der gesamten Einarbeitungszeit wird zunächst kein Bodenschlamm abgezogen, sondern die zugegebene Schlammmenge verdrängt Schlammwasser aus dem Trübwasserablaßrohr. Erst wenn im gesamten Faulbehälter ein Feststoffgehalt von über 3 % erreicht ist, kann auch etwas Bodenschlamm abgelassen werden. Auch hier zunächst nur kleine Mengen, um zu verhüten, daß der Schlamm im Bereich des Ablaßrohres nicht zu stark eindickt.

3. Einstellung

In der Einstellungsperiode ist zu untersuchen, wie weit die Schlammfäulung stabil verläuft. Die günstigsten Betriebszeiten für Frischschlammzugabe, Mischung und die Art des Schlammabzuges sind zu ermitteln. Als Anhalt für den späteren Betrieb sind Erfahrungswerte zu sammeln über den Gasanfall, die Gaszusammensetzung, die Frischschlammmenge, die Feststofffracht des Frischschlammes, den organischen Anteil des Frischschlammes, die Feststofffracht des Faulschlammes, die organischen Anteile des Faulschlammes, den Gasanfall pro m³ Frischschlamm, den Gasanfall pro kg org. Feststoffe, den Gasanfall pro m³ Faulbehälter, und den Düngestoffgehalt des ausgefaulten Schlammes.

4. Normalbetrieb

Kontrolle der Schlammfäulung

Bei kleineren und mittleren Anlagen wird man sich auf die Messung der Frischschlammmenge, der Gasmenge, des Gasverbrauches, für die Heizung und der Gaszusammensetzung beschränken. Auch bei kleinen Anlagen sollte ein schreibendes Gerät für den Methangehalt des Faulgases vorhanden sein, oder zumindest ein CO₂-Meßgerät. Eine Veränderung des Methangehaltes zeigt zuverlässig eine beginnende Gefährdung des Faulprozesses an. Bei grösseren Anlagen wird man zusätzlich täglich den Feststoffgehalt des Frischschlammes und des Faulschlammes bestimmen. Auch hier sind anfallende Gasmenge und Methangehalt die wichtigsten Hinweise für den Betrieb der Schlammfäulung.

Frischschlammzugabe

Sind keine besonderen Voreindicker vorhanden, so wird der Frischschlamm in den Trichtern der Vorklärbecken möglichst weit eingedickt. Der vom Vorklärbecken abgelassene Schlamm fließt der Frischschlammpumpe zu und wird sofort in den Faulbehälter bzw. in die Heizleitung des Faulbehälters gepumpt. Das Öffnen des Schiebers am Frischschlammabnahmeschacht des Vorklärbeckens hat langsam zu erfolgen, damit kein Wasserdurchbruch erfolgt und der Schlamm selbst im Trichter liegen bleibt.

Mit dem Ablassen des Frischschlammes ist sofort aufzuhören, sowie der Schlamm dünnflüssiger wird. Auch bei kleineren Anlagen sollte der Frischschlamm mindestens zweimal täglich (Morgen und Nachmittag) in den Faulbehälter gepumpt werden. Besonders bei Anlagen, die mit einer kurzen Faulzeit arbeiten (grosses Nährstoffangebot), sollte der Schlamm in möglichst vielen kleinen Portionen dem Faulbehälter zugegeben werden.

Faulschlammabzug

Bei manchen Anlagen wird vor der Frischschlammzugabe eine entsprechende Menge an Faulschlamm abgelassen. Dadurch wird verhindert, daß Teile des zugegebenen Frischschlammes sofort wieder den

Faulraum verlassen können. In der Praxis ist dies jedoch ohne grosse Bedeutung. Wichtig ist jedoch, daß der Frischschlamm an einer Stelle zugeführt wird, von der aus ein direkter Kurzschluß schwer möglich ist. Es genügt daher mit einem festen Überlauf zu arbeiten, über das dieselbe Menge an Faulschlamm aus dem Behälter verdrängt wird, die an Frischschlamm zugepumpt wurde.

Im allgemeinen sind mindestens zwei Ablassleitungen vorhanden. Die eine führt von der tiefsten Stelle des Trichters im Faulbehälter nach oben von wo aus der dicke Schlamm verdrängt wird. Die zweite Leitung ist für den dünnen Schlamm (vielfach auch als Trübwasser bezeichnet) bestimmt. Bei manchen Anlagen hat es sich eingeführt, 2 Tage Dünnschlamm und am 3. Tag Dickschlamm verdrängen zu lassen. Es ist dann jeweils der eine oder der andere Ablasschieber auf dem Dach des Faulbehälters etwas mehr herunterzulassen.

Je kürzer die Faulzeit und je intensiver die Mischung des Schlammes, umso ausgeglichener ist der Feststoffgehalt in den verschiedenen Höhen des Faulbehälters. Es genügt nur Schlamm aus der Trichterspitze des Faulbehälters verdrängen zu lassen. Die Abtrennung von Trübwasser erfolgt zweckmässig in einem nachgeschalteten Faulraum 2. Stufe oder einem Nacheindicker. Bei kleineren Anlagen empfiehlt es sich die gesamte Faulschlammmenge auf Trockenbeete abzuleiten oder flüssig abzuführen. Bekanntlich wird durch ein dickes Trübwasser die Anlage wiederum belastet. Auf jeden Fall muß ein zusätzlicher Schlammkreislauf (Trübwasser, bzw. Dünnschlamm zum Zulauf der Anlage - teilweises Absetzen in den Absetzbecken und Entfernung in der biologischen Stufe - dadurch vergrösserte Frischschlammmenge) vermieden werden.

Schwimmschlammbekämpfung

Von der Einarbeitung an, ist darauf zu achten, daß sich keine zusammenhängende Schwimmdecke an der Oberfläche des Schlammspiegels im Faulbehälter bildet. Wird die Schwimmdecke nicht rechtzeitig zerstört, kann sie bis zu 1-2 m Dicke anwachsen.

Umso stärker die Schwimmschlammdecke ist, umso schwieriger wird die Bekämpfung. Die Zeitdauer die täglich zur Bekämpfung der Schwimmschlammdecke anzuwenden ist, hängt von der vorhandenen Bekämpfungseinrichtung (Schraubenschaufler, Gasumwälzung oder Umwälzpumpe) und der Menge der sich bildenden Schwimmstoffe ab. Auf jeden Fall sollte die Schwimmdecke in breiiger Form gehalten werden und dann regelmässig durch das Schwimmschlammablaßrohr entfernt werden. Wichtig ist auch der Ursache der Schwimmstoffe nachzugehen. Findet sich z.B. viel Hopfen im Schwimmerschlamm so müssen Brauereien den Hopfen im Betrieb zurückhalten (ähnlich bei Schlachthöfen usw.)

5. Ausserbetriebnahme

Soweit es irgend möglich ist, sollen beheizte Faulbehälter ständig betrieben werden. Nur bei schwerwiegenden Betriebsstörungen und notwendigen Reparaturen sollten Faulbehälter ausser Betrieb genommen werden. Bei der Entleerung sind die bereits besprochenen Unfallverhütungsvorschriften zu beachten. Besonders ist darauf zu achten, daß sich durch Luftzutritt kein explosives Gemisch im Faulbehälter bilden kann. Eine gute Belüftung durch ein leistungsstarkes Gebläse oder Ventilator ist besonders wichtig. Sind Verstopfungen in der Abableitung vorhanden, so werden zweckmässig Hochdruckspülgeräte eingesetzt.

6. Betriebsschwierigkeiten

Bei gleichmässiger Temperatur fällt die Gaserzeugung.

Ursache: Gefahr des Umschlagens in die saure Gärung durch Überlastung des Faulbehälters mit organischen Stoffen. Ungünstige Einwirkung von Industrieabwässern (Giftstoffe, Metalle, usw). Zunehmende Sandablagerung (durch Sandablagerung wird der wirksame Faulbehälterinhalt stark verkleinert und es tritt Überlastung ein). Zunehmende Schwimmschlamm Bildung.

Abhilfe: Bei Überlastung des Faulbehälters mit organischen Stoffen möglichst gleichmässige Zuführung von Frischschlamm (2 Schichtenbetrieb). Weitere Eindickung des Schlammes im Vorklärbecken oder Eindicker. Ausschaltung von giftigen Metallen und Industrieabwässer durch Vorbehandlung des Abwassers in den Betrieben. Zugabe von Kalk um den Überschuß an organischen Säuren zu neutralisieren. Entfernung von Sandablagerungen und Verbesserung des Sandfanges.

Schäumen von Faulbehältern

Ursache: Gestörtes Gleichgewicht zwischen Bildung von organischen Säuren und Methanerzeugung.

Abhilfe: Möglichst gleichmässige Frischschlammbeschickung über den Tag (2 Schichtenbetrieb). Zugabe von Kalk um den pH-Wert zwischen 6,8 und 7,2 zu halten. Intensivere Mischung des Faulbehälterinhaltes. Temperaturerhöhung auf 33-35°. Bei Inbetriebnahme der biologischen Stufe nur allmähliche Steigerung der Zugabe an Überschußschlamm. Einbau einer Sprühvorrichtung um das Eintreten des Schaumes in die Gasleitung zu verhindern.

Unterschiedliche Temperatur im Faulbehälter

Ursache: Starke Sandablagerungen, sodaß im Bereich mancher Temperaturfühler der Faulschlamm nicht mehr durchmischt wird.

Abhilfe: Entfernung der Ablagerungen.

Verstopfung von Schlammablaßrohren.

Ursache: Spinnstoffansammlungen, Sandablagerungen und Schlammverdickungen im Bereich der Ablaßrohre.

Abhilfe: Einsatz von Hochdruckspülgeräten

Vorbeugung: Regelmässige Bodenschlammmentnahme wöchentlich einmalige Entfernung von Bodenschlamm durch den Grundablaß. Verbesserung des Sandfanges und der Rechen.

Übermäßige Schwimmschlammdeckenbildung.

Ursache: Durch Gasblasen aufgeschwommene Schlammteile trocknen an der Oberfläche ab, werden leichter und bilden schließlich eine zusammenhängende Schwimmdecke. In der Schwimmdecke sammeln sich auch sonstige schwer abbaubare Stoffe an.

Abhilfe: Intensive Mischung und Besprühung der Schwimmdecke mit Flüssigschlamm.

Vorbeugung: Besteht die Schwimmdecke zu einem grossen Teil aus Abfallstoffen aus Industriebetrieben (z.B. Hopfen oder Pansen von Schlachthöfen sind entsprechende Vorbehandlungsanlagen in den Industriebetrieben einzubauen. Durch häufiges Ablassen von Schwimmschlamm kann die Bildung einer festen Decke verhindert werden.

B E T R I E B S B E R I C H T E

=====

Zur Ermittlung der Reinigungsleistung und der Betriebskosten einer Kläranlage müssen täglich eine Reihe von Messungen durchgeführt werden. Nur wenn die Ergebnisse aller Messungen und Zählerablesungen in Betriebsberichten aufgeschrieben und monatlich ausgewertet werden, sind jedoch die Messungen sinnvoll.

Die Betriebsberichte sind wichtig für:

1. Die Betriebsleitung der Kläranlage: Einstellung, Leistung und Betriebszustand der Kläranlage sind rückwirkend zu überschauen. Für zukünftige Fälle können Schlüsse gezogen werden.
2. Die Gemeindeverwaltung: Z.B. Anstieg der Stromkosten ist auf vermehrten Abwasseranfall zurückzuführen und nicht auf falsche Einstellung der Belüftung.
3. Die Gewässeraufsichtsbehörde: Z.B. zur Zeit eines Fischsterbens arbeitete die Kläranlage einwandfrei, also war die Ursache eine andere Abwassereinleitung.
4. Den planenden Ingenieur: Für Erweiterungsbauten sind die Betriebsberichte die beste Planungsgrundlage.

Auf kleineren Kläranlagen werden normalerweise monatliche Betriebsberichte geführt (ein Blatt für einen Monat). Es werden darin täglich die Meßergebnisse und alle Zählerstände eingetragen. Auf grösseren Kläranlagen müssen täglich mehrmals gleiche Messungen durchgeführt werden. Damit die Monatsübersicht nicht zu unhandlich wird, ist es günstiger alle Einzelwerte in Tagesberichten festzuhalten und nur die Mittelwerte in den Monatsbericht zu übertragen. Am Ende des Monats sind die Monats-Mittelwerte zu bilden und auf m^3 Abwasser und m^3 Becken bezogenen Werte zu berechnen (z.B. Sand/ m^3 Abwasser, Schlammfall/ m^3 Abwasser oder m^3 Abwasser/ m^3 Belebungsbecken u.Tg.). An der Veränderung dieser bezogenen Werte sind Veränderungen der Abwasserzusammensetzung oder der Belastung der Kläranlage am leichtesten zu erkennen. Auch erleichtern diese Werte die Aufstellung einer Jahresbilanz.

Die Ablesung des Betriebsstundenzählers aller Motore genügt in der Regel einmal monatlich. Diese Zahlen werden in gesonderte Maschinenblätter (1 Bl./Masch.) eingetragen. Wenn allerdings auf der Kläranlage kein Abwassermengenmesser vorhanden ist, sind die Pumpenstunden ein Anhalt für den Abwasseranfall. In diesem Fall sind die Pumpenstunden in die der Wassermenge entsprechende Spalte des Betriebsberichtes täglich einzutragen. Alle Ablesungen und Probenahmen werden zweckmässig jeden Tag zur gleichen Zeit auf Kontrollgängen getätigt.

Im Prinzip ist stets nach folgendem Schema zu verfahren:

- | | |
|-----------|---|
| 7.00 Uhr | Arbeitsbeginn, Rundgang, Reinigung des Rechens |
| 8.00 Uhr | Ablesung aller Zähler (ausser Betriebsstundenzähler), der Lufttemperatur an Max.-Min.-Thermometer und des Regenmessers. Auf grösseren Anlagen Probenahme für absetzbare Stoffe. |
| 8-10 Uhr | Eintragung der Zählerstände in das Betriebsbuch und Fertigstellung des Betriebsberichtes vom Vortag. Zwischenzeitliche Ablesung der Absetzproben, Auswiegen von Filtern des Vortages, Ablesung des BSB ₅ am BSB-Meßgerät, Methylenblauproben ansehen. BSB ₅ und Methylenblau-Flaschen waschen. |
| | Ein Tag in den Betriebsaufzeichnungen zählt von 8.00 Uhr morgens bis 8.00 Uhr des nächsten Tages. Deshalb kann z.B. der Abwasseranfall des heutigen Tages erst nach der morgigen Zählerablesung eingetragen werden. Rechengut, Sand- und Schlammengen werden an dem Tag eingetragen an dem sie anfallen. |
| 11.00 Uhr | Probenahme für Absetzproben, Messung der Faulraum- und Abwassertemperatur, Absetzproben ansetzen, Filtration für Schlamm-Trockengewicht. |
| 11.30 Uhr | Schlammgehalt (1/2 h) ablesen (nur bei Ox.-Graben und Belebungsanlagen). |

13.00 Uhr Absetzproben ablesen.

14-15 Uhr (bzw. 2 Stunden vor Arbeitsschluß)
Auf grösseren Anlagen Absetzproben entnehmen,
nach 1/2 h Schlammgehalt und nach 2 Stunden
absetzbare Stoffe ablesen.

(kurz vor Arbeitsschluß):

Letzter Kontrollgang. Anschließend Sandanfall,
Rechengutanfall und Schlammengen usw. eintragen
(soweit nicht schon vorher aufgeschrieben).

Im Folgenden werden für drei Typen von Kläranlagen Betriebs-
berichte besprochen. Sie sollen als Richtschnur dienen und
sind für die jeweilige Kläranlage, falls erforderlich, leicht
abzuändern.

Betriebsbericht (Emscherbrunnen + Tropfkörper)

| WOCHENTAG | DATUM | NIEDERSCHLAG | | | LUFT-TEMPERATUR | | | ZULAUF | | | | | | | |
|--|-------|--------------|----------------|-------------------|-----------------|-----|---|----------------|---------|-----------------------------|---------|----------------|---------|------------|---------|
| | | | | | | | | ABWASSER-MENGE | | TROPFKÖRPER-PUMPEN-LAUFZEIT | | | | TEMPERATUR | PH-WERT |
| | | | | | | | | ZÄHLER | PRO TAG | PUMPE 1 ZÄHLER | PRO TG. | PUMPE 2 ZÄHLER | PRO TG. | | |
| mm | max | min | m ³ | m ³ /d | h | h/d | h | h/d | °C | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | | | |
| | 1. | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2. | | | | | | | | | | | | | | |
| | ... | | | | | | | | | | | | | | |
| | 31. | | | | | | | | | | | | | | |
| SUMME: | | | | | | | | | | | | | | | |
| MITTEL: | | | | | | | | | | | | | | | |
| ABBAU IN % | | | | | | | | | | | | | | | |
| BEZOGEN AUF 1 m ³ ABWASSER: | | | | | | | | | | | | | | | |

| SCHLAMMFAULUNG | | | | | | ENERGIE | | | | |
|--------------------------|------------------------|-------------------|--------------|----------------------------|-------------------------|---------|---------|--------|-----------|------------------|
| SCHLAMMSP. IM EMSCHERBR. | AUSGEFAULTER SCHLAMM | | | SCHL. ABFUHR AUS TROCKENB. | FREIE TROCKENBETTFLÄCHE | TAG | | NACHT | | GESAMT VERBRAUCH |
| | TROCKENBEEDE | FLÜSSIG ABGABE | FESTST. GEH. | | | ZÄHLER | PRO TAG | ZÄHLER | PRO NACHT | |
| m | m ³ /d | m ³ /d | % | m ³ /d | m ² | kWh | kWh | kWh | kWh | kWh/d |
| 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | = AUSGEF. SCHL. GESAMT | | | | | | | | | |

| RECHENGUTANF. | SANDANFALL | ABWASSERREINIGUNG | | | | | | | |
|---------------|-------------------|-------------------|----------|----------|----------|---------------------------------|--------------------------|------------------|----------|
| | | ABSETZBARE STOFFE | | | | METHYLENBLAU ABL. NACHKL. B. | SICHTTIEFE NACHKLÄRB. | BSB ₅ | |
| | | ZULAUf | ABL. EB. | ABL. TK. | ABL. NB. | | | ABL. EB. | ABL. NB. |
| l/d | m ³ /d | ml/l (2h) | | | | ENTF. | cm | mg/l | |
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| ARBEITSSTUNDEN | KENNDATEN: | V (m ³) | O (m ²) | m ³ /m ³ .d | m ³ /m ² .d | |
|---------------------------|------------|--------------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|
| | | ABSETZTEIL D. EMSCHERBR. | | | v/d " | o/d " |
| | | TROPFKÖRPER | | | v/d " | o/d " |
| | | NACHKLÄRB. | | | v/d " | o/d " |
| | | FAULRAUM IM EMSCHERBR. | | X | SCHL/v " | X |
| 2 | SONSTIGES | | | | | |
| 35 | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| GESEHEN, DEN _____, 19 __ | | | | | | |

1. Betriebsbericht für eine Tropfkörperanlage mit Emscherbrunnen (vgl. Seite 196/197)

Der aufgestellte Bericht gilt für eine Anlage mit folgenden Elementen: Rechen - Sandfang - Emscherbrunnen - Pumpwerk - Tropfkörper - Nachklärbecken - Schlammbeete - Möglichkeit zur Flüssigschlammabgabe. Die Kläranlage wird von einem Klärwärter bedient, der in normaler Schicht auf der Anlage tätig ist.

Ablesungen morgens 8.00 Uhr:

- | | |
|---------|--|
| Sp. 3 | Niederschlag (eintragen für Vortag) |
| " 4,5 | Lufttemperatur Max.-Min.- Thermometer (eintragen für Vortag) |
| " 6 | Zähler Abwassermenge Zulauf |
| " 8,10 | Betriebsstundenzähler der Tropfkörper pumpen. (Die Spalten 8-11 brauchen nur auf den Anlagen geführt zu werden, wo biologisch gereinigtes Abwasser zurückgepumpt werden kann, d.h. auf Anlagen, wo mehr Wasser über den Tropfkörper gepumpt wird als zufließt. Die Pumpenlaufzeit ist ein Maß für die Abwasserbeschickung des Tropfkörpers.) |
| " 30,32 | Zähler Tagstrom und Nachtstrom |

Probenahme mittags 12.00 Uhr (oder 13.00 Uhr)

Proben hereinholen von Zulauf, Ablauf Emscherbrunnen, Ablauf Tropfkörper und Ablauf Nachklärbecken.

- | | |
|---------|--|
| Sp. 12 | Bei Probenahme messen: Temperatur Zulauf |
| " 21 | " " " Sichttiefe Nachklärbecken <u>ansetzen:</u> Absetzproben in Imhofftrichter |
| " 16-19 | Zulauf, Ablauf Emscherbrunnen, Ablauf Tropfkörper und Ablauf Nachklärbecken. |
| " 13 | Im Imhofftrichter messen pH-Zulauf |
| " 20 | <u>ansetzen:</u> Methylenblau-Probe Ablauf Nachklärbecken. |

- Sp. 22,23 ansetzen BSB₅ von Ablauf Emscherbrunnen und Ablauf Nachklärbecken. Es werden zweckmässig Mischproben hergestellt. Hierzu werden um 8.00 um 11.00 und um 14.00 Uhr je die gleiche Probemenge entnommen und in einem Eimer gemischt (nurfalls BSB-Meßgerät vorhanden).
- " 14 Rechengutanfall abends kurz vor Arbeitsschluß Menge in Rechengutkübel schätzen, Rechengut fortbringen und Menge eintragen.
- " 15 Sandanfall, nur wenn Sandfang geräumt wird Menge eintragen.

Schlamm

- Sp. 24 Schlamm Spiegel im Emscherbrunnen wöchentlich einmal messen und eintragen.
- " 25,26 Bei Schlammabzug aus dem Emscherbrunnen jeweils eintragen, wieviel m³ Schlamm auf die Trockenbeete gegeben oder flüssig abgefahren wurde.
- " 27 Bei Schlammabzug Feststoffgehalt des Faulschlammes aus einer Mischprobe bestimmen. (Nur wenn Waage usw. vorhanden.)
- " 28 Menge des trockenen, aus Trockenbeeten, abgefahrenen Schlammes eintragen.
- " 29 Jeweils freie Trockenbeetfläche eintragen.

Fertigstellen des Betriebsberichtes vom Vortage:

Zweckmässig nach den Ablesungen um 8.00 Uhr werden die Betriebsberichte des Vortages vervollständigt.

Von den heutigen Zählerständen werden die gestrigen abgezogen, der Unterschied ist der Abwasseranfall oder Stromverbrauch des Vortages (Sp. 7,28,30), Tagesstromverbrauch und Nachtstromverbrauch zusammenzählen ergibt gesamten Stromverbrauch (Sp. 31).

In Sp. 32 sind die tatsächlich auf der Kläranlage geleisteten Arbeitsstunden einzutragen. Vielfach obliegt dem Klärwärter auch die Wartung des Kanalnetzes oder von abgelegenen Pumpwerken, diese Zeit ist nicht der Kläranlage anzulasten. Wird für Wartungsarbeiten auf der Kläranlage zusätzliches städtisches Personal herangezogen, so sind diese Stunden zu berücksichtigen, d.h. Unternehmerstunden sind nicht in Ansatz zu bringen (z.B. Räumung der Schlammbeete vom Unternehmer), da diese Arbeiten gesondert abgerechnet werden.

Sonstiges:

Alle besonderen Vorkommnisse sind zu vermerken, wie z.B. aussergewöhnliche Gerüche oder Aussehen des Abwassers, Störungen an maschinellen Einrichtungen. Reparaturen, Bauarbeiten, versch. Arbeiten von Unternehmern usw.

Über die monatliche Auswertung siehe Seite 201.

2. Betriebsbericht für Oxydationsgraben bzw. für Kläranlage mit Langzeitbelüftung(Seite 202/3)

Der aufgestellte Bericht gilt für eine Kläranlage mit folgenden Elementen: Rechen - Sandfang - Oxydationsgraben - (Graben mit Aufstaubetrieb oder Doppelgraben oder Graben mit Nachklärung oder Belüftungsbecken, z.B. mit Kreisel mit Nachklärbecken) und Trockenbeete. Die Anlage wird von einem Klärwärter bedient, der täglich nur zeitweise auf der Anlage tätig ist. Z.B. morgens 7-9 Uhr für Reinigungs- und Wartungsarbeiten, mittags und gegen Abend zur Reinigung des Rechens und zur kurzen Betriebskontrolle. Es ist aber auch ein anderer Arbeitsrhythmus denkbar, der Betriebsbericht ist dann entsprechend zu ändern.

Ablesungen morgens (7-8 Uhr)

- Sp. 3 Niederschlag (eintragen für Vortag)
- " 4,5 Lufttemperatur Max.-Min.-Thermometer
 (eintragen für Vortag)
- " 6 Zähler Abwassermenge Zulauf (falls kein Mengemesser vorhanden, Betriebsstundenzählerstand der Abwasserpumpe einsetzen).
- " 22,24 Zählerstand Tagstrom und Nachtstrom

Probenahme morgens

Proben hereinholen von Zulauf, Ablauf und aus dem Oxydationsgraben oder Belebungsbecken. Die letztgenannte Probe darf nur aus dem Graben entnommen werden, in dem die Bürste läuft.

Bei der Probenahme messen:

- Sp. 8 Temperatur Zulauf
- " 19 Temperatur im Graben (wenn Bürste läuft)
- " 14 Sichttiefe im Nachklärbecken oder im Graben in dem die Bürste steht.

| ABWASSERREINIGUNG | | | | | | BETRIEB | | | |
|----------------------|--------|-----------------------|--------------------|------------------|--------|------------------------------|----------------|-----------------------------|--------------------------|
| ABSETZB. STOFFE (2h) | | SICHTTIEFE NACHKLÄRB. | METHYLENBL. ABLAUF | BSB ₅ | | SCHLAMMGEH. IM GRABEN (1/2h) | TEMP. IM GRAB. | ÜBERSCH.-SCHL. A. TROCKENB. | AUS TROCKENB. ABGEFAHREN |
| ZULAUF | ABLAUF | | | ZULAUF | ABLAUF | | | | |
| ml/l | | cm | ENTF. | mg/l | | ml/l | °C | m ³ | m ³ |
| 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| KENNDATEN: | V (m ³) | O (m ²) | m ³ /m ³ .d | m ³ /m ² .d |
|-----------------|---------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| OX.-GRABEN | | | $\frac{V}{V} =$ | |
| NACHKLÄRB. | | | $\frac{V}{Q} =$ | $\frac{O}{Q} =$ |
| SONSTIGES | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| GESEHEN, DEN 19 | | | | |

- ansetzen: Absetzproben im Imhofftrichter
Sp. 12 Zulauf } Proben nach Möglichkeit nach 2 h ablesen,
" 13 Ablauf } kann aber auch später erfolgen!
- " 18 Schlammgehalt (1000 ml Zylinder) im
Oxydationsgraben, nach 1/2 h ablesen.
- " 9 Im Imhofftrichter messen pH-Zulauf
- " 15 ansetzen: Methylenblau-Probe Ablauf
- " 16,17 falls BSB-Meßgerät vorhanden, BSB₅-Zulauf
und BSB₅-Ablauf.
- Sp. 10 Rechengutanfall abends beim letzten Rundgang Menge
schätzen, Rechengut fortbringen und Menge eintragen.
- " 11 Sandanfall nur wenn Sandfang geräumt wird Menge
eintragen.
- " 20 Überschußschlamm. Nur wenn Überschlußschlamm abge-
lassen wird Menge eintragen.
- " 21 Menge des trockenen aus den Trockenbeeten abge-
fahrenen Schlammes eintragen.

Fertigstellen des Betriebsberichtes vom Vortage.

Zweckmässig nach den Ablesungen morgens werden die Betriebs-
berichte des Vortages vervollständigt. Von den heutigen Zähler-
ständen werden die gestrigen abgezogen, der Unterschied ist der
Abwasseranfall oder Stromverbrauch des Vortages (Sp. 7,23,25).
Tag- und Nachtstromverbrauch zusammengezählt ergibt gesamten
Stromverbrauch Sp. 26).

In Spalte 27 sind die tatsächlich auf der Kläranlage geleisteten
Arbeitsstunden einzutragen. Vielfach obliegen dem Klärwärter
auch die Wartung des Kanalnetzes oder von abgelegenen Pumpwer-
ken, diese Zeit ist nicht der Kläranlage anzulasten. Wird für
die Wartungsarbeiten auf der Kläranlage zusätzliches städti-
sches Personal herangezogen, so sind diese Stunden zu berück-
sichtigen, d.h. Unternehmerstunden sind nicht in Ansatz zu
bringen. (Z.B. Räumung der Schlammbeete vom Unternehmer), da

diese Arbeiten gesondert abgerechnet werden.

Sonstiges:

Alle besonderen Vorkommnisse sind zu vermerken, wie z.B. aussergewöhnliche Gerüche oder Aussehen des Abwassers, Störungen an maschinellen Einrichtungen. Reparaturen, Bauarbeiten, versch. Arbeiten von Unternehmern usw.

Über die monatliche Auswertung siehe Seite 201.

3. Betriebsbericht für eine Kläranlage nach dem Belebungs-
verfahren mit beheiztem Schlammfaulbehälter (~~Seite 195, 196~~)

Der Bericht gilt für eine Anlage mit folgenden Elementen:
Schneckenpumpwerk - Rechen - Sandfang - Vorklärung - Regen-
überfall - Belebungsbecken (2 Einheiten) - Nachklärbecken -
Rücklaufschlammumpwerk mit 2 Pumpen, Frischschlammumpwerk
mit Pumpensumpf - Faulbehälter - Trockenbeete - und Mög-
lichkeit zur Flüssigschlammabgabe. Die Kläranlage wird von
zwei Klärwärtern bedient, die in normaler Schicht auf der
Anlage tätig sind.

Da die wichtigsten Messungen über die Reinigungswirkung drei-
mal täglich durchgeführt werden, sind alle Einzelmessungen
zunächst in einem Tagesbericht aufzuschreiben. Die Tages-
mittelwerte werden dann in die Monatsübersicht übertragen.

Führung des Tagesberichtes (207)

Ablesungen 8.00 Uhr morgens

Niederschlag (Eintragung in gestrigen Tagesbericht!)
Lufttemperatur am Max.-Min.-Thermometer (Eintra-
gung in gestrigen Tagesbericht!)

Zählerablesungen: in Zeile "Heute" eintragen:

Abwasserzulauf, Abwasserbiologisch gereinigt,
Gasanfall, Gasverbrauch, Tagstromverbrauch, Nacht-
stromverbrauch und Energie für Belüftung.

Probenahmen um 8.00 Uhr, 11.00 Uhr und 14.00 Uhr.

Proben hereinholen von Zulauf, Ablauf Vorklärbecken, Ablauf
Nachklärbecken, aus Belebungsbecken 1, Belebungsbecken 2 und
vom Rücklaufschlamm. Jeweils bestimmen und Meßwerte im oberen
Kasten des Tagesberichtes eintragen:

Absetzbare Stoffe im Imhofftrichter (2 h) von Zulauf, Ablauf
Vorklärung, Ablauf Nachklärung. Schlammgehalt im Meßzylinder
1000 ml (1/2 h) von Belebungsbecken 1, Belebungsbecken 2 und
Rücklaufschlamm.

Sichttiefe in Nachklärbecken jeweils bei der Probenahme messen.

Sauerstoffgehalt: Wenn Meßgerät vorhanden, jeweils bei der Probenahme in beiden Belebungsbecken messen. Sonst möglichst mittags chemisch in beiden Becken O₂-Gehalt bestimmen.

Schlamm-trockengewicht: Von den mittags (11.00 Uhr) entnommenen Proben Belebungsbecken 1, Belebungsbecken 2 und Rücklaufschlamm bestimmen.

Abwasser-Temperatur im Zulauf bei der Probenahme mittag messen und in Zeile 3 eintragen.

pH-Zulauf: Mittags im Imhofftrichter messen und in Zeile 4 eintragen.

Chemische Untersuchungen:

Methylenblauprobe Ablauf Nachklärbecken von der mittags entnommenen Probe ansetzen.

BSB₅: Ablauf Vorklärbecken und Ablauf Nachklärbecken. Es werden zweckmässig Mischproben hergestellt. Hierzu werden um 8.00, 11.00 und 14.00 Uhr je die gleichen Probenmengen entnommen und in einen Eimer gemischt. Vor dem Ansetzen sind die Eimer gut durchzurühren.

An den Tagen an denen Methylenblauproben oder BSB₅ angesetzt werden sind die Zeilen 5 bzw. 6 anzukreuzen.

Einstellung der Belüftung (Zeile 7 u. 8). Hier ist einzutragen bei Bürstenbelüftung die Eintauchtiefe, bei Kreiselbelüftung die Drehzahl (wenn regelbar) und die Eintauchtiefe. Bei Druckbelüftung die jeweils eingeschalteten Gebläse.

Rücklaufschlamm: (Zeile 9). Wenn nicht dauernd mit beiden Pumpen gepumpt wird, eintragen, wann eine und wann zwei Pumpen liefen (Betriebsstundenzähler).

Sandanfall (Zeile 10) Menge eintragen, wenn Sandfang geleert wird.

Rechengutanfall: (Zeile 11) Eingetragen wird die bis gegen Arbeitsschluß angefallene Rechengutmenge.

Überschußschlamm: (Zeile 12) Da normalerweise keine Mengemesser für Überschußschlamm eingebaut sind, ist die Zeit einzutragen (in Stunden) an denen der Überschußschlammschieber geöffnet ist.

Schlamm im Faulbehälter: (Zeile 13) Schlammmenge aus der Füllung des Frischschlammumpensumpfes ermitteln. Während des Schlammablassens darf dann nicht gleichzeitig gepumpt werden.

Feststoffgehalt des Frischschlammes: (Zeile 14) Zweimal pro Woche sollte der Feststoffgehalt des Frischschlammes bestimmt werden. Hierzu werden während des Schlammablassens aus dem Pumpensumpf Proben entnommen und in einem Eimer gemischt.

Trübwasser: (Zeile 15) Wird kein Faulschlamm aus der unteren Spitze des Faulbehälters abgezogen, so ist die Trübwassermenge gleich der Frischschlammmenge. Wird jedoch auch unten Faulschlamm abgezogen, so ist die Trübwassermenge gleich Frischschlamm weniger Faulschlamm.

Faulschlamm: (Zeile 16) Eintragen wieviel m^3 mit Tankwagen flüssig abgefahren werden oder (Zeile 17) wieviel m^3 auf Trockenbeete abgegeben wurden. Während des Faulschlammabzuges Proben nehmen und im Eimer mischen, dann davon Feststoffgehalt bestimmen (Zeile 18). Wird aus den Trockenbeeten trockener Schlamm abgefahren, so ist die Menge aus der Füllung des Fahrzeuges abzuschätzen und einzutragen (Zeile 19). Jeweils nach der Füllung oder Leerung von Trockenbeeten ist die freie Trockenbeetfläche aufzuschreiben (Zeile 20), Fläche ist leicht zu berechnen aus Zahl der freien Beete mal Fläche je Beet.

Faulbehälterbetrieb: Einzutragen sind die Uhrzeiten zwischen denen umgewälzt wurde (Zeile 21). Der Methan-Gehalt des Faulgases ist täglich einmal am Meßgerät abzulesen (Zeile 22). Ist kein Meßgerät für CH_4 vorhanden, so ist wöchentlich einmal der CO_2 -Gehalt zu bestimmen.

Arbeitsstunden: In Zeile 23 sind die tatsächlich auf der Kläranlage geleisteten Arbeitsstunden einzutragen. Vielfach obliegen dem Klärwärter auch die Wartung des Kanalnetzes oder von abgelegenen Pumpwerken, diese Zeit ist nicht der Kläranlage anzulasten. Wird für Wartungsarbeiten auf der Kläranlage zu-

sätzliches städtisches Personal herangezogen, so sind diese Stunden zu berücksichtigen, d.h. Unternehmerstunden sind nicht in Ansatz zu bringen. (Z.B. Räumung der Schlammbeete von Unternehmern), da diese Arbeiten gesondert abgerechnet werden.

Sonstiges: Alle besonderen Vorkommnisse sind zu vermerken, wie z.B. aussergewöhnliche Gerüche oder Aussehen des Abwassers, Störungen an maschinellen Einrichtungen. Reparaturen, Bauarbeiten, versch. Arbeiten von Unternehmern usw.

Fertigstellung des Tagesberichtes vom Vortag

Nachdem in den heutigen Tagesbericht die heutigen Zählerstände eingetragen wurden, werden die Ablesungen auch in den gestrigen Tagesbericht in die Zeile "Morgen" eingetragen. Jetzt können durch Abziehen der Zählerstände die "pro Tag" Werte berechnet werden. Bei der Energie ist der Tag- und Nachtstromverbrauch zusammenzuzählen und unter "Gesamt" einzutragen. Die heutigen Ablesungen des Niederschlagsmessers und des Luft-Thermometers sind in den gestrigen Tagesbericht einzutragen!

Wenn die Filter ausgewogen sind kann auch der obere Kasten des Tagesberichtes ausgefüllt werden. Nach Eintragung des Schlamm-trockengewichtes ist der Schlammindex zu berechnen (Schlamm-gehalt geteilt durch Schlamm-trockengewicht). Zur Mittelbildung werden dann die übereinander stehenden Zahlen zusammengezählt (Zeile Summe). Das "Mittel" ist die Summe geteilt durch die Anzahl der Zahlen. Die "Gesamt-Mittel" jeweils für die zwei Becken werden anschließend berechnet (Mittel Becken 1 + Mittel Becken 2 geteilt durch 2).

Damit ist der Tagesbericht vorerst abgeschlossen. Wenn die Methylenblauprobe entfärbt, ist die Zeit später nachzutragen, ebenso die BSB₅-Ablesungen.

Ausfüllen des Monatsberichtes (S. 212/13)

Nach Fertigstellung des Tagesberichtes vom Vortag sind anschlies-send sofort die Werte in den Monatsbericht zu übertragen. Die Übertragung sollte täglich und sorgfältig vorgenommen werden. Aus den Kästen sind die jeweils dick eingerahmten Werte in die

entsprechenden Spalten einzutragen, ebenso alle Werte aus den Zeilen, einschließlich der Rubrik "Sonstiges".

Der Tagesbericht ist als Kladde anzusehen, der Monatsbericht als Hauptbuch. Auf keinen Fall dürfen die Tagesberichte fortgeworfen werden, sondern sie werden in Ordnern abgeheftet und aufbewahrt. Der Monatsbericht sollte nach Monatsende vom zuständigen Gemeindebeamten durchgesehen und abgezeichnet werden.

4. Monatliche Auswertung der Betriebsberichte

Von einigen Werten sind nur die Monatssummen zu bilden, es sind dies: Niederschlag und aus Trockenbeeten abgefahrne Trockenschlammengen. (Hier sind nur in der Summenzeile die Kästchen stark umrandet.)

Von vielen Werten sind Monatssumme und Mittel (pro Tag) zu berechnen. Es sind dies:

Abwassermenge Zulauf
Abwassermenge biologisch gereinigt
Rechengutanfall
Sandanfall
Frischschlamm in Faulbehälter gepumpt
Ausgefaulter Schlamm auf Trockenbeete
Ausgefaulter Schlamm flüssig abgefahren
Gasanfall
Gasverbrauch
Gasüberschuß
Energieverbrauch Gesamt
Energieverbrauch für Belüftung

Zur Bildung der Summe müssen alle übereinander stehenden Zahlen zusammengezählt werden. (Dies ist einfach und sicher mit einer Rechenmaschine durchzuführen, die bei jeder Gemeinde vorhanden ist.) Den Mittelwert erhält man, indem man die Monatssumme durch die Zahl der Tage des Monats teilt (30, 31, oder 28). Dies gilt auch wenn nicht an jedem Tag ein Wert vorhanden ist, wie z.B. bei den Sandmengen, wenn nur zweimal wöchentlich der Sandfang geräumt wird!


Betriebsbericht (Belebungsanlage und beheizter Faulbehälter)

| WOCHENTAG | DATUM | NIEDERSCHLAG | | | LUFT-TEMPERATUR | | ZULAUF | | | | RECHENGUTANF. | SANDANFALL |
|---------------------------------------|-------|--------------|-----|-----|-------------------|---|----------------|---|------------|---------|-------------------|------------|
| | | | | | | | ABWASSER-MENGE | | TEMPERATUR | PH-WERT | | |
| 1 | 2 | mm | max | min | m ³ /d | | °C | | | | m ³ /d | |
| | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | |
| | 1. | | | | | | | | | | | |
| | 2. | | | | | | | | | | | |
| | ⋮ | | | | | | | | | | | |
| | 31. | | | | | | | | | | | |
| SUMME: | | | | | | | | | | | | |
| MITTEL: | | | | | | | | | | | | |
| ABBAU % | | | | | | | | | | | | |
| BEZOGEN AUF 1m ³ ABWASSER: | | | | | | | | | | | | |

BETRIEB SCHLAMMFAULUNG

| SCHLAMM IN FAULBEH. GEP. | FESTSTOFFGEH. | TRÜBWASSER-MENGE | AUSGEFAULTER SCHLAMM | | | SCHL. ABFUHR AUS TROCKENG. | FREIE TROCKEN-BEETFLÄCHE | UMWALZUNG FAULBEHALTER | FAULGAS | | | |
|--------------------------|---------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|--------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------|--------|-----------|-----------------------|
| | | | TROCKEN-BEETE | FLÜSSIG-ABGABE | FESTST. GEH. | | | | ANFALL | VERBR. | LÜBERSCH. | CH ₄ -GEH. |
| m ³ /d | % | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d | % | m ³ /d | m ² | h | m ³ /d | | | % |
| 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| AUSGEF. SCHL. GESAMT: | | | | GAS/m ³ SCHLAMM: | | | | | | | | |

| ABWASSERREINIGUNG | | | | | | | BETRIEB BELEBUNGSANLAGE | | | | | | | | | |
|-------------------|----------|----------|---------------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|-------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|--|
| ABSETZBARE STOFFE | | | METHYLENBLAU ABL. NACHKL. B. | SICHTTIEFE NACHKLÄRB. | BSB ₅ | | BELEBTER SCHLAMM | | | | EINSTELLUNG DER BELÜFTUNG | RÜCKLAUF- SCHLAMM | | | ÜBERSCHUSS- SCHLAMM | |
| ZULAUF | ABL. VB. | ABL. NB. | | | ABL. VORKL. B. | ABL. NACHKL. B. | SCHLAMM- GEHALT | SCHL. TROCK- GEWICHT | SCHL.-INDEX | O ₂ - GEHALT | | MENGE | SCHLAMM- GEHALT | SCHL.-TROCK- GEWICHT | | |
| ml/l (2h) | | | ENTF. | cm | mg/l | | ml/l | g/l | ml/g | mg/l | | | ml/l | g/l | | |
| 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

| ENERGIE | | ARBEITSSTUNDEN | KENNDATEN | V (m ³) | O (m ²) | m ³ /m ³ .d | | |
|----------------------|---------------------------|----------------|----------------------------|---------------------|--|-----------------------------------|---------------------|--|
| GESAMT- VERBRAUCH | VERBRAUCH F. BELÜFTUNG | | VORKLÄRB. | | | | $\frac{V}{Q} =$ | $\frac{O}{Q} =$ m ³ /m ² .d |
| | | | BELEBUNGSB. | | | | $\frac{V}{Q} =$ | $\frac{Q \cdot BSB_5}{V} =$ kg BSB ₅ /m ³ .d |
| | | | NACHKLÄRB. | | | | $\frac{V}{Q} =$ | $\frac{O}{Q} =$ m ³ /m ² .d |
| | | | FAULBEHÄLTER | |  | | $\frac{SCHL.}{V} =$ | $\frac{GAS}{V} =$ m ³ /m ³ .d |
| kWh/d | | ? | SONSTIGES | | | | | |
| 41 | 42 | 43 | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | GESEHEN, DEN _____ 19 ____ | | | | | |

Von verschiedenen Werten sind nur die Mittel (pro Tag) wichtig. Es sind dies:

Abwassertemperatur
Absetzbare Stoffe (Zulauf, Ablauf, Vorklärung, Ablauf Tropfkörper, Ablauf Nachklärbecken)
Sichttiefe Nachklärbecken
BSB₅ (Ablauf Vorklärung u. Ablauf Nachklärung)
Schlammgehalt Belebungsbecken
Schlamm-Trockengewicht Belebungsbecken
Schlammindex
O₂-Gehalt
Schlammgehalt Rücklaufschlamm
Schlamm-Trockengewicht Rücklaufschlamm
Feststoffgehalt Frischschlamm
Feststoffgehalt Faulschlamm
CH₄- oder CO₂- Gehalt Faulgas

Um die Mittelwerte berechnen zu können muß allerdings auch hier erst die Monatssumme gebildet und anschließend durch die Zahl der Meßergebnisse (nicht der Tage) geteilt werden.

Der Abbau (in Prozent) ist zu berechnen für:

Das Mittel der absetzbaren Stoffe im Zulauf und Ablauf der Vorklärung, als Maß für die Reinigungsleistung der Vorklärung (oder des Emscherbrunnens).

Das Mittel des BSB₅ in Ablauf Vorklärbecken (gleich Zulauf Belebungsbecken bzw. Oxydationsgraben oder Tropfkörper) und Ablauf Nachklärbecken als Maß für die Reinigungsleistung der biologischen Stufe.

Der Abbau wird berechnet:

$$\frac{\text{Zulaufwert} - \text{Ablaufwert}}{\text{Zulaufwert}} \cdot 100 = \text{Abbau } \%$$

Die auf den m³ Abwasser bezogenen Werte ermöglichen gute Vergleiche mit anderen Anlagen. Ferner sind Schwankungen in der Abwasserzusammensetzung gut zu erkennen, es wird berechnet:

Sandanfall/ m³ Abwasser

Rechengutanfall/ m³ Abwasser

Frischschlammanfall/ m³ Abwasser

Faulschlammanfall/ m³ Abwasser

(Hier müssen zunächst die auf Trockenbeet und flüssig abgegebenen Mengen zusammengezählt werden.)

Gesamtenergie/ m³ Abwasser

Belüftungsenergie/ m³ Abwasser biol. Reinigung

Zur Berechnung werden alle mittleren Mengen (pro Tag) durch den mittleren Abwasseranfall (pro Tag) geteilt.

Der Gasanfall wird auf m³ Frischschlamm bezogen. (Gas pro Tag im Mittel geteilt Frischschlamm im Mittel pro Tag.)

Neben den Kenndaten, das sind Beckengrößen bzw. Beckenoberflächen, werden die auf den m³ Becken und Tag entfallenden Wasser- bzw. Schlamm- und Gasmengen berechnet.

Vorklärbecken, bzw. Absetzteil des Emscherbrunnens und Nachklärbecken:

Q/V (m³ Abw. pro Tag/m³ Becken)

Q/O (m³ Abw. pro Tag/m² Beckenoberfläche)

Belebungsbecken bzw. Oxydationsgraben:

Q/V (m³ Abw. pro Tag/m³ Becken)

$Q \cdot BSB_5/V$ (m³ Abw. pro Tag mal BSB₅/m³ Becken)

Tropfkörper:

Q/V (m³ Abw. pro Tag/m³ Tropfkörper)

$Q \cdot BSB_5/V$ (m³ Abw. pro Tag mal BSB₅/m³ Tropfkörper)

Faulbehälter:

Frischschlamm pro Tag/ m³ Faulbehälter

Gas pro Tag/ m³ Faulbehälter

5. Maschinenblätter (Seite 218.219)

Für jede Maschine ist ein Datenblatt anzulegen, auf dem alle wichtigen Angaben über Antriebsmotor, Getriebe, Pumpe usw. verzeichnet sind. Als Maschinen sind z.B. anzusehen: Maschinell geräumter Rechen, Sandfangbelüftung, Sandfangräumerwagen, Räumerwagen von Absetzbecken, alle Pumpen, Belüftungsgebläse, Belüftungsbürsten, Belüftungskreisel usw. Auf dem Blatt werden alle Reparaturen und Überholungen sowie Ölwechsel eingetragen. Die monatlich abgelesenen Betriebsstunden sind ebenfalls auf das Blatt zu schreiben. Ist das Blatt voll, so ist ein Beiblatt anzulegen, oder die Rückseite zu benutzen.

KLÄRANLAGE

MASCH. NR. _____

ART DER MASCHINE: _____

EINBAUORT: _____

HERSTELLER: _____

NÄCHSTER KUNDENDIENST: _____ TEL: _____

SCHUTZANSTRICH: _____

ANTRIEBSMOTOR: FABRIKAT: _____ MOT. NR: _____

_____ Δ _____ V _____ kW _____ PS _____ UPM

GETRIEBE: FABRIKAT: _____ GETR. NR: _____

ÜBERSETZG: _____ ÖLWECHSEL ALLE _____ BETR-STD; ÖLART: _____

KEILRIEMEN: _____

PUMPE: FABRIKAT: _____ P. NR: _____

FÖRDERLEISTUNG: _____ m³/min = _____ m³/h BEI _____ m FÖRDERHÖHE

ÖLWECHSEL AUSGEFÜHRT AM:

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

REPARATUREN U. ÜBERHOLUNGEN: _____

BEIBLATT MASCH.NR: _____;

BETRIEBSSTUNDENZÄHLERSTÄNDE

ART DER MASCHINE: _____

| | 19 | 19 | 19 | 19 |
|-------------|----|----|----|----|
| 1. JANUAR | | | | |
| 1. FEBRUAR | | | | |
| 1. MÄRZ | | | | |
| 1. APRIL | | | | |
| 1. MAI | | | | |
| 1. JUNI | | | | |
| 1. JULI | | | | |
| 1. AUGUST | | | | |
| 1. SEPTEMB. | | | | |
| 1. OKTOBER | | | | |
| 1. NOVEMBER | | | | |
| 1. DEZEMBER | | | | |
| | 19 | 19 | 19 | 19 |
| 1. JANUAR | | | | |
| 1. FEBRUAR | | | | |
| 1. MÄRZ | | | | |
| 1. APRIL | | | | |
| 1. MAI | | | | |
| 1. JUNI | | | | |
| 1. JULI | | | | |
| 1. AUGUST | | | | |
| 1. SEPTEMB. | | | | |
| 1. OKTOBER | | | | |
| 1. NOVEMBER | | | | |
| 1. DEZEMBER | | | | |

WARTUNG DER MASCHINELLEN AUSRÜSTUNG FÜR KLÄRANLAGEN
=====

UND ABWASSERPUMPWERKE
=====

1. Allgemeines

Folgende Maßnahmen sind notwendig, um ernste Schäden an den Anlageteilen zu vermeiden und die Betriebskosten so gering wie möglich zu halten:

- a) gewissenhaftes Studium der Betriebs- und Wartungsvorschriften der Lieferfirmen,
- b) wenn Fehler nicht selbst in einwandfreier Weise beseitigt oder erkannt werden können, ist die Lieferfirma zu verständigen,
- c) ein Fehler ist sofort nach Erkennen, d.h. möglichst frühzeitig zu beseitigen. Hierdurch können die Reparaturkosten wesentlich gesenkt werden,
- d) Schmiervorschriften gewissenhaft beachten,
- e) Frostwarnungen beachten (frostgefährdete Leitungen und Schieber entleeren).
- f) Anstriche zeitgerecht erneuern.

2. Rechenanlagen

2.1 Nicht fäulnisfähige Stoffe müssen auf jeden Fall entfernt werden. Wenn hinter einem handbedienten Grobrechen ein Feinrechen mit Zerkleinerung vorgesehen ist, können fäulnisfähige Stoffe durchgestoßen werden.

2.2 Maschinelle Rechen:

Diese sind in mittleren und kleineren Anlagen meist mit einem Zerkleinerer verbunden und werden durch Schwimmer oder pneumatisch gesteuert. Folgende Punkte sind bei der Wartung unbedingt zu beachten:

a) periodisch:

Steine, sonstige schwere Teile und Sand aus der Mulde unter dem Zerkleinerer entfernen.

b) periodisch:

Schwimmerschacht spülen.

c) Trockenlauf unbedingt vermeiden.

d) Verriegelung der Kippvorrichtung nach jedem Hochziehen wieder schliessen.

3. Räumvorrichtungen für Rund- und Längsbecken

a) Rechtzeitiger Ölwechsel vor Wintereinbruch, besonders bei Längsräumern mit hoher Rückfahrgeschwindigkeit.

b) Federkabeltrommel von Längsräumern nachspannen, wenn erforderlich.

4. Pumpen

4.1 Horizontale, trocken aufgestellte Abwasser- und Schlammumpen

Diese können fett- oder ölgeschmiert sein.

a) Rechtzeitiges Nachfüllen von Fett bzw. Öl.

b) Die Stopfbüchse muß immer leicht tropfen.

4.2 Vertikale naß aufgestellte Pumpen

Diese haben im allgemeinen automatische Fettpressen. Hierbei ist auf folgendes zu achten:

a) Die Fettpresse darf keinesfalls, auch nicht kurzzeitig, mit verkehrter Drehrichtung laufen, weil sie sonst zerstört wird.

b) Der Antriebskeilriemen muß richtig gespannt sein und darf nicht mit Fett in Berührung kommen.

c) Bei der Montage wird die Fettpresse immer auf Vollhub eingestellt. Hierbei ergibt sich ein ungefähr vier- bis fünfmal höherer Fettverbrauch als im Normalbetrieb. Nach der Einlaufzeit (z.B. 50 Betriebsstunden) ist die Fettpresse auf Normalförderung umzustellen.

- d) In der Fettleitung darf sich kein Luftpolster befinden, (dies erkennt man durch sehr geringen oder gar keinen Fettverbrauch) weil sonst eine Förderung hinter diesem nicht mehr eintritt und bei weiterem Betrieb der Pumpe die nicht geschmierten Lager zerstört werden.
- e) Werden von einer Fettpresse mehrere Schmierstellen versorgt, so muß man sich von Zeit zu Zeit überzeugen, ob bei allen Stellen Fett austritt. Wenn die Einführung einer Schmierleitung in das Lager undicht geworden ist, so zeigt sich dies meist durch höheren Fettverbrauch an.

4.3 Unterwasserpumpen

Hier ist vor allem die periodische Dichtungskontrolle erforderlich. Bei einer bestimmten Pumpentype wird ein Fehler in der Abdichtung mit optischer oder akustischer Alarmanlage gemeldet. Die übrigen Pumpen müssen etwa alle drei Monate gezogen und laut Betriebsanleitung der Ölstand der Dichtungspatrone kontrolliert werden. Wenn mehr als 1 bis 2 cm³ Wasser im Öl enthalten sind, soll durch die Lieferfirma ein Auswechseln der Dichtungspatrone erfolgen.

Weiters ist bei Unterwasserpumpen folgendes zu beachten:

- a) Periodischer Ölwechsel nach Betriebsanleitung
- b) Die Pumpe darf nur an der Kette, keinesfalls am Elektrokabel gezogen werden.
- c) Nach dem Herablassen der Pumpe immer feststellen, ob der Anschluß an die Druckleitung richtig hergestellt ist (durch mehrmaliges ziehen an der Kette).
- d) Wenn Steuerung durch Schwimm-Schalter: periodisches Reinigen der Schalter von darauf hängenden Putzklappen usw.
- e) Wenn zwei parallel arbeitende Pumpen vorhanden: Betätigung des Reihungsschalters jede Woche, damit einseitige Abnutzung vermieden wird.

Die Punkte d) bis e) gelten im übrigen für sämtliche Pumpanlagen.

4.4 Schneckenpumpen:

Diese sehr robusten Anlagen werden immer mehr zur Hebung von Rohabwasser und Regenwasser dort eingesetzt, wo die Fördermengen entsprechend groß sind und die Förderhöhe im allgemeinen 6 m nicht überschreitet. Im besonderen eignen sie sich auch zur Förderung von Rücklaufschlamm bei Belebungsanlagen.

Sie sind weitgehend wartungsfrei, besitzen immer Fettschmierung, wobei sinngemäß die im Abschnitt 4.2 angeführten Punkte zu beachten sind.

5. Gebläse und Kompressoren

Diese werden eingesetzt bei Emscherbrunnen zur Schwimmschlammzerstörung, für den Betrieb von Drucklufthebern, für belüftete Sandfänge und für Belebungsbecken mit Druckluftbelüftung. Man verwendet Kreiskolbenverdichter, die höhere Drehzahlen zulassen und eine einfachere Konstruktion aufweisen als Hubkolbenverdichter.

5.1 Rotationskompressoren in Vielzellenbauart (Becker-Gebläse),

Bei diesen für kleinere bis mittlere Luftmengen eingesetzten Maschinen, ist folgendes zu beachten:

- a) Vor erstmaligem Einschalten nach einer Reparatur auf Drehrichtung achten, damit nicht Wasser angesaugt wird.
- b) Mindestens einmal im Monat Ölstandskontrolle.
- c) Ist das Gerät nur fallweise in Betrieb, dann mindestens einmal in der Woche eine halbe Stunde laufen lassen, weil sonst Niederschläge an den gehonten Flächen entstehen. Dies bewirkt rauhe Laufflächen und damit hohen Verschleiß.
- d) Wenn nach längerer Stillstandszeit, besonders im Winter, nach dem Einschalten keine Luftförderung bemerkbar ist, können die Schieberplatten verklemmt sein.
Abhilfe: mehrmaliges Einschalten.

5.2 Drehkolbengebläse (Roots-Gebläse):

Diese werden für grössere Leistungen, insbesondere für Druckluftbelüftungen in Schlammbelebungsbecken eingesetzt. Hier ist vor allem die periodische Kontrolle des Ölstandes erforderlich (nur bei abgestellter Maschine möglich, weil im Betrieb im Schauglas ein zu niedriger Ölstand angezeigt wird).

6. Drehsprenger von Tropfkörperanlagen:

Sollte jede Woche einmal gereinigt und geschmiert werden.

7. Faulbehälter und Gasanlagen:

Hier muß besonders die Frostwarnung beachtet werden, die jeder Betriebsleitung von Faulraumausrüstungen gesondert beigegeben ist.

Bezüglich Schlammumpfen wird auf den Abschnitt 4.1 verwiesen.

Das Rauchen und Hantieren mit offenem Licht in den Räumen mit Gasleitungen und am Faulturm ist verboten. Durch Nichtbeachtung dieser Vorschrift, haben sich schon mehrere schwere Unfälle ereignet.

Nun noch einige besondere Hinweise zu den Heizungs- und Gasanlagen.

7.1 Gashaube am Faulraumkopf:

Das Sicherheitsstandrohr in der Gashaube darf nur beim Gasdruck = 0 gefüllt werden, weil sonst ein Abblasen erst bei einem entsprechend hohen Druck erfolgen würde. Hierdurch wäre die Brenneranlage gefährdet und es bestünde die Möglichkeit des Ausblasens verschiedener Wasserverschlüsse.

7.2 Kiestopf:

Dieser ist mit Schotter von der Körnung 40 gefüllt. Wenn die Füllung stark verschmutzt ist, (erkennbar durch Nachlassen der Wasserabscheidung und unregelmässigen Gasanfall) - etwa einmal jährlich - muß der Schotter gewaschen und kann dann wieder verwendet werden.

7.3 Wasserverschlüsse bei den verschiedenen Geräten (Kiestopf, Gaszähler, Gasfackel, usw.):

Hier ist von Zeit zu Zeit das verdunstete Wasser nachzufüllen.

7.4 Gasbrenner:

Die Anschlußleitung für den Zündkopf muß absolut dicht sein, weil sonst durch das Sicherheits-Druckminderventil der Brenner abgeschaltet wird.

7.5 Heizkessel:

Die Wassertemperatur im Kessel soll zwischen 80 und 90° liegen. Wird mit tieferer Kesseltemperatur gefahren, ist mit starken Korosionen durch Niederschläge aus den Rauchgasen zu rechnen.

Dagegen soll die Wassertemperatur im Vorlauf zum Heizzyylinder im Faulraum nicht grösser als 60° sein, um Verkrustungen zu vermeiden. Von Zeit zu Zeit ist das verdunstete Wasser des geschlossenen Heizsystems zu ersetzen.

8. Elektrische Anlagen

Diese erfordern im allgemeinen keine Wartung. Reparaturen sollen nur von einem Fachmann ausgeführt werden. Vor jeder Reparatur und beim Auswechseln von Sicherungen: Hauptschalter aus!

Sind in einer Anlage FI-Schalter eingebaut, so soll einmal im Monat die Prüftaste betätigt werden.

9. Meßgeräte

Hier werden nur Wasserstands- und Wassermengenmeßgeräte behandelt.

9.1 Geräte mit Schwimmern:

Diese erfordern ausser gelegentlicher Spülung der Meßschächte keine Wartung.

9.2 Pneumatische Geräte:

Die Luftleitungen zu diesen Geräten müssen absolut dicht sein. Beim Aufpumpen der Luftleitungen von pneumatischen Geräten ohne dauernde Luftzufuhr (kleiner Kompressor) muß besonders vorsichtig vorgegangen werden, weil sonst das Quecksilber aus den Ringwaagen herausgedrückt werden kann. Abgesehen von der Giftigkeit des Quecksilbers, besteht die Gefahr von Korrosionen für die Messingteile der Geräte.

DER DIENSTNEHMERSCHUTZ IM KLÄRANLAGENBETRIEB
=====

Nach Ihrer Ausbildung zum Klärwärter werden Sie mit Aufgaben betraut werden, die neben den erworbenen Fachkenntnissen auch Verantwortung, Verlässlichkeit und Pflichtgefühl erfordern. Mit kurzen Ausführungen soll in erster Linie die Sorge um Ihr eigenes Leben und um Ihre eigene Gesundheit gemeint sein. Aber auch von der Verantwortung für die Sicherheit der Ihnen zugeteilten Dienstnehmer soll gesprochen werden. Diese können auch fremden Firmen angehören, die in der Kläranlage Arbeiten auszuführen haben. Installateure, Schlosser, Elektriker oder Baufirmen sind schon vor Beginn ihrer Arbeiten auf spezielle Gefahren von Klärwärttern rechtzeitig aufmerksam zu machen.

Worin bestehen nun solche Gefährdungen im Kläranlagenbetrieb? Teilen wir sie der Klarheit halber in zwei Gruppen. In der ersten Gruppe wollen wir einen kurzen Querschnitt durch die Arbeitsbedingungen a l l g e m e i n e r Natur ziehen. Davon sprechen, wie die Dienstnehmer in Österreich durch den Gesetzgeber geschützt sind und darüber auch ständig behördlich gewacht wird.

In der zweiten Gruppe sollen einige s p e z i f i s c h e Gefahren beim Kläranlagenbetrieb besprochen werden. Eigene Erfahrungen liegen ja in Österreich darüber noch nicht vor. Aber auf Grund von ausländischen Erfahrungen können bereits wertvolle Erkenntnisse übernommen werden, die wir uns jetzt aneignen wollen. Und wenn "nur" der Verlust eines einzigen Menschenlebens durch diese Zeilen eingespart werden kann, so ist deren Zweck schon erfüllt.

Nun zur ersten Gruppe, dem allgemeinen Dienstnehmerschutz. Darüber gibt es eine sehr ausgereifte, auf jahrzehntelanger Unfallererfahrung aufgebaute, gesetzliche Regelung in Österreich. Die allgemeinen Vorschriften zum Schutze des Lebens und der Gesundheit der Dienstnehmer (ALLGEMEINE DIENSTNEHMERSCHUTZ-

VERORDNUNG), Bundesgesetzblatt Nr. 265/1951 in der Fassung der Verordnung v. 29. Dez. 1961, verlautbart im Bundesgesetzblatt Nr. 32/1962.

Keine Angst, diese Bestimmungen lesen sich für den Interessierten spannender als sich der Titel anhört. Ausserdem schützt die Beachtung dieser Verordnung vor Schaden und Strafe. Daß diese bis zu S 30.000,-- am Verwaltungswege in Österreich betragen kann und am Bausektor auch schon einmal verhängt wurde, soll nur rasch am Rande erwähnt werden. Daneben ist aber noch die strafrechtliche Verfolgung durch die Gerichte zu befürchten.

Ich möchte nun von ganz hinten aus der "Allgemeinen Dienstnehmerverordnung" die Pflichten der Dienstgeber und das Verhalten der Arbeitnehmer zitieren:

§ 107: Pflichten der Dienstgeber

1. Die Dienstgeber sind verpflichtet Betriebsräumlichkeiten, Betriebseinrichtungen und Betriebsmittel sowie Gegenstände für den persönlichen Schutz der Dienstnehmer in einen den Bestimmungen dieser Verordnung entsprechenden Zustand zu versetzen und in diesem zu erhalten. Die Dienstgeber sind verpflichtet, den Dienstnehmern alle nach dieser Verordnung erforderlichen Gegenstände für den persönlichen Schutz in gebrauchsfähigem Zustand zur Verfügung zu stellen.
2. Die Dienstgeber haben Vorsorge zu treffen, daß die Dienstnehmer auf die im Betriebe bestehenden besonderen Unfallsgefahren aufmerksam gemacht sowie über die zur Abwendung dieser Gefahren getroffenen Einrichtungen und deren Benützung entsprechend belehrt werden. Die Dienstgeber dürfen ein den Bestimmungen dieser Verordnung widersprechendes Verhalten von Dienstnehmern wissentlich nicht dulden. Die Dienstnehmer sind vor der erstmaligen Verwendung an Maschinen zu Arbeiten mit gesundheitsschädlichen Stoffen oder zu Arbeiten an gefährlichen Arbeitsstellen über das bei Verrichtung solcher Arbeiten notwendige Verhalten sowie über die bestehenden Schutzmaßnahmen und deren Handhabung zu unterweisen. Solche Belehrungen sind insbesondere beim Eintritt in das Dienstverhältnis sowie bei Einteilung zu einer anderen Tätigkeit vorzunehmen, nach Erfordernis sind diese Belehrungen zu wiederholen. Die zuständige Behörde kann in besonderen Fällen die Belehrung der Dienstnehmer durch einen von ihr zu bestimmenden Arzt vorschreiben.

3. Der Dienstgeber darf Betrunkene im Betriebe nicht dulden.

§ 108: Verhalten der Dienstnehmer

1. Die Dienstnehmer sind verpflichtet, alle Einrichtungen, die zum Schutze ihres Lebens und ihrer Gesundheit auf Grund der Bestimmungen dieser Verordnung eingerichtet oder beigestellt werden, zweckentsprechend zu benützen und pfleglich zu behandeln sowie damit in Zusammenhang stehende Weisungen zu befolgen.
2. Vor der Benützung von Betriebseinrichtungen, Betriebsmitteln sowie Gegenständen für den persönlichen Schutz haben sich die Dienstnehmer von deren betriebs-sicherem Zustand zu überzeugen, soweit dies auf Grund der Ausbildung oder Stellung der Dienstnehmer im Betrieb von ihnen verlangt werden kann. Festgestellte Mängel und auffallende Erscheinungen an solchen Einrichtungen sind sogleich dem Dienstgeber zu melden.
3. Die Dienstnehmer dürfen an Betriebseinrichtungen und Betriebsmitteln angebrachte Schutzvorrichtungen weder beschädigen noch, ausgenommen die Fälle nach § 60 Abs. 5, entfernen. Auch dürfen sie die Betätigung von Schutzvorrichtungen sowie die Anwendung von Arbeitsmethoden oder -vorgängen, welche zum Zwecke einer Verringerung der Berufsgefahren vorgeschrieben sind, nicht verhindern.
4. Den Dienstnehmern ist es verboten, sich an Betriebseinrichtungen und Betriebsmitteln zu betätigen, deren Bedienung, Benützung oder Instandhaltung ihnen nicht obliegt, sowie durch ungeeignetes Verhalten sich selbst oder andere zu gefährden.
5. Dienstnehmer, welchen zur Durchführung von Arbeiten Hilfskräfte zugewiesen werden, haben diese auf die mit den Arbeiten verbundenen Gefahren aufmerksam zu machen und auf die Beachtung aller Sicherheitsmaßnahmen und Verhaltensvorschriften zu achten.
6. Den in der Nähe beweglicher Maschinenteile beschäftigten Personen ist das Tragen von frei hängenden Kleidern, Schleifen, Bändern sowie lose hängender Haare verboten.

7. Das Ausruhen und Schlafen an Feuerstellen, auf Öfen, Kesselmauerungen, Dächern, Gerüsten sowie in unmittelbarer Nähe von beweglichen Maschinenteilen, elektrischen Anlagen, von Gruben, Kanälen und Gleisen ist verboten, ebenso ist das An- und Auskleiden sowie das Aufbewahren von Kleidungsstücken in unmittelbarer Nähe beweglicher Maschinenteile oder elektrischer Anlagen untersagt.
8. Der übermäßige Genuß alkoholischer Getränke während der Arbeitszeit, einschließlich der Pausen, ist verboten. Betrunkene dürfen die Betriebsstätten nicht betreten.
9. Jeder Arbeitsunfall ist ohne Verzug dem Dienstgeber zu melden.

Ich kann nicht eindringlich genug darauf hinweisen, diese Bestimmungen gedanklich voll aufzunehmen und dieses Wissen auch zu erhalten.

Wie sieht nun der Aufbau der Allgemeinen Dienstnehmerschutzverordnung aus? Was enthält sie? Was regelt sie? Für den Praktiker erscheint noch am ehesten von Wert, wenn er die Quellenangabe zusammengefasst bekommt. Er kann dann im Bedarfsfall dort nachschlagen.

Im Abschnitt I werden die Bedingungen für Arbeitsräume und Betriebsgebäude vorgeschrieben. Also das, was den Dienstgeber und dem Bauführer schon bei der Planung, Errichtung und Inbetriebnahme der Kläranlage interessieren muß. Da wird vom Mindestluftraum und der Mindestbodenfläche, von der geringsten Raumhöhe und der Lage der Arbeitsräume gesprochen, von den Lagern und Nebenräumen. Diese Angaben gehen auch konform mit den elf österreichischen Landesbauordnungen. Weiters wird gesprochen von der erforderlichen Beschaffenheit der Fußböden, wie die Wände und Decken aussehen müssen, bis zur Lüftung, Raumheizung etc.

Im sehr ausführlichen § 22 werden die Verkehrswege als häufige Unfallsquelle behandelt. Daß sie eine gleitsichere Oberfläche haben müssen, gewisse Mindestbreiten aufzuweisen haben, von Hindernissen frei zu halten sind und vieles andere mehr. Genau so ausführlich behandelt der § 23 die Anordnung von Stiegen,

der § 24 die Notstiegen, fest verlegte Leitern und Steigeisen. Daß Leiterholme um mindestens 1 m über die Einsteigstelle hinausragen müssen, über 3 m Höhe eine durchlaufende Rückensicherung haben müssen, daß Steigeisen nicht mehr als 40 cm voneinander entfernt sein dürfen, von der Mauer mindestens 18 cm abstehen müssen. Im § 25 haben wir die Umwehrungen und Abdeckungen geregelt, so daß Öffnungen im Gelände, weiters Gruben und Kanäle gegen den Absturz von Menschen und Material zu sichern sind. Daß diese Sicherung durch Umwehrung, durch eine tragsichere Abdeckung oder sonstwie erfolgen kann, läßt der Gesetzgeber frei. Erfolgen muß sie! Auf Grund dieses zwingenden Gesetzes!

Bitte bedenken Sie: Ein Dienstnehmer stürzt beim Schlammstochern vom Klärbeckenrand ab, weil kein Geländer vorhanden war. Er erleidet Schaden am Leben oder an der Gesundheit. Die Sicherheitsbehörde (Polizei, Gendarmerie) stellt gemeinsam mit dem zuständigen Arbeitsinspektorat bei der Unfallserhebung fest, daß kein Geländer vorhanden war und dadurch eine Ausserachtlassung der Bestimmungen des § 25 (lit.1) des Bundesgesetzblattes Nr. 265/51 vorliegt. Die Sicherheitsbehörde ist gezwungen, die Anzeige zu erstatten. Ebenso muß zwangsläufig auch der Staatsanwalt die Anklage erheben. Wenn schon aus betriebsbedingten Gründen und wegen der Grösse der Beckenanlage kein Geländer vorgesehen war, so hätten andere Maßnahmen den Unfall vielleicht verhindern können. Das ist mit dem Ausdruck "oder sonstwie" im Gesetzestext gemeint. Das ist dem Stand der jeweiligen Technik überlassen. Derzeit können Leuchtfarben, in orange, gelb oder weiß gekennzeichnete Becken- oder Wegränder, Warntafeln von der Gefahr durch Ketten- oder Seilabsperrungen wegführende Schranken ihren Zweck erfüllen.

Ich führe Ihnen dieses Beispiel absichtlich drastisch vor Augen um Sie rechtzeitig vor Schaden zu bewahren. An dieser Stelle möchte ich auch noch anführen, daß das Österreichische Sozialversicherungsgesetz (ASVG) im § 335 den Sozialversicherungsträgern (Krankenkasse, Unfallversicherung) die Möglichkeit

gibt, die ausgelegten Beträge (Spitalskosten, Rehabilitierungskosten, Unfallrente usw.) vom Schuldigen rückzufordern. Solche Beträge gehen oft in die zehntausende Schillingen, gefährden oft ganze Existenzen und Familien und sind keinesfalls selten. Regressforderungen können sogar rechtswirksam gestellt werden, wenn keine strafrechtliche Verurteilung erfolgte.

Nun bitte weiter in unserem Spaziergang quer durch die Allgemeine Dienstnehmerschutz Verordnung. Im Abschnitt 2 werden die Betriebseinrichtungen und Betriebsmittel eingehend besprochen (§§ 26-33). Apparate, maschinelle Einrichtungen, Transportanlagen und sonstige Geräte sowie Betriebsmittel dürfen nur dann verwendet werden, wenn sie den anerkannten Regeln der Technik und den Anforderungen der Unfallverhütung entsprechen. Bei Gefahrenstellen müssen wirksame Schutzmaßnahmen getroffen sein (§ 26). Schutzvorrichtungen müssen die Gefahrenstelle umwehren, verdecken oder verkleiden. Dieser Schutzgedanke zieht sich durch die ganze Verordnung hindurch bis zur speziellen Maschinen-Schutzvorrichtungs Verordnung (BGBl.Nr. 43/1961). Ich flechte deren Existenz hier ein. Wir kommen noch darauf besonders zurück.

Nun zum § 28, in dem die offenen Behälter besprochen werden. Reservoirs, die eine Tiefe von mehr als 85 cm haben, müssen umwehrt sein oder eine tragfähige Abdeckung aufweisen, sofern ihr Rand nicht mindestens 85 cm über dem Fußboden liegt. Auch hier wird auf die Anhaltemöglichkeit verwiesen. Als Behälter müssen in Kläranlagen einige Baukörper bezeichnet werden. Doch genug von dem wichtigen Gebiet der Abschränkungen und Umwehrungen, die gegen Abstürze sichern sollen. Dem Sinne nach dürften diese Hinweise nun wohl genügen.

Eine eigene Besprechung erfordert auch der § 27, der die elektrischen Anlagen betrifft. Diese müssen nach den jeweils geltenden Vorschriften errichtet, instandgehalten und betrieben werden. Was sind das für Vorschriften? Sie sind aufgezählt in der 2. Durchführungs Verordnung zum Elektrotechnikgesetz (BGBl.Nr. 135/1967). Diese derzeit aus 82 Heften be-

stehenden österreichischen Vorschriften für Elektrotechnik (ÖVE) sind allesamt nach einer 1 1/2-jährigen Übergangszeit im Sinne des Elektrotechnikgesetzes nunmehr als allgemein verbindlich erklärt! (Die letzten seit dem 1.7.1968)

Die ÖVE werden vom Verband für Elektrotechnik in Wien I., Eschenbachgasse 9 veröffentlicht und verkauft. Bis diese ÖVE den heutigen Stand der Reife erreichten, bedurfte es einer unvorstellbar weitläufigen Aufbauarbeit von Spitzenkräften der ganzen Bundesrepublik in Sonderausschüssen aus Männern der Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung. In dem vorliegenden, eng gesteckten Rahmen können wir uns aber nur 3 dieser 82 Vorschriften ein wenig ansehen, damit Sie erkennen, worauf es dabei ankommt.

Die E 1/1962, betreffend die Errichtung von Starkstromanlagen unter 1000 Volt, dann die

E 40/1959, über die Schutzmaßnahmen in elektrischen Anlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 Volt und die

E 65/1964, worin die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsräumen besprochen wird!

Die ÖVE-E 1/1962 beinhaltet (auszugsweise) die Begriffe und Benennungen. Was ist eine elektrische Anlage? Im Freien (geschützt oder ungeschützt)? Eine Freileitung? Was sind elektrische Betriebsmittel (Maschinen, Geräte zum Verbrauchen, Steuern, Regeln oder zum Messen). Ortsfeste und ortsveränderliche Maschinen und Geräte (letztere dürfen nur mit Leitungen angeschlossen werden, die dem Verwendungszweck entsprechen).

Wenn auch die Errichtung von elektrischen Anlagen in Kläranlagen und deren Nebengebäuden immer durch eine konzessionierte Firma erfolgen wird, so ist doch auch deren Instandhaltung und der Betrieb an diese Kenntnisse gebunden. Deshalb bringe ich Ihnen diese Punkte ausführlicher, weil auch diese Aufgabe dem Klärwärter zufällt.

Der § 10 verweist auf das wichtigste Kapitel der Schutzmaßnahmen gegen Berührung unter Spannung stehender Anlagenteile, auf die ÖVE - 40/1959 besonders hin.

Die elektrischen Maschinen sind im § 20 behandelt, die Schalt- und Verteilungsanlagen im § 30. Daß Steckvorrichtungen in Verbindung mit Lampenfassungen oder mit Lampensockeln unzulässig (gesetzlich verboten) sind, steht im § 41, 307. Nach 41, 308 sind Abzweigstecker, auch solche mit Schutzkontakt, ebenfalls verboten (bereits seit 1962)! Ab der Durchführungs VO zum Elektrotechnikgesetz werden solche Übertretungen im Verwaltungsstrafverfahren nunmehr empfindlich geahndet wegen der zahlreichen Unfälle, die dadurch noch immer verursacht werden. Daher gilt der Grundsatz, daß an einen Stecker nur eine bewegliche Leitung angeschlossen werden darf (41,309). Daß Sicherungen nicht geflickt oder überbrückt werden dürfen und die Gläser der Schraubklappen nicht entfernt werden dürfen, ist sicherlich technisches Allgemeinwissen, steht aber im § 41,46.

Mit Nachdruck verweise ich auf die Bestimmungen des § 43, betreffend die Verwendung von Elektro-Handwerkzeug.

Für die Arbeiten in Kesseln, Behältern und ähnlichen engen Räumen aus gut leitfähigen Baustoffen (Beton in Naßräumen z.B., darf nur Elektrowerkzeug in ex-geschützter Bauart verwendet werden. Für Sie besonders wichtig! Für solche Zwecke ist Preßluftwerkzeug zu empfehlen, da wir an gewissen Arbeitsplätzen im Kläranlagenbetrieb die Gefahr der Entzündung von explosionsfähigen Gasen zu erwarten haben. Ein Beispiel aus Deutschland: Bei Instandsetzungsarbeiten an einem Schlammbehälter mit 14 m Durchmesser entzündeten sich Methangase aus dem Behälter durch eine nicht ex-geschützte Bohrmaschine. Die 20 cm starke Eisenbetondecke des 14 m Ø grossen Behälters wurde zertrümmert!

|| Eine Betriebsanleitung für alle Arbeiten an ||
so gefährdeten Anlageteilen ist rechtzeitig ||
auszuarbeiten!

Es kann in Österreich noch keine Allgemeinregel ausgearbeitet werden! Es ist Sache der verantwortungsvollen Behörde, bei Neuzulassungen solcher Anlagen, die Schwerpunkte der Gefährdung von Dienstnehmern zu erkennen und schon im Genehmigungsverfahren festzuhalten!

Ihr hier erworbenes Wissen um die chemisch-physikalisch-biologischen Vorgänge bei der Abwasserklärung befähigt Sie selbst, die Gefahrenherde in Ihrer Anlage zu erkennen und zu beachten, wichtig ist jedoch, daß der ständige, reibungslose Umgang in der Anlage nicht abstumpft gegen die Gefahr. Erfahrungsgemäß ist dies der Hauptgrund aller Arbeitsunfälle.

Doch noch einmal zurück zur ÖVE E 1. Auch die Verwendung von ex-geschützten Kabelhandlampen ist wertlos, wenn ein Verlängerungskabel im Gefahrenbereich von explosiblen Gasen bei der Steckerkupplung auseinandergezogen oder zusammengesteckt wird. Ebenso sind Leuchtstofflampen-Anlagen im Gefahrenbereich nur in ex-geschützter Ausführung zu errichten und auch zu erhalten. Ein gebrochener Schalter (Steckdose) ist sofort zu ersetzen und stromlos zu machen.

Die Steuerleitungen für die elektrischen Anlagen (Absperr-einrichtungen, Schiebersteuerungen, Schlamm-bagger, Hebezeuge) werden zweckmässig in Kleinspannung angelegt. Die Lage der Schalter hierfür ist deutlich zu markieren (Leuchtfarbe, Blech- oder Emailtafeln etc.), damit sie auch bei diesigem Wetter leicht zu erkennen sind. Alle Anlagen im Freien sind so anzulegen und zu erhalten, daß sie nicht nur bei trockenem, warmen Sommerwetter funktionssicher sind, sondern auch den harten Anforderungen im Winter (Regen, Schnee, Frost, Nebel, Beckenwasserdampf, Vereisung!) entsprechen. Hier darf keinesfalls bei den Anlagekosten gespart werden. Als Schutzmaßnahme gegen Berührungsspannung wird die Zulassungsbehörde sicherlich FJ-(Fehlerstrom-) Schutzschaltung vorschreiben. Mit Erdungsschwierigkeiten dürfte ja kaum zu rechnen sein. Im Betrieb ist dabei wichtig, daß der Kontrollschalter periodisch zur Prüfung auf Funktionstüchtigkeit betätigt wird. Der Schalter ist zwecklos, wenn er im Gefahrenmoment wegen Spulenvereisung durch Kondenswasser nicht anspricht. Bei der Anlage bereits den entsprechenden Geräteplatz berücksichtigen. Bei der Anlage ist die Installationsfirma darauf

aufmerksam zu machen, daß elektrische Einrichtungen im Klärbeckenbereich wegen der starken Wasserstrahleinwirkung beim Beckenreinigen nur in strahlwassergeschützter Ausführung errichtet werden dürfen (§ 83).

Auf Seite 32 der ÖVE E-1/1962 finden Sie im Bedarfsfall noch 2 Tabellen. Die eine gibt die zulässigen Leitungen für feste Verlegung und die andere solche für ortsveränderliche Stromverbraucher an. Verwenden Sie bitte nie unpassendes Leitungsmaterial beim Austausch. Diesen Fehler machen sogar Fachleute.

Mit diesen Hinweisen auf den Inhalt der ÖVE müssen wir aber dieses Kapitel wieder verlassen. Erstens wäre noch vieles zu sagen dazu und zweitens kann die gesonderte gründliche Bearbeitung dieser Materie im Rahmen dieses Kurses nicht ersetzt werden. Ich hoffe aber auch hier, daß Sie Klarheit bekommen haben über die Existenz und die Bezugsmöglichkeit der speziellen Vorschriften.

Zurück zur Allgemeinen Dienstnehmerschutzvorschrift, dem § 29: Rohrleitungen, Hähne und Ventile. Für Rohrleitungen und deren Armaturen sind solche Materialien zu verwenden, die mit Rücksicht auf die verschiedenen Einwirkungen, wie Druck, Temperatur und chemische Einflüsse (!) für den jeweiligen Zweck geeignet sind. Rohrleitungen sind fachgemäß zu verlegen. Oder lit (4): Abblasevorrichtungen und Ausflußöffnungen von Leitungen, die brennbare, gesundheitsschädliche oder heisse Stoffe führen, müssen so beschaffen sein, daß Verletzungen, Gesundheitsschädigungen oder erhöhte Brandgefahr bei Austreten dieser Stoffe sicher vermieden werden! Oder lit 8: Begehbare Gruben und Kanäle (in unserem Fall z.B. Faulraumbehälter) von Rohrleitungen, in denen nicht atembare oder giftige Gase geleitet werden, sind mit Warnungstafeln zu versehen, die auf die Möglichkeit der Gefährdung durch Gase hinweisen und den unnötigen Aufenthalt an solchen Orten verbieten.

Bei der Kontrolle des Faulgases auf Brennbarkeit darf es nicht unmittelbar an der Austrittsstelle gezündet werden, sondern nach der Entnahme aus einer Gassammelröhre (Dienst-anweisung).

§ 30: Erhöhte Standplätze. Können Betriebseinrichtungen, die eine laufende Bedienung erfordern, vom Fußboden aus nicht erreicht werden, sind fest verlegte Bedienungsstiegen und Plattformen oder Leitern vorzusehen.

§ 31: Behandelt die Beschaffenheit von Leitern,

§ 32 betrifft die Handwerkzeuge. Handwerkzeuge, die Funken ziehen können, dürfen an Arbeitsstellen, an denen hierdurch eine Explosion oder ein Brand ausgelöst werden könnte, nicht verwendet werden (Maschinenreparatur mit Meißel, Durchschlag und Hammer im Schlammbehälter).

Der Abschnitt 3 behandelt die Arbeitsvorgänge und beginnt mit dem § 34: Für alle Arbeitsvorgänge sind die jeweils erforderlichen Betriebs- und Hilfsmittel sowie Schutzvorrichtungen und Gegenstände zum persönlichen Schutz zur Verfügung zu stellen! (Gummistiefel, Schutzanzug, Masken, Sauerstoffgeräte, Sicherheitsgürtel mit Seil, Gasspürgeräte).

lit 4: Personen, von denen dem Dienstgeber bekannt ist, daß sie an körperlichen Schwächen oder Gebrechen, wie Fallsucht, Krämpfen, zeitweiligen Bewußtseinstrübungen, Schwindel oder Schwerhörigkeit in einem Maße leiden, daß sie dadurch bei bestimmten Arbeiten einer außergewöhnlichen Gefahr ausgesetzt wären oder andere gefährden könnten, dürfen zu Arbeiten dieser Art nicht verwendet werden (auch die Verwendung von Nichtschwimmern zu Arbeiten an tiefen Becken gehört hier herein).

lit 5: Gefährliche Arbeiten, zu denen auch Arbeiten zählen, die eine Berufskrankheit zur Folge haben können, dürfen nur Personen übertragen werden, welche die für diese Arbeiten erforderliche Eignung besitzen und über die damit verbundenen Gefahren belehrt wurden. Werden Arbeiten von mehreren Personen gemeinsam ausgeführt und ist hierbei zur Vermeidung von Gefahren

eine geeignete Verständigungsmöglichkeit erforderlich, so ist eine zuverlässige, mit den Arbeiten vertraute Person mit der Aufsicht und Verständigung zu betrauen (d.h., daß gewisse Personen gegen bestimmte, immer wieder auftretende Stoffe allergisch sind. Dies schließt die Verwendung solcher Personen für diese Tätigkeit aus. Oder, von einem bestimmten Arbeiter ist bekannt, daß er Anweisungen nicht oder ungenau befolgt, schlampig ist. Dies schließt seine Verwendung für solche Arbeiten aus. Oder bei Arbeiten in Schächten, Behältern, Einlaufkanälen arbeitet einer unten mit Schutzanzug, Maske, angeseilt. Oben stehen zwei Verlässliche. Einer hält das Seil der zweite beobachtet und hält die Verständigung aufrecht (z.B. mit einer Leine zum Anziehen). Hier keine Schlampereien dulden. Kollegiale Nachlässigkeit ist hier fehl am Platz. Die Abneigung gegen die Verwendung von Schutzkleidung und Masken ist unbedingt zu überwinden, wenn deren Verwendung vorgeschrieben ist.

§ 35: Transportarbeiten. Zum Heben, Tragen oder Bewegen schwerer Lasten sind geeignete Einrichtungen zur Verfügung zu stellen.

§ 36: Erdarbeiten. Bei Erdarbeiten, wie Herstellung von Gruben oder Gräben, müssen diese eine der Standfestigkeit des Bodens entsprechende Abböschung erhalten oder sie sind sachgemäß zu pölzen. Ab einer Tiefe von 1,25 m auf alle Fälle, wenn es nicht gewachsener Fels ist. Der Grubenrand darf beidseits in einer Mindestbreite von 50 cm nicht belastet werden. Wenn Sie Arbeiten in Eigenregie durchführen (Installationen, Störungen) diesen § genau beachten.

§ 37: Arbeiten mit gefährlichen Stoffen.

1. Bei Arbeiten mit leicht entzündlichen oder giftigen Stoffen sowie bei Arbeiten, bei denen sich solche Stoffe bilden können (!), sind die jeweils erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen zu treffen, wie insbesondere Vornahme der Arbeiten in geschlossener oder ummantelter Apparatur, Absaugung der gefährlichen Stoffe an der Entstehungs- oder Austrittsstelle oder ausreichende Raumbelüftung.

2. Bei Arbeiten mit leicht entzündlichen Stoffen darf innerhalb einer je nach Erfordernis zu bemessenden Entfernung von der Arbeitsstelle keine Zündquelle vorhanden sein. Kann bei Arbeiten und Betriebsvorgängen bei Anwesenheit leicht entzündlicher Stoffe eine elektrostatische Aufladung von Gegenständen oder Personen verursacht werden, sind geeignete Schutzmaßnahmen vorzusehen (Fußbodenbeläge, Stieggeländer- Handläufe, aber auch die Schutzkleidung auf ihre Materialbeschaffenheit beachten!)
4. Jeder Arbeitsvorgang bei der Erzeugung, Behandlung, Verwendung oder Lagerung von gesundheitsschädlichen Stoffen ist in einer solchen Weise und mit solchen Sicherheitsvorkehrungen durchzuführen, daß die Dienstnehmer soweit als möglich vor einer Beeinträchtigung durch diese Stoffe geschützt sind (ich denke dabei an die Lagerung und Verwendung der Stoffe, welche die Umsetzungsvorgänge in der Kläranlage steuern).
6. Bei Arbeiten mit giftigen, gifthältigen oder infektiösen Stoffen ist das Essen, trinken und Rauchen verboten. In Räumen, in denen Arbeiten mit solchen Stoffen vorgenommen oder in denen solche Stoffe gelagert werden, dürfen Getränke sowie EB- und Rauchwaren nicht eingebracht werden (Hinweis auf Tafeln, gründliche Reinigung, Desinfektionsmittel).
7. Zum Entnehmen von heißen, stark ätzender oder gifthältigen Flüssigkeiten aus Behältern die keine Ablasshähne besitzen, sind Sicherheitsheber, Pumpen, Kippkörbe o. dergl. zur Verfügung zu stellen (z.B. Chlor).

§ 38: Arbeiten an Behältern und Rohrleitungen

2. An Behältern, die leicht entzündliche Flüssigkeiten oder brennbare Gase enthalten oder enthalten haben, ist die Vornahme funkenbildender Arbeiten und Arbeiten mit offenen Flammen verboten, bevor nicht entsprechende Sicherheitsvorkehrungen getroffen worden sind.

5. Behälter, Gruben und ähnliche Anlageteile dürfen erst befahren werden, wenn die zuständige, fachkundige Aufsichtsperson dies ausdrücklich angeordnet hat (Klärwärter)!
6. Bei Behältern, Gruben, Kanälen, Schächten und ähnlichen Anlagenteilen, in denen sich giftige, betäubende oder sonstige gesundheitsschädigende Gase ansammeln können, darf, wenn sie befahren werden müssen, die lichte Weite von Einstiegöffnungen nicht weniger als 600 mm betragen, dies gilt nicht für Behälter oder sonstige Anlageteile, die unter den Geltungsbereich der Dampfkesselverordnung, BGBl. Nr. 83 1948, fallen.

Das Befahren von Anlageteilen der obangeführten Arten ist nur unter Anwendung entsprechender Sicherheitsmaßnahmen zulässig. Insbesondere ist der Einfahrende unter Verwendung eines geeigneten Sicherheitsgürtels so anzuseilen, daß eine allenfalls erforderliche Bergung rasch erfolgen kann (wie gehabt bei § 34). Das Einblasen von Frischluft als weitere Sicherheitsmaßnahme kommt noch in Betracht. Das Einblasen von Sauerstoff zur Belüftung ist jedoch verboten!

9. Bei Arbeiten im Inneren von Behältern dürfen Lampen oder Lötwerkzeuge mit flüssigen Brennstoffen, die im Falle des Verschüttens explosive Dampf-Luftgemische bilden können, nicht verwendet werden. Es dürfen nur geeignete, vorschriftsmässige elektrische Leuchten oder Sicherheitslampen benützt werden (siehe auch § 27).

Mit diesen Kurzauszügen soll der Abschnitt 3, betreffend die Arbeitsvorgänge abgeschlossen sein.

Der Abschnitt 4 betrifft die Lagerung von Materialien. Daß nur soviel eingelagert werden darf, daß die zulässige Belastung nicht überschritten wird. Im § 41 (1) wird bestimmt, daß bei der Lagerung von feuer- oder explosionsgefährlichen, giftigen oder stark ätzenden Stoffen die hierfür geltenden besonderen gesetzlichen Vorschriften einzuhalten sind.

5. Nahrungs- und Genußmittelbehälter (Bier-, Milchflaschen etc.) dürfen nicht für die Aufbewahrung von Giften oder ätzenden Stoffen verwendet werden.
7. Stoffe, die miteinander unter Feuererscheinung, starker Erwärmung oder unter Entwicklung von gefährlichen Gasen reagieren können, müssen getrennt und genügend weit voneinander entfernt gelagert werden (hierzu wird eine geänderte Lager-Dienstweisung bei Vorliegen der konkreten Betriebsverhältnisse aufzustellen sein). Bei der Verwendung von Rattengift in der Anlage wird das Giftgesetz zu beachten sein für die Aufbewahrung und Verwendung (Thallium). Bezugsbestimmungen, Quantitäten beachten. Giftverordnung BGBI. Nr. 392/1934 und Giftgesetz BGBI. Nr. 235/1951.

Der Abschnitt 5 behandelt die Schutzausrüstung. Schutz der Atmungsorgane (§ 43) durch geeignete Atemschutzgeräte mit geeigneten Filtern, d.h. diese müssen der jeweiligen Art der einwirkenden Stoffe entsprechen. Sie sind in regelmässigen Zeitabständen unter Beachtung der darauf angebrachten Vermerke über Gebrauchsdauer und Lagerfähigkeit zu prüfen und nach Bedarf auszuwechseln.

3. Muß mit dem Auftreten unbekannter oder zu hoher Gas-konzentrationen^{*)} oder mit zu geringem Sauerstoffgehalt der Luft gerechnet werden, sind geeignete Frischluft- oder Sauerstoffgeräte beizustellen. Sauerstoffgeräte dürfen nur von Personen benützt werden, deren Tauglichkeit hierfür ärztlich festgestellt ist. Vielleicht der wichtigste § für unseren Fall! Hier müssen wir einiges besprechen. Doch zuerst noch
4. Atemschutzgeräte müssen in genügender Zahl vorhanden sein. Sie sind stets in reinem und gebrauchsfähigen Zustand zu erhalten und außerhalb der gefährlichen Räume vorschädlichen Einwirkungen geschützt, an einem kühlen und trockenen Ort leicht erreichbar aufzubewahren.

*) Eine Zusammenstellung der Eigenschaften von Gasen in der Abwassertechnik befindet sich am Ende dieses Kapitels.

5. Auf einen guten Sitz der Atemschutzgeräte ist besonders zu achten. Sie sind persönlich anzupassen und entsprechend zu kennzeichnen. Die Dienstnehmer sind mit der Benützung der Atemschutzgeräte vertraut zu machen. In regelmässigen Zeitabständen, mindestens jedoch vierteljährlich, sind die Geräte auf ihre einwandfreie Beschaffenheit zu prüfen. Mit Geräten, die nur fallweise benützt werden, sind in den gleichen Zeitabständen Übungen mit angelegtem Gerät vorzunehmen. Über diese Übungen und Prüfungen sind Vormerke zu führen. Soweit das Gesetz. Eine ganze Menge für uns geregelt.

Dazu ist noch folgendes zu sagen:

Einfache Filtermasken werden im Kläranlagenbetrieb kaum verwendet werden können. Grundsätzlich schützt ein bestimmter Filter nur gegen ein bestimmtes Gas (daß es Mehrzweckfilter auch gibt, ändert die Sachlage nicht wesentlich). In der Kläranlage haben wir Austritt der Abwässer (im Einlaufwerk) aus den städtischen, unterirdischen Leitungsstrecken die Gefährdung durch brennbare oder toxische Gase und Dämpfe gegeben. Diese sind weitläufiger Art und Konzentration, wenn man nur die Vielfalt der Gewerbe-, Industrie- und Anstaltenabwässer überlegt. Wir haben 2 Probleme getrennt zu überlegen: Die Schutzausrüstung des Dienstnehmers selbst und die Messung, die er vorzunehmen hat. Es wird grundsätzlich zu überlegen sein, daß die Schutzausrüstung aus Gummistiefel, Gummihandschuhen und Gummianzug und einem Sauerstoff-Atemgerät wird bestehen müssen an den Hauptkonzentrationspunkten. Dazu Behältermessungen (Tropfkörper) eine ex-geschützte Elektro-Batterie-Handlampe.

- A. Die Feststellung von toxischen oder nicht atembaren Gasen in den Abwässern kann durch die Prüfröhrchengeräte der Firmen Auer/Berlin oder Dräger/Lübeck vorgenommen werden. Ich habe Ihnen ein Dräger-Gasspürgerät zur Ansicht mitgebracht. Jedes Arbeitsinspektorat ist damit ausgestattet.

Die Prüfröhrchen der Firma Auer sind unter Bezeichnung "Qualitest" im Handel und die Prüfröhrchen der Firma Dräger unter der Bezeichnung "Polytest". Beide Typen dieser Prüfröhrchen für qualitative

(nicht aber quantitative, "MAK" Messungen) zeigen an:

Kohlenoxid, Leuchtgas, Benzin
aliphatische Kohlenwasserstoffe,
halogenierte ungesättigte Kohlenwasserstoffe,
halogenierte gesättigte Kohlenwasserstoffe,
aromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol, Xylol, Toluol),
Schwefelkohlenstoff und
Schwefelwasserstoff.

Nicht angezeigt wird jedoch von beiden Röhrchentypen Kohlen-
säure. Wenn also mit dem Auftreten von Kohlendioxid, z.B.
als Folge von Gärungsvorgängen gerechnet werden muß, ist zu-
sätzlich ein spezifisch wirkendes Kohlendioxidprüfröhrchen von
einer der beiden Firmen zu verwenden.

B. Die Feststellung von brennbaren und explosiblen Gasen oder
Dämpfen kann nach dem letzten Stand der Technik mit dem
"Ex-Meter" der Fa. Auer/Berlin mit genügender Genauigkeit er-
folgen.

Um daher mit ausreichender Sicherheit sowohl den toxischen,
wie auch den explosiblen Bereich der vorhandenen Gase zu er-
fassen, sind bei jeder Gasspürmessung zuerst das "Prüfröhrchen-
gerät" und dann das "Ex-Meter" zur Messung hintereinander heran-
zuziehen.

Wo von der Industrie, von Forschungsinstituten und Krankenhäusern
radioaktive Isotopen in ausgedehnter Masse verwendet werden, muß
daneben noch die Möglichkeit der unachtsamen oder zufälligen
Einleitung dieser Stoffe in Betracht gezogen werden. Damit kann
der auf einer Kläranlage behandelte Schlamm radioaktiv werden.
Die Zusammenarbeit mit entsprechenden Institutionen zwecks peri-
odischer oder fallweiser Kontrolle wäre hier in Erwägung zu
ziehen.

Damit sollen die Probleme für die eigene, weitere Beobachtung
im Inland abgesteckt sein und die Gefahr für die Dienstnehmer
entschärft sein. Zweck dieser Zeilen kann es lediglich sein,
daß die Debatte über die Dienstnehmerschutzmaßnahmen damit er-
öffnet ist.

In der Tabelle sind einige praktische Schadensfälle an den Faulbehältern die in Deutschland veröffentlicht wurden (Schäfer: Wasser, Luft und Betrieb 11, 1967, Seite 664) zusammengestellt. Hieraus geht die Bedeutung des Unfallschutzes für die Praxis hervor.

| Ereignis | Ursache | Zündung | Folgen | | Maßnahmen zur Vermeidung einer Wiederholung (U.V.V.-Bestimmungen) |
|---|--|---|---|--|---|
| | | | Sachschäden | Personenschäden | |
| Explosion beim Reinigen eines Kiestopfes im Pumpenkeller (8) | Bildung eines Gas-Luftgemisches durch undichte Gasschieber | vermutlich nicht explosionsgeschützte Beleuchtungsanlage | unwesentlich | Krankenhausbehandlung von 2 Mann mit Verbrennungen im Gesicht | Kiestopf nicht im Keller oder Treppenhaus, sondern im Freien einbauen (23. Gaswerke, § 4) |
| Explosion während der Einarbeitungszeit einer zweistufigen Faulanlage (9) | Austritt eines Gas-Luftgemisches aus einem Mannlochdeckel des teilweise gefüllten Vorfaulbehälters | Lötflamme eines auf dem Behälter arbeitenden Klempners | Zerstörungen im Behälter. Verzögerung der Inbetriebnahme um 1/2 Jahr | keine | Absperren des Faulbehälteraufganges, Verwendung von Lötgeräten verboten (Ortsentwässerung § 12) |
| Explosion während der Wiederinbetriebnahme eines entleerten Faulbehälters (3), Abb. 2 | Schließung eines oberen Behälterdeckels ohne Anweisung. Vor der Verdrängung des Gas-Luftgemisches | Voraussichtliche Erhitzung von Schwefelablagerungen im Abscheider der Gasleitung 2 Stunden später | Zerstörung der 20 cm starken Stahlbetonbehälterdecke mit 14 m Durchmesser | keine | Aufstellung einer Dienstankündigung (Ortsentwässerung § 28) |
| Explosion während der Wiederauffüllung eines gereinigten Faulbehälters | Bildung eines Gas-Luftgemisches über dem Schlamm Spiegel | Kurzschluß durch Tropfwasser einer im Faulraum hängenden, nicht explosionsgeschützten Lampe | Zerstörung der Einstiegsöffnung auf dem Faulbehälter | keine | Aufstellung einer Dienstankündigung, nur ex-geschützte Leuchten verwenden (Ortsentwässerung § 28, 12) |
| Explosion während der Reparatur eines Schraubenschaufflers im geöffneten Faulraumkopf (3) | Gas-Luftgemisch in der Montageöffnung | Funken einer nicht explosionsgeschützten Handbohrmaschine beim Ausbohren einer Halteschraube | unwesentlich | 1 Mann mit tödlichen Brandwunden am ganzen Körper | Nur explosionsgeschützte Geräte verwenden (Ortsentwässerung, § 12) |
| Explosion bei Schweißarbeiten auf einem entleerten Faulbehälter, Abb. 3 | Nachträgliche Bildung eines Gas-Luftgemisches | In den Behälter gefallene Schweißperle | Zerstörung des gesamten Behälters | 1 Mann tot, 1 Mann Krankenhausbehandlung mit Knochenbrüchen und Prellungen | Verwendung von Schweißgeräten verboten (Ortsentwässerung, § 12) |

Der § 44

behandelt die Schutzkleidung (Kopschutz und Helme, Gehörschutz, Schürzen gegen Säuren, Fußbekleidung am Arbeitsplatz, Schutanzug gegen Durchrassung, Sicherheitsgürtel und Seil gegen Abstürzen).

Der § 45

betrifft die Arbeitskleidung. (1) Die mit der Wartung und Bedienung von Maschinen und Triebwerken Beschäftigten müssen enganliegende Kleidung tragen.

Der Abschnitt 6 behandelt die BRANDSCHUTZMASZNAHMEN.

- § 46 Verbot des Rauchens und der Verwendung von offenem Feuer und Licht
- § 47 Brennbare Abfälle
- § 48 Feuerlöschmittel und Feuerlöschgeräte
- § 49 Brandalarmeinrichtungen
- § 50 Blitzschutzanlagen

Der gesamte Abschnitt 6 soll vielleicht am besten zusammengefaßt betrachtet werden. Wie die Erfahrung lehrt, sind betriebliche Brandschutz- und Feuerlösch-Ordnungen sehr zweckmäßig. Schon bei der Planung der baulichen Anlagen und bei der Kommissionierung anlässlich der Endabnahme und Inbetriebnahme wird dieser Fragenkomplex besonders geprüft werden müssen. Auch hier steht Ihnen die Brandschutz-Behörde rechtzeitig gerne mit Rat zur Verfügung. Die Zentralstelle für Brandverhütung in Wien 15., Mariahilferstraße 133, gibt sehr aufschlußreiche und klar gegliederte Merkblätter für die Brandbekämpfung heraus.

Welche Stoffe und eingelagerten Materialien sind nun in der Anlage leicht brennbar (Faulbehälter, Einlaufwerk, Labor, Lagerraum). An welchen Punkten? Wo ist Rauchverbot anzuordnen? Wie erreiche ich die nächste Feuerwehr? Welche Maßnahmen habe ich bis zum Eintreffen der Feuerwehr selbst zu treffen? Mit welchen Mitteln? Verwende ich den richtigen Feuerlöscher für den betreffenden Brand? Für die entsprechenden Brandklassen gibt es die geeigneten Feuerlöscher! Die Zentralstelle für Brandbekämpfung in Wien 15., gibt Verzeichnisse der geprüften Handfeuerlöscher-Typen dazu heraus! Kennt sich das Personal auch mit den vorhandenen Geräten aus? Übungen sind periodisch notwendig, die Geräte laufend zu überprüfen und Nachweis darüber zu führen. Anzahl und Größe der bereitgestellten Geräte entscheiden. Sind fahrbare Karren vielleicht notwendig? Kann ich mit Wasser löschen, wo nehme ich es in ausreichender Menge her? Werden Hydranten notwendig sein mit eigenen Schlaucheinrichtungen? Wo ist der günstigste Platz für die Aufbewahrung hierfür in der Anlage (schon bei der Planung berücksichtigen wegen der entsprechend dimensionierte Wasserleitung. Mindestquerschnitt NW 50 mm). Reicht der gegebene

ne Druck hierfür aus? Kennt die Feuerwehr meine Anlage? Sie sehen, eine Fülle von Fragen, die noch lange nicht abgeschlossen ist, aber Anregung geben soll.

Auf alle Fälle gehört nachgefragt, ob und welche Brandalarmrichtungen notwendig sein werden. Ebenfalls wieder ein spezialisiertes Detailgebiet.

Keinesfalls übergangen werden darf die Frage des Blitzschutzes der Kläranlage! Die freie Lage der Anlage, die grossen Wasserflächen, die Maschinenanlagen sind zu beachtende Faktoren. Die ÖVE - E 49/1960 beinhaltet die Leitsätze für die Errichtung und Überprüfung von Blitzschutzanlagen. 1963 erschien der Nachtrag E 49 a hierzu.

Der Abschnitt 7 behandelt die SANITÄREN VORKEHRUNGEN

| | | | |
|------|---------------------|------|------------------|
| § 51 | Erste Hilfeleistung | § 52 | Trinkwasser |
| § 53 | Waschgelegenheit | § 54 | Aborte |
| § 55 | Umkleideräume | § 56 | Aufenthaltsräume |
| § 57 | Wohnräume | | |

ad § 51: In jedem Betrieb muß bei Verletzungen oder plötzlichen Erkrankungen erste Hilfe geleistet werden können. Wo ist der nächste Arzt? Rettung? Telefonnr. greifbar halten! Für eine vorläufige Versorgung Verletzter ist Sorge zu tragen! Dazu ist ein sinnvoll ausgestatteter Erste Hilfe-Kasten notwendig, und dabei die Eigenart des Betriebes und seiner besonderen Gefahren zu beachten. Gegebenenfalls kann auch eine Krankentrage zweckmässig sein. Eine ausführliche Anweisung zur Ersten Hilfe ist neben dem Sanitätskasten auszuhängen (in Fachgeschäften für Arzteinrichtungen erhältlich). Ein Dienstnehmer muß für die Erste Hilfeleistung ausgebildet sein, aber auch anwesend und erreichbar sein (Erste Hilfekurse werden vom Roten Kreuz und anderen Organisationen regelmässig abgehalten, auch eigene Weiterbildung ist zweckmässig).

ad § 52: In jedem Betrieb ist den Dienstnehmern ein den hygienischen Anforderungen entsprechendes Trinkwasser zur Verfügung zu stellen. Entnahmestellen sind als solche deutlich sichtbar zu kennzeichnen.

ad § 53:

1. In jedem Betrieb ist Vorsorge zu treffen, daß einwandfreies Waschwasser zur Verfügung steht, für je 5 Dienstnehmer, die gleichzeitig ihre Arbeit beenden, muß ein Waschplatz vorhanden sein. Nach Möglichkeit soll auch warmes Waschwasser zur Verfügung gestellt werden (im Kläranlagenbetrieb zweifelsohne zwingend).
2. Dienstnehmern, die bei ihrer Arbeit einer besonders starken Verschmutzung, der Einwirkung, ätzender, giftiger oder infektiöser Stoffe, starker Staubeinwirkung oder grosser Hitze ausgesetzt sind, sind zur Reinigung warmes Wasser, Seife, Handbürsten und Handtücher beizustellen. Für mit solchen Arbeiten beschäftigte Dienstnehmer sind auch Baderäume zur Verfügung zu stellen (wieder je 6 Personen 1 Brause mit Kalt-Warmwasser oder 1 Badewanne).
3. Die Wasch- und Baderäume sind lüft- und heizbar einzurichten und in der Regel in der Nähe der Umkleideräume so anzulegen, daß sie ohne Gefahr einer Erkältung erreicht werden können.
4. Zur Beseitigung von stärkeren Verunreinigungen der Haut sind geeignete hautschonende Reinigungsmittel in gebrauchsfertiger Form bereitzustellen. Den mit ätzenden Stoffen beschäftigten Dienstnehmern sind ausserdem geeignete Hautschutzmittel zur Verfügung zu stellen. Bei Arbeiten, bei denen erfahrungsgemäß Infektionsgefahr besteht, sind auch Desinfektionsmittel beizustellen.

ad § 54:

1. Den Dienstnehmern sind entsprechende Abortanlagen zur Verfügung zu stellen, die den diesbezüglichen baupolizeilichen und sanitären Vorschriften genügen müssen.
4. Bei den für Männer bestimmten Aborten sind auch Pißanlagen vorzusehen, deren Wände und Rinnen aus glatten und undurchlässigem Material hergestellt sein müssen.

ad § 55:

1. Jedem Dienstnehmer ist zur Aufbewahrung seiner Straßen-, Arbeits- und Schutzkleidung ein ausreichend grosser, luftiger und versperrbarer Kasten zur Verfügung zu stellen, in dem die Kleidungsstücke gegen Einwirkungen, die der

Gesundheit der Dienstnehmer abträglich sind, wie Nässe, Staub, schädliche oder übelriechende Dämpfe genügend geschützt sein müssen.

3. Werden Arbeiten ausgeführt, bei denen die Arbeits- oder Schutzkleidung der Berührung mit giftigen, infektiösen oder stark ätzenden Stoffen ausgesetzt ist, so sind die Straßenkleider getrennt von den Arbeits- und Schutzkleidern zu verwahren!

ad § 56:

1. In Betrieben, in deren ständigen Betriebsstätten in der Regel mehr als 20 Dienstnehmer beschäftigt werden, ist zum Aufenthalt in den Arbeitspausen und zum Einnehmen der Mahlzeiten ein eigener Raum zur Verfügung zu stellen, der in der kalten Jahreszeit zu beheizen ist. Soweit nicht bereits besondere Vorschriften für Betriebe, in denen gesundheitsgefährliche Arbeiten verrichtet werden, bestehen, kann für solche Betriebe, in denen aus hygienischen Gründen das Einnehmen der Mahlzeiten in den Arbeitsräumen nicht tunlich erscheint, von der zuständigen Behörde die Beistellung eines Aufenthaltsraumes auch dann verlangt werden, wenn in der Regel weniger als 20 Dienstnehmer beschäftigt werden.
2. Den Dienstnehmern sind Einrichtungen zum Wärmen mitgebrachter Speisen sowie für das Einnehmen der Mahlzeiten Tische und Sitzgelegenheiten in ausreichender Zahl zur Verfügung zu stellen.
3. Vor dem Betreten von Aufenthaltsräumen sind Arbeits- und Schutzkleider, die durch giftige, infektiöse oder stark ätzende Stoffe verunreinigt sind, abzulegen.
4. Dienstnehmern, die im Freien oder in Räumen beschäftigt werden, die mit Rücksicht auf die Betriebsweise nicht beheizt werden können, sind bei nasser oder kalter Witterung Aufenthaltsräume zur Verfügung zu stellen. Den Dienstnehmern ist in entsprechenden Zeitabständen Gelegenheit zum Aufenthalt in diesen Räumen zu geben. Bei kalter Witterung sind diese Räume zu beheizen.

ad § 57:

1. Räume, die den Dienstnehmern für Wohnzwecke zur Verfügung gestellt werden, müssen den Bestimmungen der Bauordnung über Wohnräume entsprechen. Sie müssen insbesondere lüft- und heizbar sowie beleuchtbar sein und mindestens ein direkt ins Freie führende Fenster haben. Jedem Dienstnehmer ist ein versperrbarer Kleiderschrank und eine Bettstelle zur Verfügung zu stellen. Etagenbetten sind zu vermeiden, in ständigen Wohnräumen sind sie unzulässig. Wird Bettwäsche beigelegt, so ist diese mindestens monatlich zu wechseln. Ferner muß eine ausreichende Zahl von Waschgelegenheiten vorhanden sein. Überdies muß der Wohnraum mit mindestens einem genügend großen Tisch und einer ausreichenden Zahl von Sitzgelegenheiten ausgestattet sein.
2. In jedem Wohnraum dürfen nur so viele Personen untergebracht werden, daß auf jede Person ein Luftraum von mindestens 10cm³ entfällt.
4. Werkswohnungen zählen nicht zu den in Absatz 1 bis 3 genannten Räumen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß auch hier bei den sanitären Vorkehrungen das Schwergewicht der Erfüllung schon bei der Planung der Anlage gegeben ist. Die getrennte Aufbewahrung der Arbeitsschutzkleidung von den zivilen Privatkleidern, die Trennung des Speiseraumes von den verschmutzten Räumen, die Waschgelegenheit mit Desinfektionsmitteln (eine aussen gelegene Vorbrause mit Stiefelwäscher) wird alles vorher überlegt werden müssen.

In welchem Raum werden die Abwasser- und Schlammproben bearbeitet (säurefeste Ausgüsse bei der Installation einplanen, Schutzbrillen bereitlegen gegen Säurespritzer, usw.).

Daß strenge persönliche Hygiene oberstes Gebot ist, haben wir schon erkannt! Die Frage einer spezifischen Berufserkrankung wird zu beobachten sein. Durch Rattenurin wird die sogenannte Weil'sche Krankheit übertragen, welche durch Leptospiren hervorgerufen wird. Sie äussert sich durch einen gelbsuchtähnlichen Verlauf und ist absolut nicht ungefährlich. Die Infektion erfolgt durch Mund und Nase über die Hände.

Daher nochmals: Keine Nachlässigkeit dulden (Rauchen, Essen mit ungewaschenen Händen oder im Schutzanzug). Verbindung mit Amtsarzt oder Gesundheitsbehörden (Institute) schon im Beratungsstadium aufnehmen.

Der Abschnitt 8 beinhaltet die Instandhaltung und Reinigung.

§ 58: Instandhaltung

1. Alle Betriebsgebäude, Betriebsräumlichkeiten, Betriebseinrichtungen, Betriebsmittel und Schutzvorrichtungen sowie Gegenstände für den persönlichen Schutz der Dienstnehmer sind in gutem und sicherem Zustand zu erhalten. Sie sind, soweit nicht besondere Überwachungsfristen festgelegt sind, in regelmässigen Zeitabständen ihrer Eigenart entsprechend auf ihren ordnungsgemässen Zustand zu prüfen und festgestellte Mängel beheben zu lassen. Die Überprüfung kann, sofern nichts anderes festgelegt ist, durch fachkundige Betriebsangehörige erfolgen.
2. Soweit auf Grund der Bestimmungen dieser Verordnung über die Prüfung von Betriebseinrichtungen, Betriebsmitteln oder Gegenständen für den persönlichen Schutz der Dienstnehmer Vormerke zu führen sind, müssen diese im Betrieb aufbewahrt und den amtlichen Organen auf Verlangen vorgewiesen werden.

Vormerke über die Prüfung solcher Betriebsmittel werden in unserem Falle z.B. zu führen sein für die Atemschutzgeräte und Gasspüreinrichtungen, für die Sicherheitsgürtel und Seile, für Hebezeuge und Transporteinrichtungen. Über die Führung des Betriebstagebuches der Kläranlage wurde ja an anderer Stelle dieses Kurses bereits gesprochen. Wie weit diese Aufzeichnungen zusammengelegt werden, bleibt vom Gesetzgeber dem organisatorischen Geschick des Verantwortlichen überlassen. Auch an dieser Stelle möchte ich besonders betonen, welchen dokumentarischen Charakter diese Aufzeichnungen gegebenenfalls erkennen lassen.

3. Betriebseinrichtungen und Betriebsmittel sowie Gegenstände für den persönlichen Schutz der Dienstnehmer, welche die erforderliche Sicherheit gegen Unfälle nicht mehr gewährleisten, sind der weiteren Verwendung zu entziehen.

§ 59: Reinigung

1. Für die Reinhaltung der Betriebsräumlichkeiten, der den sanitären Vorkehrungen dienenden Einrichtungen und sonstiger Einrichtungen sowie der Gegenstände für den persönlichen Schutz der Dienstnehmer ist Sorge zu tragen. Dies gilt besonders dann, wenn durch den Arbeitsprozess eine erhöhte Verschmutzung erfolgt oder giftige oder infektiöse Stoffe erzeugt, behandelt, verwendet oder gelagert werden.
2. Erforderlichenfalls ist in regelmässigen Zeitabständen eine Desinfektion der Betriebsräumlichkeiten, ihrer Einrichtungen und der dem persönlichen Schutz der Dienstnehmer dienenden Gegenstände vorzunehmen.

Wegen deren Bedeutung habe ich Ihnen die beiden §§ 58 und 59 vollinhaltlich zitiert.

Damit sei der I. Teil der Allgemeinen Dienstnehmerschutzverordnung, welcher die allgemeinen Vorschriften beinhaltet, abgeschlossen.

Der II. Teil beinhaltet die "Besonderen Sicherheitsvorschriften"

Damit Sie einen Überblick bekommen, setze ich eine Aufstellung voran und zitiere Ihnen die wichtigsten Punkte für unsere Zwecke. Im Bedarfsfall wissen Sie dann wieder den vollkommenen Text zu finden. Es ist ganz ausgeschlossen, hier alles zu bringen bei dem Umfang der technischen Einrichtungen und dem heutigen Stand der Technik.

Abschnitt 9: Besondere Sicherheitsvorschriften, gemeinsame Bestimmungen.

§ 60:

1. Alle beweglichen Teile von Betriebseinrichtungen die Unfälle verursachen können, sind im Arbeits- und Verkehrsbereich wirksam zu sichern. Es sei den,, daß eine Berührung der Gefahrenstellen durch Personen oder Gegenstände ausgeschlossen ist.
2. Schutzvorrichtungen müssen an den Gefahrenstellen ausreichenden Schutz gewähren, genügend widerstandsfähig und sicher befestigt sein. Sie dürfen bei der Arbeit möglichst wenig behindern und, wenn möglich, ohne Hilfsmittel nicht abnehmbar sein. Schutz-

- vorrichtungen dürfen die Wartung der Betriebseinrichtung nicht wesentlich erschweren, sie sollen, soweit dies möglich ist, in die Konstruktion der Betriebseinrichtung einbezogen sein.
3. Schutzvorrichtungen aus Geflechtem, Stäben oder durchbrochenem Material müssen so beschaffen sein, daß ein Durchgreifen oder Durchfallen von Gegenständen, wodurch Unfälle verursacht werden können, mit Sicherheit verhindert wird.
 4. Soweit es der Schutz, der mit der Schutzvorrichtung erzielt werden soll, zuläßt, soll zwischen den Schutzvorrichtungen und dem Fußboden ein Zwischenraum von etwa 0,15 m vorhanden sein
 5. Schutzvorrichtungen, die bei Stillstand der Maschine für einen bestimmten Zweck entfernt werden müssen, sind, sobald dieser Zweck erreicht ist, jedenfalls aber vor dem Ingangsetzen der Maschine wieder anzubringen. Können an Arbeitsmaschinen bestimmte Arbeitsvorgänge aus technischen Gründen nur dann ausgeführt werden, wenn Schutzvorrichtungen ganz oder teilweise entfernt oder ausser Wirksamkeit gesetzt worden sind, so darf nach Beendigung dieser Arbeitsvorgänge erst dann weitergearbeitet werden, wenn die Schutzvorrichtungen wieder angebracht oder wirksam gemacht worden sind. Die Schutzvorrichtungen dürfen nur über Weisung des Betriebsinhabers entfernt werden, der vor Ausführung dieser Arbeiten für andere geeignete Schutzmaßnahmen zu sorgen hat.
 6. Bei abnehmbaren Schutzvorrichtungen soll durch einen Farbanstrich der bei abgenommener Schutzvorrichtung sichtbar wird, auf die Gefahrenstelle hingewiesen werden.
 7. Teile von Betriebseinrichtungen, die einer Wartung bedürfen, wie Schmierbüchsen und ähnliche Teile, sowie Bedienungseinrichtungen, müssen leicht und gefahrlos zugänglich sein.

§ 61:

1. Bewegliche Teile von Betriebseinrichtungen, wie Wellen, Kuppelungen, Riemen- und Seilscheiben, Ketten-, Zahn- und Spreichenräder und Friktionsscheiben, sind im Arbeits- und Verkehrsbereich gegen gefahrenbringende Berührung zu sichern.
2. Zahn- und Kettenräder, die nicht im Arbeits- und Verkehrsbereich laufen, sind an den Eingriffsstellen vorne und seitlich zu verkleiden.

4. vorstehende Wellenenden zu verkleiden,
5. Quetsch- und Scherstellen ebenfalls,
6. Bewegungsbahnen von Gegen- und Schwunggewichten zu umwehren,
7. das unbeabsichtigte Zufallen schwerer Deckel und Verschlüsse an Maschinen hinanzuhalten,
8. das Schmieren beweglicher Teile von Betriebseinrichtungen ist nur bei Verwendung von Einrichtungen gestattet, die ein gefahrloses Arbeiten ermöglichen.

§ 62: Schutzmaßnahmen an maschinellen Einrichtungen.

Die in der Maschinen-Schutzvorrichtungsverordnung, BGBl.Nr. 266/1951, in der jeweils geltenden Fassung genannten Maschinen sind mit den dort bestimmten Schutzvorrichtungen zu verwenden.

An dieser Stelle möchte ich noch etwas einflechten: Die Beschaffung von Maschinen und Einrichtungen, besonders aus dem Ausland, zieht bei der Erstzulassung anlässlich der Anlagenabnahme oft Schwierigkeiten nach sich. Die Herstellung der Maschinen wird nach den Bestimmungen des eigenen Landes erfolgen, nicht aber nach den Bestimmungen, welchen der Benützer unterliegt. Dieser hat dann die Schwierigkeiten zu gewärtigen, wenn die Anlage nicht den österreichischen Bestimmungen des Dienstnehmerschutzes entspricht. Bitte auch diesen Punkt bei der Planung einer Anlage einzubauen und die speziellen Vorschriften rechtzeitig zu beachten!

§ 63: Aufstellung von Betriebseinrichtungen

2. Betriebseinrichtungen sind so aufzustellen, daß bei ihrer Verwendung im Arbeits- und Verkehrsbereich Quetschstellen mit festen Gegenständen nicht auftreten können und den an den Betriebseinrichtungen Beschäftigten genügend Platz für die ordnungsgemäße Durchführung ihrer Tätigkeiten zur Verfügung steht.

§§ 64, 65, 66 = Dampfkesselanlagen und Feuerungen
(für uns bedeutungslos).

§ 67 bis 71 = Aufstellung von Kraftmaschinen, Schutzmaßnahmen bei fahrbaren Kraftmaschinen, Signalvorrichtungen, Reglern. Bedienung und Instandhaltung von Kraftmaschinen. Zu § 70 möchte ich den (lit 2) herausgreifen, welcher besagt, daß bei unvorhergesehenen Energieausfall die Antriebsmaschinen abzuschalten sind. Nähere Erläuterungen über die Folgen bei unvorhergesehenen Wiederanlauf dürften sich erübrigen. Auch besonders zu beachten bei der Anlage von programmgesteuerten Anlagen.

§ 72: Bedienung und Instandhaltung von Kraftmaschinen.

1. Zur selbständigen Bedienung und Instandhaltung von Kraftmaschinen dürfen nur verlässliche und sachkundige Personen herangezogen werden. Überdies sind die für die Bedienung von Kraftmaschinen jeweils geltenden Vorschriften einzuhalten.
2. Bei Verbrennungskraftmaschinen ist das Nachfüllen von flüssigem Treibstoff bei laufendem Motor sowie bei offenem Licht verboten.
5. An in Gang befindlichen Kraftmaschinen dürfen Ausbesserungsarbeiten nicht vorgenommen werden, Das gleiche gilt für das Reinigen beweglicher Teile.
6. Bei Ausbesserungsarbeiten an Kraftmaschinen ist deren unbeabsichtigtes, unbefugtes oder irrtümliches Ingangsetzen oder ein solches Bewegen ihrer beweglichen Teile durch geeignete Maßnahmen zu verhindern.

Der Abschnitt 12 beinhaltet dann die Transmissionsanlagen, Der Abschnitt 13 die Arbeitsmaschinen und sonstigen Betriebs-einrichtungen, wie Sägen, Hobel- und Fräsmaschinen, Drehbänke und Bohrwerke, Schleifkörper)§ 83), Pressen und Stanzen, Hämmer und Fallwerke, Kompressorenanlagen, Preßluftwerkzeuge (§ 87), Dampfgefäße und Druckluftbehälter, Zentrifugen.

Der Abschnitt 14 die Lasthebemaschinen und Nahfördermittel. Aufzüge, Krane, Winden und Flaschenzüge, Hebebühnen, Nahfördermittel (§ 95).

Auch zum Abschnitt 14 möchte ich Ihnen wieder einen kurzen Hinweis darauf geben, daß der Österreichische Normenausschuß in Wien I., Bauernmarkt 13 den Verkauf der Normblätter betreibt. Eine ganze Reihe solcher Normen sind bereits mit Rechtskraft ausgestattet. Sie erlauben es, daß sich dem rasch ausweitenden Stand der Technik die juristischen Grundlagen anpassen können. Der Einblick in das kostenlose Verzeichnisheftchen des ÖNA gibt Ihnen Aufschluß über etwa erforderliche Unterlagen.

Der Abschnitt 15 bringt dann noch sehr ausführlich die Werksbahnen, Gleisanlagen, Fahrbetriebsmittel, Verhaltenim Bereich von Bahnanlagen, das Be- und Entladen.

Der Abschnitt 16 beinhaltet den Verkehr mit Fahrzeugen (in Betrieben), Elektrokarren.

Über den III. Teil der Allgemeinen Dienstnehmerschutzvorschrift, die Pflichten der Dienstgeber und über das Verhalten der Dienstnehmer haben wir schon zu Beginn unserer Ausführungen gesprochen. Womit der Kreis wieder geschlossen erscheint.

Wir haben zu Beginn unserer Ausführungen den technischen Dienstnehmerschutz in eine allgemeine und in eine spezifische Gruppe gegliedert. Sie werden erkannt haben, daß es mittlerweile zweckmässig geworden war, im Zuge der Besprechungen die spezifischen Punkte gleich dort einzubauen, wo sie bei der gesetzlichen Grundlage der Allgemeinen Dienstnehmerschutz-Verordnung ohnedies schon verbindlich sind. Damit wäre schon eine Grundlage gegeben für die Herausgabe von internen Betriebsanweisungen oder überhaupt für eine spätere DIENSTNEHMERSCHUTZ-VORSCHRIFT im KLÄRANLAGENBETRIEB. Die zuständige Behörde (Bezirkshauptmannschaft, Landeshauptmann) kann auf Antrag des Arbeitsinspektorates Maßnahmen vorschreiben, die über die Vorschriften des Allgemeinen Dienstnehmerschutzes hinausgehen, wenn es die besonderen Betriebsverhältnisse zum Schutze des Lebens und der Gesundheit der Dienstnehmer erfordern (§ 110 ADSV). Im § 111 haben wir noch die Behördenzuständigkeit geregelt und im § 112 die landesrechtlichen Vorschriften.

Wie jedes Gesetz hat auch die ADSV im § 113 die Übertretung der Vorschriften dieser Verordnung geregelt. Sofern sie nicht nach anderen Gesetzen einer strengeren Bestrafung unterliegen, werden sie nach den Bestimmungen der Gewerbeordnung von der Verwaltungsbehörde geahndet. Ein solches anderes Gesetz ist das Österreichische Strafgesetz. Ich habe an den Eingang dieser Ausführungen das Beispiel von dem Dienstnehmer, der beim Schlammstochern in das Becken fiel, angeführt. Als anordnungsbefugte Aufsichtsperson sollten Sie daher rechtzeitig zum Beispiel den § 335, oder den § 152 des Österreichischen Strafgesetzbuches kennen. Interessant ist auch, daß das Gesetz gemäß § 431 auch konkrete Gefährdungen ohne wirklichen Schaden einer Bestrafung zuführt!

Ich zitiere Ihnen absichtlich noch diese 3 Paragraphen ausführlich:

Nach § 335 Strafgesetz soll jede Handlung oder Unterlassung, von welcher der Handelnde schon nach ihren natürlichen, für jedermann leicht erkennbaren Folgen, oder vermöge besonders bekanntgemachter Vorschriften, oder nach seinem Stande, Amte, Berufe, Gewerbe, seiner Beschäftigung, oder überhaupt nach seinen besonderen Verhältnisse einzusehen vermag, daß sie eine Gefahr für das Leben, die Gesundheit oder körperliche Sicherheit von Menschen herbeizuführen oder zu vergrößern geeignet sei, wenn hieraus eine schwere körperliche Beschädigung (§ 152) eines Menschen erfolgte, an jedem Schuldtragenden als Übertretung mit Arrest von einem bis zu sechs Monaten, dann aber, wenn hieraus der Tod eines Menschen erfolgte, als Vergehen mit strengem Arrest von sechs Monaten bis zu einem Jahre geahndet werden. Eine schwere körperliche Beschädigung ist nach § 152 des Strafgesetzes eine Handlung, die Gesundheitsstörung oder Berufsunfähigkeit von mindestens zwanzigtägiger Dauer, eine Geisteszerrüttung oder eine schwere Verletzung eines Menschen zur Folge hat.

Jede der im § 335 Strafgesetz bezeichneten Handlungen oder Unterlassungen soll gemäß § 431 des genannten Gesetzes auch dann, wenn sie keine wirklichen Schäden herbeigeführt hat, als Übertretung mit einer Geldstrafe bis zu § 5.000,-- oder mit Arrest von drei Tagen bis zu drei Monaten geahndet werden (konkrete Gefährdung).

Der Zweck dieser Zeilen soll es nicht sein, daß durch die Aufzählung von Unannehmlichkeiten und Gefährdungen eine Abneigung gegen Ihren Beruf aufgebaut werden soll. Er ist nicht gefährlicher als der eines Kraftfahrzeuglenkers im Strassenverkehr, eines Maschinenwärters oder Drehers im Betrieb. Letzlich kommt es immer nur auf die ethische Einstellung zum Beruf an. Die Versorgung der Bevölkerung und der Schutz unserer Gewässer ist zukunftsreich und eine solche Einstellung wohl wert.

Es ist auch nicht die Aufgabe der Arbeitsinspektorate, unbotmässige Dienstnehmer zu bestrafen. Im § 3 des Arbeitsinspektorates 1956 (BGBl. Nr. 147/1956) ist verankert, daß die Arbeitsinspektion die Einhaltung der zum Schutz der Dienstnehmer erlassenen Vorschriften zu überwachen hat. Die Arbeitsinspektoren sollen durch Vermittlung zwischen den Interessen der Dienstgeber und denen der Dienstnehmer das Vertrauen beider Teile gewinnen und bei Streitigkeiten im Betrieb zur Wiederherstellung des guten Einvernehmens beitragen!

Geregelt ist auch im Gesetz die Zusammenarbeit mit den Betriebsräten, Gewerkschaften, Sozialversicherungsträgern und Kammern. Weiters im § 5 die Befugnis zur unangesagten Kontrolle von Betrieben und Anlagen im Interesse des Dienstnehmerschutzes.

Stellt der Arbeitsinspektor die Übertretung einer Dienstnehmerschutzvorschrift fest, hat er dem Betriebsinhaber oder seinem Beauftragten den Auftrag zu erteilen, unverzüglich den gesetzlichen Zustand herzustellen. Wird diesem Auftrag nicht entsprochen, ist das Arbeitsinspektorat verpflichtet, die Anzeige zu erstatten (§ 8).

Wenn der Arbeitsinspektor anlässlich einer Besichtigung findet, daß der Schutz der Dienstnehmer sofortige Abhilfe erfordert, hat er an Stelle der Verwaltungsbehörde eine sofortige Verfügung zu treffen (§ 9).

Sie sehen, daß die Sorge des Gesetzgebers um die Erhaltung der wertvollen Arbeitskraft, des Menschenlebens, zu einem sehr fürsorglichen Gesetz geführt hat, auf das wir Österreicher stolz sein können. Wenn man im täglichen Berufsleben als Arbeitsinspektor ständig mit den oft entsetzlichen Geschehnissen konfrontiert wird, hat man nur den sehnlichen Wunsch, alles beizutragen, um solche Ereignisse verringern zu helfen, so weit es eben die menschliche Unzulänglichkeit zuläßt.

Nur so möchte ich gerne meine Ausführungen verstanden wissen, danke für Ihre Aufmerksamkeit und wünsche Ihnen als Arbeitsinspektor von Herzen eine unfallfreie Laufbahn.

Eigenschaften von Gasen in der Abwassertechnik

Kohlendioxid (CO₂):

Allgemeine Eigenschaften:

Erstickend, farb- und geruchlos. Bei Einatmung in grossen Mengen kann es einen sauren Geschmack hervorrufen. Nicht brennbar. Allgemein in ungefährlichen Mengen vorhanden, solange kein Sauerstoffmangel besteht.

Spezifisches Gewicht: 1,53 -faches der Luft

Wirkungen:

Bis 2,5 % praktisch ohne Schädigungen. 4-5 % führen bei längerer Einatmung zur Bewußtlosigkeit, 8 % nach 30-60 Minuten zur Bewußtlosigkeit und zum Tod (auch bei genügenden Vorhandensein von Sauerstoff bei diesen Konzentrationen).

Gefährlich für die Gesundheit:

Ab 3-4 % in der Luft, wenn 1 Stunde Einwirkungszeit
Ab 0,5 % in der Luft, wenn 8 Stunden Einwirkungszeit.

Nicht explosibel.

Kommt wahrscheinlich in höchster Konzentration vor in:
Bodennähe, bei Erwärmung. kann es auch in höhere Lagen aufsteigen.

Entstehungsquelle häufig bei:

Verbrennungsvorgängen, Kanalgas, Klärschlamm. Kann auch aus kohlenstoffhaltigen Ablagerungen oder Schichten entweichen.

Untersuchungsverfahren:

Anzeigegerät für Sauerstoffmangel.

Kohlenmonoxyd(CO)

Allgemeine Eigenschaften:

Durch chemische Verbindung mit Hämoglobin erstickend. Farbgeruch- und geschmacklos. Brennbar, giftig.

Spezifisches Gewicht: 0,97 -faches der Luft

Wirkungen:

Verbindet sich mit dem Hämoglobin des Blutes. Bei 0,2-0,25 % führt es in 30 Minuten zur Bewußtlosigkeit. Bei 0,1 % wirkt es in 4 Stunden tödlich, bei 0,02 % führt es in wenigen Stunden zu Kopfschmerzen.

Gefährlich für die Gesundheit:

Ab 0,04 % in der Luft, wenn 1 Stunde Einwirkungszeit.
Ab 0,01 % in der Luft, wenn 8 Stunden Einwirkungszeit.

Esplosibel wenn 12,5 bis 74,0 % in der Luft.

Kommt wahrscheinlich in höchster Konzentration vor:
Oben an der Decke besonders bei Vorhandensein von
Leuchtgas.

Entsteht häufig bei:
Leuchtgas, Rauchgase, Verbrennungsprodukte, Auspuffgase,
Verbrennung jeder Art bei ungenügender Luftzuführung.

Untersuchungsverfahren: CO-Ampullen

Chlor(Cl₂):

Allgemeine Eigenschaften:

Ätzend, gelbgrüne Farbe, in sehr geringer Konzentration
durch stechenden Geruch feststellbar. Nicht brennbar.

Spezifisches Gewicht: 2,49 -faches der Luft

Wirkungen:

Reizt die Atmungsorgane, tötet die meisten Lebewesen bei
0,1 % in sehr kurzer Zeit.

Gefährlich für die Gesundheit:

Ab 0,0002 % in der Luft, wenn 1 Stunde Einwirkungszeit.

Ab 0,0001 % in der Luft, wenn 8 Stunden Einwirkungszeit.

Nicht explosibel.

Kommt wahrscheinlich in höchster Konzentration vor in
Bodennähe.

Entsteht häufig bei:

Undichten Chlorbehältern und zugehörigen Leitungen.

Untersuchungsverfahren:

In geringer Konzentration durch Geruch feststellbar.

Benzine(C₅H₁₂;C₁₂H₂₆)

Allgemeine Eigenschaften:

Bei normalen Temperaturen flüchtig, farblos. Bei Konzentra-
tionen von 0,03 % durch Geruch feststellbar. Brennbar.

Spezifisches Gewicht: 3,0 bis 4,0 -faches der Luft

Wirkungen:

Beim Einatmen betäubende Wirkung. Bei 2,4 % schnell tödlich.
Bei 1,1 - 2,2 % schon bei kurzer Einwirkung gefährlich.

Gefährlich für die Gesundheit:

Ab 0,4-0,7 % in der Luft, wenn 1 Stunde Einwirkungszeit.

Ab 0,10 % in der Luft, wenn 8 Stunden Einwirkungszeit.

Explosibel wenn 1,3-6,0 % in der Luft.

Kommt wahrscheinlich in höchster Konzentration vor in Bodennähe.

Entsteht häufig bei:

Tankstellen, Lagerbehälter, Lagerhäuser und Garagen.

Untersuchungsverfahren:

1. Anzeigegerät für brennbare Gase

2. Anzeigegerät für Sauerstoffmangel bei Konzentrationen über 0,3 %.

Wasserstoff (H₂):

Allgemeine Eigenschaften:

Für sich allein erstickend. Farb-, geruch- und geschmacklos. Brennbar.

Spezifisches Gewicht: 0,07 -faches der Luft.

Wirkungen:

Entzieht den Geweben mechanisch den Sauerstoff. Trägt nicht zu den Lebensvorgängen bei.

Gefährlichkeit für die Gesundheit nicht gegeben.

Explosibel wenn 4,0 bis 74,0 % in der Luft.

Kommt wahrscheinlich in höchster Konzentration vor, oben an der Decke.

Entsteht häufig bei:

Leuchtgas, Faulgas, Elektrolyse von Wasser, selten auf felsigen Schichten.

Untersuchungsverfahren:

Anzeigegerät für brennbare Gase.

Schwefelwasserstoff (H₂S):

Allgemeine Eigenschaften:

Giftige, gasförmige Verbindung. In geringer Konzentration Geruch nach faulen Eiern. Bei einer Konzentration von 0,01 % beeinträchtigt es bei einer Einwirkungszeit von 2-15 Minuten den Geruchssinn. Bei hohen Konzentrationen tritt der Geruch nicht in Erscheinung. Farblos, brennbar.

Spezifisches Gewicht: 1,19 -faches der Luft

Wirkungen:

Bei steigender Konzentration wird der Geruchssinn beeinträchtigt. Bei 0,2 % in wenigen Minuten tödlich wirkend, bei 0,07 - 0,1 % verursacht es schnell akute Vergiftung. Lähmt das Atmungszentrum.

Gefährlich für die Gesundheit:

Ab 0,02 bis 0,03 % in der Luft, wenn 1 Stunde Einwirkungszeit.
Ab 0,002 % in der Luft, wenn 8 Stunden Einwirkungszeit.

Explosibel wenn 4,3 bis 46,0 % in der Luft.

Kommt wahrscheinlich in höchster Konzentration vor:

In Bodennähe. Bei Erwärmung und hohem Feuchtigkeitsgehalt der Luft auch weiter oben.

Entsteht häufig bei:

Rohes Leuchtgas und Erdöl, Kanalgase, Schornsteingase unter bestimmten Bedingungen, Klärgas.

Untersuchungsverfahren:

1. H₂S-Ampullen
2. 5%ige Bleiacetatlösung (Schwarzfärbung) oder Cadmiumacetatlösung (Gelbfärbung).

Methan (CH₄):

Allgemeine Eigenschaften:

Für sich allein erstickend, ungiftig. Farb-, geruch- und geschmacklos, brennbar.

Spezifisches Gewicht: 0,55 -faches der Luft

Wirkungen:

Entzieht den Geweben mechanisch den Sauerstoff. Trägt nicht zu den Lebensvorgängen bei.

Gefährlich für die Gesundheit:

Wahrscheinlich unbegrenzt, vorausgesetzt, daß genügend Sauerstoff für den Lebensvorgang vorhanden ist.

Explosibel wenn 5,0 bis 15,0 % in der Luft.

Kommt wahrscheinlich in höchster Konzentration vor:

Oben an der Decke zunehmend bis zu einer gewissen Tiefe.

Entsteht häufig bei:

Erdgas, Klärgas, Leuchtgase, Kanalgase, Bodenschichten sedimentärer Herkunft, Sümpfe und Moore.

Untersuchungsverfahren:

1. Anzeigegerät für brennbare Gase.
2. Anzeigegerät für Sauerstoffmangel.

Stickstoff (N₂):

Allgemeine Eigenschaften:

Für sich allein erstickend. Farb- und geruchlos. Nicht brennbar. Hauptbestandteil der Luft (etwa 79 %)

Spezifisches Gewicht: 0,97 -faches der Luft.

Wirkungen:

Physiologisch unwirksam.

Keine Gefahr für die Gesundheit.

Nicht explosibel.

Kommt wahrscheinlich in der Luft gleichmässig verteilt vor.

Entsteht häufig bei:

Kanalgas, Klärgas, entweicht auch aus gewissen geologischen Erdschichten.

Untersuchungsverfahren:

Anzeigegerät für Sauerstoffmangel.

Sauerstoff (O₂):

Allgemeine Eigenschaften:

Farb-, geruch- und geschmacklos, unterhält die Verbrennung.

Spezifisches Gewicht: 1,11 -faches der Luft.

Wirkungen:

Normale Luft enthält etwa 21 % Sauerstoff. Der Mensch kann eine Verminderung bis auf 12 % ertragen. Bei 8-stündiger Einwirkung 14-16 % zuträglich, unter 10 % lebensgefährlich, unter 5-7 % wahrscheinlich tödlich.

Keine Gefährdung der Gesundheit.

Nicht explosibel.

Kommt wahrscheinlich in der Luft gleichmässig verteilt vor.

Entsteht häufig bei:

Sauerstofferschöpfung, bei schlechter Belüftung. Absorption oder chemische Bindung von Sauerstoff.

Untersuchungsverfahren:

Anzeigegerät für Sauerstoffmangel.

S c h l u ß w o r t e

1. Die beste Kläranlage kann ihren Zweck nicht erfüllen, wenn sie nicht sorgfältig, fachkundig und gewissenhaft betrieben wird. Der ordnungsgemäße Betrieb einer Abwasserreinigungsanlage hängt weitgehend von dem Betriebspersonal ab.
2. Klärmeister und Klärwärter müssen mit allen Einzelheiten der Abwasserreinigungsvorgänge und des Betriebes vertraut sein. Sie müssen selbständig, in alleiniger Verantwortung die richtigen Entscheidungen treffen.
3. Die vielfältigen Vorgänge der Abwasserreinigung und die alleinige Verantwortung stellen an Auffassungsgabe, Beweglichkeit, handgewerbliches Geschick und Arbeitsmoral hohe Anforderungen. Hierauf ist bei der Einstufung des Klärpersonals und bei der Auswahl der Mitarbeiter Rücksicht zu nehmen.
4. Damit das Betriebspersonal in seine Aufgaben hineinwächst ist es notwendig, daß die hauptverantwortlichen Mitarbeiter bereits von Beginn der Bauarbeiten an zur Unterstützung der Bauaufsicht mitwirken. Dies ist besonders wichtig bei der Verlegung der verbindenden Rohrleitungen, der Montage von Maschinen und der Installation der elektrischen Leitungen.
5. Mit dem Klärwerksbetrieb sind viele Gefahren verbunden. Jeder Klärwärter muß diese Gefahren kennen. Der Dienstgeber sollte regelmässig auf die Gefahren hinweisen und sich vom Klärwärter die Belehrung bestätigen lassen. Das Klärpersonal hat die Forderungen von Unfallschutz und Hygiene strikt einzuhalten. Im Betriebsgebäude sind Tafeln über das Verhalten bei "Erster Hilfe", sowie Telefonrufe für Arzt und Rettung anzubringen.
6. Das Klärpersonal darf sich nicht mit der routinemässigen Durchführung bestimmter Betriebsaufgaben begnügen. Eigene Überlegungen sollen angestellt werden, um die Reinigungswirkung und die Wirtschaftlichkeit der Anlage zu verbessern.

7. Eigene Überlegungen setzen jedoch gründliche Kenntnisse auf dem Gebiet der Abwasserreinigung voraus. Jeder Mitarbeiter sollte sich bemühen seine Kenntnisse ständig zu erweitern. Der Dienstgeber sollte diese Bemühungen unterstützen (erweiterte Schulung, Fachliteratur, Erfahrungsaustausch mit Kollegen, Besichtigung von anderen Anlagen usw.)
8. Für den Kläranlagenbetrieb sind Sauberkeit und Ordnung von besonderer Bedeutung. Die Kläranlage sollte so ausgestattet sein, daß sie zur Sauberkeit anregt (gekachelte Wände, helle Betriebsräume, ausreichend grosse Abstellräume, gute Waschmöglichkeiten und Duschen, gärtnerische Gestaltung der Aussenanlagen).
9. Zur Sauberkeit gehört die persönliche Sauberkeit und das Sauberhalten der Anlage. Die persönliche Sauberkeit liegt im besonderen Interesse der Gesundheit jedes einzelnen Mitarbeiters (häufiges Waschen, vor allem vor jeder Mahlzeit). Durch zweckmässige saubere Arbeitskleidung, die der Dienstgeber zur Verfügung stellt, wird die persönliche Sauberkeit gefördert.
10. Das Sauberhalten der Anlage wird durch gewissenhafte tägliche Reinigungsarbeiten erreicht. Die Reinigungsarbeiten erstrecken sich dabei nicht nur auf die Klärbecken sondern auch auf Straßen, Wege, gärtnerische Anlagen und Betriebsgebäude. Jeder Klärmeister muß wissen, daß das äussere Bild der Anlage seine Visitenkarte ist. Seine berufliche Eignung wird vielfach nach der Sauberkeit der Anlage beurteilt.
11. Zur Ordnung gehört ein klarer Dienstplan und eine zweckmässige Arbeitseinteilung von Klärmeister und Klärwärtern. So sind zur festgesetzten Zeit die Abwasser- und Schlammproben zu holen und zu untersuchen. Sämtliche Meßgeräte der Anlage (schreibende und anzeigende Geräte wie z.B. Ampere-Meter der einzelnen Motore) sind regelmässig zu kontrollieren, um Schäden in der Anlage frühzeitig zu erkennen.

12. Zur Ordnung gehört auch die sorgfältige Führung der Betriebsberichte. Besonderer Wert ist dabei auf Vollständigkeit der Angaben, einschließlich Mittelwerte und bezogene Werte (Watt/m³ Abwasser usw.) zu legen. Die Aufzeichnungen müssen gut lesbar sein. Eine Ausfertigung der Betriebsberichte sollte auf der Anlage ständig zur Verfügung stehen.
13. Es ist selbstverständlich, daß in den Betriebsberichten alle Messungen über das Reinigungsergebnis (z.B. Sichttiefe Nachklärbecken, Methylenblauprobe - BSB₅ - und absetzbare Stoffe des Ablaufes) wahrheitsgetreu, ohne Beschönigung, aufgeschrieben werden. Dies gilt auch für den Fall, daß die Betriebsergebnisse der Kläranlagen später den Wasseraufsichtsbehörden vorgelegt werden müssen (wie z. B. in England und USA). Auch die Aufsichtsbehörden werden verstehen, daß gewisse Betriebsstörungen auf Kläranlagen unvermeidlich sind. Auch lassen sich die verschiedenartigen Abwässer nur unterschiedlich reinigen. Eine Anlage kann nur das leisten, was bei der Grösse der Becken und bei einem ordnungsmässigen Betrieb möglich ist.
14. Die Beseitigung von Betriebsstörungen gehört zu den wichtigsten Aufgaben des Klärpersonals. Der rauhe Kläranlagenbetrieb (Aufstellung vieler Maschinen im Freien) und die verschiedenen Stoffe des Abwassers (grobe Sperrstoffe, Sand, metallangreifende Stoffe, schädliche Beimengungen für Bakterien) stellen hohe Anforderungen an Material, Maschinen und den gesamten Klärprozess. Es muß damit gerechnet werden, daß auch bei lang bewährten Maschinen Betriebsstörungen auftreten. Manche Einrichtungen oder Maschinen, die auf anderen Anlagen gut arbeiten, können auf der eigenen Anlage zu Schwierigkeiten führen. Wobei weder Projektant, noch Lieferfirma noch Betriebspersonal schuldig sind. Fast immer gelingt es bei guter Zusammenarbeit aller Beteiligten die Schwierigkeiten zu meistern und die Einrichtungen und Maschinen den örtlichen Verhältnissen anzupassen.

15. Die Arbeit auf einer Abwasserreinigungsanlage ist besonders durch die vielfältigen biologischen Vorgänge interessant und vielseitig. Bei der grossen Bedeutung der Abwasserreinigung für den Gewässerschutz ist diese Arbeit für die Volksgesundheit wichtig. Die interessante Tätigkeit und das Gefühl für die Bedeutung der Abwasserreinigung haben bei vielen Klärmeistern und Klärwärtern zu einer besonderen Liebe für ihren Beruf geführt. Wir würden uns freuen, wenn dieser Kursus dazu beitragen würde, auch bei Ihnen die Liebe zu Ihrem Beruf zu fördern.

Von besonderem Wert bei der Vorbereitung des Kurses waren die zusammengefaßten Vorträge des Kurzlehrganges für Klärwärter im Institut für Siedlungswasserwirtschaft der Technischen Universität Hannover. Herrn Prof.Dr.-Ing.habil. D. Kehr wird an dieser Stelle besonders gedankt.

Anhang:

FACHAUSDRÜCKE

1. Allgemeines

BSB₅

Biochemischer Sauerstoffbedarf des Abwassers in 5 Tagen. (Maß für die biologisch abbaubare organische Verunreinigung des Abwassers)

BSB₅-Fracht

Produkt aus BSB₅ (g/m³) und Wassermenge (m³/d) (Maß für den Schmutzanfall auf einer Kläranlage)

EGW

Einwohnergleichwert der einem Einwohner entsprechende Schmutzanfall. Rohabwasser 54 g BSB₅/d = 1 EGW (Maß zum Vergleich des Schmutzanfalles von Gewerbebetrieben mit Hausabwasser)

KMnO₄-Verbrauch

Kaliumpermanganat-Verbrauch (Maß für die Reaktion des Abwassers) (sauer pH kleiner 7, neutral pH = 7, alkalisch pH grösser 7)

Methylenblau - Probe

Maß für die Fäulnisfähigkeit von Abwasser

2. Abwasserreinigung

mechanische Reinigung

Abscheidung von absetzbaren und aufschwimmenden Schmutzstoffen im Absetzbecken

Vorklärbecken

Absetzbecken zur mechanischen Reinigung des Abwassers vor einer biologischen Reinigungsstufe.

biologische Reinigung

Entfernung von feinen Schwebestoffen und gelösten Stoffen durch biologische Vorgänge. (Die organischen Verunreinigungen des Abwassers dienen Mikroorganismen, vor allem Bakterien, zur Nahrung).

biologische Teilreinigung

teilweise Entfernung der organischen Verunreinigungen durch biologische Vorgänge.
(z.B. BSB_5 -Abbau 70 %)

biologische Vollreinigung

Weitgehende Entfernung der organischen Verunreinigungen (z.B. BSB_5 -Abbau 90 %)

Belebungsverfahren

biologische Abwasserreinigung mit belebtem Schlamm, der ständig im Kreislauf geführt wird. Der belebte Schlamm besteht vorwiegend aus Bakterien.

Belebungsbecken, Nachklärbecken und Rücklaufschlammförderung bilden eine verfahrenstechnische Einheit.

Belebungsbecken

Im Belebungsbecken werden Abwasser und belebter Schlamm miteinander gemischt. Hier laufen die biologischen Reinigungsprozesse ab. Für den Reinigungsvorgang (Vermehrung der Bakterien) wird Sauerstoff verbraucht, der durch die Belüftung zugeführt werden muß. Durch die Belüftung wird gleichzeitig der belebte Schlamm in der Schwebe gehalten.

Nachklärbecken

Absetzbecken nach der biologischen Reinigung in dem sich das gereinigte Wasser und der belebte Schlamm trennen. Die Bakterien des belebten Schlammes schliessen sich zu Flocken mit guten Absetzeigenschaften zusammen. Der abgesetzte belebte Schlamm wird durch Räumrichtungen unter Wasser in einen Trichter geschoben.

Rücklaufschlamm

Der im Trichter der Nachklärbecken angesammelte Schlamm, der in das Belebungsbecken zurückgeführt wird.

Überschußschlamm

Der aus den biologischen Prozessen gebildete tägliche Zuwachs an belebtem Schlamm, der überschüssig ist und entfernt wird.

Tropfkörperverfahren

Biologische Reinigung des Abwassers durch Mikroorganismen die an aufgeschichteten Steinen festhalten.

Das Abwasser wird durch Drehsprenger gleichmäßig verteilt und tropft von Stein zu Stein. Die mit dem durchrieselnden Abwasser ausgespülten Mikroorganismen werden in Nachklärbecken ausgeschieden.

3. Schlammbehandlung

Frischschlamm

besteht aus den absetzbaren Stoffen des Rohabwassers und dem Überschußschlamm der biologischen Stufe. Die gesamten, an einem Tag anfallenden Frischschlammfeststoffe sind die Feststoff-Fracht.

Voreindicker

Becken zur Eindickung des Frischschlammes vor der Faulung (Erhöhung des Feststoffgehaltes und damit Volumensverminderung)

Faulbehälter

Behälter in denen der Frischschlamm durch Mikroorganismen unter Luftabschluß ausgefault wird.

Faulschlamm

Schlamm der aus dem Faulbehälter abgezogen wird.

Faulgas

Das bei dem Faulprozess gebildete Gas (etwa $\frac{2}{3}$ Methan, $\frac{1}{3}$ Kohlendioxid)

Nacheindicker

Becken zur Eindickung des ausgefaulten Schlammes.

4. Belastungskennzeichen

Aufenthaltszeit (T - h bzw. d)

Zeit die theoretisch für den Durchfluß durch ein Becken benötigt wird. (Z.B. Absetzzeit, Belüftungszeit, Faulzeit)

berechnet: Volumen : Zuflußmenge

Oberflächenbelastung (O - m/h)

Verhältnis von Abwassermenge zu Beckenoberfläche (maßgebend für Sandfang, Absetzbecken und Eindicker)

BSB₅-Raumbelastung (B_R - kg BSB₅/m³.d)

Auf 1 m³ Belebungsbecken an einem Tag entfallende BSB₅-Fracht (berechnet aus BSB₅-Fracht: Beckenvolumen)

Sauerstoffzufuhr (OC_R - kg O₂/m³.d)

Sauerstoffmenge, die von einem Belüfter an einem Tag, bezogen auf 1 m³ Belebungsbecken, in sauerstofffreies Wasser eingetragen wird.

FACHBÜCHER

Für den Betrieb von Kläranlagen:

"Leitfaden für den Betrieb von Kläranlagen"

W. Triebel (Herausgegeben im Auftrage der Abwassertechnischen Vereinigung, Deutschland)

ZFGW - Verlag Frankfurt 1965, 268 Seiten.

"Praxis der Abwasserreinigung"

W. Husmann, Springer Verlag, 2.Aufl. 1964, 191 Seiten.

Für Untersuchungen auf Kläranlagen:

"Anleitung zur Durchführung und Auswertung einfacher Untersuchungen auf Kläranlagen"

H. Rüffer und K. Mudrack

Veröffentlichungen des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft der Technischen Universität Hannover, Heft 17, 2. Aufl., 1967, 166 Seiten, Eigenverlag des Institutes.

Über Abwassertechnik:

"Taschenbuch der Stadtentwässerung"

K. Imhoff, Oldenbourg Verlag, 21. Aufl., 1966, 365 Seiten.

"Kanalisation und Abwasserbehandlung"

R. Randolf, VEB - Verlag, 1965, 472 Seiten.

"Mechanische Abwasserreinigung durch Emscherbrunnen"

R. Pönninger, Verlag d. Österr. Abwasserrundschau, Wien 1962, 176 Seiten.

"Biologische Abwasserreinigung durch Tropfkörper"

R. Pönninger, Verlag d. Österr. Abwasserrundschau, Wien 1965, 220 Seiten.

W I E N E R M I T T E I L U N G E N
WASSER --- ABWASSER --- GEWÄSSER

- Band 1 Kresser, W.:
 Das Wasser (1968)
- Band 2 Breiner, H.:
 Die Gesetzmäßigkeiten der stationären Flüssig-
 keitsströmung durch gleichförmig rotierende
 zylindrische Rohre (1968)

Zu beziehen durch:

Band 1 u. 2: Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und
Wasserwirtschaft

Technische Hochschule Wien
Karlsplatz 13
1040 Wien