Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

Band: 24 (1967)

Heft: 2

Artikel: Probleme beim Betrieb von Kläranlagen

Autor: Schäfer, Karl D.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-782790

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Gewässerschutz und Lufthygiene

Redaktioneller Teil der Schweizerischen Vereinigung für Gewässerschutz und Lufthygiene (VGL)
Allgemeines Redaktions-Sekretariat: Dr. H. E. Vogel, Kürbergstrasse 19 8049 Zürich Tel. (051) 44 56 78

Probleme beim Betrieb von Kläranlagen

628.32.004.5

Von Karl D. Schäfer, Tiefbauingenieur, Wuppertal-Barmen

Zur Reinhaltung der Gewässer sind in den letzten Jahren an vielen Orten mit leistungsschwachen Vorflutern Kläranlagen entstanden. Sie sind mit einem hohen Kostenaufwand gebaut worden und es gilt jetzt, sie so zu betreiben, dass sie ihren Erwartungen gerecht werden.

Im Rahmen dieser Abhandlung sollen einige Probleme angesprochen werden, um dem Kläranlagenpersonal zu helfen, Schwierigkeiten zu überwinden. Der Klärwärter ist bekanntlich kein Lehrberuf, deshalb sind Erfahrungen, die auf Kläranlagen gemacht werden, weiterzugeben. Dadurch werden Fehlerquellen beseitigt und ein sparsamer Betrieb ermöglicht. Man kann eine Kläranlage nicht sich selbst überlassen; die Kosten für die Beseitigung der eintretenden Störungen wären nicht zu verantworten.

1. Grundbedingungen zum Betrieb von Kläranlagen

Das zu einer städtischen Kläranlage abgeleitete Abwasser muss sich mit den vorhandenen Einrichtungen *(Abb. 1)* reinigen lassen, sonst ist entweder die Planung unvollkommen oder eingetretene Veränderungen erfordern ein sofortiges Umstellen des Betriebes der Kläranlage.

1.1 Behandlungsfähigkeit des Abwassers

In seiner Abflussmenge hat das Abwasser der Mindestmenge zu entsprechen, die im Entwurf zugrunde gelegt ist. Das Einzugsgebiet muss deshalb soweit kanalisiert sein, dass diese Menge abfliessen kann. Anderseits soll die Abwassermenge das zulässige Mass für die Flächenbelastungen nicht überschreiten. Zu lange Fliess- und Aufenthaltszeiten im Kanal führen zu unliebsamen Fäulniserscheinungen, die unter Umständen noch durch unerlaubtes Abschlagen von Hausklärgrubeninhalten gefördert werden.

Abgeleitetes industrielles und gewerbliches Abwasser ist soweit vorzubehandeln, dass es im Kanalnetz zu keinen Störungen und Geruchsbelästigungen kommt und es mit häuslichem Abwasser gemeinsam störungsfrei zu behandeln ist. Schadstoffe sind in jedem Falle zurückzuhalten oder nur bis zu bestimmten Grenzkonzentrationen abzulassen.

1.2 Betriebsbereitschaft der Kläranlage

Eine neue Kläranlage kann erst in Betrieb genommen werden, wenn die baulichen Massnahmen abgeschlossen sind, das heisst

a) alle unter Wasser zu setzenden Bauteile müssen abgenommen und betriebsbereit sowie von Bauschutt, Steinen und Erde befreit sein;
b) an den Becken muss der Wegebau abgeschlossen sein, damit keine Materialien hineinfallen;
c) die Umzäunung muss geschlossen werden können, weil Betriebsfremden aus Gründen der Sicherheit der Zutritt zu verwehren ist [1];
d) zur Sicherstellung der elektrischen Stromzuführung ist die Kläranlage an eine Ringleitung anzuschliessen.

Für das Kläranlagenpersonal aller Anlagen ist der Unfallschutz sicherzustellen. Saubere Betriebsräume,

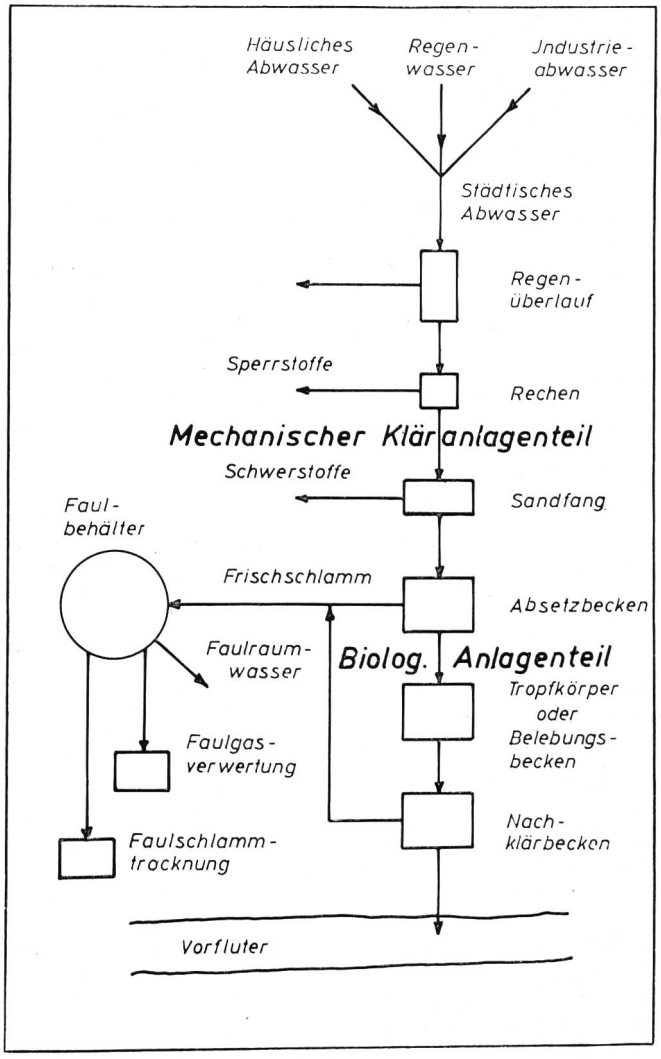

Abb. 1. Vereinfachte Uebersicht über die Einrichtungen einer Kläranlage

ausreichende Umkleide- und Waschgelegenheiten sind zu schaffen.

Die Maschinenanlagen sind mit entsprechenden arbeitsfähigen Reservemaschinen betriebsfähig zu halten. Dazu sind geeignete Schmiermittel, gebrauchsfähiges Werkzeug und das Vorhalten der wichtigsten Ersatzteile notwendig.

Zur Anlagenüberwachung sind Kontrollbücher und Vordrucke für Betriebsberichte anzufertigen, für die Lohnabrechnungen der Betriebsangehörigen und Leistungsbescheinigungen für Firmen müssen Vorlagen vorhanden sein. Die Betriebsgeräte und Werkzeuge sollten inventarisiert sein und immer auf dem neuesten Stand gehalten werden [2].

1.3 Einsatz von geschultem Personal

Der vorgeschriebene Kläreffekt einer Kläranlage kann nur erzielt werden, wenn sie von fachlich geschultem und praktisch veranlagtem Personal vorschriftsmässig betrieben und umsichtig gewertet wird. Es zeigt sich leider oft, dass neue Kläranlagen ihr Abwasser unzureichend reinigen, weil ungeschulte Klärwärter die Anlage betreuen.

Der planende Ingenieur sollte nach dem Neubau der Kläranlage das Personal anlernen und die Anlage nach einjähriger erfolgreicher Betriebszeit dem Auftraggeber übergeben; die vorgeschriebene Abbauleistung muss dann voll erreicht werden. Das Personal muss mit allen Einzelheiten der Vorgänge im Abwasser und im Betrieb so vertraut sein, dass sämtliche notwendigen Massnahmen frühzeitig durchgeführt werden können.

2. Betriebsmassnahmen

Die Verschmutzungen des Abwassers werden im mechanischen Kläranlagenteil, der Vorreinigung, in Absetzbecken durch Herabsetzen der Fliessgeschwindigkeit und nach vollkommener Beruhigung der fliessenden Welle nach dem Gesetz der Schwerkraft zum Absetzen auf dem Boden der Becken gebracht und von dort als Schlamm entfernt. Vorher sind die schwimmbaren Sperrstoffe und schnellabsetzbaren Schwerstoffe zum Vermeiden von Betriebsstörungen zurückzuhalten. 25 bis 40 % der Gesamtverschmutzung des Abwassers können so in Absetzanlagen entfernt werden.

2.1 Mechanischer Kläranlagenteil

Zu einem geordneten Betrieb sind hier von den Klärwärtern folgende Arbeiten täglich zu leisten:

a) Mehrmaliges Reinigen des Rechens und Entfernen des Rechengutes; bei Rechenverstopfungen tritt Rückstau mit Schlammablagerungen ein, und unsachgemässes Lagern von Rechengut verursacht Geruchsbelästigungen;
b) Ueberprüfen der Wirkungsweise des Sandfanges und turnusmässiges Entfernen des Sandfanggutes; bei Geschwindigkeitsverlangsamung setzen sich bereits im Sandfang organische Stoffe ab, und bei Geschwindigkeitsüberschreitungen wird Sand in die Absetzbecken gespült;
c) Säubern der Rinnen- und Beckenwände in Wasserspiegelhöhe von Schmutzrändern sowie der Einlaufvorrichtungen;
d) Ablassen des eingedickten Frischschlammes aus den Absetzbecken zu den Schlammfaulanlagen; falls der Schlamm nicht täglich aus den Beckentrichtern beseitigt wird, geht er in Fäulnis über und treibt auf;
e) unter Wasser liegende Schrägwände sind mit langstieligen Besen von anhaftendem Schlamm zu befreien, damit er nicht angefault als Fladen auftreibt;
f) Abschöpfen des Schwimmschlammes von der Bekkenoberfläche;
g) bei Emscherbrunnen ist neben den Punkten c, e und f der Schlammstand im Faulraum so zu halten, dass der Schlamm nicht durch die Schlitzöffnungen nach oben gelangt. Der ausgefaulte Schlamm ist regelmässig abzulassen und die Gasschächte müssen von Schwimmschlamm freigehalten werden.

2.2 Biologischer Kläranlagenteil

Zum weiteren Abbau der Verschmutzungen auf 90 bis 95 % Wirkungsgrad muss das mechanisch vorgereinigte Abwasser in biologischen Anlagen mit Hilfe von Kleinlebewesen in Anwesenheit von Sauerstoff weiter behandelt werden. Man unterscheidet dabei zwischen Tropfkörpern und Belebungsanlagen, denen jeweils eine Nachreinigung nachgeschaltet ist.

2.2.1 Tropfkörper

Der Tropfkörper ist ein gut durchlüfteter Baukörper, in dem wetterfeste Gesteinsbrocken aufgeschichtet sind, über die das Abwasser gleichmässig verteilt wird. In einem biologischen Rasen, der sich über die Brocken zieht, siedeln sich Kleinlebewesen an, die die Abwasserreinigung vornehmen. Abgestossener Rasen muss in Nachklärbecken aufgefangen werden.

Im Betrieb unterscheidet man schwach- und hochbelastete Körper nach folgenden Merkmalen:

Tägliche Raumbelastung	Schwachbelastet	Hochbelastet
m^3 Abwasser / m^3 Körper	0,75	4,0
g BSB_5 / m^3 Körper	175	900
Einwohner / m^3 Körper	5	25

Die wesentlichen Betriebszustände und ihre erforderlichen Gegenmassnahmen bei Störungen sind in der *Tabelle 1* zusammengefasst [3].

Eine besondere Betriebsart stellt der Wechseltropfkörper dar. Dies sind zwei hintereinander geschaltete Tropfkörper, die abwechselnd beschickt werden. Nachdem der erste infolge zu geringer Spülkraft verschlammt ist, wird auf den zweiten umgeschaltet. Wie beim schwachbelasteten Tropfkörper

Tabelle 1: Massnahmen im Tropfkörperbetrieb

	Betriebszustand normal	Betriebszustand gestört	Gegenmassnahmen
Durchfluss	20 bis 60 Minuten	Verschlammen des Körpers = Oberflächenpfützen, Zusetzen der Körpersohle	Starkes Rückpumpen, Chlorzugabe im Zulauf oder Aufharken, Ausspülen
Oberflächenbelastung	schwach $\leqq$ 0,1 m/h hoch = 0,8 m/h	Unterschreitung	Grössere Belastung durch: Rückpumpen oder Erhöhen der Flächenbelastung
Geruch	gering	unangenehm	Vorbelüften von angefaultem Zulaufwasser, Rückpumpen bzw. Erhöhen der Flächenbelastung
Durchlüftung offener Körper	Luftströmung: im Winter = aufwärts, im Sommer = zeitweise abwärts	Verschlammen des Körpers, Zusetzen der Luftöffnungen	Rückpumpen, Rückspülen mit Druckwasser oder -luft
Fliegen	Fliegen im Körper	Fliegenplage ausserhalb des Körpers	Chlorstoss, Insektenpulver oder Körper abdecken
Drehsprenger	Drehbar und gleichmässiger Wasseraustritt	Zusetzen der Austrittsöffnungen	Reinigen der Rohre mit einer Spezialbürste
Winterbetrieb	Dauerbetrieb	sehr starke Vereisungen, Einfrieren von Leitungen und Drehsprenger	Ausserbetriebnahme

muss der verbrauchte, nicht abgeschwemmte biologische Rasen im Körper abgebaut werden, so dass der Wechseltropfkörper ein schlammhaltiger Tropfkörper im Gegensatz zum hochbelasteten oder Spültropfkörper ist.

Die Inbetriebnahme neuer Tropfkörper ist insofern sehr einfach, als sie sofort voll belastet werden können. Nur ist darauf zu achten, dass anfangs aus dem Körper ausgespülter Sand im Nachklärbecken keine Verstopfungen hervorruft [1].

2.2.2 *Belebungsanlagen*

Die Abwasserreinigung findet hier im Gegensatz zum Tropfkörper nicht im biologischen Rasen, sondern auf belebten Flocken statt. Der Betrieb von Belebungsanlagen stellt zweifellos an das Bedienungspersonal grosse Anforderungen. Es ist eine gute Betriebsüberwachung mit jederzeitigen Kenntnissen über den augenblicklichen Betriebszustand erforderlich, um die Anlage sicher und zufriedenstellend zu fahren.

Die Herstellung der geforderten Betriebszustände gehört zu den Aufgaben der Klärwärter, wie sie aus der *Tabelle 2* zu entnehmen sind [3].

Eine unangenehme Begleiterscheinung ist das Schäumen, das durch Herabsetzen der Oberflächenspannung hervorgerufen wird. Entgegentreten kann man dem Uebel durch Erhöhen des Schlammgehaltes im Becken, durch Bespritzen der Wasseroberfläche, durch Erdrücken des Schaumes oder durch Anwenden von Antischaummitteln.

Entscheidend für den Wirkungsgrad ist bei allen Belebungsanlagen die Möglichkeit der ausreichenden Luft- oder Sauerstoffeintragung. Sie darf unter keinen Umständen gestört werden, gleich welche Belüftungs-

Tabelle 2: Massnahmen im Betrieb von Belebungsanlagen

	Betriebszustand normal	Betriebszustand gestört	Gegenmassnahmen
Schlammbeschaffenheit:			Luft erhöhen, Umwälzung prüfen, Belastung herabsetzen mehr Luft, Schwebestoffe im Becken vermindern (nicht unter 50 cm^3/l)
Geruch	angenehm, erdig	faulig	
Farbe	goldbraun bis grau	schwarz	
Dichte	50 bis 100 cm^3/g	Blähschlamm $>$ 200 cm^3/g	
Schlammgehalt im Belebungsbecken	2 bis 5 g/l	mehr weniger	Ueberschuss pumpen, zuviel Ueberschuss gepumpt, Rücklauf zu niedrig
Schlammgehalt im Rücklauf	400 bis 800 cm^3/l	mehr weniger	Pumpenleistung erhöhen Pumpenleistung zu hoch
Druckluftverteiler	offen	verstopft	Auswechseln und reinigen
Winterbetrieb	Dauerbetrieb	Vereisung der Luftansaugfilter	warme Druckluft vor die Filter geben

methode zur Verfügung steht. In jedem Falle bedeutet Stromausfall nicht nur Betriebsstörung, sondern auch Minderung der Reinigungswirkung.

Die Inbetriebnahme neuer Belebungsanlagen oder das Wiederanfahren älterer Anlagen geschieht folgendermassen:

a) Beckenfüllung mit Abwasser, Einschalten der Belüftung, geringe Abwasserzuführung;
b) sämtlicher im Nachklärbecken anfallende Schlamm ist sofort ins Belebungsbecken zurückzuführen;
c) zur Beschleunigung der Flockenbildung kann Eisensulfat, Impfschlamm aus Nachbarbecken (auch aus Tropfkörpernachklärbecken) oder auch wenig Faulschlamm genommen werden;
d) nach Erreichen der notwendigen Menge von arbeitsfähigem Belebtschlamm kann die Abwasserbelastung normalisiert und mit der Ableitung von Ueberschusschlamm begonnen werden [1].

2.3 Schlammfaulung

Auf modernen Kläranlagen wird der im mechanischen Teil anfallende Frischschlamm in beheizten Faulbehältern ausgefault, um die unangenehmen Schlammeigenschaften zu verbessern, bis sie keine Störungen mehr hervorrufen, und um sein Volumen zu verringern, wobei wertvolles Faulgas anfällt.

Zur Verbesserung der Betriebstechnik sind bestimmte Bedingungen zu erfüllen:

a) der Feststoffgehalt des Frischschlammes sollte 5 bis 6 % nicht unterschreiten;
b) die Faulraumdauerbelastung sollte rund 3 kg Feststoffe/m³ Faulraum/Tag betragen. Wünschenswert ist dabei eine tägliche Frischschlammzugabe, insbesondere bei einer Faulgasverwertung, weil dadurch eine gleichbleibende Gasentwicklung erreicht wird;
c) der Schlammspiegel im Behälter ist in jedem Falle konstant zu halten;
d) die normale Faulgaszusammensetzung beträgt bei störungsfreiem Faulprozess 65 % Methan und 35 % Kohlensäure mit geringen Restgasen. Steigt der Kohlensäureanteil, so besteht Gefahr des Uebergangs zur sauren Gärung. Bei 55 % Kohlensäure ist das Faulgas nicht mehr brennbar, die effektive Faulgasausbeute liegt bei 0,6—0,7 m³ Faulgas/m³ Faulraum;
e) der pH-Wert des Faulbehälterschlammes sollte bei 7,0—7,8 liegen und der Gehalt an Fettsäuren bei 300—600 mg/l;
f) der abgelassene Faulschlamm hat bei guter Entwässerbarkeit und alkalischer Reaktion eine schwarze Farbe und einen erdigen, teerigen Geruch aufzuweisen, bei einem Feststoffgehalt von über 15 % hört allerdings die Fliessfähigkeit auf und bei zu starkem Oeffnen des Faulschlammablasses besteht Gefahr des Frischschlammdurchbruches, wie beim Emscherbrunnen ein Wasserdurchbruch möglich ist;
g) die Temperatur im Faulbehälter ist gleichbleibend auf 30—33 °C zu halten. Bei einem Temperaturabfall von mehr als 2 °C lässt die Faulgasentwicklung merklich nach, ebenso bei einem Temperaturanstieg über 38 °C;
h) die Schwimmdecke im Behälterkopf ist möglichst weich zu halten und zum Absinken zu bringen, sonst kann sie die Faulwasserüberläufe verstopfen, wirksamen Faulraum wegnehmen oder den Faulgasdurchlass behindern;
i) die Umwälzung des Behälterinhaltes muss gewährleistet sein, um eine stetige Impfung zu ermöglichen, weil sonst längere Faulzeiten erforderlich sind, sowie übermässiges Eindicken des Schlammes in Zwischenzonen verursacht wird.

Der normale Faulbehälterbetrieb kann durch unliebsames Zusammentreffen von Ereignissen gestört werden, und zwar:

a) Schäumen des Behälterinhaltes. Als Gegenmassnahme ist der Schlammspiegel zu senken bei geringerer Faulraumbelastung und verstärktem Umpumpen, wobei keine Schwimmdecke abgelassen wird;
b) Verstopfen des Faulschlammablasses. Mit Druckwasser, aber nicht mit Druckluft, kann dieser wieder geöffnet werden. Bei starken Versandungen muss der Behälter allerdings ganz geleert werden;
c) Umkippen zur sauren Gärung. Dies ist die unangenehmste Störung, die meist eine Neueinarbeitung nach sich zieht. Zur Neutralisierung bzw. zur Normalisierung der Methangärung kann Kalkmilch (Hydratkalk) bis 6 kg/m³ zugegeben werden.

Das Einarbeiten neuer Faulbehälter erfolgt folgendermassen, wobei eine saure Phase nicht immer zu umgehen ist:

a) Füllen des Behälters mit Abwasser und Aufheizen auf 30 °C und mehr;
b) Frischschlammzugabe in der ersten Zeit mit etwa $^1/_{10}$ der Normalbelastung unter Beimischung von Impfschlamm anderer Behälter und Verdrängung der wässerigen Behälterfüllung. Achtung — Knallgasgefahr!
c) Erhöhen der Frischschlammzugabe auf Normalbelastung, wenn der Behälter gast;
d) der Faulschlammablass muss dauernd kontrolliert werden, damit er zur ersten Funktion betriebsfähig ist [1, 3, 4].

Je nach der Fäulnisfähigkeit des Schlammes und den Temperaturverhältnissen kann die Einarbeitung 2 bis 10 Monate dauern.

Neuerdings wird auf grösseren mechanisch-biologischen Kläranlagen versucht, sich mit Hilfe des Faulgases von der Fremdstromversorgung unabhängig zu machen und über Gasmotoren Stromerzeuger anzutreiben. Es soll hier darauf nicht näher eingegangen werden.

2.4 Maschinenanlagen

Neben den angeführten Betriebsmassnahmen haben die Klärwärter auch die zum Betrieb gehören-

den Maschinen, wie z. B. Pumpen, Gebläse, Schlammräumer u. a. m., zu überwachen, wozu eine planmässige Wartung gehört und die Maschinenräume sauberzuhalten sind. Je nach der Fähigkeit der Klärwärter sind mit den Maschinenlieferanten Wartungsverträge abzuschliessen. Bekanntlich erhöhen Wartung, Pflege und Instandhaltung die Lebensdauer der Maschinenanlagen, und unerwartete Ausfälle lassen sich dadurch vermeiden. Nach einem besonderen Schmierplan soll eine regelmässige Schmierung mit vorgeschriebenen Schmiermitteln erfolgen [1].

Zur Vereinfachung der Ueberwachung und Wartung der Maschinen sind sie möglichst in einem Gebäude aufzustellen und die Betriebsvorgänge auf einer Mess- und Schaltzentrale zusammenzufassen. Jede Maschine ist dort durch Fernübertragung auf einem Schaltpult mit Kontrolleuchte, Ampèremeter und Betriebsstundenzähler gekennzeichnet.

Alle Betriebsmassnahmen haben auf Anweisung der Betriebsleitung zu erfolgen. Ein Klärmeister ist für die Ausführung dieser Anordnungen sowie für die Einhaltung der Dienst- und Betriebsanweisungen verantwortlich, ihm werden dazu Klärwärter als Betriebspersonal unterstellt [2].

3. Betriebskontrollen

Zu den Aufgaben der Klärwärter gehört es auch, bestimmte Kontrollen vorzunehmen, die Sofortmassnahmen auslösen können oder später ausgewertet werden. Bei täglichen, nur einmaligen Kontrollen von Abhängigkeitswerten sind die Kontrollzeiten jeweils eine oder zwei Stunden zu verschieben, um bessere Uebersichten von Tagesschwankungen zu bekommen. Die Auswertungen dienen der Betriebskontrolle, die bei auftretenden Störungen Ursache und Wirkung leichter erkennen und die richtige Bemessung der Kläranlage besser überprüfen kann.

In der *Abbildung 2* ist das Fliesschema einer Kläranlage mit den wichtigsten Mess- und Kontrollstellen dargestellt [5].

3.1 Mengenbestimmungen

3.1.1 Abwassermengen

Nach Möglichkeit werden sie im Zulauf der Kläranlage ermittelt, um die Tagesschwankungen und gewerblichen Abwasserstösse, die gerade bei kleinen und mittleren Anlagen den Zufluss kennzeichnen, festzuhalten. Die übliche Methode der Messung des augenblicklichen Durchflusses im offenen Gerinne erfolgt dabei durch Venturikanäle, wie in der *Abbildung 3* zu erkennen ist.

Je nach Art der Messeinrichtung erfolgt die Angabe der Wassermenge in l/s oder m^3/Tag unter Angabe der Max.- und Min.-Werte. Mit diesen Angaben sind die Aufenthaltszeiten in der Anlage, die Flächenbelastungen sowie der Wasseranfall bezogen auf die angeschlossenen Einwohner zu überprüfen.

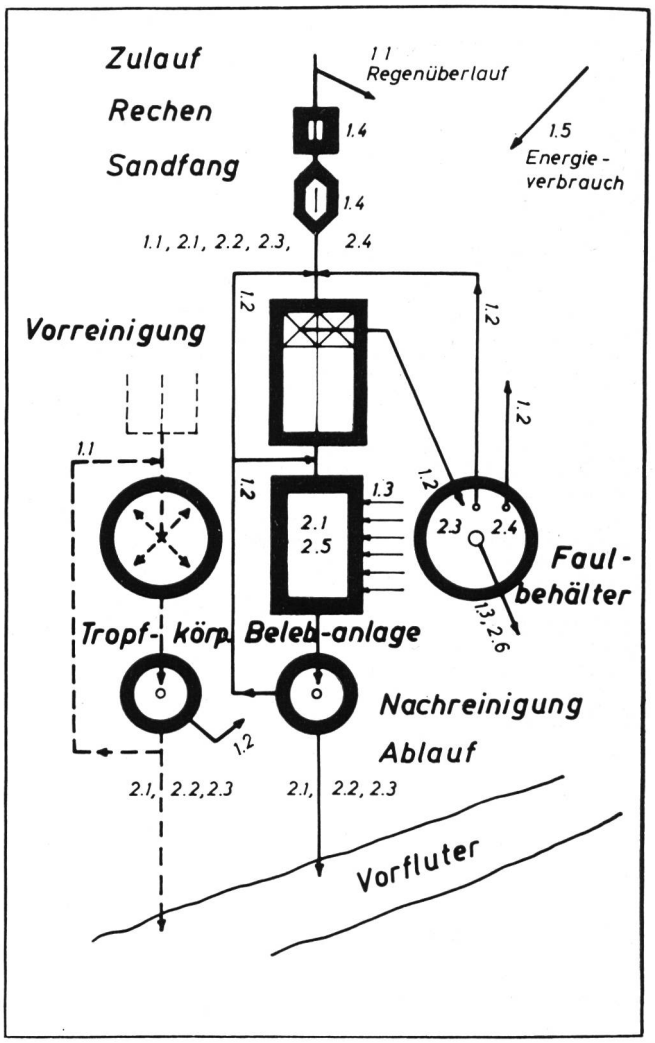

Abb. 2. Fliess-Schema einer Kläranlage mit Mess- und Kontrollstellen.

1. Mengenbestimmungen
   - 1.1 Abwasser
   - 1.2 Schlamm
   - 1.3 Luft und Gas
   - 1.4 Rechen- und Sandfanggut
   - 1.5 Energien
2. Gütebestimmungen
   - 2.1 Absetzbare Stoffe
   - 2.2 Trübung
   - 2.3 pH-Wert
   - 2.4 Temperaturen
   - 2.5 Sauerstoff
   - 2.6 Kohlensäure

3.1.2 Schlammengen

Im mechanischen Kläranlagenteil werden die Frischschlamm- und Faulschlammengen und im biologischen Kläranlagenteil die Rücklauf- und Ueberschusschlammengen ermittelt. Bei Emscherbrunnen kann die Frischschlammenge nicht festgestellt werden, da der Schlamm selbsttätig aus dem Absetz- in den Faulraum abrutscht.

Gegenüber den Ermittlungen der Wassermengen ist die Schlammengenbestimmung oft mit Schwierigkeiten verbunden, da sich die Schlammzusammensetzung laufend ändert. Annähernd genau lassen sie sich über die Pumpenleistung oder nach räumlichen Messungen in Schächten bestimmen. Zur einwand-

Abb. 3.
Kläranlagenzulauf mit Faulbehälter und Tropfkörper der Kläranlage Niederbipp, Kanton Bern.
(Photo: Rittmeyer, Nr. 3017)

freien Schlammengenbestimmung bietet sich die induktive Messmethode an. Ihr Vorteil besteht hauptsächlich darin, dass keine Querschnittsveränderungen und keine Verstopfungen eintreten.

Die Kenntnis der Schlammenge ist wesentlich für die Beurteilung der Absetzmöglichkeit in den Klärbecken, des Schlammgehaltes im Belebungsbecken und der Belastung der Faulbehälter.

3.1.3 Luft- und Gasmengen

Die im Belebungsbecken eingeblasene Druckluft und die in Faulbehältern entwickelte Gasmenge wird grösstenteils mit genormten Messblenden gemessen, da sie eine hohe Messgenauigkeit gewährleisten. Bei Faulgas können auch einwandfreie Ergebnisse mit Trommelgaszählern oder Drehkolbengaszählern erreicht werden.

Die Angaben der Luftmengen benötigt man zur Kontrolle der Belüftungsintensität (m^3 Luft/m^3 Beckenraum), des Sauerstoffeintragungsvermögens (g O_2/h/m^3) sowie des Luftverbrauches je kg BSB_5-Abbau. Die Faulgasmengen sind der beste Indikator für die Arbeitsfähigkeit der Faulbehälter (m^3 Faulgas/m^3 Frischschlamm).

3.1.4 Rechen- und Sandfanggutmengen

Diese Mengen werden in Tages- oder Wochenangaben erfasst und zweckmässig im Transportgefäss bestimmt oder an der Ablagerungsstelle aufgemessen.

3.1.5 Energieverbrauchsmengen

Neben den Lohnkosten ist der Energieverbrauch der grösste Kostenfaktor und bedarf deshalb einer besonderen Ueberwachung.

a) *Wärme.* Für die Deckung der Wärmeenergie stellt das Faulgas eine preisgünstige Quelle dar. Die Heizung der Faulbehälter wird normalerweise mit Faulgas vorgenommen. Ebenso kann die Beheizung der Betriebsräume mit Faulgas-gefeuerten Heizkesseln erfolgen. Allerdings müssen die Heizmöglichkeiten an Faulbehältern auch auf Koks oder Oel umstellbar sein, da mit Störungen in der Faulgasentwicklung zu rechnen ist und zur Inbetriebnahme noch kein Gas vorhanden ist.

b) *Wasser.* Der Wasserverbrauch ist wöchentlich oder wenigstens dreimal monatlich zu überprüfen. Durch unbekannte Rohrbrüche kann der Wasserverbrauch sehr stark ansteigen, zu Kühl- und Sperrwasserzwecken werden nicht unerhebliche Mengen verbraucht. Je nach den Bedarfsmengen ist zu entscheiden, ob die Wasserentnahme aus dem öffentlichen Netz oder aus eigenen Brunnen erfolgen soll.

c) *Strom.* Zum Antrieb der Maschinen wird fast ausschliesslich elektrischer Strom verwendet, der nur bei Kläranlagen mit über 100 000 angeschlossenen Einwohnern wirtschaftlich selbst erzeugt wird, sonst durch Fremdstrom gedeckt werden muss. Auf kleinen und mittleren Anlagen hat eine Kontrolle wöchentlich, auf grossen Anlagen täglich zu erfolgen.

3.2 Gütebestimmungen

Hierbei ist zu unterscheiden, ob sie von den Klärwärtern oder von Laborfachkräften vorgenommen werden. Grundsätzlich soll man von dem handwerklich geschulten Kläranlagenpersonal keine labormässigen Ermittlungen verlangen, da zu leicht bei routinemässigen Arbeiten Fehlerquellen übersehen werden.

Zu entnehmende Abwasser- und Schlammproben

sind möglichst bald nach der Probenahme zu untersuchen. Müssen aber Proben länger stehen, bis sie untersucht werden können, so sind sie in einem kühlen Raum aufzubewahren und auf keinen Fall in der Sonne stehen zu lassen.

Bei Messungen ist darauf zu achten, dass Ableseungenauigkeiten, Anzeigeungenauigkeiten und ungenaue Eichungen ausgeschaltet sind.

3.2.1 *Absetzprobe*

Die Kenntnis der absetzbaren Stoffe ist wesentlich für die zeitliche Verteilung der Schlammstoffe im Zu- und Ablauf der Kläranlage. Es kann daraus der prozentuale Wirkungsgrad der mechanischen Kläranlage errechnet werden, zum Beispiel:

a = Bodensatz des Zulaufes = 12,0 cm^3/l
b = Bodensatz des Ablaufes = 0,3 cm^3/l

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{100\,(a-b)}{a} = \frac{100\,(12{,}0-0{,}3)}{12{,}0} = 97{,}5\,\%$$

Bei Belebungsanlagen wird nach den absetzbaren Stoffen die Förderung des Ueberschusschlammes eingestellt, um die erforderliche Belebtschlammenge im Belebungsbecken zu halten.

Ermittelt werden die absetzbaren Stoffe in Spitzgläsern nach Imhoff mit 1 Liter Inhalt, die mit einer Messkala versehen sind. Das auf absetzbare Stoffe zu untersuchende Abwasser oder Schlamm-Wasser-Gemisch wird in das Absetzglas gefüllt und nach zwei oder einer halben Stunde Ruhezeit abgelesen. In dieser Zeit sammeln sich die Schlammstoffe im unteren Teil des Glases. Die am Glase haftenden Stoffe müssen eine Viertelstunde vor dem Ablesen durch eine leichte, ruckartige Drehung veranlasst werden, nach unten zu rutschen. Bei Vergleichsermittlungen im Zu- und Ablauf ist darauf zu achten, dass die Proben unter Berücksichtigung der Aufenthalts- oder Durchflusszeiten übereinstimmen.

3.2.2 *Durchsicht bzw. Trübung*

Der umgekehrte Wert der Durchsicht gibt das Mass der Trübung an. Sie wird ermittelt mit weissen Sichtscheiben, die mit einem schwarzen Kreuz versehen sind und ins Abwasser getaucht werden.

3.2.3 *pH-Werte*

Die Zu- und Abnahme des Säure- und Alkaligrades des Abwassers und Faulbehälterinhaltes wird mit der Wasserstoffionenkonzentration ermittelt, die sich durch das Zeichen pH ausdrückt. Im Kläranlagenbetrieb genügen meist Verfahren, bei denen aus der Färbung von Indikatoren der Säuregrad abgeschätzt wird. Kontinuierlich anzeigende Geräte sind nur einzusetzen, wenn starke Schwankungen des pH-Wertes zu erwarten sind. Sie verlangen eine gute und gewissenhafte Wartung. Bei der Beurteilung der pH-Werte muss berücksichtigt werden, dass die Wertfolge logarithmisch erfolgt, das heisst dass ein pH-Wert 5,5 eine zehnmal so grosse Säurestärke als 6,5 besitzt.

3.2.4 *Wasser-, Schlamm- und Lufttemperaturen*

Temperaturen können den Effekt einer Kläranlage beeinflussen, da die Abbaugeschwindigkeit und damit der Sauerstoffgehalt der biologischen Stufe von der Abwassertemperatur abhängt. Ebenso wird die Zersetzung des Abwassers bei hoher Temperatur beschleunigt. Die technische Faulgrenze des Schlammes wird bei 10 °C nach einer Faulzeit von 60 bis 90 Tagen und bei 32 °C in 20 bis 30 Tagen erreicht.

Abgelesen werden die Temperaturen im Abwasser auf eingehängten Bade- oder Max.-Min.-Thermometern, die durch einen bleibeschwerten Korb geschützt werden. Die normalen Abwassertemperaturen liegen zwischen 5 und 20 °C. Die Temperaturen in Faulbehältern werden durch Wärmefühler in Umwälzleitungen festgestellt, ebenso in Vor- und Rücklaufleitungen der Faulraumheizung. Die Lufttemperatur wird durch Max.-Min.-Thermometer an schattigen, windgeschützten Stellen ermittelt.

3.2.5 *Sauerstoffgehalt im Abwasser*

In Belebungsbecken soll der Sauerstoffgehalt im Durchschnitt 1,5—2,0 mg/l betragen. Beim Ueberschreiten dieser Werte wird der Wirkungsgrad der Anlage nicht besser. Es ist also unwirtschaftlich, diesen Wert zu überschreiten. Durch ein kontinuierlich anzeigendes Messgerät kann durch Zu- und Abschalten der Belüftungsaggregate der Sauerstoffgehalt gesteuert und konstant gehalten werden.

Tabelle 3: Auftretende Geruchsbelästigungen

Rechen	3.1.1	Verstopfung	Freimachen des Rechens
	3.1.4	Lagerndes Rechengut	Abfahren und ordnungsgemäss einlagern
Tropfkörper	3.1.1	Zu geringe Flächenbelastung	Rückpumpen
Faulbehälter	3.1.2 3.2.3 3.2.4	Saure Gärung	Belastung herabsetzen, Kalkmilchzugabe, stinkenden Schlamm ablassen
Schlammtrockenbeete	3.1.2	Schwimmschlamm	vorher im Faulbehälter nach unten drücken
	3.1.2	schlecht ausgefaulter Faulschlamm	nicht zu früh ablassen, länger im Faulbehälter lassen

Die gebräuchlichste Messmethode der Sauerstoffbestimmung ist die elektrisch-chemische Methode.

3.2.6 Kohlensäure im Faulgas

Ein steigender Kohlensäureanteil im Faulgas von über 40 % gilt als Alarm für den Beginn einer sauren Gärung, die nach Möglichkeit zu umgehen ist. Zum Analysieren der Kohlensäure benutzt man zweckmässigerweise Geräte, die auf chemisch-physikalischer Grundlage arbeiten.

Ergänzend zu diesen Kontrollen können durch die Betriebsleitung je nach den Bedürfnissen weitere angeordnet werden, um einen noch besseren Ueberblick über den Betrieb zu erhalten. Es ist wesentlich bei all den Kontrollen, dass sie ausgewertet werden, um bei Störungen Rückschlüsse ziehen zu können, wie es bei dem Beispiel notwendig wird, das in der *Tabelle 3* zusammengefasst ist.

Vollständig wird das Beurteilungsbild einer Kläranlage für die Betriebsleitung erst, wenn den Betriebskontrollen noch chemische, biologische und bakteriologische Untersuchungen eines Laboratoriums vorliegen.

Zu beachten ist aber auch, dass der äussere Anblick einer Kläranlage über die Funktionstüchtigkeit Aufschlüsse zulässt. Saubere Wege, regelmässig geschnittene Rasenflächen und gepflegte gärtnerische Anlagen helfen den guten Eindruck einer Kläranlage zu vervollständigen.

Literatur

[1] Schäfer. Praktische Empfehlungen zur Inbetriebnahme neuer Kläranlagen. Wasser und Boden, 16. Jahrgang (1964), Heft 4, Seiten 120 bis 122.

[2] Arbeitsblatt A 111 der ATV und KfK. Richtlinien einer Betriebsanweisung für Klärmeister (1965). ZfGW-Verlag GmbH, Frankfurt am Main.

[3] Schäfer/Köster. Fortschrittliche Kommunalverwaltung, Kläranlagen (1966). Grote'sche Verlagsbuchhandlung, Köln und Berlin.

[4] Schäfer. Betriebsregeln für Klärmeister an Faulbehältern. Wasser-Luft-Betrieb, 8. Jahrgang (1964), Heft 7, Seiten 431 bis 434.

[5] Schäfer. Messungen zur Betriebsüberwachung von Kläranlagen. Wasser und Boden, 18. Jahrgang (1966), Heft 1, Seiten 14 bis 19.

Ausbau der Kehrichtanlage Werdenberg-Liechtenstein in Buchs SG

Von R. Giger, Buchs SG

1. Entwicklung seit 1962

Mit der Gründung des Vereins für Kehrichtverwertung Werdenberg-Liechtenstein und dem Bau der Kehrichtanlage in Buchs im Jahre 1961 glaubten wir für unser Einzugsgebiet (Fürstentum Liechtenstein, Bezirk Werdenberg inkl. Sargans sowie das Obertoggenburg bis und mit Stein) das Problem der Beseitigung der festen Abfallstoffe gelöst zu haben. Man war sich schon klar, dass die erstellte Bühler-Vermahlungsanlage nicht mit allen Stoffen fertig wird. Dazu gehören die Sperrgüter, aber auch spezifische Industrieabfälle, die wohl vermahlen, aber nicht kompostiert werden können. Diese Stoffe hoffte man (die grossen Sperrgüter eventuell noch durch Zerkleinerung) dem Siebrestofen übergeben zu können. Die Leistung dieses Ofens wurde denn auch etwas höher (400 kg/h) ausgelegt. Ganz allgemein aber glaubte man auf Grund von spärlichen Erfahrungen und Unterlagen, dass es sich bei diesen Stoffen nur um kleinere Mengen handeln könne.

Was bei uns zum Entscheid für eine Kompostierungsanlage führte, war, abgesehen vom reinen Kostenpunkt, die Aussicht einer guten Absatzmöglichkeit für den Kehrichtkompost. Die Möglichkeit, aus Abfallstoffen etwas Brauchbares herzustellen, hat sich bei unserer Anlage erwiesen, denn der Kompost hat in der Region guten Absatz gefunden. Aber auch die restlose Aufhebung der Deponieplätze war mitbestimmend. Bei einer Verbrennungsanlage brauchen wir ja immer noch einen Deponieplatz für die Verbrennungsrückstände. Wo ein solcher Platz vorhanden ist, läuft man immer Gefahr, dass gleichzeitig auch wieder andere Stoffe abgelagert werden.

Dies waren unsere Ueberlegungen, und wir hofften, mit unserer Lösung den rechten Weg zu gehen, und zwar erst recht, nachdem der Anlage noch ein zusätzlicher Ofen für die Verbrennung von tierischen Abfällen angegliedert worden war.

Unserem Verein gaben wir stolz den Namen «Verein für Kehrichtverwertung und Kadaververnichtung» und gingen die Verpflichtung ein, alles anzunehmen (mit kleinen Ausnahmen), was in den angeschlossenen Gemeinden an festen Abfallstoffen anfalle.

Die Entwicklung aber vollzog sich auf andere Weise, und der sogenannte kleine Anteil (Sperrgüter und Industrieabfälle), welchen wir nicht der Vermahlungsanlage übergeben können, wuchs ständig an, wie die folgenden Zahlen zeigen:

Betriebsjahr	1962/63 t	1963/64 t	1964/65 t	1965/66 t
Hauskehricht	3343	3530	4068	4262
Sperrgut	307	758	1082	1466
Industrieabfälle	502	774	1034	1110
Metzgereiabfälle	80	179	219	298
Total	4232	5241	6403	7136