Was der Bauherr von Klärlagen wissen sollte

Autor(en): **Arato, L.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **29 (1972)**

Heft 2

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-782438

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Was der Bauherr von Kläranlagen wissen sollte

L. Arato, Buochs

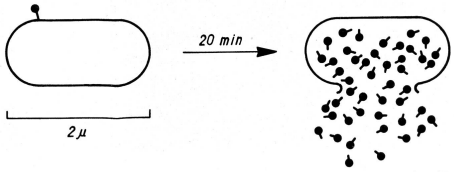
Als Cumming 1775 und andere 1777, 1778 und 1810 den Spülabort erfanden [1, 2], musste die Schwemmkanalisation wieder erfunden werden. Die Schwemmkanalisation und die damit bedingte biologische Abwasserreinigung kannten schon die Griechen und Römer, die ein hochentwickeltes Wasserversorgungs- und Stadtentwässerungssystem hatten [3].

Durch das Verschwinden der antiken Wasserkulte gerieten die hygienischen Einrichtungen des Altertums in Vergessenheit. Der Trockenabort mit abflussloser Grube sowie offener Sammelrinne, in der aller Unrat von Behausung und Strasse gesammelt und irgendwohin abgeleitet wurde, konnte im Laufe des letzten und jetzigen Jahrhunderts durch zähe Bestrebungen verdrängt werden. Allerdings zeigte sich bald, dass die Beherrschung der Abschwemmung und die dadurch bedingten Reinigungsverfahren eine eigentliche Wissenschaft ist. Nur in Anlehnung an diese Technik konnte die Medizin den grossen Epidemien der Menschheit Einhalt gebieten. Die Cholera, die allein mehr Opfer gefordert hat als alle Kriege der Menschheit, Typhus, Paratyphus, Ruhr, infektiöse Kinderlähmung und Leberentzündung gehören zu den Seuchen, die in hygienischen Notstandsgebieten ausbrechen und deren Erreger durch die Abwasser in das Trink- und Badewasser gelangen. Sie in Schach zu halten, gehört, nebst der Entlastung der Selbstreinigiungskraft des Wassers, zu den primären Aufgaben der Abwassertechnik.

Vor allem dort, wo die Länge der Spülkanäle oder die Topographie den Bau der Kanalisation zu kostspielig machen, kann dem Uebel durch Kleinkläranlagen begegnet werden. Es handelt sich dabei um Bergrestaurants, Hotels oder Kleinsiedlungen, die vor allem in Erholungsgebieten entstehen oder entstanden sind.

Damit man versteht, weshalb auch an Orten, wo das Wasser noch über genügend Selbstreinigungskapazität zu verfügen scheint, der Bau von Reinigungsanlagen notwendig ist, soll ein Ueberblick über die biologische Beschaffenheit der Gewässer und die Funktion der Mikroflora gegeben werden. Damit soll die Wirkungsart der biologischen Abwasserreinigung gezeigt werden, die durch den vermehrten Reinwasserverbrauch und die Erfordernisse der Hygiene von höchster Bedeutung für unser Leben ist.

Abb. 1. Links: An der Oberfläche einer Bakterienzelle haftet ein Bakteriophag mit seinem Stiel. Sein Erbkode, ein fadenförmiges Molekül (DNS), dringt in das Bakterium ein und vermehrt sich. Rechts: Schon nach 20 Minuten haben die DNS-Moleküle neue Hüllen gebildet, die Bakterienzelle platzt und entlässt die fertigen Bakteriophagen



Die bakteriologischen Verhältnisse der Gewässer

In den Gewässern, also auch in den Abwässern als Lebensraum, entscheidet die Vermehrung der Lebewesen die Lebensbedingungen oder, mit anderen Worten, das biologische, chemische und physikalische Gleichgewicht. Die Wasserbiologen (Limnologen) teilen die Gewässer nach den Lebensbedingungen der verschiedenen Lebewesen in Kategorien ein und bestimmen dadurch den Selbstreinigungsgrad. Der Klassierung dienende, verschieden verschmutzte Regionen nannte man saprobe Zonen. (Saprobie = Lebewesen in faulenden Stoffen.) Uns interessiert das deshalb, weil je nach Verschmutzungsgrad und Phase der Selbstreinigung die Bakterienflora verschieden ist. Vor dem Blick auf die saproben Zonen ist aber noch auf die Bakteriophagen hinzuweisen. Fast jeder Krankheitserreger hat seinen virenähnlichen Bakteriophagen, das heisst ein Kleinlebewesen, das sich nur in der Anwesenheit der Bakterien vermehrt und schliesslich die Bakterien vernichtet (Abb. 1). Bakteriophagen sind also Bakterienfresser und somit das letzte Glied der Fresskette. Sie sind wichtige Organe der Selbstreinigung [4].

1. Polysaprob werden die am stärksten verschmutzten Gewässer genannt. Das Wasser enthält grosse Mengen organischen Materials. Die Anzahl der Bakterienarten ist nicht gross, aber die einzelnen Arten sind in Ueberzahl vertreten. In diesen Gewässern findet man immer Bakterienfresser. Die Zahl der Keime pro Kubikzentimeter beträgt über eine Million. Der Keimgehalt der Abwässer ist in der Regel höher als eine Million und erreicht nicht selten 50 bis 100 Millionen.

2. Die mesosaprobe Zone lässt sich daran erkennen, dass in diesen Gewässern die Umwandlung der organischen in anorganische Substanzen innert kurzer Zeit geschieht (Mineralisierung). Man unterscheidet α- und β-mesosaprobe Zonen. Die α-mesosaprobe Zone sind in der α-Zone in grösserer Zahl und mit grösster Aktivität (Virulenz) vertreten, während in der β-Zone weniger davon vorkommen und weniger virulent sind.

3. Die oligosaprobe Zone wird vorwiegend von Tieren, von Einzellern bis zu Fischen, belebt. Diese Gewässer sind sauber, das heisst kaum verunreinigt. Der Grund ist völlig frei von Faulschlamm. Die Keimzahl des Wassers liegt meist bei 10—1000 je Kubikzentimeter. Dementsprechend treten im mikroskopischen Bild der Organismenwelt die Bakteriophagen zurück, meist fehlen sie sogar völlig.

Obwohl die gereinigten Abwässer einer Kläranlage in hygienischer Hinsicht nicht einwandfrei sind, konnte nachgewiesen werden, dass die Anzahl der pathogenen Bakterien durch die Abwasserklärung reduziert werden kann. Der Sinn der Abwasserreinigung lässt sich jedoch am besten durch die nachfolgende Tabelle darstellen [5]. Es wird nach den neuen Gesichtspunkten strengstens darauf geachtet, dass Bäche, die als Vorfluter dienen sollen, selbst bei der kleinsten Wasserergiebigkeit und maximaler Ablaufmenge der Kläranlage, oligosaprob bleiben. Als Grenzwert dient dabei der in der Tabelle aufgeführte Wert von 3 mg BSB_5/l. Man benützt dabei als Vergleichswert den biochemischen Sauerstoffbedarf der Wasserprobe (BSB_5). Bei der BSB_5-Bestimmung wird die natürliche Selbstreinigung im Laboratorium nachgeahmt und dabei der Sauerstoffverbrauch des Oxidationsprozesses einer 1-Liter-Schmutzwasserprobe in Milligrammen festgestellt.

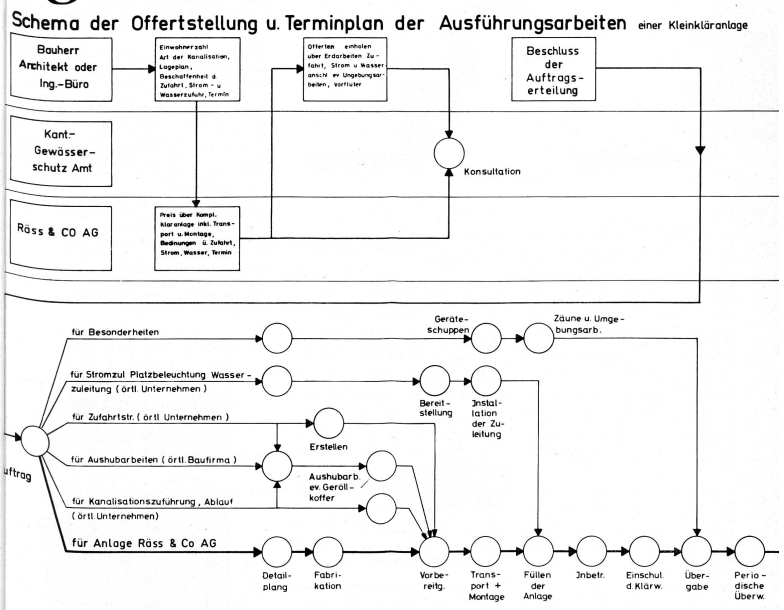


Abb. 2. Netzplan von Kleinkläranlagen

ist durch stürmisch einsetzende Oxidationsvorgänge und demzufolge durch die Massenentwicklung bestimmter Organismen gekennzeichnet. In der β-mesosaproben Zone vollendet sich der Prozess der Mineralisierung. Die Keimzahl pro Kubikzentimeter liegt zwischen 10 000 und 100 000. Bakterienfresser

	mg BSB_5 je Liter
Häusliches Abwasser der Kleinkläranlagen (nach EAWAG-Bericht Nr. 3934)	1200
Polysaprobes Wasser	mehr als 14
α-mesosaprobes Wasser	5,5—14
β-mesosaprobes Wasser	3—5,5
Oligosaprob	0—3

Einfache Klärvorrichtungen, wie Entschlammen des Abwassers durch Klär-

es dringend notwendig, die biologisch gereinigten Abwässer von ihrem Phosphatgehalt zu befreien. Diese Reinigung, die durch das Ausfällen der obengenannten Verbindungen durch Chemikalien erreicht werden kann, nennt man dritte Reinigungsstufe.

Administrative Probleme über Einsatz von Kleinkläranlagen

Während die Städte und Gemeinden in ihren Bauabteilungen heute bereits zu-

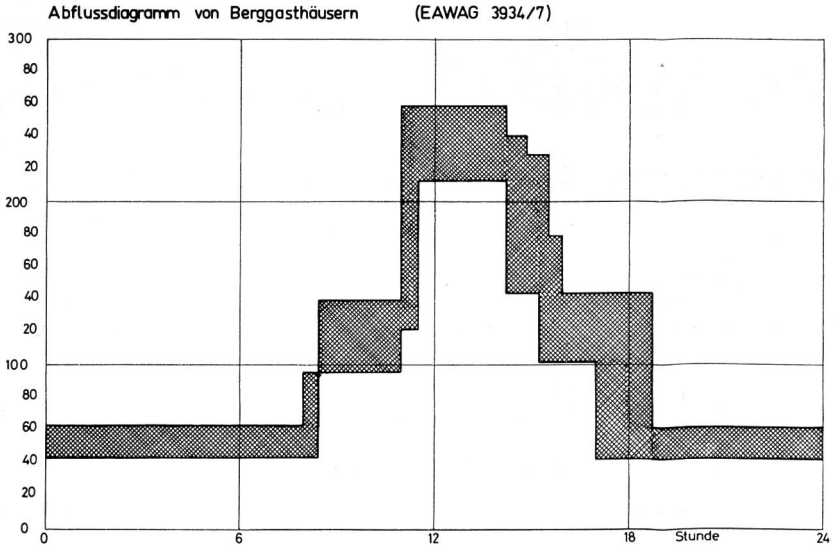


Abb. 3. Schwankungen der Abwasserlast von Kleinkläranlagen (Mittelwerte von 5 Anlagen)

gruben, sind mit grossen Nachteilen verknüpft. Sie scheiden nur 30 % des BSB_5-Gehaltes aus, vermischen aber das frische Abwasser mit fauligem Wasser. Fauliges Wasser ist jedoch giftig für Fische und lässt sich schwer weiterreinigen. Da die Selbstreinigungskraft der Gewässer von der Menge des Planktons, das heisst von der Anzahl der im Wasser schwebenden kleinsten pflanzlichen und tierischen Lebewesen, abhängt, ist die Selbstreinigungskraft der oligosaproben Gewässer gering. Wenn also die noch sauberen Bäche und Gewässer vor Verschmutzung verschont bleiben sollen, dürfen sie nur mit biologisch gereinigtem Abwasser belastet werden.

Vollständigkeitshalber ist noch auf die Rolle der natürlichen und künstlichen Düngemittel hinzuweisen. Diese Verbindungen, hauptsächlich Nitrate und Phosphate, regen das Wachstum der Algen an. Die Algen sind aber, ähnlich wie Fische, auf den im Wasser gelösten Sauerstoff angewiesen.

Dem natürlichen Sauerstoffeintrag sind jedoch enge Grenzen gesetzt. So entsteht durch das wuchernde Wachstum der Algen Sauerstoffmangel, der zum Aussterben der Edelfische und schliesslich zum Massensterben des Planktons, das heisst zum «Umkippen» in den anaeroben Zustand eines Gewässers führen kann.

Da vor allem ruhende Gewässer wie Seen und Teiche durch die mangelnde Bewegung oder Durchflutung einen gespannten Sauerstoffhaushalt haben, ist

ständige Spezialisten für die Abwicklung eines Sanierungsvorhabens einsetzen können, steht der Bauherr eines kleineren Projektes etwas ratlos da. Wohl werden seine Berater, meist Bauingenieure und Architekten, eine Vorstellung über die Realisierung eines Kleinkläranlagenprojektes haben; aber es wird nicht zu leugnen sein, dass auch für sie der Einsatz einer Kleinkläranlage mit Umständen und Unsicherheiten verbunden sein wird. Die Gründe dafür können wie folgt zusammengefasst werden:

1. Es werden eine Anzahl Kleinkläranlagen angeboten, die zwar überkantonale behördliche Empfehlungen nachweisen können, die jedoch auf Grund der Souveränität der kantonalen Gewässerschutzämter von verschiedenen Kantonen zugelassen bzw. abgelehnt werden können.
2. Die behördliche Betriebsbewilligung einer Kleinkläranlage ist «provisorisch», das heisst, die Kantone behalten sich das Recht vor, je nach Betrieb und Belastung der Anlage die Betriebsbewilligung zu entziehen oder nachträglich zusätzliche Bedingungen zu stellen.
3. Eine Kleinkläranlage moderner Bauart wird vorwiegend aus armiertem Kunststoff schlüsselfertig im Herstellerwerk gebaut. Sie wird in diesem Zustand zum Einbauort transportiert, versetzt und an das Kanalisations-, Strom- und Wasserversorgungsnetz angeschlossen. Aus der Sicht der SIA-Kategorien, Suva-Vorschriften usw. betrachtet, ist eine Kleinkläranlage ein «Tiefbauwerk», das aber von Apparatebaufirmen, Maschinenfabriken oder Kunststoffwerken fabriziert, geliefert und betreut wird.

Zu Punkt 1: Es wäre denkbar, auf Kosten der Gewerbefreiheit die Kleinkläranlage zu «uniformieren». Dadurch könnte man die Auswahlsorgen der Bauherren zwar reduzieren, zugleich aber den Initianten, das heisst den Herstellern der Kleinkläranlagen, die immerhin die Kosten und Mühen der Entwicklung tragen, unüberwindbare Hindernisse in den Weg legen. So gilt für diese Verhältnisse der oft zitierte Satz Winston Churchills über die Demokratie, «sie sei das Schlimmste, aber man habe bis jetzt nichts Besseres gefunden».

Zu Punkt 2: Es erscheint uns selbstverständlich, wenn Behörden eine alte Brücke sperren, sei es dass die Brücke revidiert wird oder einer neuen weichen muss. Nun liegen die Gründe für das Provisorium einer Bewilligung auch nicht anders. So werden selbst die grössten und heute modernsten Klärwerke mit provisorischen Bewilligungen von den zuständigen Behörden zum Betrieb zugelassen.

Obwohl die Fachwelt der Reinigungstechniker den revolutionierenden Neuerungen mit etwas Skepsis gegenübersteht [6], lässt sich nicht leugnen, dass die Kette der Verbesserungen nicht abreisst. Die Möglichkeit der Anwendung dieser Verbesserungen sichern sich die Behörden durch die befristete Betriebsbewilligung der Kläranlagen.

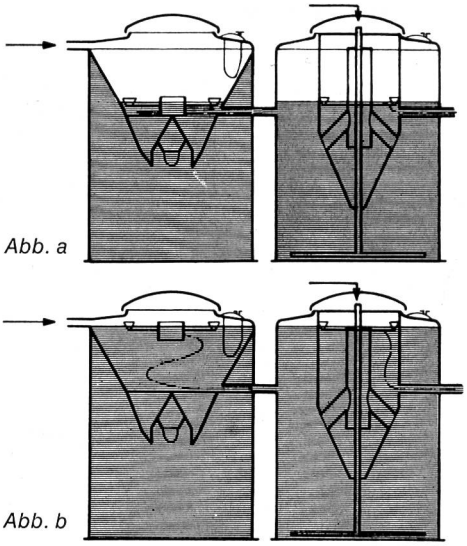


Abb. 4. In Abbildung a ist die Kläranlage mit dem minimalen Wasserspiegel dargestellt, in Abbildung b ist das Pufferungsvolumen voll, das heisst das Wasserniveau ist auf dem Maximum

Zu Punkt 3: Die einzelnen Schritte, die beim Einsatz einer Kleinkläranlage erfolgen müssen, sowie gewisse Ueberlegungen, die man bei der Realisierung eines solchen Projektes anstellen soll,

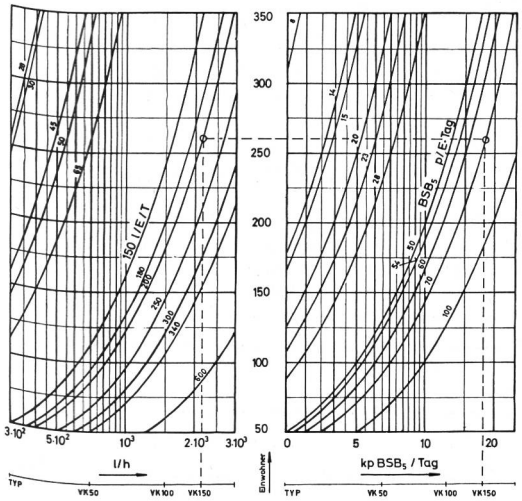


Abb. 5. Auslegungsdiagramm der Kleinkläranlagen System Schnyder (Räss & Co. AG, Lützelflüh). Ablesebeispiel: Das Abwasser von 255 Einwohnern, Wasseranfall Q_{24} 2130 l/h, BSB_5-Anfall 18,0 Kp/Tag, kann mit einer Kläranlage Typ VK 150 gereinigt werden

kann man durch die Darstellung eines Netzplanes einfach überblicken (siehe Abb. 2). Setzt man bei den Verzweigungs- und Knotenpunkten den vereinbarten oder vorgesehenen Termin ein, so kann ein solcher Netzplan einiges dazu beitragen, dass die Abwicklung reibungslos vor sich geht.

Probleme der Auslegung

Aus Rationalisierungsgründen ist die Typisierung der Kleinkläranlagen unumgänglich. Daraus folgt, dass die einzelnen Typen je nach der Wasser- und BSB_5-Last der angeschlossenen Einwohner das Abwasser einer unterschiedlichen Anzahl Personen reinigen können. Darum ist es von Vorteil, wenn die Kläranlagentypen eines Fabrikanten in übersichtlichen grafischen Darstellungen zusammengefasst sind. Dass dies keine Selbstverständlichkeit ist, weiss jeder, der sich überlegt hat, wie sich der tägliche Wasseranfall über den Tagesablauf verteilt.

Im Jahre 1968/69 führte im Auftrag des Eidgenössischen Amtes für Gewässerschutz (heute Eidgenössisches Amt für Umweltschutz) die EAWAG von der ETH-Zürich eine Untersuchung über die Kleinkläranlagen von Berggasthäusern durch. Das diesem Bericht entnommene Diagramm (Abb. 3) zeigt die Schwankungen des Wasseranfalls innerhalb eines Betriebstages. Was aber die Frage der Lastschwankungen noch kompliziert, ist die Tatsache, dass meist nur die Wochenendtage als volle Betriebstage gelten. Ausserdem können selbst in der Hochsaison die Wetterbedingungen die Zahl der Gäste und somit die Abwasserlast stark beeinflussen.

Aus diesem Grunde drängte sich die Suche nach Lösungen auf, die eine Pufferung des Abwassers ermöglichen. Eine dieser Lösungen, die sich zusätzlich durch das Ausscheiden der Grobstoffe durch eine Vorklärung auszeichnet, ist die von der Firma Räss & Co. AG fabrizierte Kläranlage, System Schnyder (Abb. 4).

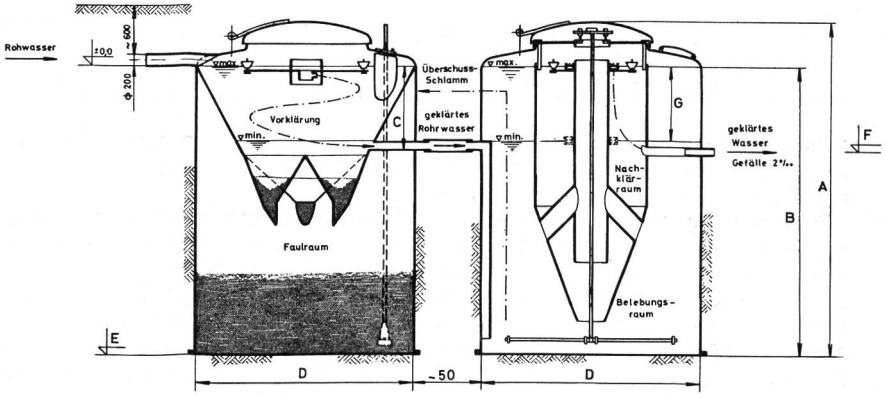
Das Ausscheiden der Grobstoffe reduziert die Reinigungsarbeit in der Belebungsstufe um etwa 30 %, ohne dass sich Rohwasser mit faulendem Vorklärschlamm vermischt [7]. Das bewirkt ausserdem, dass diese Art Kleinkläranlage keine Quelle von Geruchsbelästigung darstellt.

Dank dieser Voraussetzungen kann man mit Hilfe eines Nomogramms die Leistungen der Kleinkläranlagen System Schnyder gut überblicken (Abb. 5).

Im linken Feld des Diagramms ist die spezifische Abwasserlast der Einwohner durch eine Kurvenschar dargestellt, während im rechten Feld die spezifischen BSB_5-Lasten eingetragen sind.

Denkt man das vertikale Zwischenfeld als gemeinsame Ordinate, aus der die Zahl der angeschlossenen Personen ablesbar ist, so findet man an den Abszissen, nebst dem stündlichen Wasser- und BSB_5-Anfall, die Eintragungen für die drei Anlagentypen.

Abb. 7. Die ARA Schulhaus Lützelflüh zeigt die ästhetische Placierungsmöglichkeit der Kläranlage, System Schnyder



Typ	A	B	C	D	E	F	G
	m						
VK 50	3,42	2,87	0,92	3,00	-3,42	-0,60	0,60
VK 100	4,45	3,90	1,40	3,50	-4,50	-0,90	0,90
VK 150	5,05	4,50	1,40	3,50	-5,05	-1,16	1,16

Kleinkläranlagen
System Schnyder
m. Vorklärung
Räss & Co AG
CH 3432 / BE
D-70-4-085

Abb. 6. Abmessungen der Kleinkläranlagen System Schnyder

Ueber die Abmessungen der Anlagen gibt Abbildung 6 Auskunft, während in Abbildung 7 eine vor einem Jahr erbaute Anlage zu sehen ist.

Wartung der Kleinkläranlagen

Die biologische Kleinkläranlage ohne Wartung gibt es nicht, und es dürfte sie trotz steigender Automatisierungstendenz auch in der nächsten Zukunft nicht geben, da die Ueberwachung des Zusammenspiels der biologischen

füllte Probe scheidet sich in Wasser- und Schlammanteil. Das Bestimmen des Schlammabsetzvolumens (Imhof-Test) soll nach einer halben Stunde Standzeit durch Ablesen des Schlammniveauwertes erfolgen. Das Schlammabsetzvolumen gibt einen Anhalt über die im Becken vorhandene belebte Schlammenge. Vergleiche der wöchentlichen Kontrollen zeigen, ob die Schlammenge gewachsen ist, abgenommen hat oder ob sich die Absetzeigenschaften verändert haben.

nen bei einer zeitgemäss konzipierten Kleinkläranlage aus Messungen, Beobachtungen und etwas Schreibarbeit.

Die Zeiten, da Klärwärter mit wahrlich unangenehmen Arbeiten belastet waren, sind am Verschwinden. Wenn trotzdem der Gebrauch eines Desinfektionsmittels zur Reinigung der Hände nach einem Kläranlagenbesuch dringend empfohlen wird, so hat das seinen guten Grund, wie das eingangs geschildert worden ist.

ARA ..... Monatsrapport

System ..... Bemessung ..... m^3/T

Monat	Jahr
.....	19.....

Messungen													Beobachtungen			
		Temperaturen								Methylenblauprobe ②						
Tag	Zeit	Luft aussen C°	Wasser VKB C°	Wasser NKB C°	Kompr. druck atü	Sicht-tiefe cm	W. Sp. VKB cm	W. Sp. NKB cm	Imhof-test ① mm	5 Tage blau = x	Wenn weniger 5 Tage blau: Datum	Wenn weniger 5 Tage blau: Tage	klar trüb	frisch erdig faul	sonnig bedeckt Regen Schnee	Bemerkungen

① wöchentlich einmal (bei jeder 2. Kontrolle)

② monatlich einmal (bei jeder 8. Kontrolle)

....., den ..... Der Klärwärter .....

1 Exemplar des ausgefüllten Rapports ist monatlich an

das Kant. Amt für Gewässerschutz ..... sowie 1 Exemplar ..... zu senden

Funktionen mit der Mechanik sich kaum mit einem vernünftigen Aufwand realisieren lässt. Selbst wenn das möglich sein sollte, wird das Weiterleiten der gewonnenen Informationen an die interessierten Ueberwachungsstellen das Eingreifen des Menschen bedingen. Interessiert daran, ob die in Betrieb stehende Kläranlage befriedigend funktioniert, sind einige Stellen: So zumindest der Lieferant oder das planende Ingenieurbüro und das kantonale Gewässerschutz- oder Wasserwirtschaftsamt. Was alles bei den wöchentlichen Kontrollen zu beobachten ist, lässt sich vom abgebildeten Monatsprotokollblatt ablesen (Abb. 8). So sollten die Wassertemperaturen im Vorklärbecken (VKB) und Nachklärbecken (NKB) sowie die Aussenlufttemperatur notiert werden, ebenso der Kompressorendruck und der Wasserstand im Vor- und im Nachklärbecken. Das Wichtigste ist aber, dass man aus dem bewegten Belebungsbecken mit langstieligen Schöpfbechern Schlamm-Wasser-Gemisch für die Kontrolle des Schlammabsetzvolumens nimmt. Die in ein Messglas abge-

Abb. 8 Beispiel eines Wartungsrapportes für Kleinkläranlagen

In der Regel genügt es, einmal monatlich den Haltbarkeits- oder Methylenblautest durchzuführen. Dabei werden in ein 50-ml-Glasfläschchen 5 Tropfen Methylenblaulösung gegeben und mit Abwasser randvoll gefüllt, geschlossen und 5 Tage lang aufbewahrt. Wenn sich die Probe ganz entfärbt, so muss angenommen werden, dass der gelöste Sauerstoff der Probe verbraucht ist. Daraus kann man auf Sauerstoffmangel der Biologie oder direkt auf anaerobe Vorgänge oder Fäulnis schliessen. Nebst Geruch ist die Beobachtung des Wetters von Interesse. Der geübte «Klärwärter» wird all diese Kontrollen in einer guten halben Stunde wöchentlich erledigen. Falls sich Störungen ergeben sollten, muss er sofort die zuständigen Stellen benachrichtigen. Sonst genügt es, die Protokollduplikate monatlich an die vorgeschriebenen Stellen zu senden.

Die «Wartung» beschränkt sich nebst etwaigem Abspülen der Wasserrandzo-

Literatur

[1] *Frühling, A.,* Die Entwässerung der Städte, Leipzig 1903.

[2] *Dunbar,* Leitfaden für die Abwasserreinigungsfrage (Oldenburgverlag, München-Berlin 1912).

[3] *Hörler, A.,* Technik der Abwasserreinigung. Vortrag am Schweizerischen Städtetag in La Chaux-de-Fonds 1957.

[4] *Bresch, C.,* Klassische und molekulare Genetik (Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1965).

[5] *Klotter, H. E.,* und *Hantge, E.,* Ueber die Auswertung biologischer Gewässeruntersuchungen und ihre Relationen zum biochemischen Sauerstoffbedarf, Die Wasserwirtschaft *56* (1966).

[6] *Heierli, R.,* Technik der Gewässerschutzmassnahmen, «Schutz unseres Lebensraumes», ein Symposium der ETH-Zürich 1970.

[7] *Arato, L.,* Ein neues vorfabriziertes Vorklärbecken mit darunterliegendem Schlammfaulraum für Kleinkläranlagen, Wasser-Boden-Luft, Herbstausgabe 1971.