Stand und Entwicklungstendenzen der Abwasserreinigung unter besonderer Berücksichtigung der industriellen Abwässer

Autor(en): **Husmann, Wilh.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **73 (1955)**

Heft 4

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-61848

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

gefiele? Ich will lieber nicht zitieren. Sinnlos ist es, die ausgetauschten Gedanken durch Wiederkauen auszulaugen und durch Zermalmen breit zu drücken. Die Sprache Frischs birgt Geheimnisse in sich, die zu ahnen verlocken und zu eigenem — wenn auch zaghaftem — Denken anregen. Man wähnt sich bei Don Juan und seiner Geometrie und befindet sich doch mitten in der Hilflosigkeit unserer Zeit. Max Frisch, erlauben Sie mir eine leise Kritik: die, die wir brauchen — sie verstehen Ihre feine Sprache nicht. Die, die mit dem Stimmzettel zur Urne schreitend schon an das nachmittägliche Fussballtreffen und ihren Totozettel denken, werden ein Nein in die Urne legen, wenn es um die Verwirklichung Ihrer Ideen geht. «Achtung: die Schweiz», so flüstern Sie leise und für einige sehr eindringlich, «Hopp Schwyz», schreit die Masse und erschüttert mit dem Gebelle mehr im Staate als uns lieb ist. Wir sollten versuchen Gehör zu finden, auch dort, wo das Dröhnen brausender Motoren die Ohren betäubt, denn schliesslich sind Tribünen- und Stehplatzbesucher am Grand Prix beim Urnengang — so er überhaupt noch stattfindet — mächtig.

Die Idee, eine neue Stadt in unserem Lande zu gründen, begrüsse ich (leidenschaftlich, schreibe ich nur in Klammern, weil ich aus Erfahrung die Bleigewichte fühle, die den Flug hemmen). «Jaja, aber . . .» dieses Kapitel in «achtung, die Schweiz» sei gelesen. Wer je mit Stadtplanung zu tun hatte, kennt dieses jaja, aber. Wir begegnen ihm nicht nur beim Beamten. «Wir sind die Wohlgenährten und haben nichts im Sinn» aus der Frühzeit des «Cornichon», wer könnte das je vergessen, der's aufnahm, das Wackeln der runden Köpfe und das Auf und ab der dicken Bäuche!

Wir haben keine neue Stadt mehr gegründet; der Anlass dazu fehlte uns. Freilich, wir hätten manche gründen können, wenn wir gewollt hätten, aber die Idee fehlte. Die kommende Landesausstellung 1964 zum Anlass zu einer Stadtgründung zu nehmen — warum nicht? Die Stadt der Zukunft nicht auf dem Papier zu entwerfen, sondern zu bauen! Ein verlockender Gedanke, anspornend für alle, die daran glauben, dass auch bei uns noch Möglichkeiten offen stehen. Mögen viele der dem Umschlag der Broschüre angehängten Antwortkarten benutzt werden, damit die anregende Diskussion in einem dritten Heft der streitbaren Schriftenreihe fortgesetzt werden kann, damit die neue Stadt Form annehme. Ich empfehle Freunden und Gegnern «achtung, die Schweiz» zu lesen. Vielleicht ist unser Land keine Mumie, sondern lebendig und lebensfroh wie die neun vorbildlichen muntern Gesprächspartner in Basel und Zürich. *Hans Marti*

Stand und Entwicklungstendenzen der Abwasserreinigung

unter besonderer Berücksichtigung der industriellen Abwässer

Von Dr.-Ing. **Wilh. Husmann**, Essen [1])

DK 628.3

Standortwahl der Industrie

Die Lösung dieser Frage scheint ganz besonders wichtig und dringlich, vermeidet sie doch oft unnötige Kosten und Schwierigkeiten. Grundsätzlich ist zu fordern, dass Industriewerke, die viel Wasser brauchen und viel und unter Umständen ein hochkonzentriertes Abwasser liefern, nicht an kleine Gewässer gehören, sondern an die grösseren Flüsse. Wenn diese auch nicht über das zulässige Mass mit Abwasser belastet und verschmutzt werden dürfen, so erleichtert doch eine weitgehende Verdünnung der Abwässer durch sauberes Vorflutwasser die Abwasserreinigung eines Industriewerkes ganz erheblich.

Wenn bei einem kleinen Vorfluter für ein anfallendes Industrieabwasser eine mechanische und biologische Reinigung notwendig wird, genügt u. U. bei einem grösseren wasserreichen Vorfluter vielleicht nur die mechanische Reinigung, d. h. die Entschlammung des Abwassers oder eine biologische Teilreinigung. Ist aber nur ein kleiner Bach für die Aufnahme der Abwässer vorhanden, muss die Reinigung sehr weitgehend sein. Diese ist mit erheblichen Kosten verbunden, die das Industriewerk, besonders wenn es sich um einen Saisonbetrieb handelt, u. U. nicht tragen kann. Als Folge der Ableitung ungereinigter Abwässer gibt es dann endlose Streitereien mit Anliegern, Unterliegern und Behörden [1] *. Prozesse folgen und letzten Endes wird doch nichts erreicht, wenigstens nicht die Reinhaltung des betreffenden Baches. Die Standortwahl für die Ansiedlung von Industrien muss unbedingt unter dem Gesichtspunkt der Abwasserreinigung vorgenommen werden.

Es soll selbstverständlich keiner Gemeinde verwehrt werden, steuerkräftige Industrien bei sich aufzunehmen. Aber bei der Wahl der Industrien sollte man sehr vorsichtig sein. Gemeinden mit kleinen Vorflutern sollten nur «trockene Industrien» bei sich aufnehmen, die kein Abwasser erzeugen, und die «nassen Industriebetriebe» den Gemeinden überlassen, die an einem grösseren Vorfluter liegen. Wenn in diesem Sinne überall vorgegangen würde oder in früheren Jahren schon vorgegangen worden wäre, dann hätte man heute eine grosse Anzahl von Abwasserproblemen nicht und vor allen Dingen stünde man nicht immer vor neuen Problemen.

Industrielles und häusliches Abwasser

Liegt ein Industrie- oder Gewerbebetrieb innerhalb einer Gemeinde oder eines Stadtgebietes, das kanalisiert ist, so wird es, abgesehen von wenigen Sonderfällen, immer richtig sein, die in den Industrie- und Gewerbebetrieben anfallenden Abwässer, mehr oder weniger weit vorgereinigt, in das städtische Kanalnetz einzuleiten und mit dem häuslichen Abwasser gemeinsam zu behandeln.

Bei dieser Lösung des Abwasserproblems ist aber immer darauf zu achten, dass der Anteil an industriellem Abwasser im häuslichen Abwasser nicht zu hoch wird, da sich sonst ganz erhebliche Schwierigkeiten und Kosten für die gemeinsame Abwasserreinigung von Industrie und Gemeinde ergeben können. Hierfür ein warnendes Beispiel: In einer kleinen Industriestadt des Ruhrverbandsgebietes wurde das Abwasser von 6000 Einwohnern bisher in einer Emscherbrunnenanlage mit nachgeschaltetem Tropfkörper mit sehr gutem Erfolg gereinigt. In dieser Stadt liess sich ein Werk mit einem grossen Beizereibetrieb nieder. Infolge der unzureichenden Vorbehandlung der Beizereiabwässer verschlammte der Tropfkörper in kurzer Zeit derart, dass die biologische Reinigung ausser Betrieb genommen werden musste. Unter Aufwendung hoher Kosten wurde der Tropfkörper ausgeräumt und mit frischem Beckenmaterial gefüllt.

Ein weiteres Beispiel, das ich kürzlich sehr eingehend behandelt habe, soll zeigen, dass sich eine Gemeinde auch zuviel Industriebetriebe auf den Hals laden kann und dann vor unlösbaren Abwasserproblemen steht. In einer ländlichen Gemeinde G. von etwa 12 000 Einwohnern befinden sich die in Tabelle 1 aufgeführten sechs Industriebetriebe. Insgesamt ist ein Industrieabwasser-Anfall von 2600 m³/Tag vorhanden, dem etwa 1200 m³ häusliches Abwasser gegenüberstehen, d. h. das Verhältnis von Industrieabwasser : häuslichem Abwasser ist etwa 2:1. Alle Industrieabwässer werden in die städtische Kanalisation abgeleitet und sollen mit dem häuslichen Abwasser mechanisch und biologisch gereinigt werden. Es kam nun darauf an, die Kosten für die gemeinsame Reinigung der Abwässer zu ermitteln. Aus Tabelle 1 kann man ersehen, dass sich die Kosten für die Abwasserreinigung, wenn grössere Mengen verschiedenartiger Industrieabwässer im Abwasser vorhanden sind, so erheblich steigern können, dass eine Abwasserreinigung unmöglich wird. Aus der kleinen Gemeinde

[1]) Nach einem Vortrag, gehalten in der Hauptmitgliederversammlung des Verbandes Schweizerischer Abwasserfachleute am 14./15. Mai 1954 in Luzern. Der Verfasser, Abteilungsvorsteher der Emschergenossenschaft und des Lippeverbandes und Lehrbeauftragter an der Techn. Hochschule in Aachen, ist mit den Abwasserproblemen in der Schweiz durch seine frühere langjährige Tätigkeit bei der Kantonalen Verwaltung und bei der Stadtverwaltung in Zürich (als Betriebsleiter der Kläranlage Werdhölzli) wohl vertraut. Red.

*) Die Zahlen in eckiger Klammer verweisen auf das Literaturverzeichnis am Schluss des Aufsatzes.

von 12 000 Einwohnern ist, abwassertechnisch über den Einwohnergleichwert gerechnet, eine Stadt von über 100 000 Einwohnern geworden, die, wenn sie das anfallende Abwasser mechanisch und biologisch reinigen will, Kosten aufwenden muss, die einfach untragbar sind.

Abwasser von Textilbetrieben

Es unterliegt keinem Zweifel, dass man Färberei- und Textilabwasser, bestehend aus dem Abwasser der Bleicherei und der Färberei, in Vermischung mit häuslichem Abwasser mechanisch und vor allen Dingen biologisch gut reinigen kann. Die Kläranlagen in Enschede bzw. Almelo in Holland reinigen die Mischung von Textilabwasser mit häuslichem Abwasser mit ausgezeichnetem Erfolg nach dem Tropfkörperverfahren bzw. nach dem Schlammbelebungsverfahren.

Die Probleme der obenerwähnten Gemeinde G. gaben Anlass zu technischen Grossversuchen, in denen Textilabwasser ohne Zusatz von häuslichem Abwasser mit gutem Erfolg biologisch gereinigt werden konnte. Das Abwasser aus dem betreffenden Textilbetrieb, der Baumwolle von der Rohfaser bis zum fertigen Produkt und auch Zellwolle verarbeitet, bestand im wesentlichen aus den Abgängen der Bleicherei und Färberei; ausserdem enthielt es etwas Kühlwasser. Entsprechend der Produktion und den benutzten Farbstoffen treten im Laufe eines Tages starke Schwankungen in der Abwasserzusammensetzung auf, wobei auch die Farbe des Abwassers öfter wechselt. Zum Färben werden Indanthren- und Schwefelfarben benutzt. In der Bleicherei wird mit Natronlauge und Chlor gearbeitet. Auf Grund einer über 24 Stunden durchgeführten Untersuchung war die Konzentration und Zusammensetzung des Abwassers durch die Werte der Tabelle 2 gekennzeichnet.

Neuerdings ist *Jung* [7] ein Verfahren zur biochemischen Abwasserreinigung, das auch auf Textilabwässer angewendet werden kann, patentiert worden. Nach diesem Verfahren ist es gelungen, unter Zusatz von geringen Mengen Eisen (etwa 3÷5 mg/l Eisen auf 100 mg/l Permanganatverbrauch des betreffenden Wassers) auf einem Tropfkörper bei einer Belastung von 0,5 m³ Abwasser je m³ wirksamen Tropfkörpermaterials, gerechnet über den biochemischen O_2-Bedarf, einen Reinigungseffekt von 90÷95 % zu erzielen.

Bei den von uns durchgeführten Versuchen wurde dem oben geschilderten Textilabwasser nichts zugesetzt, sondern in Zusammenarbeit mit dem betreffenden Betrieb auf einer Tropfkörperanlage im Rückpumpverfahren die biologische Behandlung durchgeführt. Die Versuchsanlage bestand aus einem Ausgleichbehälter, einem Mischbecken, einem Tropfkörper von 3,50 m Durchmesser, 4 m Höhe und einem nutzbaren Inhalt von 38 m³. Dem Tropfkörper war ein Nachklärbecken nachgeschaltet, aus dem je nach Wahl und Notwendigkeit ein bestimmter Teil des biologisch gereinigten Abwassers in das Mischbecken zurückfliessen konnte, um unter Verdünnung des Rohwassers über den Tropfkörper zurückgepumpt zu werden, während ein anderer Teil zum Abfluss kam (Bilder 1 bis 3).

Tabelle 1. Gemeinde G., Abwassermengen und Kostenanteile für Industrien und Gemeinde

	Abwasseranfall m³/Tag	Einwohnergleichwert	Baukosten DM	Jahres- und Betriebskosten DM
Lederfabrik A	200	5 200		
Färberei A	250	5 430		
Molkerei	150	2 600	1 178 000	162 800
Lederfabrik B	650	27 100		
Pappefabrik	1300	53 100		
Färberei B	50	230		
Gemeinde	1200	12 000	376 000	49 600
Zusammen	3800	105 660	1 554 000	212 400

Tabelle 2. Zusammensetzung des Abwassers eines Textilbetriebes

Reaktion	stark alkalisch	
pH-Wert	8,1÷10,3	im Mittel 9,8
$KMnO_4$-Verbrauch	272÷790 mg/l	im Mittel 490 mg/l
BSB_5	184÷502 mg/l	im Mittel 400 mg/l

Der beste biologische Reinigungseffekt wurde dann erzielt, wenn der Tropfkörper mit 1 Teil Rohabwasser und 3 Teilen biologisch gereinigtem Rücklaufwasser beschickt, d. h. insgesamt mit 4 l/s belastet wurde. Das aus dem Nachklärbecken abfliessende Wasser war stets klar, leicht grau-grün gefärbt und nicht mehr fäulnisfähig. Seine Sauerstoffsättigung betrug etwa 60 %. Der BSB_5 [2]) des Zulaufs zum Tropfkörper betrug im Mittel aus verschiedenen Versuchsreihen etwa 440 mg/l. Im Ablauf wurde noch ein BSB_5 von 107 mg/l festgestellt. Im Tropfkörper wurden demnach 440 — 107 = 333 mg BSB/l abgebaut. Bei einer Belastung von 1 l/s Rohabwasser, d. h. 86 m³/Tag, wies der Tropfkörper eine Abbauleistung von 28 638 g BSB_5 im Tage auf. Bei einem nutzbaren

[2]) Biochemischer Sauerstoffbedarf während fünf Tagen.

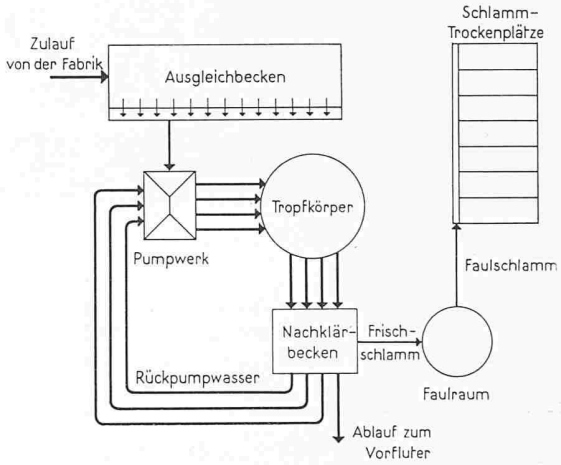


Bild 1. Schema der Versuchsanlage zur biologischen Reinigung von Abwasser aus Textilbetrieben

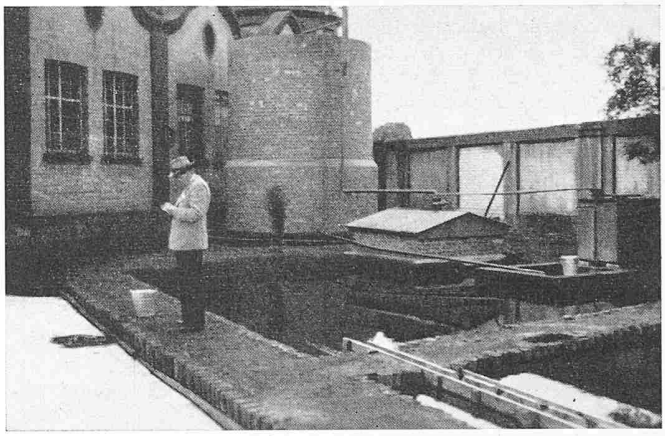


Bild 2. Versuchsanlage gemäss Bild 1: links Rohabwasser, hinten Tropfkörper, Ausgleichbecken. Pumpanlage; im Vordergrund Nachklärbecken

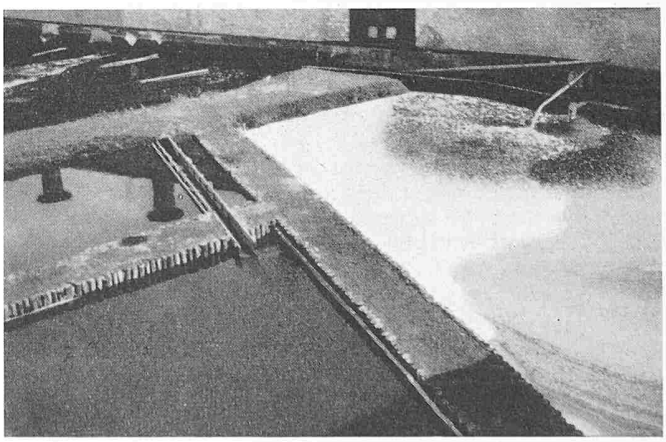


Bild 3. Versuchsanlage gemäss Bild 1, vom Tropfkörper aus gesehen: rechts das Rohabwasser, links Ausgleichbecken und Nachklärbecken



Bild 4. Biologisches Leben am Ablauf des Tropfkörpers der Anlage Bilder 1÷3

Körperinhalt von 38 m³ betrug der tägliche BSB_5-Abbau, bezogen auf 1 m³ Tropfkörpermaterial, etwa 750 g. Das ist zweifelsohne eine sehr gute und befriedigende Leistung (Imhoff gibt in seinem Taschenbuch für hochbelastete Tropfkörper bei häuslichem Abwasser einen Abbau von 700 g BSB_5/Tag an).

Der Reinigungseffekt der Versuchsanlage, ausgedrückt durch den BSB_5, betrug im allgemeinen etwa 75 %. Entsprechend der schwankenden Konzentration des Abwassers ging die Klärwirkung gelegentlich auf 69 % zurück, stieg aber an manchen Tagen auch auf 80 % an. In der Ablaufrinne des Tropfkörpers und auch in der Holzrinne am Nachklärbecken zeigte sich schon nach kürzester Zeit ein Bewuchs von Grünalgen. Aus Bild 4 kann man erkennen, dass im Tropfkörper echtes biologisches Leben vorhanden war. Neben den üblichen unbelebten Schlammstoffen zeigten sich einzellige Grünalgen, Urtierchen und Fadenwürmer.

Die Schlammenge, die im Ablauf des Tropfkörpers vorhanden war, betrug im Mittel 0,5 cm³/l. Sie hielt sich in den beiden Tropfkörpern in normalen Grenzen. Im Abwasser selbst waren folgende Dungstoffe vorhanden, die das biologische Leben sicherstellten (die eingeklammerten Zahlen gelten für häusliches Abwasser):

Ges. Stickstoff	13 mg/l	(80÷100)
Phosphorsäure	3,3 mg/l	(20÷ 25)
Kali	6,9 mg/l	(60÷ 65)

Auf Grund der Versuchsergebnisse war es möglich, die Bau- und Betriebskosten der Anlage angenähert zu ermitteln, die sich bei einer biologischen Reinigung von Textilabwässern ohne Zusatz von häuslichem Verdünnungswasser, aber unter Rücknahme von schon biologisch gereinigtem Abwasser, ergeben. Sie hängen natürlich sehr davon ab, ob eine solche Anlage für ein Werk mit einer grösseren oder kleineren Abwassermenge errichtet wird.

Bei den heute in Deutschland sehr hohen Kapitalkosten von 10 % kann damit gerechnet werden, dass sich die Kosten je m³ Abwasser etwa zwischen 4 und 5 Pfennig bewegen werden. Diese Kosten mögen hoch erscheinen. Wenn man sie aber auf die Einheit der erzeugten Ware, im vorliegenden Falle auf 1 m gewebten Stoff umrechnet, sind sie gering. Die Industriebetriebe werden sich in Zukunft mehr denn je darauf einstellen müssen, dass ebenso wie für die Beschaffung des

Tabelle 3. Abwasser einer Bonbons- und Trockenmilchfabrik

Reaktion	neutral ÷ schwach sauer	
pH-Wert	6,8 ÷ 4,2	im Mittel 5,9
$KMnO_4$-Verbr.	474 ÷ 29 700 mg/l	im Mittel 6375 mg/l
BSB_5	350 ÷ 20 600 mg/l	im Mittel 4650 mg/l

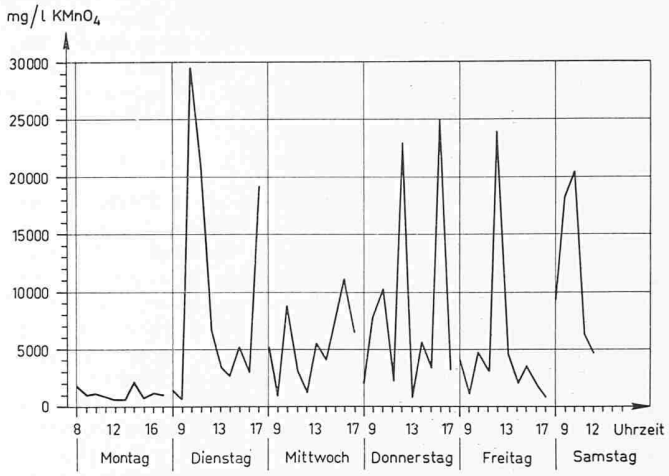


Bild 5. Konzentrationsschwankungen im Abwasser einer Bonbons- und Trockenmilchfabrik, ausgedrückt durch den Kaliumpermanganatverbrauch

sauberen Betriebswassers auch für die Beseitigung des Abwassers ein Betrag einkalkuliert werden muss, der sich im Preis des herzustellenden Produkts auswirkt.

Wie dieses Beispiel zeigt, gehen die Entwicklungstendenzen in der Behandlung gewisser gewerblicher Abwässer vielleicht dahin, mehr oder weniger schon biologisch gereinigtes Abwasser im Kreislauf zu halten. Die hier an einer Tropfkörperanlage gezeigten Ergebnisse werden zweifelsohne auch im Schlammbelebungsverfahren zu erreichen sein. Es wird dabei nur auf einen Grossversuch ankommen, um die Belastungs- und Grössenverhältnisse der Anlage zu ermitteln.

Abwasser von Lebensmittelindustrien

Das Abwasser einer *Bonbons- und Trockenmilchfabrik* hat einen hohen Gehalt an gelösten und kolloidalen organischen Stoffen. Seine Konzentration ist ausserordentlichen Schwankungen unterworfen, wie aus Bild 5 zu ersehen ist. Bei den Untersuchungen, die über eine Woche durchgeführt wurden, ergab sich ein minimaler Permanganatverbrauch von 474 mg/l, während maximal 29 700 mg/l festgestellt werden konnten. Auf Grund der über einen längeren Zeitraum durchgeführten Untersuchung ist das Abwasser etwa durch die Werte der Tabelle 3 gekennzeichnet.

Die Auswirkungen dieses Abwassers auf die Vorflut waren ganz erheblich. Infolge seines Zuckergehaltes, der zwischen 0 und 1000 mg/l schwankte, verursachte das Abwasser ein starkes Pilzwachstum mit seinen üblen Begleiterscheinungen. Das Abwasserproblem des Werkes, das einen Abwasseranfall von etwa 500 m³/Tag hat, ist zunächst so gelöst worden, dass eine in der Nähe befindliche Waldfläche von

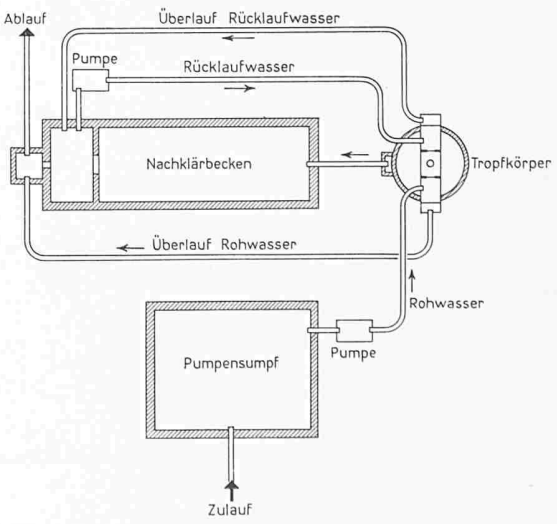


Bild 6. Schema der Versuchsanlage zur biologischen Reinigung von Abwasser aus einer Bonbons- und Trockenmilchfabrik

rd. 50 ha, die auch Wiesen einschliesst, berieselt wird. Die Rieselhöhe beträgt z. Zt. etwa 250 ÷ 300 mm/Jahr. Es handelt sich um sandigen Boden, der z. Zt. mit Nadelholz bewachsen ist. Wieweit dieser Baumbestand die Berieselung verträgt, bleibt abzuwarten; unter Umständen muss eine Umforstung auf geeignete Laubbäume durchgeführt werden.

Unabhängig von dieser Lösung des Abwasserproblems wurde in Zusammenarbeit mit dem Industriewerk versucht, eine künstliche biologische Reinigung der Abwässer durchzuführen. Um die hierfür notwendigen Unterlagen zu beschaffen, wurde eine Versuchsanlage in halbtechnischem Masstabe errichtet (Bilder 6 und 7). Sie besteht aus einem Tropfkörper von 1,80 m Durchmesser, 4 m Höhe und einem nutzbaren Inhalt von 11 m³. Dem Tropfkörper ist ein Nachklärbecken nachgeschaltet, aus dem je nach Bedarf eine bestimmte Menge des biologisch gereinigten Abwassers auf den Tropfkörper zurückgepumpt werden kann, um auf diese Weise das hochkonzentrierte Rohabwasser zu verdünnen und aufzufrischen. Es können hier nicht alle Versuchsreihen im einzelnen besprochen werden, die bei den verschiedenen Belastungen mit und ohne Rückpumpen des biologisch gereinigten Abwassers durchgeführt worden sind. Alle haben aber gezeigt, dass eine ausreichende biologische Reinigung dieses durch organische Stoffe hoch verschmutzten Abwassers möglich ist. Je nach dem Belastungsgrad und der Belastungsart des Tropfkörpers (Rücknahme von schon biologisch gereinigtem Abwasser über den Tropfkörper) wurden Abnahmen im Permanganatverbrauch festgestellt, die zwischen 75 und 95 % schwankten. Nach den bisherigen Versuchsergebnissen muss damit gerechnet werden, dass bei einer biologischen Reinigung die Kosten, bestehend aus Verzinsung und Tilgung der Baukosten und den eigentlichen Betriebskosten, je m³ Abwasser etwa 10 Pfennig betragen werden. In den einzelnen Versuchsreihen bildete sich auf der Tropfkörperoberfläche ein ausserordentlich starker biologischer Rasen, der von Zeit zu Zeit zerstört werden musste, um ein Durchsickern des Abwassers durch den Körper sicherzustellen. Ein derartiger Betrieb ist natürlich nicht befriedigend, da es u. U. zu einer vollständigen Verschlammung der Anlage kommen kann.

Die Entwicklungstendenzen bei der biologischen Reinigung derartiger Abwässer müssen m. E. dahin gehen, zunächst einmal durch Vorschalten eines Ausgleichbeckens die Konzentrationsschwankungen auszuschalten und zum anderen den von *Southgate* in England entwickelten «Wechseltropfkörper» anzuwenden. Wie das Schema Bild 8 zeigt, sind zwei Tropfkörper hintereinandergeschaltet. Jeder der beiden arbeitet abwechselnd einmal als erste und einmal als zweite Stufe. Während der Arbeitszeit als erste Stufe wird der Tropfkörper so hoch belastet (sei es mit einer so grossen Abwassermenge oder mit einem hochkonzentrierten Abwasser), dass er sich normalerweise im Laufe der Zeit verstopfen würde. Nach der Umschaltung auf die zweite Stufe wird jedoch der biologische Rasen wieder abgebaut, da der Tropfkörper nunmehr mit mehr oder weniger weitgehend gereinigtem Abwasser beschickt wird. Es hat sich gezeigt, dass das gereinigte Abwasser den Tropfkörperbewuchs, d. h. die Verschlammung, zu reduzieren und zu beseitigen vermag. In England haben sich derartige Wechseltropfkörper (alternating double filtration) für Molkereiabwässer bewährt. Ich kann mir sehr gut vorstellen, dass es noch eine ganze Reihe von organisch verschmutzten Abwässern gibt, die sich im Wechseltropfkörper gut und ausreichend reinigen lassen. Derartige Tropfkörper liegen hinsichtlich der Belastungsmöglichkeit und der Kosten zwischen hoch und schwach belasteten Tropfkörperanlagen. Sie sind aber unempfindlich gegen Konzentrations- und Reaktionsschwankungen im Abwasser, bedingen jedoch Pumpen zwischen den beiden Arbeitsstufen und daher auch erhöhte Betriebskosten.

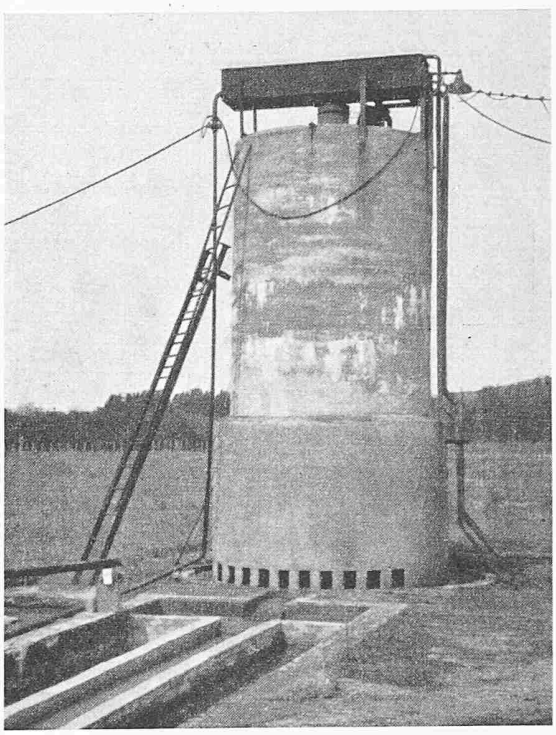


Bild 7. Tropfkörper der Anlage Bild 6

Als Beispiel für die Reinigung bzw. Beseitigung von Abwässern, die durch organische Stoffe hoch konzentriert sind, greife ich die Abwässer der *Hefefabrikation* heraus. Im Lippegebiet befindet sich eine grosse Hefefabrik, die mit ihrem Abwasser jahrzehntelang ein ganzes Flussgebiet dauernd stark verschmutzte. Im Sommer traten viele km unterhalb oft unerträgliche Geruchbelästigungen auf. Vor 40 Jahren erbaute Tropfkörper führten zu keinem Erfolg in der Reinigung und

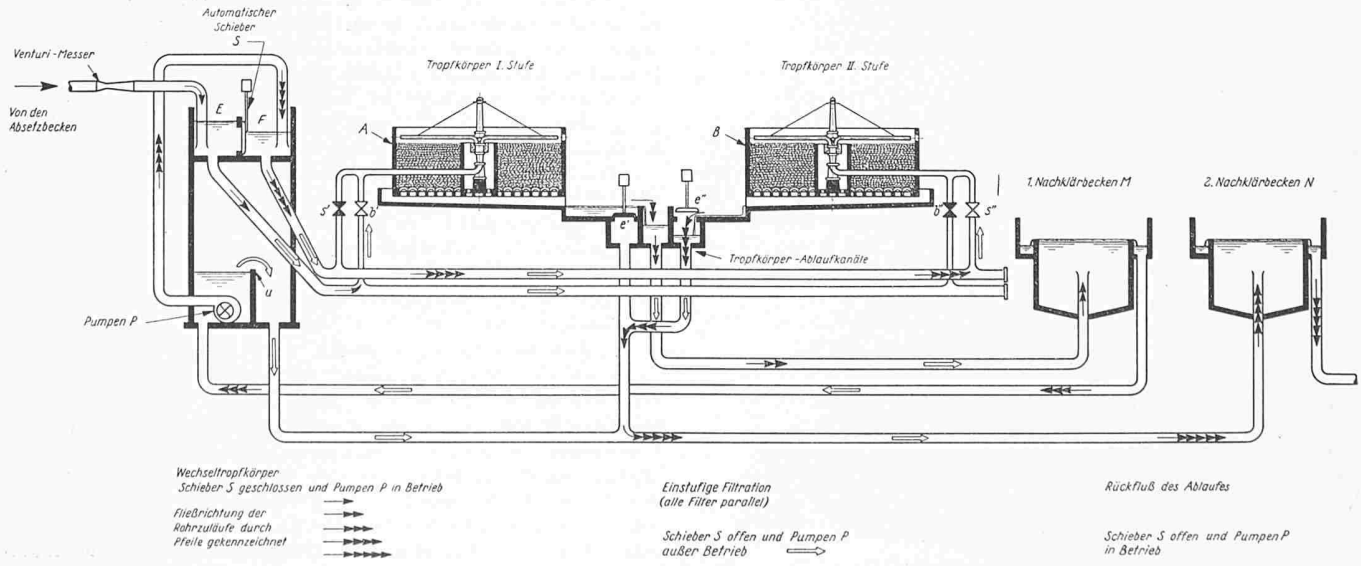


Bild 8. Schema einer Wechseltropfkörperanlage

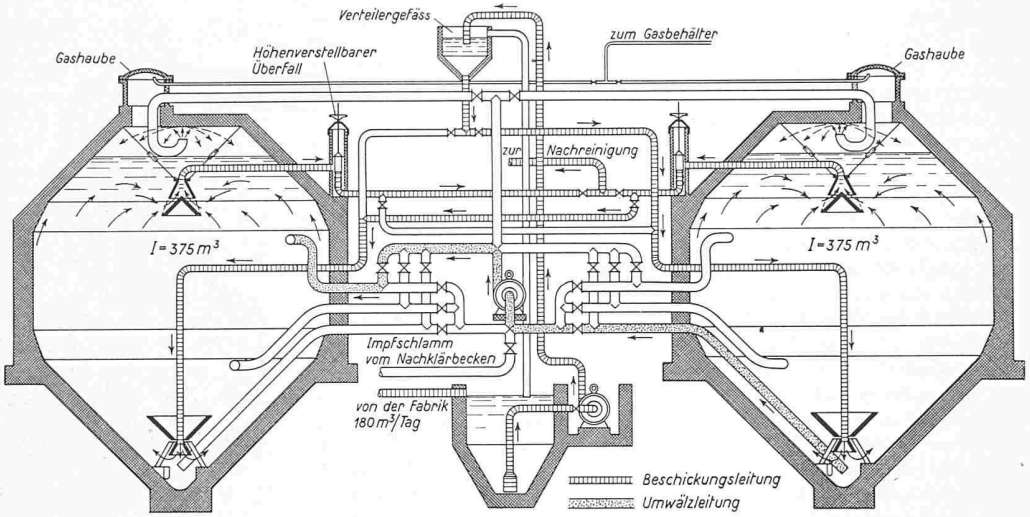


Bild 10. Faulbehälter für Hefeabwasser, Schnitt

mussten wieder stillgelegt werden. In den Jahren 1927/30 baute die Fabrik für die hochkonzentrierte Würze eine Eindampfanlage, und man hoffte, durch die aus dem Abwasser zu gewinnende Pottasche den grössten Teil der Unkosten decken und die Abwasserprobleme endgültig beseitigen zu können. Auch dieser Versuch, der das Werk etwa 1 Mio RM kostete, schlug fehl, da die gewonnene Pottasche nicht abzusetzen war und an der Eindampfanlage schnell Korrosionsschäden auftraten, die nur mit grossen Kosten laufend zu beseitigen waren. Ausserdem zeigte sich, dass trotz des Eindampfens des hochkonzentrierten Würzewassers die Schäden in der Vorflut nur unwesentlich gemildert waren, weil die noch zum Abfluss kommenden Spülwässer und Waschwässer so verschmutzt waren, dass die Vorflut überbelastet blieb. Im letzten Krieg ist die Eindampfanlage endgültig stillgelegt worden. Auf Veranlassung des Lippeverbandes hat die Hefefabrik vor wenigen Jahren eine Druckrohrleitung von 18 km Länge gebaut und jetzt wird das Abwasser in der Kläranlage Hamm gemeinsam mit den übrigen häuslichen und industriellen Abwässern zunächst verdünnt und nach mechanischer Reinigung der Lippe zugeleitet. Bild 9 zeigt das gesamte Lippegebiet und den Teil, der durch den Bau der Leitung von Werl nach Hamm nun endgültig saniert ist. Das sanierte Gebiet hat eine Grösse von 460 ha, d. h. es beträgt etwa $^1/_6$ des Lippegebietes. Die erwähnte Druckrohrleitung für das Hefeabwasser hat eine lichte Weite von 250 mm. Zur Zeit werden etwa 1800 ÷ 2000 m³ Abwasser/Tag gefördert. Der manometrische Höhenunterschied beträgt an der Pumpe etwa 60 m, der Stromverbrauch etwa 500 kWh/Tag. Die Baukosten der Leitung haben etwa 800 000 DM betragen.

Im Gebiet des Ruhrverbandes ist die Beseitigung bzw. Reinigung von Hefefabrikabwasser in der Weise gelöst, dass man die abgebrannte Würze in einer zweistufigen Faulanlage unter anaeroben Bedingungen bei gleichzeitiger Gewinnung von Methangas behandelt. Zu diesem Zweck wurden für eine Abwassermenge von 180 m³/Tag zwei Faulbehälter von je 375 m³ errichtet (Bilder 10 und 11). Das zur Behandlung kommende Abwasser hat einen BSB_5 von etwa 6000 mg/l. Abgebaut werden während der Faulzeit 75 %. In den Faulbehältern wird eine Faulschlammenge von etwa 8 bis 10 % gehalten. Die beiden Faulbehälter werden hintereinander betrieben. Der tägliche Gasanfall schwankt zwischen 600 und 700 m³. Das anfallende Gas wird teilweise zum Heizen der

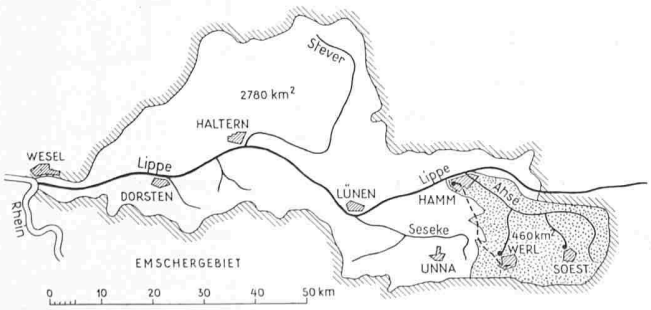


Bild 9. Das Gebiet des Lippeverbandes

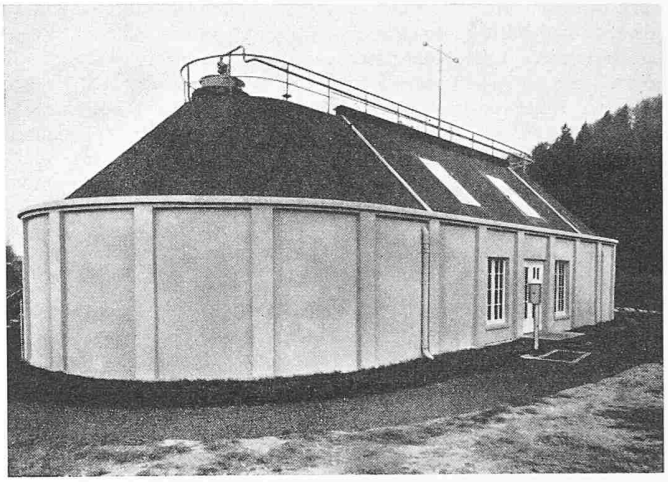


Bild 11. Ansicht des Faulbehälters Bild 10

Faulbehälter benötigt, der Rest geht z. Zt. noch ungenutzt in die Luft. Die Baukosten für die Faulbehälter betragen etwa 130 000 DM.

Mit einem 75 %igen Abbau des BSB_5 ist aber mit Rücksicht auf den Vorfluter die Reinigung noch nicht ausreichend. Zur Zeit ist die Erweiterung bzw. Ergänzung der Anlage im Bau. Vorgesehen ist, das Würzewasser mit dem Abwasser von zwei kleineren Gemeinden und unter Zumischung von sauberem Bachwasser in einer zweistufigen biologischen Anlage vollkommen zu reinigen, wobei als erste Stufe eine Schlammbelebungsanlage und als zweite Stufe eine Tropfkörperanlage vorgesehen ist.

An den beiden Beispielen mag man erkennen, dass die Entwicklungstendenzen dahin gehen, hochkonzentriertes, mit organischen Stoffen belastetes Abwasser entweder einer grösseren Kläranlage zuzuführen und es unter Verdünnung mit anderen Abwässern zu reinigen oder eine Stufen-Reinigung einzuschalten, die über anaerobe Ausfaulung und anschliessenden anaeroben Abbau der Schmutzstoffe geht.

Die Arbeit von *Jung* im Jahrbuch «Vom Wasser», Band 17 (1949) weist darauf hin, dass die Ausfaulung stark organisch verschmutzter Abwässer auch bei Strohpappefabriken, Flachsröstereien, Brennereien, Zuckerfabriken usw. gute Dienste leisten kann. Neuerdings werden wieder Versuche durchgeführt, Strohpappefabrikabwässer unter Zusatz von Huminsäurepräparaten zu behandeln. Hier kann man zu einem gewissen Erfolg kommen, wenn die an der Langsiebmaschine anfallenden Abwässer getrennt abgefangen und die hoch konzentrierten Wässer unter Zusatz von Huminstoffen ausgeflockt werden und der ausfallende Faserstoffanteil in die Produktion zurückgenommen wird. Die dünneren Abwässer können ebenfalls, bevor sie zur Ableitung kommen, ausgeflockt und anschliessend mechanisch geklärt werden. Man erreicht damit natürlich keine 100 %ige Reinigung des Abwassers, aber immerhin eine wesentliche Konzentrationsverminderung.

Schluss folgt