

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Band: 101/102 (1933)
Heft: 16

Artikel: Welches künstliche biologische Reinigungsverfahren soll eine Gemeinde für die Behandlung ihrer Abwässer wählen?
Autor: Hubmann, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-82980>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.11.2024

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

INHALT: Welches künstliche biologische Reinigungsverfahren soll eine Gemeinde für die Behandlung ihrer Abwässer wählen? — Ausstellungs- und Verkaufsräum der „Wohnbedarf“-A.G. Zürich. — „Frigibloc“-Kälte-Anlage, Bauart Brown Boveri. — Die Fortsetzung der Elektrifikation bei der Deutschen Reichsbahn. — Berufsmoral und Wirtschaft. — Die Kordillerenbahnen Südamerikas. — Nekrologe: Karl Straumann. — Korrespondenz. — Mitteilungen: Vom Bauhaus in Berlin. Ein

öfreies elektrisches Schalthaus. Das rein weisse, künstliche Licht. Mechanische Resonanzschwingungen an einer Turbogruppe. Wasserkräfte an der Sila in Kalabrien. Faulgasverwertung der stadtzürcherischen Kläranlage. Regierungsrat von St. Gallen. Stadtbaumeister von St. Gallen. — Wettbewerbe: Schulhausanlage in Höngg. Etude urbanistique et architectonique de l'ancien Evêché à Lausanne. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Band 101

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich.
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 16

Welches künstliche biologische Reinigungsverfahren soll eine Gemeinde für die Behandlung ihrer Abwässer wählen?

Von Dr. Ing. W. HUSMANN, Zürich

Die Frage, welches Reinigungsverfahren eine Gemeinde für die biologische Behandlung der Abwässer wählen soll, tritt häufig an die verantwortlichen Ingenieure und Gemeindevertretungen heran, ohne dass sie meistens restlos beantwortet werden kann. Es ist erklärlich, dass bisweilen Fehlentscheidungen bezüglich des Systems getroffen werden, da ja die gesamte Abwasserreinigung und Beseitigung ein ziemlich eng umgrenztes Spezialgebiet darstellt, auf dem jeder Einzelne seine eigenen Erfahrungen nicht nur ängstlich hütet, sondern sich auch aus leicht begreiflichen Gründen scheut, etwa eingetretene Misserfolge bekannt zu geben. Die nachfolgenden Ausführungen sollen einen Hinweis darauf bringen, was bei den einzelnen biologischen Abwasserreinigungsverfahren als Vor- und was als Nachteil anzusehen ist, welches System demnach im einzelnen Falle zweckmässig zu wählen ist.

Voraussetzung eines guten und einwandfreien Funktionierens einer jeden biologischen Reinigungsanlage ist eine weitgehende und ausreichende *mechanische Entschlammung* des zu behandelnden Abwassers. Diese Forderung kann nicht oft genug und auch nicht eindringlich genug in den Vordergrund gerückt werden. Bei der biologischen Reinigung kommt es grundsätzlich darauf an, die im Abwasser in gelöster oder kolloidaler Form befindlichen Schmutzstoffe zunächst zu aktivieren, d. h. sie aus einer mehr oder weniger labilen, sogar zu anaeroben Zersetzungen neigenden Form in einen streng aeroben¹⁾ Zustand überzuführen. Man löst diese Aufgabe dadurch, dass ausreichend Sauerstoff aus der Luft in das Abwasser eingebracht wird. Je mehr somit von diesen sogen. labilen Schmutzstoffen im Abwasser vorhanden sind, um so mehr Sauerstoff bzw. um so mehr Energie muss aufgewendet werden, um den lebensnotwendigen aeroben Zustand herbeizuführen. Ferner sollte jedes biologisch zu reinigende Abwasser vollkommen frisch sein und keinen Schwefelwasserstoff enthalten, da dieser für die Bakterien und Kleinlebewesen, die die Reinigung bewirken, einen starken Giftstoff darstellt; faulige Abwässer bedingen daher eine grössere biologische Reinigungsanlage als frische Abwässer.

Es soll nun nicht Zweck dieses Aufsatzes sein, für die biologische Behandlung von Abwässern ein bestimmtes System oder Verfahren zu empfehlen, vielmehr soll an Hand von Betriebserfahrungen, die ich in langjähriger Praxis erwerben konnte, nur die Vorzüge und die Nachteile der sogen. „künstlichen“ biologischen Reinigungsverfahren beleuchtet und besprochen werden. Ich schränke die Möglichkeit einer biologischen Abwasserreinigung bewusst so weit ein, dass nur von den „künstlichen Verfahren“ gesprochen werden soll, denn die natürlichen Verfahren, zu denen die Reinigung in Fischteichen oder die verschiedenartige Verrieselung oder Verregnung der Abwässer gehört, können nur in den wenigsten Fällen zur Anwendung kommen, da es meistens an den erforderlichen Vorbedingungen fehlt.

Im Gegensatz zu diesen natürlichen Verfahren überall anwendbar sind die künstlichen biologischen Abwasserreinigungsverfahren, da ja bei ihnen die eben geschilderten Widerstände nicht vorhanden sind. Von der Reihe dieser künstlichen Verfahren, wie Füllkörper, Tropfkörper, Tauchkörper oder Belebtschlammverfahren bleiben praktisch für

die Reinigung der Abwässer aus kleinen, mittleren und grösseren Gemeinden nur zwei übrig, und zwar der *Tropfkörper* und das *Belebtschlammverfahren*, oder ihre Kombinationen.

Alle die übrigen, auch schon erprobten Reinigungsverfahren, zu denen auch die elektrolytische Behandlungsweise noch zu zählen wäre, haben immer nur eine beschränkte wirtschaftliche und praktische Anwendungsmöglichkeit. Unter Umständen wird dieses oder jenes Verfahren allein, oder auch kombiniert mit dem Tropfkörper oder dem Belebtschlammverfahren anzuwenden sein, wenn es sich darum handelt, besonders hochkonzentrierte Abwässer oder solche aus industriellen Betrieben zu reinigen. Hierzu gehören vor allen Dingen die Abwässer aus Zuckerfabriken, Brennereien, Mostereien, Molkereien, Gerbereien u. dgl., oder auch solche aus Gaswerken, die einen gewissen Phenolgehalt oder einen hohen Gehalt an Ammoniak oder ähnlichen Stoffen aufweisen, die der Vorflut schädlich sein können.

Bei einer künstlichen biologischen Reinigung stehen drei grundlegende Forderungen im Vordergrund:

1. Das Verfahren soll bezüglich der Reinigung das Bestmögliche leisten, d. h. das Abwasser so weit reinigen, dass es zu jeder Zeit, auch wenn der Vorfluter nur wenig oder gar kein Wasser führt, diesem zugeleitet werden kann, ohne dass irgendwelche Schäden zu erwarten sind.

2. Bei bestmöglicher Reinigung soll das Verfahren vollkommen unempfindlich sein gegen Konzentrationschwankungen oder Giftstoffe im Abwasser, mit andern Worten, es soll eine grosse Betriebsicherheit besitzen.

3. Bei bestmöglicher Leistung und grösster Betriebsicherheit soll das Verfahren möglichst billig arbeiten. Die Betriebskosten, die in der Hauptsache die Gemeinde dauernd belasten, müssen sich in den niedrigsten und vor allen Dingen in erträglichen Grenzen halten.

Wie steht es nun bezüglich dieser drei Hauptforderungen bei den oben erwähnten biologischen Reinigungsverfahren, beim Tropfkörper und beim Belebtschlammverfahren? Im Nachfolgenden will ich versuchen, die Vor- und Nachteile der beiden Systeme zu beleuchten. Im voraus sei hervor gehoben, dass beide Reinigungsverfahren auf gleicher Grundlage funktionieren. In beiden Fällen ist es der Sauerstoff der Luft, der für die Bakterien und Kleinlebewesen die notwendigen Lebensbedingungen für die reinigende Tätigkeit schafft. Dass nebenher noch physikalische und chemische Vorgänge im Reinigungsprozess eine Rolle spielen, sei hier nur kurz erwähnt. Beim Tropfkörper sind die Bakterien und Kleinlebewesen ortsansässig auf den einzelnen Brocken des Tropfkörpermaterials, während sie beim Belebtschlammverfahren mit dem Flockenschlamm im ganzen Belüftungsbecken herumgewirbelt werden. Der Tropfkörper ist das ältere System, während das Belebtschlammverfahren erst seit etwa zehn Jahren in technischem Masstab erprobt ist.

Für die Beurteilung der Leistung einer biologischen Anlage ist massgebend die Abnahme der gelösten organischen Stoffe, die im allgemeinen durch die Bestimmung des Kaliumpermanganatverbrauches und des biochemischen Sauerstoffbedarfs oder auch durch direkte Wägung bestimmt wird. Ferner deutet ein starker Ammoniakabbau und eine gesteigerte Nitratbildung im Ablauf einer biologischen Anlage auf eine gute Wirkung hin; auch der Gehalt

¹⁾ Zum Leben Sauerstoff bedürftend.

Red.

an gelöstem Sauerstoff im gereinigten Abwasser ist für den Vorfluter von grösster Bedeutung. Sierp²⁾ hat sehr interessante Versuche über die Leistung der verschiedensten künstlichen Reinigungsverfahren mit einem Abwasser durchgeführt und kommt dabei zu dem Schluss, dass hinsichtlich der Abnahme des Verbrauches an Kaliumpermanganat der Tropfkörper und das Belebtschlammverfahren annähernd gleichzustellen sind; hinsichtlich der Nitratbildung bzw. des Ammoniakabbaues ist aber der Tropfkörper dem Belebtschlamm bedeutend überlegen. Den Grund für diese bessere Leistung sieht Sierp in Folgendem: „Die nitrifizierenden Bakterien können sich in einem stark organisch verschmutzten, also häuslichen Abwasser erst stärker entwickeln, wenn die Hauptmenge der organischen Substanz abgebaut ist. In einem Tropfkörper erfolgt der Abbau der organischen Substanz in den oberen Teilen; in den unteren Teilen können sich daher die nitrifizierenden Bakterien in genügender Menge ständig neu entwickeln. Anders ist es dagegen bei der Schlammbelebungs. Wenn auch hier der Abbau der organischen Substanz sich in der ersten Zeit im Belüftungsbecken vollzieht, so müssen sich die nitrifizierenden Bakterien in jeder Belüftungsperiode neu entwickeln, da sie ja beim Zusammentreffen des Wassers mit dem Rücklaufschlamm durch den hohen Gehalt des Abwassers an organischer Substanz jedesmal in ihrer Entwicklung sehr stark zurückgedrängt werden.“

Praktisch haben wir also beim Tropfkörper, genau wie im Flusslauf, in den man Abwasser einleitet, eine Schmutzwasserzone (polysaprobe Zone), eine Uebergangszone (mesosaprobe Zone) und schliesslich die Reinwasserzone (olygosaprobe Zone) einigermaßen getrennt, während bei der normalen Schlammbelebungs diese Trennung nicht vorhanden ist. Man versucht allerdings auch hier den Reinigungsvorgang in verschiedenen Zonen getrennt zu halten, indem man eine stufenweise Reinigung mit dem belebten Schlamm vornimmt. In der normalen Belebtschlammanlage sind aber die einzelnen Zonen stark durcheinander gewirbelt.

Der Tropfkörper ist daher eine getreue Nachahmung eines Flusslaufes bei Belastung mit Abwasser, aber unter beträchtlicher Verkürzung der Reinigungszeit, während die Schlammbelebungs bezüglich der Reinigungszonen vom Natürlichen stark abweicht. Daher ist es auch erklärlich, dass ein über einen Tropfkörper geleitetes Abwasser, trotzdem es schnell durch den Körper hindurchtropft (Tropfzeit 15 bis 20 Minuten) besser gereinigt ist als beim Belebtschlammverfahren, bei dem man das Abwasser mehrere Stunden belüften muss, um einen gleich guten Reinigungseffekt zu erzielen. In Tabelle I führe ich die Versuchsergebnisse auf, die Sierp erhalten hat, soweit sie hier von Interesse sind:

Tabelle I.

| Reinigungsart | Abnahme Oxydierbarkeit in % | Nitratgehalt in mg/l | Ammoniakabbau in % |
|---------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|
| Tropfkörper | 67,0 | 26,0 | 93,8 |
| Belebtschlamm | 69,3 | 28,0 | 56,2 |

Aus dem Gesagten ist also klar zu erkennen, dass hinsichtlich des Reinigungseffektes der Tropfkörper dem Belebtschlammverfahren ebenbürtig, in mancher Hinsicht sogar überlegen ist.

Ich habe schon früher³⁾ darauf hingewiesen, dass den Abläufen aus Tropfkörperanlagen gelegentlich eine gewisse Opaleszenz anhaftet, während die Abläufe gut wirkender Belebtschlammanlagen vollkommen klar zu sein pflegen. Allerdings hatte ich gelegentlich einer Besichtigungsreise über amerikanische Kläranlagen auch Gelegenheit, Abläufe aus Belebtschlammanlagen zu sehen, die

ebenfalls stark opaleszierten. Auf die Möglichkeit, diesen Schönheitsfehler beim Tropfkörper zu beseitigen, werde ich später noch zurückkommen.

Wesentlich für die Erfüllung der ersten der eingangs erwähnten Forderungen ist die Tatsache, dass beide Verfahren, sowohl Tropfkörper wie Schlammbelebungs, zuverlässig das leisten, worauf es bei der Reinhaltung und dem Schutze des Vorfluters ankommt, nämlich auf die Lieferung eines unter allen Umständen fäulnisunfähigen, durch den Gehalt an sauerstoffreichen Verbindungen reichen Ablaufes. Auf Grund verschiedener Untersuchungen konnte ich dann noch feststellen, dass die Abläufe aus Tropfkörpern meistens einen höheren Gehalt an gelöstem Sauerstoff aufweisen, als solche aus Belebtschlammanlagen. Diese Tatsache ist für die Vorflut insofern von besonderer Bedeutung, als hierdurch die Sauerstoffzehrung auf Kosten des Sauerstoffes des Vorflutwassers weitgehend vermindert wird.

*

Zur Frage der *Betriebsicherheit* beider Verfahren ist Folgendes zu sagen. In fast allen Abwässern häuslicher Art, besonders aber in solchen kleiner und mittelgrosser Gemeinden, die meistens dazu noch einen geringen Wasserverbrauch pro Kopf und Tag haben, treten in der Konzentration des zu behandelnden Abwassers recht beträchtliche Schwankungen auf. In den Nachtzeiten ist die Verunreinigung im Abwasser meistens nur gering. Im Laufe der Tagesstunden, wenn viel Brauchwasser zur Kläranlage abfließt, schwillt die Verschmutzung schnell an, und gleich nach den Hauptmahlzeiten, wenn besonders viel Spülwasser zur Ableitung kommt, haben wir zudem noch mehrere Verschmutzungsspitzen im Abwasser. Auch Waschtage in einzelnen Wohnvierteln können im Abwasser ebenfalls starke Konzentrationssteigerungen hervorrufen. Beim Waschwasser haben wir insofern noch recht ungünstige Verhältnisse, als diese Wässer meistens alkalisch sind und sich besonders schlecht biologisch reinigen lassen. Gegen diese Konzentrations- und Reaktionsschwankungen ist das *Belebtschlammverfahren* ausserordentlich empfindlich. Fließt ein stärker konzentriertes Abwasser oder auch solches stark alkalischer Reaktion in das Belüftungsbecken ein, dann tritt häufig der unerwünschte *Blähschlamm* auf, der dadurch gekennzeichnet ist, dass er sich im Nachklärbecken nicht mehr oder nur sehr schlecht und langsam absetzt. Teilweise treibt er auch zur Oberfläche auf und kann mit in den Ablauf des Nachklärbeckens gelangen, wodurch selbstverständlich der Reinigungserfolg illusorisch gemacht wird, da die mit ausfliessenden Schlammstoffe in der Vorflut durch Ablagerung oder starke Sauerstoffzehrung Schäden hervorrufen können. Hand in Hand mit dem Auftreten des Blähschlammes geht dann eine schlechte Reinigungswirkung der Anlage selbst. Der Reinigungseffekt einer Belebtschlammanlage kann auf diese Weise um die Hälfte und mehr herabgesetzt werden, ja es kann soweit kommen, dass der Kläreffekt so schlecht wird, dass die Abläufe der Anlage sogar noch fäulnisfähig sind. Einen aufgeblähten Schlammzustand wird man dadurch am schnellsten und am billigsten überwinden, dass man die Anlage vollkommen säubert und mit der Einarbeitung von Neuem beginnt. Selbstverständlich ist eine derartige Massnahme bei öfterem Auftreten des Blähschlammes nicht anwendbar.

Der belebte Schlamm ist ausserordentlich sauerstoffbedürftig. Man muss daher darnach streben, ihn dauernd unter Luft zu halten, da er bei Luftmangel schnell in Zersetzung übergeht. Die Gefahr des Luftmangels ist in einer Belebtschlammanlage dann vorhanden, wenn die Energiezufuhr für die Antriebsmaschinen der Kompressoren oder für die Belüftungseinrichtungen bei einer Oberflächenbelüftung aussetzt. Hat man keine Reservestromquelle, die sofort angeschlossen werden kann, dann setzt sich der belebte Schlamm schnell im Belüftungsbecken ab (guter Schlamm in etwa 10 Minuten) und kann nicht mehr reinigend auf das einströmende Abwasser wirken. Es stellt sich daher der Zustand ein, dass das Wasser die Anlage

²⁾ „Kleine Mitteilungen des Vereins für Wasser-, Boden- und Luft-hygiene“. Beiheft 5/1927.

³⁾ „Gesundheitsingenieur“ 1931, Heft 40 (vom 3. Oktober).

ungereinigt verlässt; bei längerem Ausbleiben des Stromes geht überdies der abgesetzte Schlamm in Fäulnis über. Diese Gefahr ist besonders im Sommer bei höheren Wassertemperaturen gross. Für die spätere Inbetriebnahme muss man den Schlamm dann entweder sehr intensiv belüften oder, was ohne Zweifel in vielen Fällen zweckmässiger sein wird, ihn einfach aus dem Belüftungsbecken entfernen und die Anlage wieder neu einarbeiten.

Auch im Nachklärbecken, das ja hinter das Belüftungsbecken geschaltet ist, droht dem belebten Schlamm eine gewisse Gefahr. Gelingt es nicht, den sich im Nachklärbecken absetzenden Schlamm kontinuierlich zu entfernen, dann kann es vorkommen, dass der Schlamm auch im Nachklärbecken in gasende Zersetzung übergeht. Da er nun infolge der Gasbildung spezifisch leichter wird, steigt er als eine gelatinöse Masse nach oben und bedeckt unter Umständen das ganze Nachklärbecken. Gerade dieses unerwünschte Auftreiben und Aufblähen des Schlammes bringt eine gewisse Betriebsunsicherheit, die man oft nicht voraussehen kann, sondern meist erst dann erkennt, wenn es schon zu spät ist, um vorbeugende Massnahmen zu treffen. Die vorbeugenden Massnahmen sind unter Umständen eine erhöhte Luftzufuhr oder eine Herabsetzung des Zuflusses zum Belüftungsbecken, damit aber gleichlaufend höhere Betriebskosten und Verminderung des Kläreffektes in seiner Gesamtheit, da ja ein Teil des Abwassers ungereinigt dem Vorfluter zufliesst.

Auch die in den Belüftungsbecken von Belebtschlamm-anlagen bisweilen auftretenden *Chironomus-Larven* können unvorhergesehene Betriebschwierigkeiten bringen, da sich diese Larven, die zu gewissen Jahreszeiten in ungeheuren Mengen aufzutreten pflegen, unter Abscheidung einer klebrigen Masse in den belebten Schlamm einrollen, wodurch er dann spezifisch so schwer wird, dass die in das Belüftungsbecken eingeblasene Luft diesen Schlamm nicht mehr in der Schwebe halten kann und er einfach auf dem Boden des Belebungsbeckens liegen bleibt, wo er, wie schon mehrfach erwähnt, schnell in Fäulnis übergeht.

Ferner sind *Fette* und *Oele*, die zum Teil mit dem Abwasser anfallen, zum Teil aber mit der eingeblasenen Kompressorluft in das Wasser gelangen, falls man diese Luft nicht vorher durch geeignete Massnahmen wieder entölt, gefahrbringend für die Leistungsfähigkeit des belebten Schlammes und können somit die Klärwirkung der Anlage beträchtlich herabsetzen, da sich die Flocken des belebten Schlammes mit einer feinen Oelschicht umgeben, wodurch ihre Absorptionsfähigkeit vermindert wird. Selbstverständlich lassen sich diese Uebelstände durch geeignete technische Massnahmen verhindern und vermeiden. Falls Fettstoffe in grösseren Mengen im Zulauf zur Kläranlage vorhanden sind, schaltet man zweckmässig in das Reinigungssystem einen Fettabscheider ein.

Wie aus dem Gesagten hervorgeht, können bei dem Betrieb einer Belebtschlammanlage recht viele Schwierigkeiten auftreten, die man zunächst nicht übersehen kann. Bei aller Eleganz des Verfahrens ist und bleibt es zunächst doch noch recht empfindlich. Ich glaube kaum, dass man eine Belebtschlammanlage ohne fachmännische Wartung betreiben kann, denn es kommt ja nicht darauf an, die Anlage auf Anordnung der Aufsichtsbehörde zu bauen und zu betreiben, sondern wenn man sich einmal zu einer biologischen Anlage entschlossen hat, dann soll sie auch so betrieben werden, dass sie eine volle Leistung und einen vollkommen klaren Ablauf liefert. Gerade in dieser Beziehung mangelt es bei vielen kleineren Anlagen, die keine fachmännische Wartung haben. Man bläst einfach die vorgeschriebene Menge Luft ein und kümmert sich nicht weiter darum, wie der biologische Vorgang ist, bezw. wie der Ablauf aussieht. Ausserdem ist es sehr ratsam, vor Errichtung einer Belebtschlammanlage zunächst eine kleinere Anlage im halotechnischen Masstab zu erbauen und versuchsweise zu betreiben; die Kosten machen sich durch die Erfahrungen, die man sammeln kann, voll und ganz bezahlt. Gerade Erfahrungen bei der Behandlung des Abwassers der

eigenen Gemeinde sind bei der Wahl eines Belebtschlamm-systems und für den spätern Betrieb von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Allerdings muss diese Versuchsanlage unter fachmännischer Aufsicht betrieben werden, um alle Beobachtungen in der richtigen Weise auszuwerten.

Neben den Schwierigkeiten, die im Belüftungsbetriebe einer Belebtschlammanlage auftreten können, wird bei dem Entwurf der Anlagen oft nicht bedacht, dass auch auf die Beseitigung des anfallenden Ueberschusschlammes Rücksicht zu nehmen ist. In der mechanischen Reinigung hat man im Mittel mit einer Frischschlammmenge von 1 l pro Kopf und Tag zu rechnen und errichtet unter gewöhnlichen Verhältnissen einen Faulraum, der etwa 40 l pro Einwohner ausmacht; der anfallende Frischschlamm hat einen Wassergehalt von etwa 95%. Berechnet man also auf den Einwohner den Faulrauminhalt mit 40 l, dann ist mit Sicherheit anzunehmen, dass in diesem Raum der Schlamm in einer bestimmten Zeit gut ausfault, d. h. so weit zersetzt wird, dass er ohne belästigend zu wirken, überall gelagert und gestapelt werden kann. Wesentlich andere Zahlen muss man aber der Faulraumgrösse einer Kläranlage zu Grunde legen, wenn man das Abwasser im Belebtschlammverfahren reinigt, und der Ueberschusschlamm ebenfalls ausgefault werden muss. Nach den bisherigen Erfahrungen ist bei der Schlammbelegung mit einer Ueberschusschlammmenge von 3 l pro Kopf und Tag zu rechnen; dieser Schlamm hat einen Wassergehalt von mindestens 98%. Die Menge des Ueberschusschlammes pro Einwohner ist also fast dreimal so gross als die des Frischschlammes, der bei nur mechanischer Reinigung des Abwassers zu behandeln ist. Will man also ein Abwasser mittels des Schlammbelegungsverfahrens reinigen und den Ueberschusschlamm durch Ausfäulung in günstiger und einfachster Weise beseitigen, dann muss der Faulraum gegenüber der reinen mechanischen Reinigung bedeutend vergrössert werden. Unterlässt man diese Vergrösserung bei schon vorhandenen mechanischen Anlagen, denen nachträglich die biologische Reinigung zugebaut wurde, und versucht man, den Ueberschusschlamm in der vorhandenen, nur auf die mechanische Entschlammung berechnete Faulraumgrösse zu behandeln, dann kann man in den zu kleinen Faulräumen die schlimmsten Ueberraschungen erleben. Der Faulraum fängt an zu schäumen und die Ausfäulung ist schlecht und unvollkommen. Einen schlecht oder nur halb ausgefaulten Schlamm kann man aber nicht ohne Belästigungen an der Luft lagern lassen, da er bei weiterer Zersetzung unangenehme Gerüche verbreiten kann.

Nach diesen Ausführungen zur Betriebsicherheit einer Belebtschlammanlage ist die Frage berechtigt: wie steht es denn mit der *Betriebsicherheit einer Tropfkörperanlage*. Hierzu ist zunächst zu bemerken, dass ein Tropfkörper gegen Reaktions- und Konzentrationsschwankungen im Abwasser ziemlich unempfindlich ist. Selbstverständlich lässt die Wirkung eines Tropfkörpers nach, wenn plötzlich ein bedeutend stärker konzentriertes Abwasser anfällt, aber er hat dem Belebtschlammverfahren gegenüber den grossen Vorteil, dass er bei normalem Wasser sofort wieder seine volle Leistungsfähigkeit zurückgewinnt, während beim Belebtschlammverfahren inzwischen schon der erwähnte Blähschlamm aufgetreten sein kann. Jedenfalls sind alle die Mängel und Schwierigkeiten, die aus Luftmangel hervorgerufen werden, beim Tropfkörper nicht zu erwarten, wenn man ihn so baut, dass immer genügend Luft durch den Körper hindurchstreichen kann. Falsch ist es daher, Tropfkörper in zusammenhängenden Flächen zu errichten. Die Aufteilung in mehrere kleine Aggregate wird sich bezüglich des Reinigungserfolges immer lohnen, wenn man dafür auch vielleicht mehr Verteilungseinrichtungen und Verteilungsmaschinen für das Abwasser auf den Körpern selbst in Kauf nehmen muss. Man sollte sich beim Bau eines Tropfkörpers immer vor Augen halten, dass die biologische Reinigung der Abwässer ein aerober Vorgang ist, bei dem stets genügend Sauerstoff vorhanden sein muss.

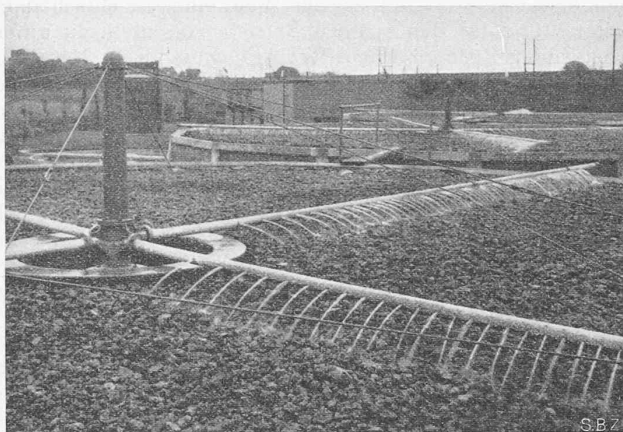


Abb. 4. Draufsicht der Tropfkörper.

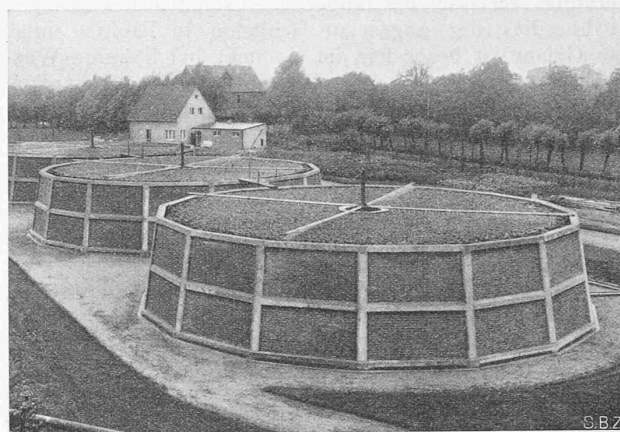


Abb. 3. Tropfkörper mit Drehsprengern.

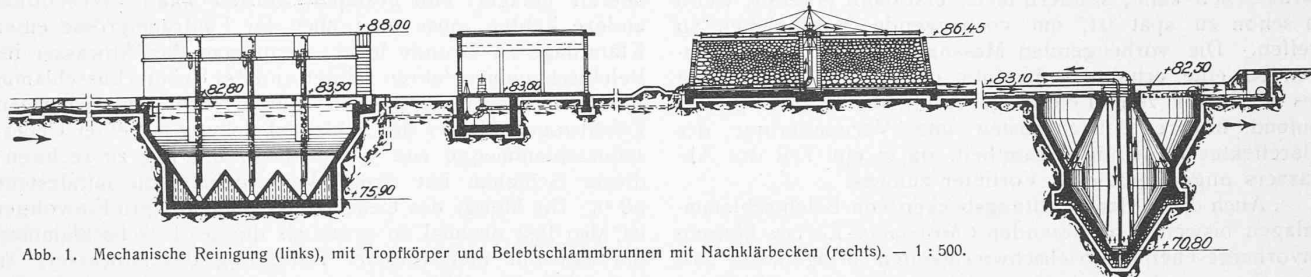


Abb. 1. Mechanische Reinigung (links), mit Tropfkörper und Belebtschlammbrunnen mit Nachklärbecken (rechts). — 1 : 500.

Diese Erkenntnis scheint aber noch nicht voll durchgedrungen zu sein, denn in amerikanischen Tropfkörperanlagen bedecken die Körper fast immer grosse zusammenhängende Flächen. Dass auf solch grossen Flächen die Durchlüftung des Tropfkörpers unzureichend ist, wenn man dazu auch noch die Aussenwände zumauert, wie man es häufig antreffen kann, erscheint wohl leicht erklärlich. Der Grund des Einmauern der Tropfkörper ist meist der, dass man solche Körper vollkommen unter Wasser setzen kann, um einer etwa auftretenden Fliegenplage Herr zu werden. Wegen dieser Möglichkeit ist aber meines Erachtens eine derartige Bauweise keineswegs berechtigt, denn man kann die Fliegenplage, wenn sie in ein, zwei Sommermonaten wirklich zur Plage werden sollte, sehr gut dadurch vermindern und sogar verhindern, dass man den Tropfkörper mit einem luftdurchlässigen Schilfgeflecht oder einem sonstigen Geflecht umgibt, denn es hat sich gezeigt, dass sich die Fliegen, falls sie auftreten, unter dem Schilfgeflecht aufhalten, sodass sie durch Wind nicht in die weitere Umgebung abgetrieben werden. Auch die Umpflanzung eines Tropfkörpers mit einer rankenden Pflanze oder Buschwerk dämmt die Fliegenplage stark ein. Dabei ist aber noch zu sagen, dass die Fliegen nicht bei jeder Tropfkörperanlage aufzutreten pflegen. Das oben schon erwähnte Schilfgeflecht bietet im Winter einen guten Wärmeschutz gegen zu starke Auskühlung. Im übrigen braucht man wegen der Frostgefahr beim Tropfkörper nicht zu ängstlich zu sein. Es muss schon längere Zeit ein erheblicher Frost herrschen, bis der Körper so weit eingefroren ist, dass er nicht mehr betrieben werden kann. Läuft ein Tropfkörper 24 Stunden hindurch, dann bildet sich vielleicht nur eine Eisschicht an den Seiten durch das abtropfende Wasser. Deshalb ist aber der Körper in seiner Leistung noch nicht stark herabgesetzt.

Bezüglich der Geruchplage, die bei Tropfkörpern oft bemängelt wird, ist zu sagen, dass sie immer nur dort auftreten kann, wo das Abwasser schon angefault auf den Körper gebracht wird oder wo der Körper infolge falscher Bauart nicht ausreichend durchlüftet wird. Eine Ueberlastung des Tropfkörpers braucht nicht zu Geruchbelästigungen zu führen, es sei denn, dass man einen gewissen erdigen Geruch, den man bisweilen bei Tropfkörpern feststellen kann, als belästigend bezeichnen will.

Muss das Abwasser gepumpt werden, dann bietet der Tropfkörper natürlich die selben Schwierigkeiten wie das Belebtschlammverfahren, falls der Strom zum Antrieb der Pumpen längere Zeit ausbleibt, denn auch dann muss man das Abwasser unbehandelt der Vorflut übergeben. Ist eine Wartung und zweite Stromquelle zur Verfügung, wird man diese Schwierigkeiten genau wie bei dem Belebtschlammverfahren schnell und für die Vorflut gefahrlos beseitigen können. Ist aber beides nicht vorhanden, dann treten bei dem Belebtschlammverfahren die geschilderten Schäden am Schlamm auf, während die Unterbrechung in der Beschickung dem Tropfkörper keinen Schaden zufügt. Im Gegenteil, bei wieder einsetzendem Betrieb wird er *sofort wieder die volle Reinigungsleistung* zeigen. Hierin liegt eben der grosse betriebstechnische Vorteil des Tropfkörpers.

Chironomus-Epidemien, die die Leistung eines Tropfkörpers herabsetzen, sind bisher nicht bekannt geworden. Auch Fette und Oele im Abwasser schaden einem Tropfkörper nichts oder nur wenig, da die Oel- und Fetteilchen immer in den oberen Schichten des Körpers zurückgehalten werden, sodass die untern Schichten (Uebergangs- und Reinwasserzonen) hiervon nicht geschädigt werden, und daher ohne Beschränkung ihre reinigende Wirkung ausüben können. Man findet daher bei Tropfkörperanlagen sehr selten einen vorgeschalteten Fettfänger, es sei denn, dass industrielle Abwässer (z. B. aus Wollwäschereien) mit auf ihm behandelt werden müssen.

Die dem Ablauf eines Tropfkörpers oft anhaftende Opaleszenz ist nicht ein Zeichen schlechter Klärung. Eingangs habe ich ja schon darauf hingewiesen, dass hinsichtlich des Kläreffektes der Tropfkörper dem Belebtschlammverfahren ebenbürtig, ja in mancher Hinsicht sogar überlegen ist. Will man aber die allfällig auftretende Opaleszenz auch noch beseitigen, um einen vollkommen klaren Ablauf zu erhalten, dann ist es zweckmässig, den Ablauf des Tropfkörpers für kurze Zeit zu belüften. Gegenüber der normalen Schlammbelebung ist aber diese Art der Belüftung insofern verschieden, als man den belebten Schlamm durch die Belüftung nicht erst bilden muss, denn die Schlammstoffe, die mit dem Wasser aus dem Tropfkörper ausfliessen, können diese reinigende Wirkung ausüben. Dieser Schlamm ist auch von dem normalen Belebtschlamm

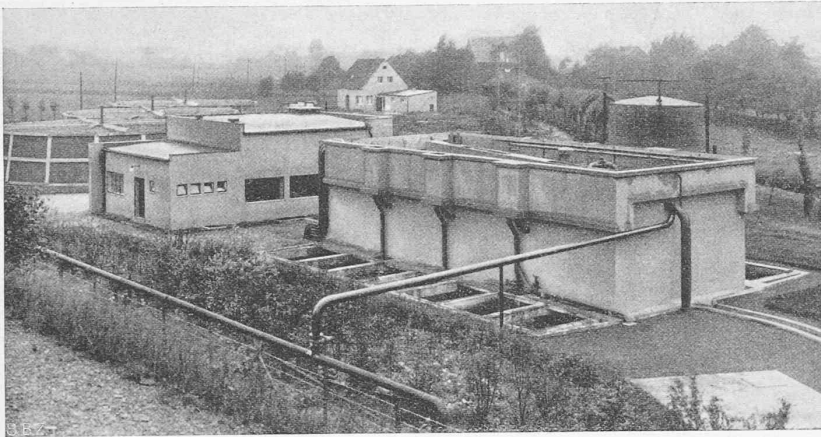


Abb. 2. Kombinierte mechanisch-biologische Abwasserreinigungs-Anlage.

in seiner Zusammensetzung sehr verschieden. Er hat einen geringeren Wassergehalt und der mineralische Anteil in der Trockensubstanz ist bedeutend höher. Gerade die letzte Tatsache ist für das Wesen und die Eigenschaften dieses Schlammes von ausschlaggebender Bedeutung, denn infolge seines ziemlich hohen spezifischen Gewichtes neigt er nicht mehr zum Aufblähen. Selbstverständlich sind auch noch manche andere Faktoren für das Nichtaufblähen in Rechnung zu stellen, u. a. auch die biologische Zusammensetzung. Wie schon früher ausgeführt, haben die Abläufe von Tropfkörpern immer einen hohen Gehalt an gelöstem Sauerstoff. Auch diese Tatsache begünstigt die *Nachbehandlung* von Tropfkörperabläufen durch eine Nachbelüftung sehr, da die die Reinigung bewirkenden Kleinlebewesen den zum Leben notwendigen Sauerstoff in der Hauptsache in gelöster Form aufnehmen, der ihnen hier in reichlichem Masse geboten wird. Die noch zusätzlich einzublasende Luft hat daher nur den Zweck, den Schlamm in der Schwebe zu halten und kann daher auf eine Mindestmenge eingeschränkt werden, da sie als Sauerstoffspender für die Kleinlebewesen nicht in Anspruch genommen wird. In der Praxis wirkt sich daher eine Nachbehandlung von Tropfkörperabläufen unter kurzen Belüftungszeiten von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Std. derart aus, dass die Trübung aus dem Wasser vollkommen verschwindet, die Nitrifikation stärker fortschreitet und der Sauerstoffgehalt in den endgültigen Abläufen gegenüber dem Ablauf aus dem Tropfkörper meistens geringer ist. Die geschilderten unangenehmen Erscheinungen des Belebtschlammes treten nicht auf, da der belüftete Humusschlamm eben eine andere Zusammensetzung und ganz andere Eigenschaften hat.

Diese stufenweise Reinigung des Wassers (Tropfkörper — Belebtschlamm) bietet auch noch den Vorteil, dass man den Tropfkörper meistens stärker als im Normalfall belasten kann, oder man kann eine schlecht wirkende Anlage dadurch wieder auf die Normal- oder Höchstleistung bringen, dass man hinter den Tropfkörper eine sogenannte Nachbelüftung baut, die sich mit sehr geringen Kosten betreiben lässt. Eine Schaltung der Belüftung vor den Tropfkörper halte ich nicht für günstig und betriebsicher, da dann die Vorbelüftung wieder den normalen empfindlichen Belebtschlamm liefert und ausserdem jeder Konzentrationsschwankung ausgesetzt ist, die seine Leistung stark herabsetzen kann. Der Tropfkörper soll gerade als Puffer für die Nachbelüftung wirksam sein, da er ja infolge seiner Unempfindlichkeit die Schwankungen im Wasser besser auffangen kann und der Nachklärung immer ein Wasser zuführt, dem die Gefährlichkeit zum Teil schon genommen ist.

In den Abb. 2 bis 5 ist die eben geschilderte *stufenweise Reinigungsmethode* (Mechanische Reinigung — Tropfkörper — Belebtschlamm) an einem Beispiel veranschaulicht. Abb. 1 zeigt die Kläranlage im Schnitt; die mechanische Reinigung ist als getrennte Schlammbehandlung mit hochliegendem Schlammfaulbehälter ausgebildet, der zur be-

schleunigten Schlammzersetzung mit den in der Praxis gebräuchlichen Zentrifugalpumpen ausgerüstet ist. Das Maschinenhaus enthält den Gasmotor, der einen Generator treibt; der Gasmotor wird mit dem bei der beschleunigten Faulschlammzersetzung anfallenden Faulgas gespeist.⁴⁾ Die erzeugte Energie reicht aus, um die Kompressoren für das Herüberpumpen des in der mechanischen Reinigung anfallenden Frischschlammes aus den seitlichen Absitzbecken in den hochliegenden Faulbehälter anzutreiben; ausserdem werden mit der vorhandenen elektrischen Energie die Pumpen betrieben, die das mechanisch gereinigte Abwasser auf die Tropfkörper schaffen. Auch für den Antrieb der Kompressoren zur Belüftung des Belebtschlamm-Nachklärbeckens ist ausreichend Energie vorhanden. Die Tropfkörper sind zwecks

guter Durchlüftung freistehend und mit Drehspengern ausgerüstet. Das Belebtschlamm-Nachklärbecken ist zweistöckig ausgebaut, wodurch ein weiteres Nachklärbecken erspart wird, da der Belebtschlamm selbsttätig aus dem Nachklärraum wieder in das Belüftungsbecken zurückfällt. Abb. 2 gibt eine Gesamtansicht der Kläranlage mit den einzelnen Bauelementen; rechts befindet sich der Gasometer, der das überschüssige Gas aufnimmt und als Ausgleichsbehälter dient.

Zur Frage der Schlammmenge, die man beim Tropfkörper allein oder mit einer nachgeschalteten Belüftungsanlage zusätzlich zum Schlamm der Vorreinigung zu behandeln hat, ist zu sagen, dass sich diese Menge auf etwa $\frac{1}{3}$ der Menge hält, die in der mechanischen Reinigung auszufallen ist.⁵⁾ Statt 1 l pro Kopf und Tag sind somit 1,3 bis 1,4 l Schlamm zu beseitigen, also bedeutend weniger als bei der Schlammbelebung, denn im Tropfkörper selbst findet schon eine bedeutende Schlammzehrung statt. In den wenigsten Fällen wird man daher bei zusätzlichen Tropfkörperanlagen bei der Wahl der Faulraumgrösse weit über die schon genannten Zahlen hinausgehen. Rechnet man pro Kopf mit 50 l Schlammfaulraum, dann wird das genügen, um den Schlamm des Tropfkörpers mit ausfallen zu können. Aus eigenen Erfahrungen kann ich mitteilen, dass ein Emscherbrunnenfaulraum mit 34 l Faulraum pro Einwohner seit mehreren Jahren den Ueberschusschlamm des Tropfkörpers, dem noch eine Nachbelüftung nachgeschaltet war, ohne Schwierigkeiten mit verarbeitet hat.

Man erkennt aus den obigen Ausführungen, dass hinsichtlich der Betriebsicherheit — und das gilt besonders für kleinere und mittlere Gemeinden, die sich kein fachmännisch gebildetes Personal für ihre Kläranlage halten können — der Tropfkörper dem Belebtschlammverfahren weit überlegen ist, sodass eigentlich hinsichtlich dieses Punktes der eingangs angeführten Forderungen bei der Wahl des Systems kein Bedenken besteht.

Nun zur Frage der *Betriebskosten*. Dieser Punkt der drei aufgestellten Forderungen ist für eine Stadt oder eine Gemeinde das wichtigste. Was nützt das schönste und modernste Abwasserreinigungsverfahren, wenn die Betriebskosten untragbar hoch werden? Gerade über die Betriebskosten gibt man sich gern gewissen Illusionen hin, wenn man ein bestimmtes Verfahren, das man vielleicht bei einer Besichtigung an anderer Stelle gesehen hat, für seine eigene Gemeinde anwenden möchte.

In einer früheren Arbeit⁶⁾ habe ich die Betriebskosten eines Tropfkörpers und einer Belebtschlammanlage, die unter bestimmten Einschränkungen ermittelt waren, mitgeteilt. Bei dem Vergleich handelte es sich bei einem Wasser-

⁴⁾ Vergl. auch unter „Mitteilungen“ auf Seite 196. Red.

⁵⁾ Bach und Blunk: Zwei biologische Kläranlagen der Emscher-Genossenschaft, „Gesundheitsingenieur“ 1911.

s. a. Imhoff, „Taschenbuch“, 6. Aufl.; auch „Ges. Ing.“ 1933, Nr. 41.

⁶⁾ „Ges. Ing.“ 1931, Heft 40 (vom Oktober).

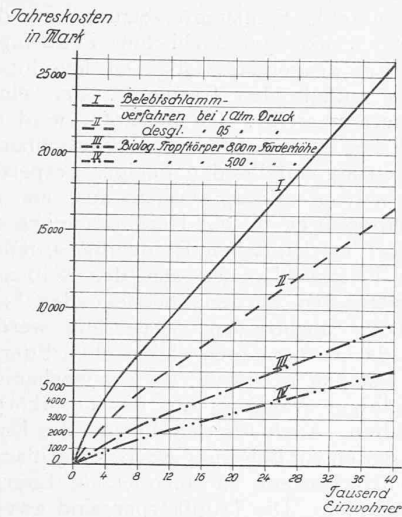


Abb. 5. Vergleich der Betriebskosten.

verbrauch von 100 l pro Kopf und Tag um eine Belebtschlammanlage, die während 24 Stunden betrieben wurde, bei der die benötigte Luft mit einem Druck von 1 at und im Verhältnis von 4 m³ Luft auf 1 m³ Abwasser eingeblasen wurde. Für die Luft-erzeugung waren einstufige Rotationskompressoren mit Wasserkühlung und direkt gekuppeltem Motor vorgesehen. Diese Annahme bezüglich der Luftmenge ist ausserordentlich günstig für eine Belebtschlammanlage, denn nur in den wenigsten Fällen reicht die vierfache Luftmenge für das Abwasser aus, um einen vollen Reinigungserfolg zu erreichen oder betriebsicher bezüglich der Qualität des Schlammes zu arbeiten. Unter einigermaßen normalen Bedingungen wird man etwa die sieben bis zehnfache Luftmenge in das Wasser einblasen müssen. Dadurch werden sich natürlich die Betriebskosten noch erhöhen.

Bei der Ermittlung der Betriebskosten für den Tropfkörper wurde ebenfalls mit einer Wassermenge von 100 l pro Kopf und Tag gerechnet und ausserdem angenommen, dass für die Behandlung des Abwassers auf dem Tropfkörper kein Gefälle vorhanden ist, das Wasser also gepumpt werden muss. Als Pumphöhe wurde einmal 5 m und dann noch 8 m angenommen. Als Fördermaschinen für das Abwasser waren Zentrifugalpumpen mit direkt gekuppeltem Motor in 24-stündigem Betrieb vorgesehen. Ist genügend Gefälle vorhanden, dann fallen selbstverständlich die Pumpkosten beim Tropfkörperbetrieb fort, wodurch dann die Betriebskosten auf ein Minimum beschränkt bleiben.

Die Berechnung wurde, beginnend bei einer Einwohnerzahl von 4000, steigend um jeweils 4000 bis auf 40000 ausgedehnt und dabei die Zahlen gefunden, die in dem nachstehenden Kurvenblatt aufgetragen sind (Abb. 5). Die Betriebskosten einer Belebtschlammanlage mit nur 0,5 at Betriebsdruck sind zum Vergleich ebenfalls noch mit aufgetragen. In der schon angeführten Arbeit im „Gesundheitsingenieur“ (vom 3. 10. 31) sind die genaueren Zahlen angeführt, sodass ich darauf verweisen kann.

Ich glaube, dass die aufgetragenen Kurven zur Genüge zeigen, dass ein Tropfkörper gegenüber dem Belebtschlammverfahren auch bezüglich der jährlichen Betriebskosten so grosse Vorteile bietet, dass man ihn bei freier Wahl des Systems immer zuerst wählen sollte. Dabei ist bei diesen Betriebszahlen noch zu berücksichtigen, dass für die Berechnung der Kosten für das Belebtschlammverfahren die günstigsten Verhältnisse angenommen wurden, während beim Tropfkörper recht ungünstige Verhältnisse vorausgesetzt sind, indem das Wasser auf den Tropfkörper gepumpt werden muss. Da die Zahlen für deutsche Verhältnisse berechnet sind, werden sie sich bei Zugrundelegung der schweizerischen Einheitswerte selbstverständlich ändern, aber in der Grundtendenz tritt natürlich keine Aenderung

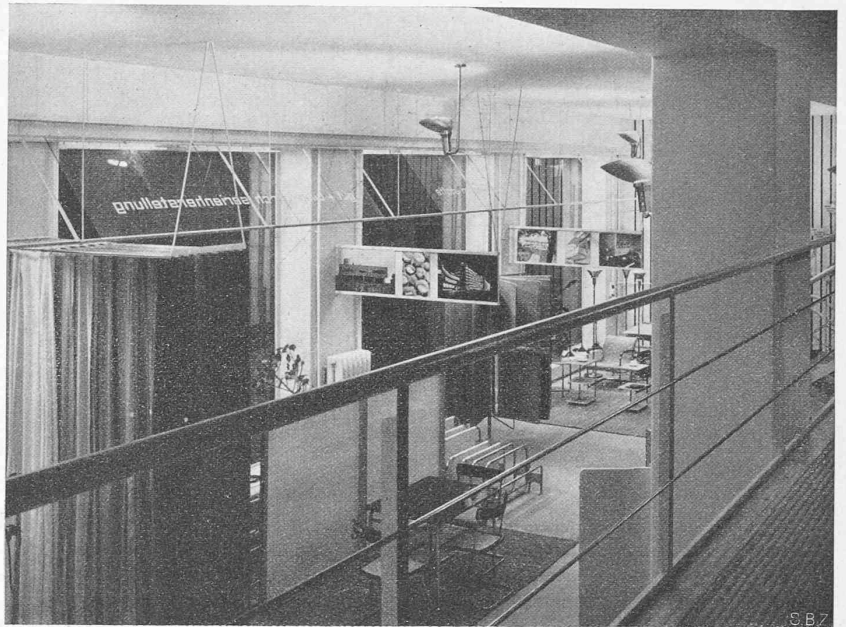


Abb. 3. Blick von der Galerie in den vordern Verkaufsraum.

ein. Die Betriebskosten einer Belebtschlammanlage bleiben auch in der Schweiz dreimal so hoch wie die einer Tropfkörperanlage. Nicht berücksichtigt ist, wie schon erwähnt, bei dieser Berechnung die Verzinsung und Tilgung des Baukapitals sowie die Geländekosten. Aber diese Kosten sind ja nur einmalig aufzuwenden und in absehbarer Zeit abzutragen. Es kam mir bei dieser Berechnung nur darauf an, die reinen, immer wiederkehrenden Betriebskosten in den Vordergrund zu stellen.

Zusammenfassend lässt sich auf Grund der Ausführungen und Berechnungen zu der eingangs gestellten Frage folgendes sagen:

Bezüglich des *Reinigungserfolges* in chemischer Hinsicht ist der Tropfkörper dem Belebtschlammverfahren gleichzusetzen. In manchem ist er ihm sogar überlegen.

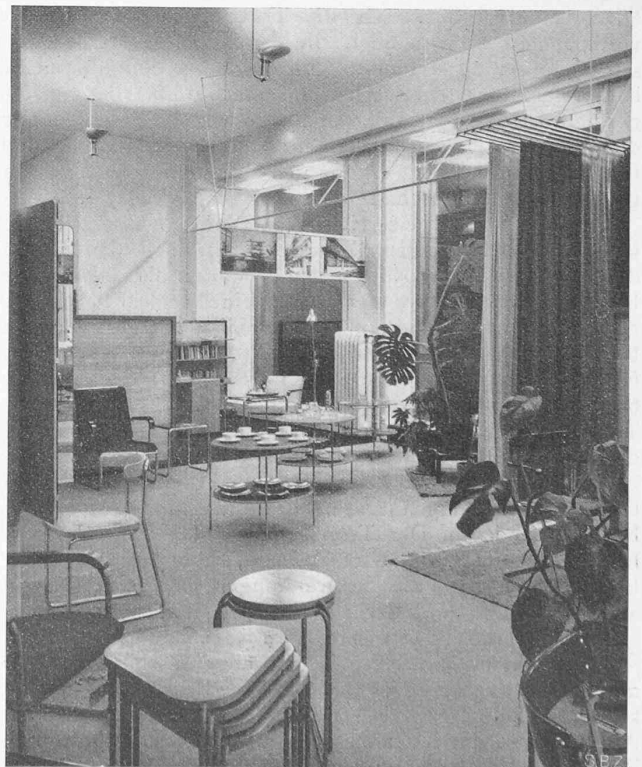


Abb. 4. Blick gegen Schaufenster und Ladeneingang.

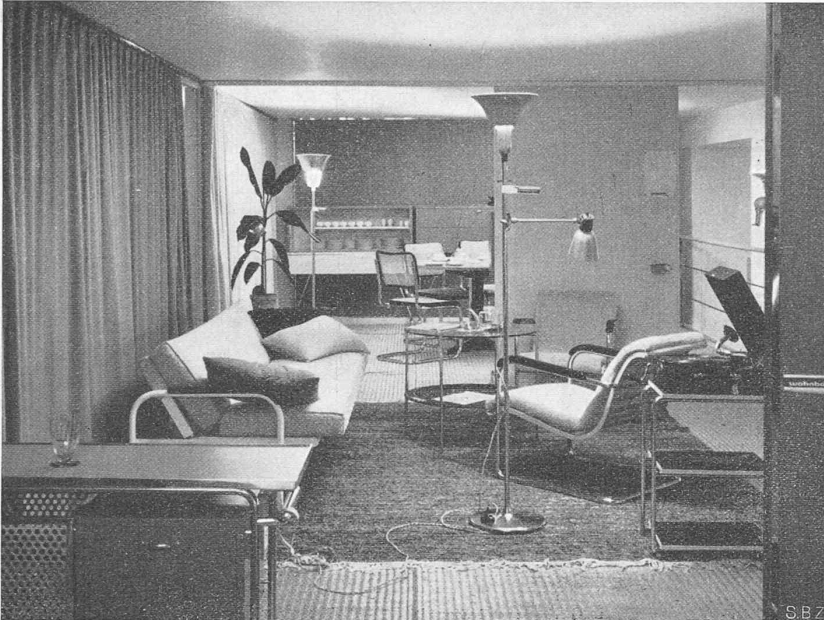


Abb. 2. Vierzimmerwohnung auf der Galerie. — Photo Finsler, Zürich.

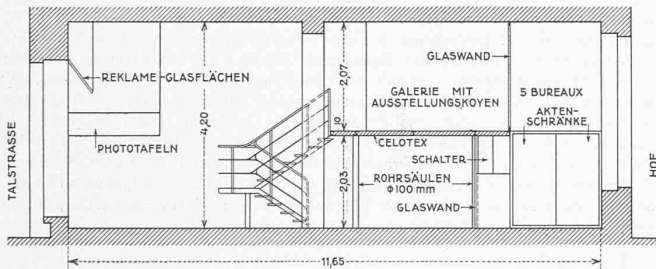


Abb. 1. Ausstellungs- und Verkaufraum der „Wohnbedarf“ A.-G. in Zürich. Querschnitt. — Masstab 1:150.



Abb. 5. Drehgestell für Stoffmuster.

Bezüglich der *Betriebsicherheit* steht der Tropfkörper über dem Belebtschlammverfahren, da er gegen äussere Einflüsse viel weniger empfindlich ist.

Bezüglich der *Betriebskosten* arbeitet der Tropfkörper wesentlich billiger als das Belebtschlammverfahren. Bei genügendem Gefälle fallen die Betriebskosten für Stromverbrauch überhaupt fort.

Ausstellungs- und Verkaufsraum der „Wohnbedarf“-A.-G. Zürich.

Die „Wohnbedarf“-A.-G. hat ihre Verkaufsräume vergrössert, um ausser einzelnen Serienmöbeln auch Zusammenstellungen ganzer Räume, aus diesen Einzelstücken kombiniert, zeigen zu können; die neuen Räume sind im Börsenblock an der Talstrasse (Nr. 15).

Die Raumdisposition traf Arch. Marcel Breuer (Berlin); die Beaufsichtigung der Ausführung hatte Arch. R. Winkler in Firma Hubacher & Steiger (Zürich). Die Aufgabe bestand darin, Möbel, Stoffe, Teppiche, Vorhänge usw. in einem, der modernen Gesinnung des Wohnbedarfs entsprechenden Raume auf sinngemässere

Weise zu zeigen, als es im üblichen Möbelgeschäft der Fall ist. Ausserdem sollten die Bureaux im gleichen Raum untergebracht, in übersichtlicher Form untereinander und alle ausserdem mit dem Laden verbunden sein, sodass bei starkem Kundenandrang das ganze Personal leicht zur Bedienung herangeholt werden kann.

Marcel Breuer hat diese Aufgabe ausserordentlich geschickt gelöst. Die bestehende geringe Höhe von 4,20 m erlaubte nicht ohne weiteres den Einbau einer Galerie, da sonst die Deckenhöhe mit rd. 2,05 m im Sinne der baupolizeilichen Vorschriften zu gering geworden wäre. Die im rückwärtigen Ladenteil geplante Galerie wurde daher etwas nach vorn verschoben, um den Bureaux die volle Deckenhöhe geben zu können (siehe Abb. 1). Dadurch kamen die Bureaux hinter, und nur zum geringen Teil noch unter die Galerie zu liegen. Die Galerie erlaubte die Unterbringung einer kompletten Vierzimmerwohnung (Abb. 2). Der Raum unterhalb ist zur Demonstration von Serienmöbeln in verschiedener Ausführung verwendet. Die vordere freie Hälfte des Ladens dient vor allen Dingen zur übersichtlichen Demonstration der Teppiche, Vorhänge (Abb. 3 bis 5), Stoffe und Beleuchtungskörper. Die Teppiche sind an grossen Stegschienen befestigt, sodass selbst die grössten Stücke von einer Person bei minimalem Raumverlust spielend gezeigt werden können. Die Vorhänge sind an Schienen montiert und werden gegen das Licht gezeigt, wobei die selbe Wirkung wie später im Zimmer erzielt wird. Die Stoffe sind an einem Drehgestell eingespannt, damit sie wie ein Buch geblättert werden können, ohne dass dauernd Muster geholt und wieder zusammengelegt werden müssen (Abb. 5). Dadurch, dass die Musterstücke gespannt gezeigt werden, wird die selbe Stoffwirkung erzielt wie am fertigen Polster. Die Beleuchtung ist durchweg indirekt. Zur Anwendung gelangten verstellbare Spiegelreflektoren, die auf einem durch Herrn Bredendik (BAG Turgi) zu diesem Zweck entworfenen verstellbaren Träger montiert wurden.

Zusammenfassend gilt zu sagen, dass es Marcel Breuer, der bereits am Erfolg der deutschen Werkbundaussstellung in Paris 1930 wesentlichen Anteil hatte, gelungen ist, einen neuen Typ des Verkaufsladens zu schaffen, dessen Schaufenster in den Laden einbezogen worden sind, dessen einzelne Räume ineinanderfliessen und dadurch eine grosse Linie, einen freien Raum schaffen, der neuen Geist und neues Leben atmet.

Rudolf Graber.