

## 2.3. Anlagen zur künstlich-biologischen Abwasserbehandlung

### 2.3.1. Gegenüberstellung der natürlichen und der künstlich-biologischen Verfahren

Die biologische Abwasserbehandlung ist eine Fortsetzung der mechanischen Behandlung und wird daher auch als 2. *Reinigungsstufe* bezeichnet.

Der Reinigungseffekt der biologischen Abwasserbehandlung beruht auf der Lebendigkeit vorwiegend aerober, d. h. Luftsauerstoff benötigender Mikroorganismen. Die nicht absetzbaren bzw. gelösten Schmutzstoffe werden aus dem Abwasser dadurch entfernt, daß sie von der Körperoberfläche der Mikroorganismen (vorwiegend sind es Bakterien und Protozoen) *adsorbiert* und dann z. T. durch Stoffwechsellvorgänge *oxydiert* bzw. in lebende Zellsubstanz umgewandelt werden. Diese lebende Zellsubstanz läßt sich dann als sogenannter *Flockenschlamm* in Nachklärbecken vom Abwasser trennen.

Ein optimaler biologischer Reinigungseffekt wird entscheidend durch ein ausreichendes Dargebot an Luftsauerstoff bestimmt.

Grundsätzlich läßt sich die biologische Abwasserbehandlung unterteilen in:

- natürliche Verfahren,
- künstliche Verfahren.

Natürliche biologische Verfahren unterscheiden sich von den künstlichen einerseits durch einen geringeren Einsatz technischer Hilfsmittel, andererseits aber durch einen höheren Bedienungsaufwand, durch größeren Flächenbedarf und größere Geruchsbelästigung. Auch ergeben sich größere Schwierigkeiten, ausreichende hygienische Verhältnisse zu schaffen. Ein besonderer Vorzug bei der Anwendung der natürlichen Verfahren entsteht jedoch dadurch, daß durch das *Wasser* und die *Nährstoffe des Abwassers* auf land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen eine *Ertragssteigerung* herbeigeführt wird. Zu den natürlichen biologischen Verfahren gehören:

- die weiträumige landwirtschaftliche Abwasserverwertung (z. B. Abwasserverregnung),
- die engräumige Abwasserteilung (siehe Berliner Rieselfelder),
- die Bodensfiltration,
- die Abwassereinleitung in Fischteiche und andere Gewässer.

Obwohl bei Landgemeinden, bei kleineren und mittleren Städten das *natürlichen biologischen Verfahren* in Form der landwirtschaftlichen Abwasserverwertung im allgemeinen der Vorzug zu geben ist, muß häufig aus Mangel an geeigneten Verwertungsflächen oder anderen triftigen Gründen auf ihre Anwendung verzichtet werden.

In solchen Fällen können auch in ländlichen Gebieten die *künstlichen biologischen Verfahren* der Abwasserbehandlung, die vorwiegend für Großstädte und Industriebetriebe eingesetzt werden, durchaus zweckmäßig sein.

Hauptaufgabe bei den künstlichen biologischen Verfahren ist nicht mehr die Verwertung der Abwasserinhaltsstoffe, sondern deren Abtrennung und nachfolgende Beseitigung bzw. Vernichtung.

Verfahrenstechnisch stellen die Verfahren der künstlich-biologischen Abwasserbehandlung eine Weiterentwicklung der entsprechenden natürlichen biologischen Verfahren dar.

In der Gruppe der künstlich-biologischen Abwasserbehandlung haben die *Tropfkörper* und die *Belebtschlammanlagen* die höchste Perfektion erreicht.

### 2.3.2. Tropfkörper

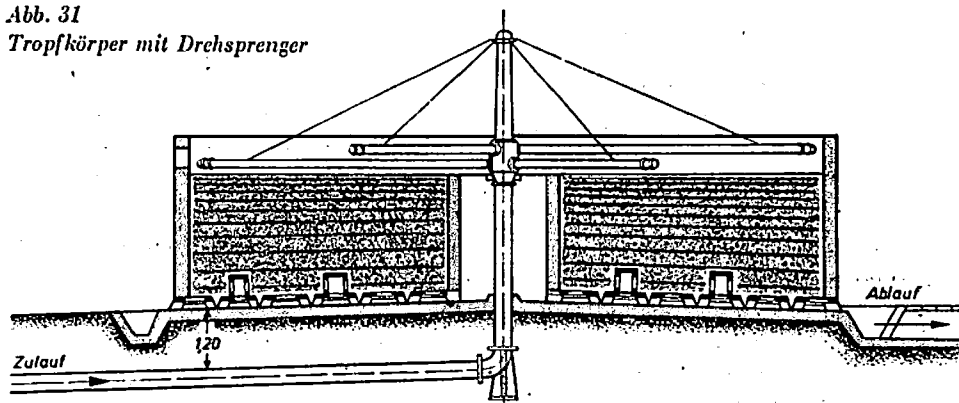
In einem Tropfkörper (Abb. 31) werden die biologischen Reinigungsvorgänge, die sich bei der landwirtschaftlichen Abwasserverwertung in den oberen Bodenschichten vollziehen, *künstlich* auf gedrängtem Raum nachgeahmt. Das ständig zugeführte, mechanisch vorgeklärte Abwasser wird gleichmäßig über der Tropfkörperoberfläche verteilt und rieselt dann durch die grobkörnige, poröse Füllmasse hindurch bis zum *Tropfkörperboden*, auf dem es gesammelt und zur Nachklärung weitergeleitet wird. Zur gleichmäßigen Abwasserverteilung über dem Tropfkörper dienen meist *Drehsprenger*, die nach dem Reaktionsprinzip arbeiten (Segnorsches Wasserrad) und etwa 0,5 bis 1,0 m WS Betriebsdruck benötigen.

Der Einsatz von Drehsprengern erfordert Tropfkörper mit *kreisförmigem* Grundriß. Bei kleineren Tropfkörpern wird das Wasser durch ein *Rinnensystem* mit seitlichen Einkerbungen verteilt.

Geeignetes *Füllmaterial* sind faustgroße Brocken aus wetterfestem, möglichst porösem Gesteinsmaterial, wie Schlacke, Koks, Sinterporit, Lavatuff usw. Als Frostschutz und zur Erzielung einer Kaminzugwirkung wird der ganze Körper mit einem Mauerwerk- oder Betonmantel umgeben. Nur im Bereich der Tropfkörpersohle sind mit Rücksicht auf eine ausreichende Belüftung und den Abfluß des Wassers Öffnungen im Mantel vorgesehen.

Die das Abwasser reinigenden Mikroorganismen überziehen nach einer gewissen Einarbeitungszeit als dünner schleimiger Überzug (sogenannter biologischer Rasen) die gesamte Oberfläche des Füllmaterials. Die zu ihrer optimalen Lebenstätigkeit erforderliche Nahrung bekommen diese Organismen durch das herunterrieselnde Abwasser pausenlos zugeführt. Ihr *Luftbedarf* wird durch vertikale Luftströmungen, die als Folge temperaturbedingter Dichteunterschiede zwischen Außen- und Innenluft auftreten,

Abb. 31  
Tropfkörper mit Drehsprenger



gedeckt. Hinsichtlich der je m<sup>3</sup> Füllmaterial zumutbaren Abwassermengen werden unterschieden:

- schwachbelastete Tropfkörper
- hochbelastete Tropfkörper
- Turmtropfkörper

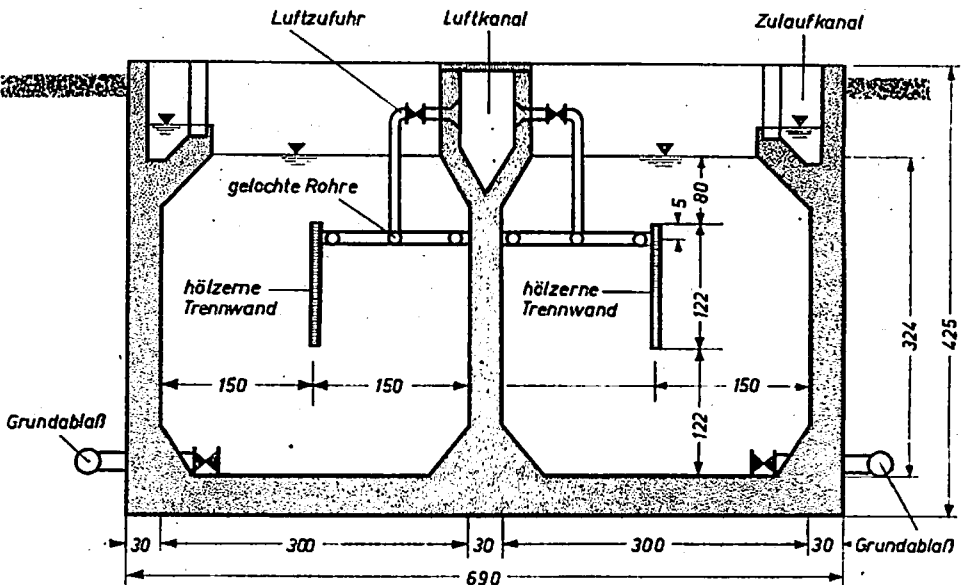
Die auf dem Füllmaterial gebildete und von dort durch die Spülwirkung des Abwassers abgerissene Zellsubstanz (Flockenschlamm) wird in nachgeschalteten Absetzbecken (Nachklärbecken) abgefangen.

### 2.3.3. Belebtschlammanlagen

Im Gegensatz zu den Tropfkörpern haften bei den Belebtschlammanlagen die für die Reinigung notwendigen Mikroorganismen nicht auf festen Körperoberflächen, sondern schweben als *lebte Flocken* frei im Beckenwasser. Da mit dem Beckenabfluß ständig biologisch aktiver Schlamm dem Becken verlorenght, muß ein Teil des im nachgeschalteten Nachklärbecken abgeschiedenen Flockenschlammes zur *Impfung* in das Belebtschlammbecken zurückgeführt werden (Rücklaufschlamm). Der nicht zum Impfen benötigte Flockenschlamm wird als *Überschußschlamm* in die Schlammbehandlung (Ausfäulung, Trocknung) weitergeleitet.

Um optimale Reinigungsleistungen zu erzielen, muß im Belebtschlammbecken ständig ein Sauerstoffgehalt von etwa 2 mg/l garantiert sein.

Abb. 32 Belebtschlammbecken mit Druckluftbelüftung nach dem Inka-Verfahren



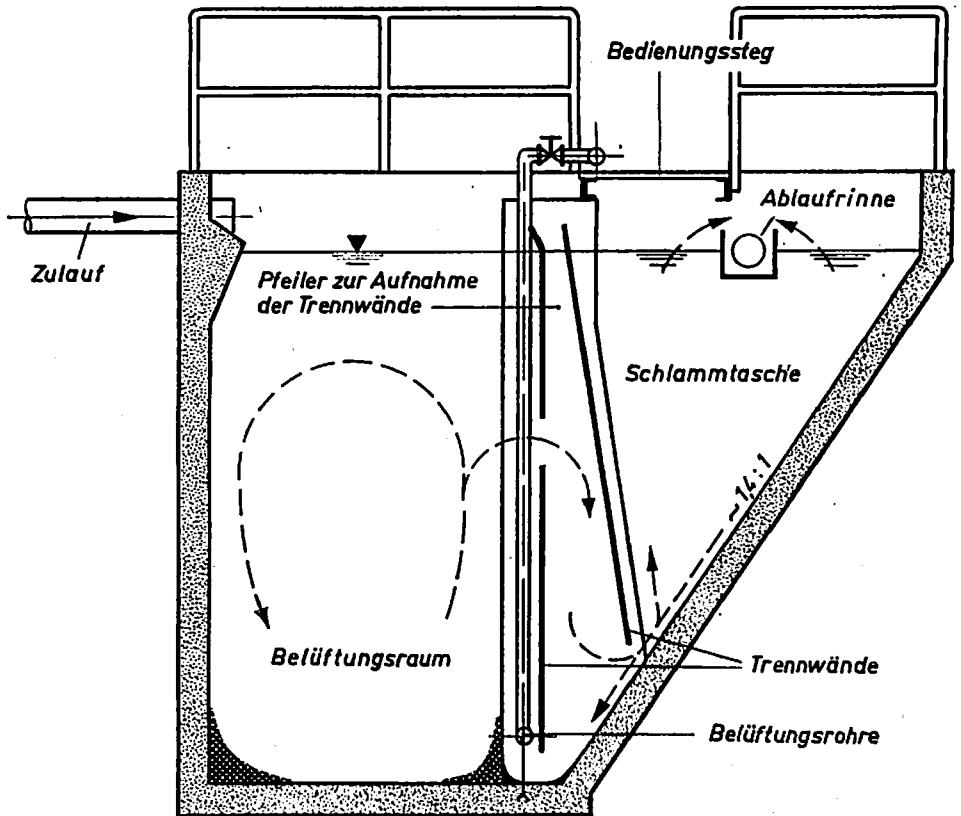


Abb. 33 Kleinbelebungsanlage (Typ Totalkläranlage)

Dies ist nur bei künstlicher Belüftung möglich. Meist wird Druckluft eingeblasen (Abb. 32) oder mittels Belüftungswalzen oder Belühtungskreisel die Luftaufnahme an der Wasseroberfläche intensiviert. Gleichzeitig wird durch diese Belühtungsverfahren der Beckeninhalt ständig umgewälzt. Damit wird erreicht, daß sich im Belebungsbecken kein Schlamm absetzt und dann auch keine Mikroorganismen absterben. Im allgemeinen werden bei diesen Reinigungsvorfahren langgestreckte Becken von quadratischem Querschnitt und 2,5 bis 5 m Wassertiefe verwendet (siehe Abb. 32), die in Längsrichtung spiralartig durchflossen werden. Der komplizierte Betrieb solcher Anlagen erfordert ein hochqualifiziertes Bedienungspersonal. Die Errichtung lohnt sich daher nur bei großem Abwasseranfall.

Für ländliche Siedlungen bzw. kleine Anschlußwerte sind in den letzten Jahren einfacher zu betreibende Modifikationen des Belebtschlammverfahrens entwickelt worden. Hierzu gehören u. a.

- die Kleinbelebungsanlage
- der Oxydationsgraben
- der Oxydationsteich (als Übergang zu den natürlichen biologischen Verfahren).

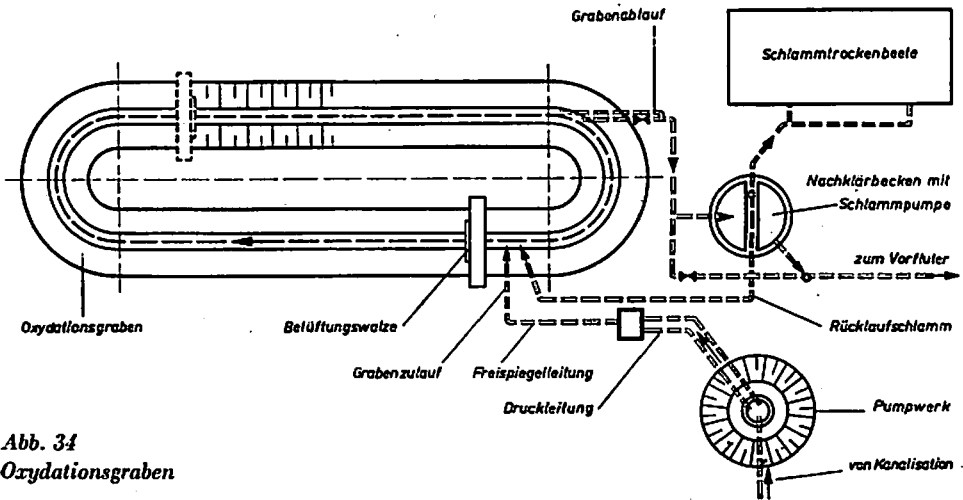


Abb. 34  
Oxydationsgraben

Es sind Anlagen, bei denen der Schlamm durch eine *langdauernde Belüftung* weitgehend *mineralisiert* wird. Eine nachfolgende Schlammbehandlung kann daher entfallen. Meist wird bis auf den Rechengutzerkleinerer auch auf die mechanische Vorbehandlung des Abwassers verzichtet.

Kleinbelebungsanlagen sind für Anschlußwerte von 100 bis etwa 4000 Einwohnern geeignet. Die Belüftung erfolgt mittels *Druckluft* (Abb. 33) oder Belüftungswalze. Im allgemeinen werden 12 bis 24 Stunden Belüftungszeit vorgesehen. Um den Ablauf nachzuklären, wird häufig ein *Emscherbrunnen* nachgeschaltet.

Ebenso wie für Kleinbelebungsanlagen ist es auch für Oxydationsgräben (Abb. 34) günstiger, wenn das zugehörige Entwässerungsnetz nach dem Trennsystem aufgebaut ist. In der Herstellung sind Oxydationsgräben einfacher und billiger. Im allgemeinen ist ohne eine besondere Befestigung des trapezförmigen Grabenquerschnitts auszukommen. Die Luft wird durch *Belüftungswalzen* zugeführt; die erforderliche Belüftungszeit beträgt etwa 3 Tage. Wenn ein Nachklärbecken vorgesehen wird (siehe Abb. 34), muß außerdem noch eine Schlammpumpe zur Förderung des Rücklaufschlammes (Impf-schlamm) und des Überschussschlammes (zu den Trockenbeeten) installiert werden. Oxydationsgräben werden für Anschlußwerte ab 500 Einwohner gebaut.

Bei den Oxydationsteichen (Abb. 35) wird die Aufenthalts- bzw. Kontaktzeit auf mehrere Wochen verlängert. Dadurch kann meist auf eine künstliche Belüftung verzichtet werden. Die Sauerstoffversorgung geschieht durch *Gasaustausch* an der freien Oberfläche und durch *Assimilation* der Algen; daher ist der Flächenbedarf entsprechend groß. Bei einer Durchschnittstiefe von 1 m ist mit einer Belastung von 0,2 Einwohner/m<sup>2</sup> Teichfläche zu rechnen.

Die *biologische Reinigung* erfolgt im allgemeinen in 3 Stufen:

- anaerobes Vorbecken, gleichzeitig Absetzbecken
- Teich 1 – Algenteich (starke Sauerstoffproduktion; aerobe Abbauvorgänge)
- Teich 2 – Daphnienteich (Beseitigung der überschüssigen Algen und Bakterien).

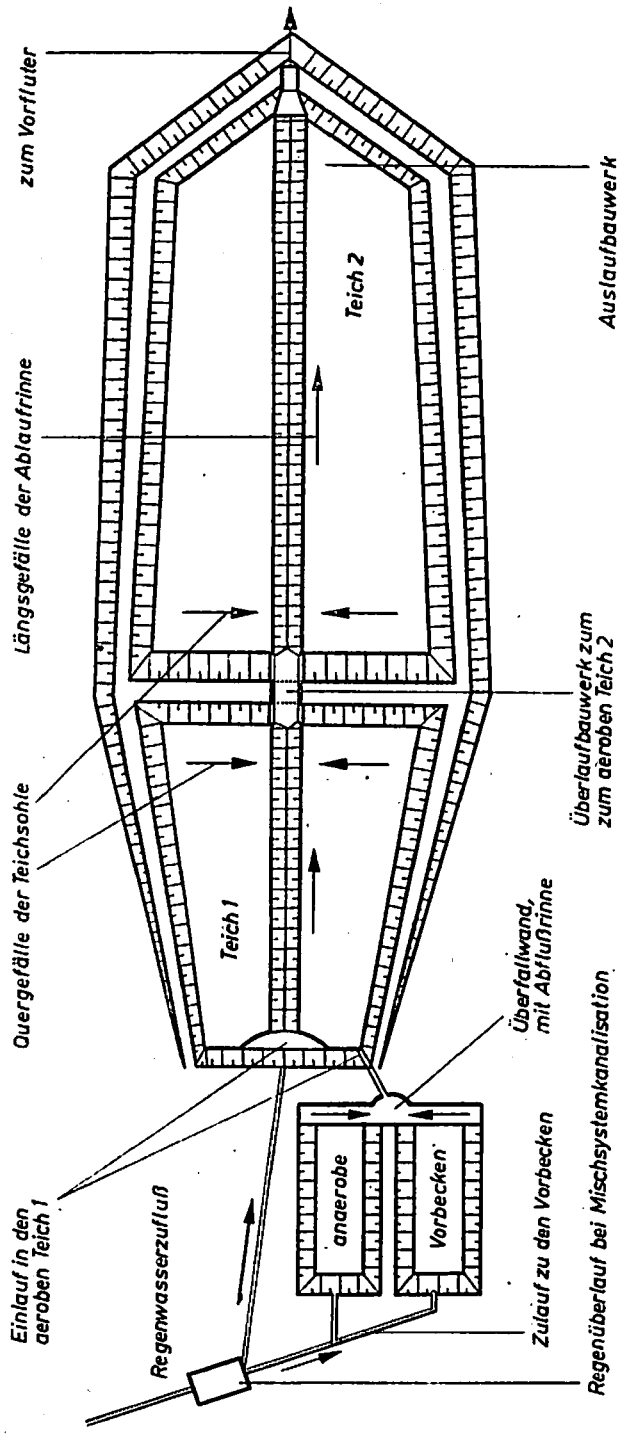


Abb. 35 Oxidationsteich

Wichtig für eine gute natürliche Belüftung des Abwassers ist, daß für die Anlage Standorte mit starker Windeinwirkung ausgewählt werden.  
Oxydationsteiche sind für Landgemeinden bis etwa 2000 Einwohner gut geeignet.

## AUFGABEN

1. Nennen Sie Vor- und Nachteile der künstlichen und der natürlichen biologischen Abwasserbehandlung!
2. Weshalb muß bei Belebtschlammanlagen Impfschlamm aus dem Nachklärbecken zurückgepumpt werden und warum bei den Tropfkörpern nicht?