

1. Abwasserreinigungsanlage (ARA)

Die **Abwasserreinigungsanlage** (Kläranlage) **reinigt in mehreren Stufen** das verschmutzte Abwasser von **Gemeinden oder ganzen Regionen**. Das gereinigte Abwasser fliesst in den Vorfluter (Fluss, Strom, See).

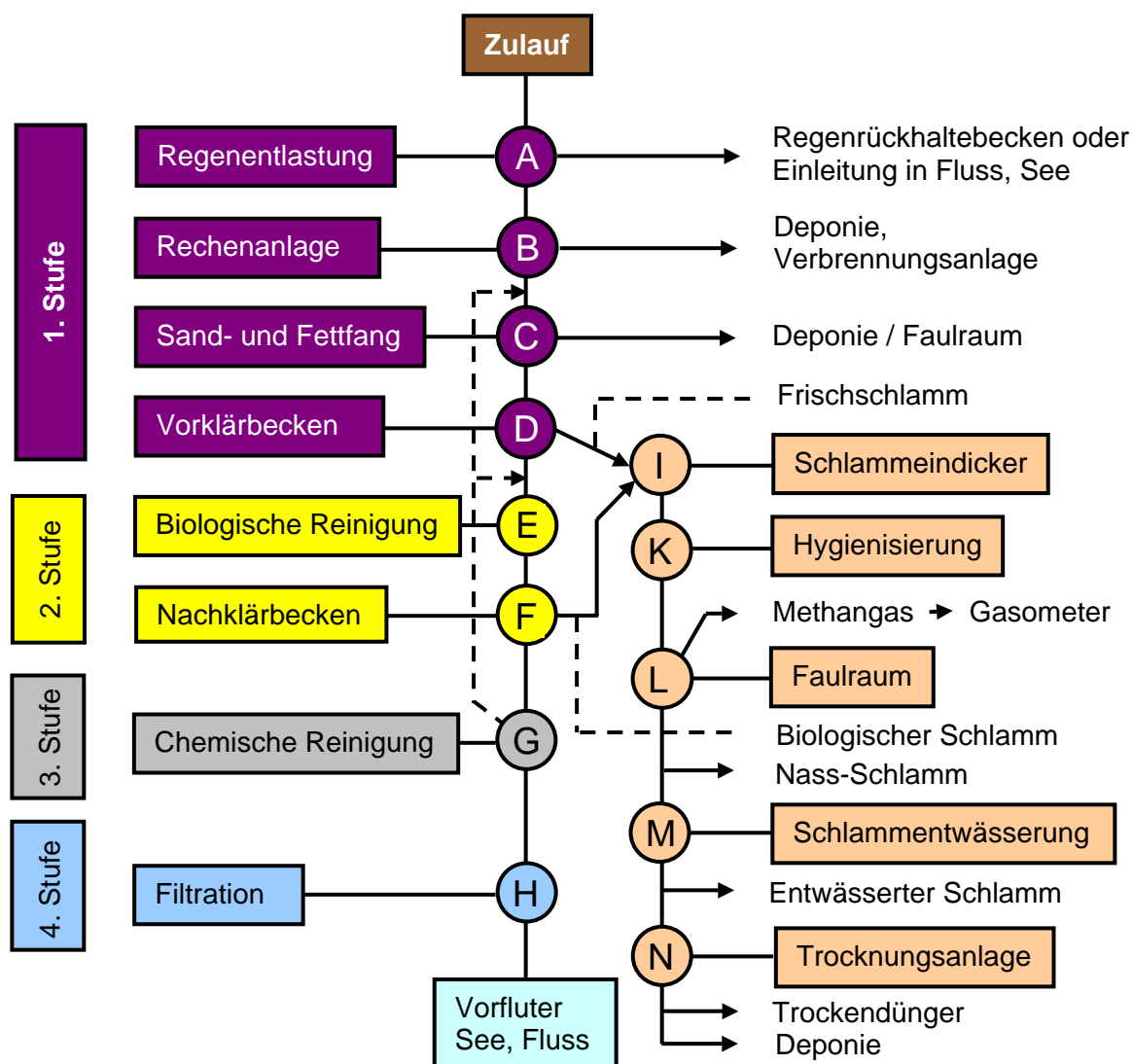
In der Schweiz sind rund 1'000 Abwasserreinigungsanlagen in Betrieb. Das Abwasser von rund 96% der Bewohner wird in einer ARA gereinigt. Weltweit beträgt dieser Prozentsatz jedoch lediglich 5%. (Jahr 2000)

1.1 Reinigungsstufen

Normalerweise verfügt eine Abwasserreinigungsanlage über drei Reinigungsstufen. Im Einzugsgebiet der **Seen** wird eine **vierte** Stufe eingebaut, welche aber im Laufe der nächsten Jahre in allen Kläranlagen eingebaut wird. Nur so sind die strengen Bestimmungen des Gewässerschutzgesetzes zu erfüllen.



Mögliches Prinzipschema einer Abwasserreinigungsanlage



1.2 Funktion der vier Reinigungsstufen

1. Stufe: Mechanische Reinigung

Die mechanische Reinigung hat die Aufgabe, **Feststoffe** aus dem Abwasser zu entfernen.

Regenentlastung (A)

Abwasserreinigungsanlagen, denen in einem Mischsystem Regen- und Schmutzwasser zugeleitet wird, dürfen nicht überlastet werden. Das stark verdünnte Abwasser wird in der Regel in einem Regenklärbecken aufgefangen oder für kurze Zeit in den Vorfluter abgeleitet.

Rechenanlage (B)

Hier werden die Grobstoffe zurückgehalten. Meistens sind bis zu drei Rechenanlagen mit folgenden Richtwerten installiert. Grobrechen Stababstand 120 mm, Normalrechen Stababstand 30 mm, Feinrechen Stababstand 8 mm.

Das Rechengut wird der Kehrrichtverbrennungsanlage zugeführt.

Rechenanlage



Sand- und Fettfang (C)

Das Abwasser durchfließt ein Becken, in welches Luft eingeblasen wird. Fett schwimmt an die Oberfläche, der schwere Sand setzt sich.

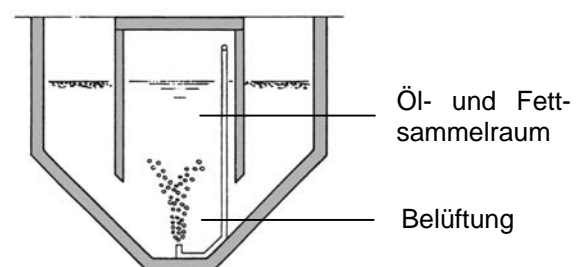
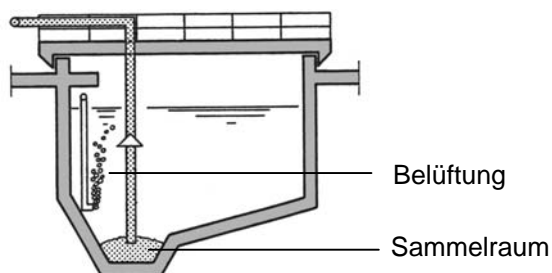
Das abgepumpte Fett gelangt in den Faulraum.

Der Sand wird abgepumpt und in eine Deponie gebracht.

Sand- und Fettfang



Sand- und Fettfang werden oft auch als separate Becken gebaut.



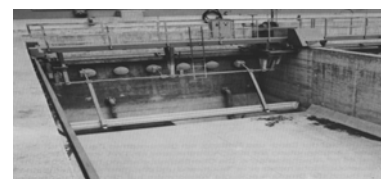
Vorklärbecken (D)

Im Vorklärbecken setzen sich die Feststoffe, bedingt durch die langsame Fließgeschwindigkeit ab. Eine langsamfahrende Räumerbrücke transportiert den abgesetzten Schlamm an die tiefste Stelle des Beckens. Dort wird der Schlamm durch Pumpen abgesogen und in den Schlammverdicker befördert.

Aufenthaltszeit des Abwassers im Becken ca. 1,5 Stunden.

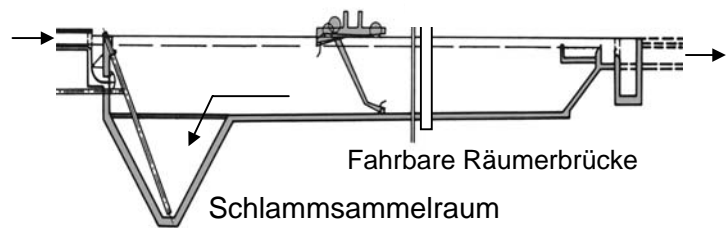
Vorklärbecken können rund oder rechteckig angelegt.

Blick in ein leeres Vorklärbecken mit rechteckiger Form. Sichtbar die Räumerbrücke.



Schnitt durch ein Vorklärbecken mit rechteckiger Form.

Mögliche Grösse: ca. 30 x 10 m



Fahrbare Räumbrücke

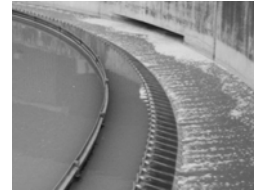
Schlammammelraum

Der Auslauf des vorgereinigten Abwassers zur nächsten Reinigungsstufe erfolgt meist über Zackenbleche. Das Abwasser ist nun bereits zu ca. 70% gereinigt.

Vorklärbecken rechteckig



Vorklärbecken rund



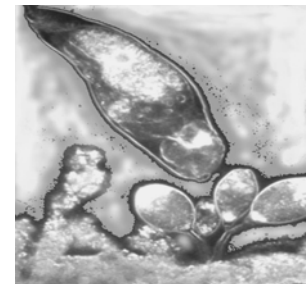
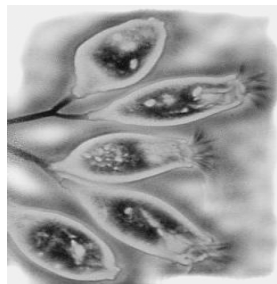
2. Stufe: Biologische Reinigung

Die biologische Reinigung hat die Aufgabe, alle organisch gelösten Stoffe im Abwasser abzubauen. Diese Aufgabe übernehmen Microorganismen und Kleinstlebewesen, die sich von den biologisch abbaubaren Stoffen im Abwasser ernähren.

Microaufnahmen von Belebtschlamm aus einem Belüftungsbecken.

Links: Glockentierchen filtern das Wasser.

Rechts: Unten eine Flocke von Bakterien, darüber Einzeller und ein Rädertierchen.



Je nach der Grösse einer ARA, je nach Alter und Bauart kommen verschiedene Verfahren der biologischen Reinigung zur Anwendung.

Dargestellt wird das weitverbreitete Verfahren „Druckbelüftung“.

Belüftungsbecken mit Druckbelüftung (E)

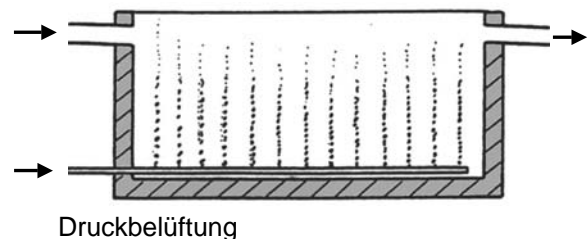
Bei vielen Belüftungsbecken wird der benötigte Sauerstoff durch eine Druckbelüftung eingebracht.

Belüftungsbecken mit Druckbelüftung



Auf dem Bild ist links die Leitung für die Druckbelüftung ersichtlich. Schlauchleitungen führen die Luft / den Sauerstoff auf den Grund des Beckens.

Längsschnitt durch ein Belüftungsbecken



Druckbelüftung

Die Belüftungsleitung kann aber auch in einem begehbaren Leitungsschacht oder am Grund des Beckens montiert sein.

Aufenthaltszeit ca. 1,75 Stunden

Nachklärbecken (F)

Das Abwasser aus Tropfkörper, Belüftungsbecken, Tauchtropfkörper oder Biostyr-Filter wird in das Nachklärbecken weitergeleitet.

Hier setzt sich der **biologische Schlamm** ab. In der Praxis sind, je nach Anlage, sowohl Nachklärbecken in rechteckiger und in runder Form im Einsatz.

Räumerbrücken befördern den abgesetzten Schlamm zu den Pumpen. Diese pumpen den Schlamm in den Schlammverdicker.

Ein Teil des Belebtschlammgemisches wird wieder in die Becken zurückgefördert, damit der Reinigungsprozess nicht unterbrochen wird.

Aufenthaltszeit ca. 3 Stunden



3. Stufe: Chemische Reinigung

Mechanische und biologische Reinigung vermögen die **gelösten Phosphate** im Abwasser nicht zu entfernen. Diese stammen ca. zu je einem Drittel von Waschmitteln, menschlichen Ausscheidungen und der Landwirtschaft und führen zu einer Überdüngung der Gewässer (Algenbildung).

Zur Fällung dieser Phosphate werden verschiedene Verfahren eingesetzt.

Simultane Phosphatfällung (G)

Vor der biologischen Reinigung oder vor dem Sand- und Fettfang werden dem Abwasser dosiert Chemikalien zugegeben.

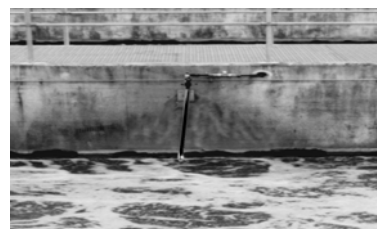
Einlauf der Chemikalien, dosiert nach der Abwassermenge.

Je nach Anlage gelangen zur Anwendung: in Wasser gelöstes

Eisensulfat = FeSO_4 oder $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

Eisenchlorid = FeCl_3 oder

Aluminiumsulfat = $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$



Ein chemischer Prozess bewirkt nun, dass die im Schmutzwasser gelösten Phosphate **absetzbare** Flocken bilden. Die Flocken gelangen mit dem biologischen Schlamm ins Nachklärbecken und von da in den Faulraum. Die Phosphate sind also später im Klärschlamm als Düngemittel vorhanden und überdüngen nicht die Gewässer. Biologische und chemische Reinigung zusammen bilden die gleichzeitige oder simultane Fällung. Ohne den Einbau der vierten Reinigungsstufe gelangt das Abwasser vom Nachklärbecken durch eine Ablaufleitung in den Vorfluter.

4. Stufe: Filtration

Der Phosphatgehalt des Abwassers, das bereits eine Simultanfällung durchlaufen hat, kann durch den Einbau der vierten Reinigungsstufe noch weiter gesenkt werden. Ebenfalls werden restliche Schwebestoffe zurückgehalten.

Quarzsandfilter (H)

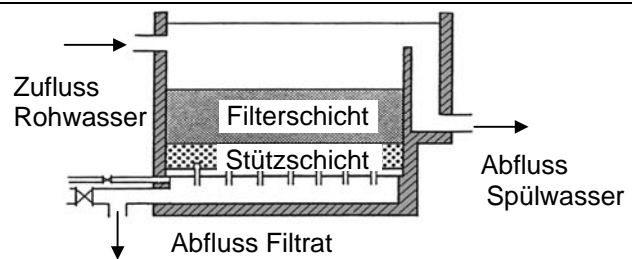
Zur Anreicherung mit Sauerstoff wird das Wasser wie ein Wasserfall in die Filtrationsbecken geleitet.

Wassereinlauf in den Sandfilter

Anschliessend durchfließt es sehr langsam eine etwa 150 cm dicke **Filterschicht aus Blähschiefer und Quarzsand**.



Die Filter sind rückspülbar, ähnlich der Schnellfiltration bei der Trinkwassergewinnung aus Seewasser. Das nunmehr zu mindestens 96% – 97% gereinigte Abwasser wird dem Vorfluter zugeleitet.



Bereits wird die Einführung einer **fünften** Reinigungsstufe geprüft (z.B. Verminderung des Nitrat- / Nitritgehalts).

1.3 Schlammbehandlung

Das Ziel der Schlammbehandlung ist es, das Volumen zu verkleinern und den Schlamm in einen **hygienisch einwandfreien Zustand** zu bringen. Nur so kann er als **Dünger** verwendet oder bedenkenlos deponiert werden.

Schlammeindicker (I)

Der Schlamm von Vor- und Nachklärbecken wird in die Schlammeindicker-Anlage befördert und **eingedickt**. Anschliessend wird er gesiebt oder zerkleinert und der Hygienisierungsanlage zugeführt.



Gasometer

Schlammeindicker

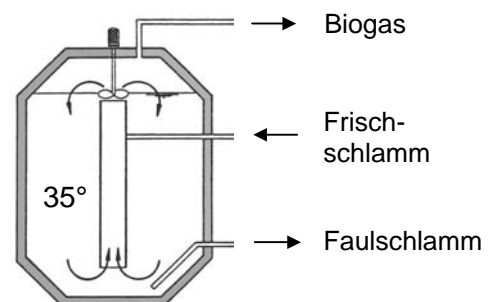
Hygienisierung (K)

Der Schlamm wird einer aerob-thermophilen Behandlung unterzogen (aerob-thermophil = Luft und Wärme). Dabei erwärmt sich der Schlamm auf die Pasteurisierungstemperatur von 60°C. Bei dieser Temperatur **werden viele gesundheitsschädigende Keime abgetötet**. Der hygienisierte Schlamm wird anschliessend in den Faulraum gepumpt.

Faulraum (L)

Unter Luftabschluss und Wärme (anaerob) wird der hygienisierte Schlamm durch Methanbakterien in ca. 21 Tagen weiter abgebaut und stabilisiert.

Der entstandene ausgefaulte Klärschlamm hat einen hohen Anteil an Phosphor und eignet sich sehr gut als Dünger. Zur Zeit wird der Nassschlamm noch an die Landwirtschaft abgegeben. (Probleme: Bodenbelastung durch Schwermetalle, Wurmeier, Bakterien, Viren.) Neu: Schlamm trocknen und verbrennen, siehe Pos. (N)



Bei diesem Faulprozess entsteht Methangas. Dieses wird gereinigt und im Gasometer gespeichert. Das Gas wird zum Antrieb der Gasmotoren, für die Elektrizitätsgewinnung oder zu Heizzwecken verwendet.

Schlammmentwässerung (M)

Zur Reduktion der Transportkosten für Nassschlamm wird dieser in Stapelbehältern eingedickt. Anschliessend wird er in einer Siebbandpresse oder mit einer Zentrifuge auf einen Trockensubstanzgehalt von ca. 30-35% weiter entwässert. Dieser humusähnliche Stoff wird als **entwässerter Schlamm (Dünger)** abgegeben oder in Deponien eingebaut.

Trocknungsanlage (N)

Der entwässerte Schlamm kann, je nach Bedürfnis und Anforderung, in einem Trocknungssofen auf einen Trockensubstanzgehalt bis 90% getrocknet werden. Dieses Endprodukt wird als **Trockendünger** abgegeben. Neuerdings wird dieser Trockendünger als Brennstoff in der Zementindustrie verwendet.