

Kläranlage

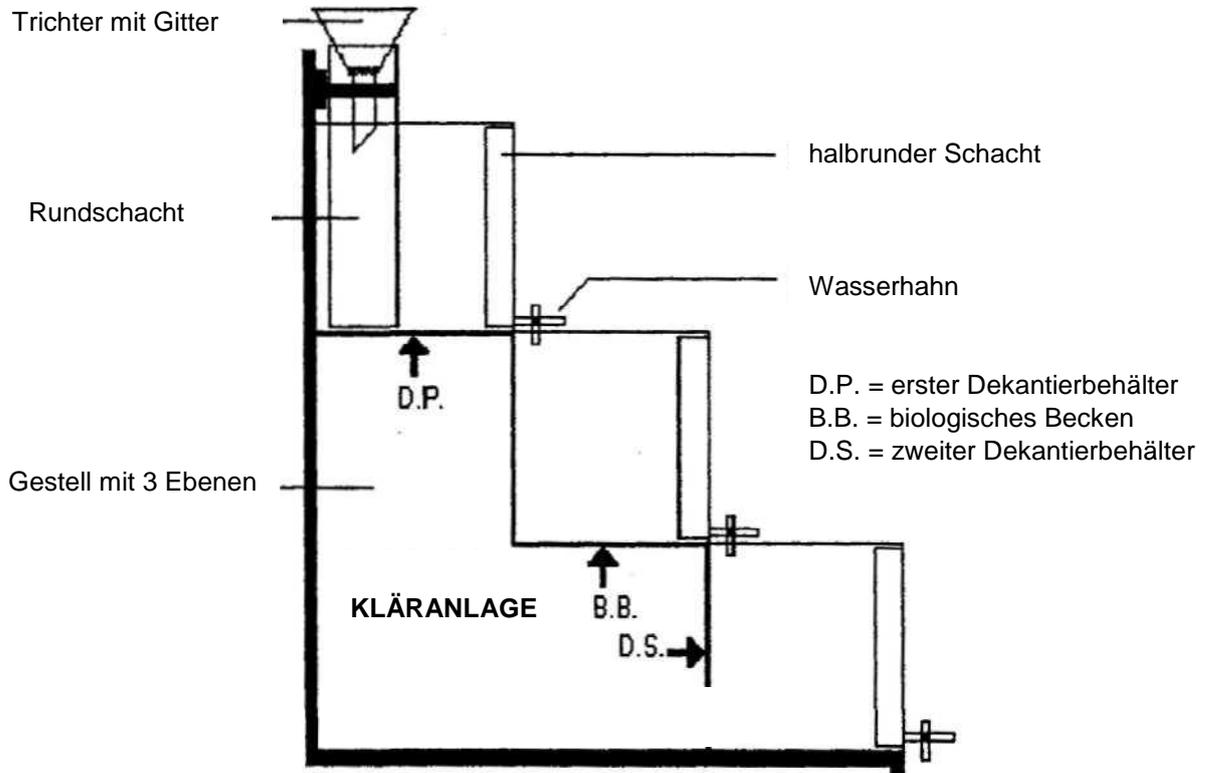


I. Produktbeschreibung

1. Pädagogisches Ziel

Simulieren Sie den Betrieb einer Kläranlage, indem Sie die unterschiedlichen physikalischen und biologischen Aufbereitungsstufen der Abwässer darstellen.

2. Zeichnung



3. Überprüfung der Bestandteile

- ein zusammengesetztes analoges Modell
 - ein Gestell mit drei Ebenen
 - ein Trichter mit Gitter
 - ein transparenter Zylinderschacht
 - drei mit Wasserhähnen, Halbschächten usw. ausgestattete Becken
- ein Satz Materialien zur Darstellung der Schmutzstoffe:
- „Kunststoff“
 - „Sand“
 - „Glukose“
- Mikroorganismen, mit denen die biologische Reinigungsstufe sichergestellt wird:
- „Hefen (7g)“
- ein Satz notwendige Materialien zur Durchführung der Pufferlösung:
- „Natriumacetat (NaCH₃COO) (10g)“

„Essigsäure (CH₃COOH) (2ml)“
“Kalziumchlorid (CaCl₂) (1g)”

II. Übersicht zum vorbereitenden Versuchsaufbau

1. Vorbereitung der Lösungen:

a) Acetatpuffer pH4,4 (100ml)

- Lösung A:

Lösen Sie 5,4g Natriumacetat (NaCH₃COO) in 200 ml destilliertem Wasser auf.

- Lösung B:

Verdünnen Sie 1,4ml Essigsäure (CH₃COOH) in 100ml destilliertem Wasser.

- Entnehmen Sie 37ml der Lösung A
- Fügen Sie ca. 40mg Kalziumchlorid (CaCl₂) hinzu.
- Fügen Sie schließlich noch 63ml der Lösung B hinzu.

b) 5%ige Glukoselösung (20ml)

Lösen Sie 1g Glukose in 20ml Wasser auf.

c) 6%ige Hefelösung (70ml)

Lösen Sie 4,2g Hefe in der Acetatpuffermenge von 70ml auf.

2. Konditionierung der Mikroorganismen:

Halten Sie die Hefelösung ca. 6 Stunden lang in Bewegung. Die Mikroorganismen brauchen dabei ihre Reserven auf und werden so noch leistungsfähiger beim Abbau der organischen Bestandteile (Glukose) im Abwasser.

3. Vorrichtungen und notwendige Materialien:

- Luftsprudler
- Mostwaage
- Teststreifen
- Magnetrührer
- Filterpapier
- Bechergläser, klassische Glaswaren, Pipetten und eventuell eine Spritze für die Entnahmen usw.
- Lebensmittelöl
- destilliertes Wasser, Leitungswasser
- 100µl einer 10%igen Eisenperchloridlösung (FeCl₃) verdünnt in 10ml destilliertem Wasser
- Kaliumchlorid (KCl) zur Beschleunigung der Wirkung des FeCl₃

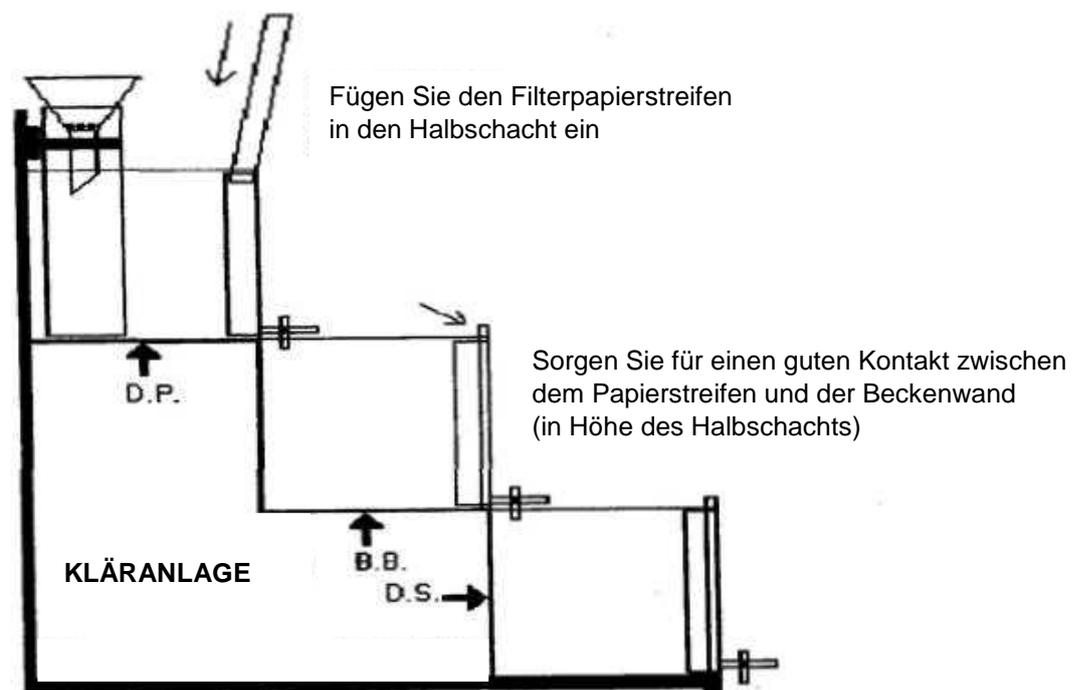
- Austauschmaterialien (identisch mit den mitgelieferten) für einen zweiten Versuchsaufbau.

4. Aufbau:

- Zu Beginn sind alle drei Becken gleich (mit Ausnahme des oberen Beckens für die Auflage der Metallplatte).
- Stellen Sie als erstes das unterste Becken auf. Dann stellen Sie das mittlere Becken auf und zum Schluss das oberste.
- Achten Sie darauf, die Wasserhähne bei der Aufstellung der Gesamtkonstruktion nicht zu beschädigen.

Das Gestell weist auf jeder Ebene ein Metallteil auf, und jedes Becken hat einen Magnetboden, so dass die Stabilität der Gesamtkonstruktion gewährleistet ist.

- Bringen Sie den Zylinderschacht in der Nicoll-Halterung an, die an der senkrechten Wand des Gestells befestigt ist; lassen Sie dabei einen minimalen Abstand zum Beckenboden frei (selbst eine scheinbare Anhaftung ist dabei möglich).
- Setzen Sie den Trichter oben auf dem Schacht auf, genau dort, wo der Reinigungsprozess beginnt.
- Schneiden Sie drei Filterpapierstreifen mit den Maßen 25 x 110 mm aus und bringen Sie einen davon senkrecht in Höhe jedes Halbschachts an.



5. Wartung – Reinigung:

Bauen Sie nach der Benutzung den Zylinderschacht, den Trichter und die drei Becken ab.

Beginnen Sie vorzugsweise mit dem Abbau des oberen Beckens, um eine Beschädigung der Wasserhähne zu vermeiden.

- Führen Sie die Reinigung mit Wasser unter Zusatz von Reinigungsmittel durch.
- Lassen Sie dieses Wasser durch die Wasserhähne der Becken fließen.
- Lassen Sie alle Teile trocknen und verwahren Sie sie an einem staubgeschützten Ort.

III. Experiment

1. Grundprinzip:

Ein Gemisch aus Wasser mit verschiedenen zugesetzten Bestandteilen, mit dem das Abwasser simuliert wird, wird von oben in eine Aufbereitungsanlage eingefüllt.

Nach dem Durchlaufen durch die unterschiedlichen Stufen kommt am Ende gereinigtes Wasser heraus, d.h. Wasser, das von Kunststoffrückständen, Sand, Öl und organischen Bestandteilen (dargestellt durch Zucker) befreit wurde.

Diese Reinigung vollzieht sich dank unterschiedlicher Verfahren:

- Filtrierung über Grobroste: Abscheidung von Kunststoffteilen
- Absperrung aus einem Teil des Sands in Höhe des Zylinderschachts
- Dekantierung des Öls
- Ableitung des Wassers über ein Filterpapier in das folgende Becken; Schließen des Wasserhahns vor dem Durchlaufen der oberen ölhaltigen Phase
- Abbau der organischen Bestandteile (Zucker) durch Zusatz von Mikroorganismen (Hefen); diese Stufe wird durch ständige Sauerstoffzufuhr optimiert (Sauerstoffzufuhr für Aquarien). Der Zuckergehalt in der Lösung kann mit dem Tracer verfolgt werden, dies geschieht im biologischen Becken.
- Und schließlich ist es noch möglich, die Mikroorganismen auszufällen, indem der Lösung Eisenperchlorid zugesetzt wird: zweite Dekantierung.

Das aus dieser Reinigungskette austretende Wasser kann zwar in die Natur abgeleitet werden, ist jedoch nicht zum Verzehr geeignet: es ist kein Trinkwasser. Eine neue Reihe von Aufbereitungsmethoden muss dazu noch durchgeführt werden; diese betreffen nicht mehr dieses analoge Modell.

Anmerkung:

Es lässt sich beobachten, dass, je mehr Stufen bereits durchlaufen wurden, sich zunehmend Schlamm am Boden der Becken absetzt. In der Realität wird dieser Schlamm gesammelt,

dehydriert und dann verbrannt. Die Asche daraus wird zunächst in einem Silo gelagert und dann entsorgt.

2. Funktionsweise:

a) Dauer des Versuchs

Die Gesamtdauer des Versuchs beträgt ca. 2 Stunden, aber zuvor muss man die Hefen mindestens 6 Stunden lang fasten lassen.

b) Fastenlassen der Hefen

Damit die Hefen eine optimale Aktivität an den Tag legen, ist es notwendig, sie mehrere Stunden lang fasten zu lassen.

Geben Sie dazu die 6%ige Hefelösung (die unter 1.c) oben vorbereiteten 70ml) in ein kleines Becherglas und halten Sie sie ca. 6 Stunden lang in Bewegung.

c) Abwasseraufbereitung

➤ Vermischen Sie die folgenden Bestandteile:

- * Kunststoffe 2,5g
- * Sand 20g
- * 5%ige Glukoselösung 20ml
- * Lebensmittelöl 5ml

➤ Füllen Sie die Bestandteile auf insgesamt 500ml unter Zuhilfenahme von Leitungswasser auf.

➤ Gut vermischen.

d) Erstes Reinigungsstadium: erster Dekantierer

➤ Gießen Sie vor dem Einfüllen des Abwassers in den ersten Dekantierer ein wenig Wasser auf den Boden des Beckens, so dass der Wasserpegel etwa $\frac{1}{2}$ mm über dem Boden steht: durch diese kleine Menge Wasser werden sowohl allzu große Turbulenzen verhindert als auch ein zu schneller Sanddurchlauf außerhalb des Rundschachts.

➤ Gießen Sie die Abwasserprobe vorsichtig durch den Trichter mit Gitter ab, indem Sie das Wasser an der Wand des Zylinderschachts entlang laufen lassen: der Trichter hält große Abfälle zurück (Kunststoffkugeln).

➤ Lassen Sie die Dekantierung ablaufen (ca. 30 Minuten).

➤ Wenn die verschiedenen Schichten (Sand, Wasser, Öl) deutlich sichtbar sind, öffnen Sie vorsichtig den Wasserhahn und ermöglichen so den Zulauf in das biologische Becken. Mit dem Papierfilterstreifen wird noch etwas Sand zurückgehalten. Lassen Sie das Wasser tropfenweise abfließen.

- Schließen Sie den Wasserhahn, wenn der Flüssigkeitspegel die obere ölhaltige Phase erreicht: das Öl wird so aufgehalten, bevor es in das biologische Becken gelangt. Es verbleibt mit Sand vermischt im ersten Becken.

e) Zweite Reinigungsstufe: biologisches Becken

- Stellen Sie im zweiten Becken eine Sauerstoffzufuhr für Aquarien bereit, um für eine gute Sauerstoffdurchmischung der Lösung zu sorgen.
- Schlagen Sie in der Beschreibung des Tracers nach, um zu wissen, wie die Glukoserate der Lösung richtig eingestellt wird und wie die Messungen ablaufen müssen.
- Führen Sie eine erste Messung der Glukoserate vor der Einleitung der Mikroorganismen (Hefen) durch: diese Rate muss in den Messbereich des Tracers einbezogen werden (zwischen 40 und 400 mg/dl). Ist dies nicht der Fall, verdünnen Sie die Lösung ein wenig, um die Glukosekonzentration abzusenken.
- Geben Sie die 70ml der mit Hefen geimpften Lösung zur Aufnahme der Glukose hinzu.
- Führen Sie regelmäßig (ca. alle 3-4 Minuten) mit Hilfe des Tracers und der Teststreifen dosiert Glukose zu. Wenn die Hefen ausreichend lange gefastet haben, sinkt die Glukoserate rasch ab, was einer Reinigung der Lösung von organischen Substanzen gleichkommt.

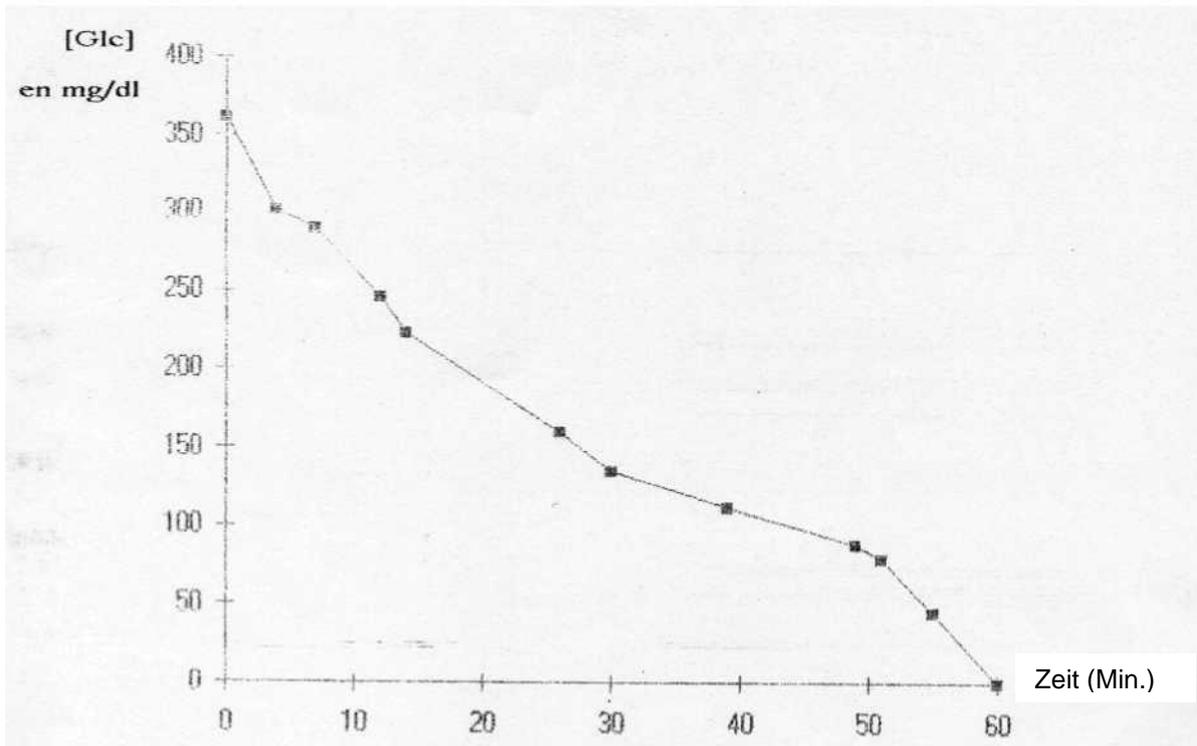
Entnahmen erfolgen mit Hilfe einer Spritze, die zwischen zwei Messungen gereinigt wird.

- Wenn die Glukoserate bei ihrem Minimum angekommen ist, öffnen Sie den Wasserhahn, damit der Inhalt des Beckens in das folgende ablaufen kann: den zweiten Dekantierer.

Ein im Halbschacht angebrachter Papierfilterstreifen optimiert das Reinigungsergebnis noch zusätzlich.

Anmerkung:

Das Grundprinzip des Abbaus organischer Bestandteile durch Mikroorganismen wird allein durch den Rückgang der Glukoserate veranschaulicht, es ist keinesfalls notwendig, den Versuch solange fortzusetzen, bis die Glukose vollkommen abgebaut wurde.



f) Dritte Reinigungsstufe: zweiter Dekantierer

- Dieses letzte Becken dient dazu, Mikroorganismen aus dem „gereinigten“ Wasser durch ein Ausflockungsverfahren abzuscheiden.

Nach dieser Stufe kann das Wasser in die Umwelt abgeleitet werden, ohne dass es ein Umweltschutzrisiko darstellt.

- Fügen Sie einige Milliliter der 10%igen Eisenperchloridlösung hinzu sowie einige Prisen KCl: nach und nach kommt es zu Ausflockungen, die die Abscheidung der Hefen veranschaulichen.
- Das Wasser kann nun in die Natur abgeleitet werden. Es ist von Kunststoffen, Sand, Öl und organischen Substanzen etc. befreit.

IV. Ergänzende Betrachtung des Umfelds

- „Die Reinigung und Klärung von Abwasser“, ein Videofilm von CONATEX **2020936**