

Konstanzer Abwasserkanalnetz

Altersstufe: 3. – 4. Klasse

Material: CD: „Untersuchung Abwasserkanal“
bei Bedarf: Programm zum Abspielen der CD: mpeg4.exe
Erläuterungsberichte zur CD (für die Lehrperson)

Achtung: Sollte es beim Abspielen der Filme auf Ihrem PC Probleme geben, installieren Sie das Programm **mpeg4.exe**, das sich auch auf der CD befindet.

Einführung ins Thema

Überall, wo Wasser genutzt wird, gibt es auch Abwasser z.B. in Wohnhäusern und Gewerbe- und Industriebetrieben. Aber auch Straßenabwässer und das Wasser von Regenüberläufen gilt als Abwasser, auch wenn es nur gering verschmutzt ist. Alles Abwasser gelangt über Abflüsse oder Gullys in ein weitverzweigtes, meist unterirdisches Bauwerksystem aus Rohren, Leitungen, Sammelbehältern und Pumpwerken, die das Wasser zur Kläranlage transportieren. Dieses System nennt man *Kanalisation*.

Man unterscheidet hierbei Trenn- und Mischkanalisation. In der *Trennkanalisation* gibt es 2 getrennte Rohrleitungsnetze, eins für das häusliches Abwasser und eins für das weniger verschmutzte Regenwasser. In der *Mischkanalisation* fließt alles anfallende Abwasser in ein gemeinsames Netz.

Lokaler Bezug

Die Zentralkläranlage in Konstanz ist die größte Abwasserreinigungsanlage am Bodensee. Täglich werden bis zu 46 Mio. Liter Abwasser gereinigt, das entspricht ungefähr dem Inhalt von 2'300 Tanklastzügen. Ein weitverzweigtes Kanalnetz transportiert das Wasser der Gemarkung Konstanz, der Stadt Kreuzlingen und den Gemeinden Allensbach und Reichenau in die Konstanzer Kläranlage. Die Länge des Kanalnetzes beträgt rund 280 km. Auf seinem Weg vom Wasserbenutzer bis zur Kläranlage muss das Wasser größere Strecken und viele Höhenunterschiede überwinden. 24 Pumpstationen pumpen dabei das Wasser über die entsprechende Distanz und auf die benötigte Höhe. Das größte Pumpwerk am Schänzle beispielsweise pumpt das Abwasser von der linken auf die rechte Rheinseite.

Durchführung

1. CD – Untersuchung des Abwasserkanals

Die Schülerinnen und Schüler sehen sich gemeinsam an einem PC die Filme über die Untersuchung 3 verschiedener Abwasserkanäle in Konstanz an. Die beste Reihenfolge ist:

→ Obere Laube → Friedrichstrasse → Reutestrasse

2. Folgende Fragen können beantwortet werden:

- Wie unterscheiden sich die 3 Kanäle?
- Woher kommen die Zuläufe, die man in den Filmen sieht?
- Wozu werden solche Untersuchungen mit einer Kamera durchgeführt?
- Warum müssen Schäden und Undichtigkeiten in den Kanälen schnellstmöglich behoben werden?
- Was, außer zufließendes Wasser, kann man in den Kanälen noch alles sehen?
- Was für Gegenstände/Substanzen kennt Ihr, die manchmal ins WC in den Ausguss oder in einen Straßengully geschüttet werden, die dort nicht hingehören?
- Warum gehören solche Dinge nicht in den Kanal? Was können sie dort anrichten?
- Habt Ihr die Ratten gesehen? Wo kommen die Ratten her? Wovon leben sie?



- Was meint ihr, ist es gut, wenn im Kanalsystem Ratten leben oder können sie dort Schäden anrichten?
- Die gezeigten Abwasserkanäle zeigen Rohre der Mischkanalisation. Warum kann es sinnvoll sein, Regenwasser und häusliches Abwasser zu trennen?

Auswertung

Die Filme zeigen Untersuchungen verschiedener Abwasserkanäle in Konstanz. Sie wurden mittels einer Kamera zur Kontrolle des Kanalsystems, bzw. im Fall der Friedrichstrasse für eine Neubauabnahme durchgeführt. (Weitere Informationen: Erläuterungsberichte in der Anlage).

1. Abwasserkanal „Obere Laube“: Über 100 Jahre alter Abschnitt eines Abwasserkanals, der ursprünglich am Pulverturm direkt in den Seerhein mündete.
2. Abwasserkanal „Friedrichstrasse“: Beispiel für einen neu gebauten Abwasserkanal.
3. Abwasserkanal „Reutestrassen“: Aufnahmen von Schäden und Undichtigkeiten in den Abwasserkanälen und den Abwasserleitungen.

In den fließenden Abwässern in den Abwasserkanälen sieht man Dinge, die über die Toilette, den Ausguss oder einen Straßengully in das Kanalsystem gelangen, wie z.B. WC-Papier. Aber die Toilette ist kein Müllschlucker. **Feste Abfälle** wie Damenbinden, Tampons, Kondome oder Ohrenstäbchen gehören nicht in das Kanalsystem, sondern in die Restmülltonne, sie können im Kanalsystem zu Verstopfungen führen. Auch **Speisereste** gehören auch nicht ins WC, denn sie locken Ratten an, wie in den Filmen zu sehen ist.

Schäden und Undichtigkeiten an den Rohren müssen schnellstmöglich behoben werden, denn ausfließendes Abwasser kann den umgebenden Boden aufweichen und zu einer Verrutschung der Kanalisationsrohre führen. Außerdem kann austretendes ungereinigtes Abwasser ins Grundwasser gelangen und dieses mit Schadstoffen und Keimen belasten. Für die Sanierung von Schäden und dem Ausbau des Kanalisationsnetzes werden in Konstanz jährlich rund 3 Mio. Euro investiert.

Die Kanäle „Obere Laube“ und „Reutestrassen“ zeigen, dass das Abwasserkanalnetz eine Zufluchtstätte für Ratten ist. Ratten können mit ihren Aktivitäten Rohrleitungen beschädigen und mit ihren Bauten verstopfen. Um die Ausbreitung der Ratten zu verhindern, bzw. in erträglichem Maße zu halten, werden im gesamte Kanalnetz der Stadt Konstanz regelmäßig von den Entsorgungsbetrieben (EBK) Rattenbekämpfungsmittel ausgelegt.

Bei den gezeigten Abwasserkanälen handelt es sich um Rohre der Mischkanalisation, d.h. häusliches Abwasser und Regenwasser laufen in ein gemeinsames Netz. Die Rohrdurchmesser sind sehr groß, denn die anfallenden Wassermengen können sehr schwanken, beispielsweise nach einem heftigen Regenguss. Das aus Wohnbebauungen abfließende Regenwasser ist in der Regel nur gering verschmutzt und braucht nicht in Kläranlagen gereinigt zu werden. Deshalb kann dieses Regenwasser versickert oder über Wassergräben direkt in ein Gewässer z. B. den Bodensee abgeleitet werden. Dadurch wird die Kläranlage entlastet und Kosten gespart. Bei einer Überlastung der Kläranlage z.B. nach einem Starkregenereignis können im schlimmsten Fall ungereinigte Abwässer ins Gewässer gelangen. In Konstanz gibt es 14 Regenwasserbehandlungsanlagen.

Tipp

Kombinieren Sie diese Karte mit folgenden Karten:

- Trinkwasser – so wird's verteilt! (1.7)
- Wie funktioniert die Konstanzer Kläranlage? (3.2)
- Was gehört nicht ins WC? (4.6)
- Ausflug: Konstanzer Kläranlagen-Lehrpfad (5.2)
- **Buch:** „Für einen sauberen Bodensee - Von der Kloake zur Kläranlage“ (Materialkoffer)

Anlagen : CD: „Untersuchung Abwasserkanal“
3 Erläuterungsberichte zu den Untersuchungen der Abwasserkanäle



Wie funktioniert die Konstanzer Kläranlage?

Altersstufe: 2. – 4. Klasse

Material: Broschüre „Klärchen klärt auf - Die Reise in die Unterwelt“
Poster „So funktioniert eine Kläranlage“
Kopiervorlage „Das Abwasser wird gereinigt“
Malstifte/Papier

Lokaler Bezug

Aus den Augen aus dem Sinn...

Alles was in der Toilette weggespült wird, was in den Waschbecken und Ausgüssen verschwindet und beinahe alles, was in den Gullys der Strassen läuft, gelangt in die Zentralkläranlage Konstanz. Sie ist die größte Abwasserreinigungsanlage am Bodensee. Besonders ist, dass hier grenzüberschreitend auch das gesamte Abwasser der Schweizer Nachbarstadt Kreuzlingen gereinigt wird. Täglich fließen bis zu 46 Mio. Liter Rohabwasser in die Kläranlage und verlassen diese als gereinigtes Abwasser, welches in den Seerhein geleitet wird.

Ein Besuch der Konstanzer Kläranlage mit seinem Kläranlagen-Lehrpfad ist ein Erlebnis für Kinder. Sie können beobachten, wie eine dunkle stinkende Abwasserbrühe aus der Kanalisation in die Kläranlage einfließt, wie groß der Aufwand ist, um dieses Wasser zu klären, wie klar es die Anlage wieder verlässt und was anschließend mit dem Klärschlamm passiert. Staunen können die Kinder, wenn sie erfahren, welche Gegenstände schon im Abwasser gefunden wurden.

Die Kläranlage hat die Aufgabe, möglichst alle Schmutzstoffe, die wir dem Wasser zuführen, wieder zu entnehmen. Das ist aufwändig, energie- und kostenintensiv, daher ist es wichtig, dass keine Stoffe über die Kanalisation entsorgt werden, die die Reinigungsprozesse in der Kläranlage stören oder erschweren.

Durchführung

1. Der Weg des Abwassers – 1

Das Poster „So funktioniert eine Kläranlage“ wird in der Klasse gut sichtbar aufgehängt. Die Lehrperson liest den Schülerinnen und Schülern die Geschichte „Die Reise in die Unterwelt vor“. In der spannenden Geschichte lernen die SchülerInnen zusammen mit der Hauptfigur Klärchen auf der Suche nach einem "in die Toilette gefallenen Rasierpinsel" die Abwasserkanäle und das Klärwerk kennen. An den einzelnen Stationen werden in verständlicher Form abwassertechnische Details, wie **Abwasser, Abwasserkanal, Hebewerk, Rechen, Sandfang, Vorklärbecken, mechanische Reinigung, biologische Reinigung, Belebungsbecken und Nachklärbecken, Faulturm, Faulgas und Klärschlamm** erläutert.

Auswertung

Abwasser: Abwasser ist verschmutztes Wasser.

Abwasserkanal: Rohrleitung, in der das verschmutzte Wasser zur Kläranlage fließt.

Hebewerk mit Schneckenpumpe: Hebewerk ist ein anderes Wort für Pumpwerk. In der Abwasserreinigung werden meistens Schneckenpumpen eingesetzt, da diese nicht so schnell verstopfen.

Rechen: Einrichtung mit parallel angebrachten Stäben. Hier wird der grobe Schmutz zurückgehalten und aus dem Abwasser herausgeholt.

Sandfang: Becken, in dem der Sand absinkt und dann vom Boden entfernt wird.

Vorklärung/Vorklärbecken: In dieser **mechanischen Stufe der Abwasserreinigung** soll der Schmutz als Klärschlamm zu Boden sinken. Dieser wird in den Faulturm transportiert.



Belebungsbecken: Becken der **biologischen Reinigung**, in dem Kleinstlebewesen die organischen Verschmutzungen im Abwasser abbauen. D.h. dort „fressen“ Kleinstlebewesen die Schmutzstoffe und vermehren sich.

Nachklärbecken: Hier wird das gereinigte Abwasser vom Schlamm mit den Kleinstlebewesen getrennt. Das gereinigte Wasser fließt in Flüsse und Bäche, ein Teil des Schlammes wird zurück in das Belebungsbecken gepumpt, der Rest kommt in den Faulturm.

Faulturm: Behälter, in dem der Klärschlamm mit Hilfe von Kleinstlebewesen verringert wird. Die Kleinstlebewesen mögen es gerne warm, sie fressen sich durch den Schlamm und so wird die Menge des Schlammes deutlich kleiner. Dabei entsteht ein Gas, das sogenannte **Faul- oder Klärgas** und als Rest bleibt der Klärschlamm übrig.

Klärschlamm: Bei der Abwasserreinigung fällt in der Vor- und Nachklärung Schlamm an. Dieser wird in der Konstanzer Kläranlage nachdem er im Faulturm durch Kleinstlebewesen verringert wurde, abtransportiert und in Kohlekraftwerken bei der Energieerzeugung mitverbrannt (**Achtung: Anders als auf dem Poster!**). Früher wurde Klärschlamm noch auf Felder als Dünger ausgebracht, da aber die Schadstoffkonzentration im Klärschlamm sehr hoch sein kann, ist es nur noch begrenzt erlaubt mit Klärschlamm zu düngen (Klärschlammverordnung 1992).

2. Der Weg des Abwassers – 2

Nachdem die SchülerInnen den Weg des Abwassers durch die Kläranlage kennen gelernt haben, betrachten sie noch einmal zur Wiederholung das Schema „Das Abwasser wird gereinigt“, hier ist die Reinigung sehr einfach auf der Ebene des Wassertropfens und der schmutzfressenden Bakterien skizziert.

3. Der Weg des Abwassers – 3

Zum Abschluss sollen die SchülerInnen in Gruppen ein gemeinsames Wandbild von einer Kläranlage zeichnen. Vorlage kann das Poster „So funktioniert eine Kläranlage“ sein.

Besonders phantasie reich können dabei z.B. die Dinge eingezeichnet werden, die im Rechen aus dem Abwasser zurückgehalten werden oder die schmutzfressenden Bakterien sowohl im Belebungsbecken als auch im Faulturm.

(Dieses Wandbild wird in der Unterrichtskarte „Was verlässt die Kläranlage“ (Karte 3.6) weiter bearbeitet!)

Diese Unterrichtseinheit entstammt auszugsweise aus der Broschüre „Die Reise in die Unterwelt“ der ATV-Vereinigung für Abwasser, Abwasser, Abfall und Gewässerschutz. Eine eigene Broschüre für die Klasse können Sie unter: www.atv.de bestellen.

Tipp

Diese Unterrichtskarte bietet einen guten Einstieg zu folgenden Unterrichtseinheiten:

- Das Konstanzer Abwasserkanalnetz (3.1)
- Versuch I: Reinigung von Abwasser (3.3)
- Versuch II: Reinigung von Abwasser (3.4)
- Was verlässt die Kläranlage? (3.6)
- Ausflug zum Konstanzer Kläranlagen-Lehrpfad (5.2)
- **Buch:** „Für einen sauberen Bodensee – Von der Kloake zur Kläranlage“ (Materialkoffer)

Anlagen: Broschüre „Klärchen klärt auf - Die Reise in die Unterwelt“
Poster „So funktioniert eine Kläranlage“
Kopiervorlage „Das Abwasser wird gereinigt“ (AIB, Amt für Industrielle Betriebe, Kt. Baselland)



Versuch I: Reinigung von Abwasser

- einfacher Versuch zur mechanischen Vorreinigung einer Kläranlage -

Altersstufe: 1. – 4. Klasse

Material: Marmeladengläser mit Deckel (pro Schüler oder Team je 2 Stück)
Teesiebe (1 pro Schülerin)
„Schmutzstoffe“ (Steinchen, Äste, Sand, Erde etc., draußen sammeln)
Optional: Tuschkasten, Pinsel und Papier

Einführung ins Thema

Jede Kläranlage besteht im wesentlichen aus drei Teilen: 1. Die mechanische Vorreinigung 2. Die biologischen Hauptreinigung und 3. Die chemische Reinigungsstufe.

Am Anfang einer Kläranlage hält der Rechen die größeren Schmutzteile zurück. Das sind zum Beispiel Holzstücke, Plastikteile, Blechdosen, Windeln etc., die von manchen Leuten leider in die Toilette anstatt in den Mülleimer geworfen werden. Im Sandfang setzt sich dann der Sand ab und im Vorklärbecken (oder Grobentschlammung) sinken die im Abwasser schwebenden Stoffe nach unten. In beiden Fällen fließt das Wasser nur noch ganz langsam, so dass sich die schwereren Stoffe auf dem Grund absetzen. Sie können dann vom Grund mit einer Pumpe abgesaugt, oder mit einem Räumler entfernt werden. Fette und Öl sammeln sich an der Wasseroberfläche von Sandfang und Vorklärbecken. Diese Schwimmstoffe können oberflächlich entfernt werden. Da die Schmutzstoffe durch Absieben (Rechen) und Absetzen (Sandfang und Vorklärbecken) und durch Abpumpen entfernt werden, nennt man dies die **mechanische Vorreinigung**.

Lokaler Bezug

In der Kläranlage Konstanz befreien 3 Stufenrechen mit einer Spaltweite von 6 mm fast alle groben und feinen Partikel aus dem Abwasser. Das anfallende Rechengut wird anschließend gewaschen und dann gepresst, um die zu entsorgende Menge zu reduzieren. Pro Jahr werden dort etwa 300 Tonnen Rechengut entnommen. Im anschließenden Sandfang wird der im Abwasser enthaltende Sand abgetrennt und auftreibende Fette abgeschöpft. In Konstanz fallen jährlich ca. 100 Tonnen Sand an.

Durchführung

Die Schmutzstoffe werden in das eine Marmeladenglas gegeben, mit Wasser aufgefüllt und gut vermischt. Die so hergestellte „Schmutzbrühe“ (= „Abwasser“) wird durch das Teesieb in das zweite, saubere Glas gegossen. Gemeinsam beobachten alle, was in den Sieben zurückgehalten wird und was in das Glas geschwemmt wird. Wie sieht das Wasser in dem Glas im Vergleich zu der „Schmutzbrühe“ zuvor aus? Ist es schon sauberer geworden?

Das Glas mit dem Wasser wird nun verschlossen und kräftig geschüttelt. Wie sieht das Wasser aus? Die Farbe soll beschrieben werden. Dann wird das Glas einige Zeit stehen gelassen (ca. ¼ Stunde) und beobachtet was mit der verbliebenen Schmutzbrühe geschieht.

Variante: Führen Sie eine Zeitreihe durch. Beobachten Sie das Wasser der verschiedenen SchülerInnen oder Teams direkt nach dem Schütteln, nach 5 Minuten, nach ¼ Stunde, nach 1 Stunde und nach 1 Tag. Die Farbe des Wasser kann beschrieben oder mit Wasserfarben aus dem Tuschkasten nachgemalt werden oder das Schmutzwasser wird direkt mit dem Pinsel auf ein Papier aufgetragen und die Färbung nach den verschiedenen Zeiten verglichen.



Auswertung

Dieser Versuch zeigt die Funktionsweise von Rechen und Sandfang in einer Kläranlage.

Das Teesieb funktioniert wie der Rechen in der Kläranlage. Dieser hält grobe Verunreinigungen wie Äste, Steine, Toilettenpapier aber auch Dinge, die nicht ins Abwasser gehören wie z.B. Hygieneartikel, Windeln etc. zurück.

Der Schmutz, der sich nach dem Rechen noch im Abwasser befindet, ist schwerer als das Wasser und setzt sich, wie in unserem 2. Glas, am Boden ab. In der Kläranlage passiert dieses im Sandfang. Die abgesetzten Stoffe können mit einem Räumler entfernt werden.

Aber Vorsicht! Das Wasser in der Kläranlage ist nach der mechanischen Vorreinigung noch nicht sauber, auch wenn es sauberer aussieht. Bei dem Abwasser einer Stadt wird nur ungefähr ein Drittel des Schmutzes mit Rechen und Sandfang herausgeholt.

Eine Kläranlage besteht zusätzlich zu Rechen und Sandfang noch aus einem Klärbecken, in dem Bakterien weitere Schmutzstoffe aus dem Abwasser entfernen. Aber auch sie fressen nicht alles, Stoffe wie Öle, Gifte, Tabak oder Bestandteile von Waschmitteln gehen ungeklärt in Flüsse und Seen. Moderne Anlagen haben daher hinter das Klärbecken noch eine chemische Reinigungsstufe geschaltet.

Tipp

Kombinieren Sie diesen Versuch mit folgenden Karten:

- Wie funktioniert die Konstanzer Kläranlage? (3.2)
- Versuch II: Reinigung von Abwasser (3.4)
- Was verlässt die Kläranlage? (3.7)
- Was gehört nicht ins WC? (4.6)
- Der Konstanzer Kläranlagen-Lehrpfad (5.2)

Versuch II Reinigen von Abwasser

- Wasserreinigen mit einem Sandfilter -

Altersstufe: 1. – 4. Klasse

Material: 1 Blumentopf aus Ton
 1 kurzes dünnes Kunststoffröhrchen (passt in das Loch im Boden des Blumentopfs)
 1 dickes Kunststoffrohr (sollte länger sein, als die Höhe des Blumentopfs)
 etwas Knete
 Filtersand (z.B. Vogelsand oder Sandkastensand)
 2 Wasserschöpfer oder andere Behältnisse (ca. 1 Liter)
 2 Marmeladengläser
 Schmutzwasser kann selber hergestellt werden:
 - mit Erde oder Sand
 - mit Seife oder Salz

Einführung ins Thema

Versuch I zur Reinigung von Abwasser (Unterrichtskarte 3.3) hat das Funktionsprinzip der mechanischen Vorreinigung in einer Kläranlage, den Rechen und den Sandfang gezeigt. Das Filtrieren von Wasser durch einen Sandfilter ist eine weitere Möglichkeit durch mechanische Vorgänge verschmutztes Wasser zu reinigen.

Durchführung

Es wird ein Sandfilter hergestellt. Dazu wird das dünne Röhrchen durch das Loch im Blumentopfboden geführt und gut mit der Knete abgedichtet. Dann wird der Filtersand um das Röhrchen herum eingebracht (ca. 5 cm hoch) und anschließend das große Rohr über das kleine Röhrchen in den Filtersand gesteckt (siehe Abbildung).



Danach werden 2 Arten von Schmutzwasser in den im Wasserschöpfern hergestellt:

1. mit Erde und Sand
2. mit Seife oder Salz

Der Sandfilter wird auf ein sauberes Marmeladenglas gestellt und *nacheinander* mit dem Schmutzwasser befüllt. **Vom Schmutzwasser einen Rest im Wasserschöpfer zurückbehalten.** Begonnen wird mit dem Erde/Sand-Gemisch. Dann wird das Schmutzwasser mit Seife oder Salz durch den Sandfilter geben.. Der Durchfluss im Marmeladenglas wird auf die Inhaltsstoffe getestet. Das geschieht, indem man die Färbung und den Geruch des durchfließenden Wassers mit dem Rest des Schmutzwassers vergleicht.

- Was wird beobachtet?
- Welches Wasser wird gereinigt, welches nicht?

Auswertung

Der Sandfilter funktioniert in etwa wie ein ganz feines Sieb. Größere Teilchen werden aus dem Abwasser herausgefiltert und bleiben zwischen den Sandkörnern hängen. Das Schmutzwasser mit der Erde und dem Sand sieht nach der Reinigung mit dem Sandfilter sauber aus. Das Schmutzwasser mit der Seife oder dem Salz hingegen, riecht auch nach dem Filterprozess noch nach Salz oder Seife, auch wenn man die Verschmutzung nicht sehen kann. Diese Stoffe lösen sich im Wasser und können so den Filter passieren.

Dieser Versuch zeigt, dass mechanische Vorgänge in einer Kläranlage alleine nicht ausreichen, um das Abwasser zu säubern. Daher folgt in einer Kläranlage auf die mechanische Vorreinigung noch ein biologischer Prozess in dem Bakterien weitere Schmutzstoffe aus dem Abwasser entfernen („fressen“). Aber auch sie fressen nicht alles, Stoffe wie Öle, Gifte, Tabak oder Bestandteile von Waschmitteln gehen ungeklärt in Flüsse und Seen. Moderne Kläranlagen, wie beispielsweise die Kläranlage Konstanz haben daher hinter das biologische Klärbecken noch eine chemische Reinigungsstufe geschaltet.

Anmerkung

Die Broschüre „Marius, die Wasserzaubermaus - Eine unglaubliche Geschichte für kleine und große Umweltschützer“ kann kostenlos beim Umweltbundesamt bestellt werden (www.umweltbundesamt.de).

Tipp

Kombinieren Sie diesen Versuch mit folgenden Karten:

- Wie funktioniert die Konstanzer Kläranlage? (3.2)
- Versuch I: Reinigung von Abwasser (3.3)
- Was verlässt die Kläranlage? (3.7)
- Was gehört nicht ins WC? (4.6)
- Der Konstanzer Kläranlagen-Lehrpfad (5.2)



Wir bauen eine Pflanzenkläranlage!

Altersstufe: 3. – 4. Klasse

Achtung! Dieser Versuch braucht einige Wochen Vorlauf!

Material: Zyperngras oder andere Sumpfpflanzen
1 Plastikeimer (10 l)
1 dünner Schlauch
1 Joghurtbecher
Knete oder Fensterkitt
grober Kies, feiner Sand, lehmige Gartenerde
1 Glas oder Becher

Lokaler Bezug

Unser Abwasser in Konstanz wird zentral gesammelt und zur Kläranlage Konstanz geführt. Aber in abgelegenen, meist ländlichen Gegenden kann es sehr teuer und aufwändig sein, das Abwasser in die nächstgelegene Kläranlage zu transportieren. Hier sucht man nach Lösungen das Abwasser lokal zu reinigen und vor Ort wieder dem Wasserkreislauf zuzuführen.

Einführung zum Versuch

Pflanzenkläranlagen sind künstlich geschaffene Sumpfbeete zur naturnahen Abwasserreinigung. Dabei wird von Feststoffen befreites Abwasser durch einen mit Pflanzen (meist Schilf) bewachsenen Sandfilter geleitet und während der Bodenpassage gereinigt. In einer Pflanzenkläranlage reinigen nicht die Pflanzen das Abwasser, sondern die Inhaltsstoffe werden im Boden gefiltert, an Bodenpartikel gebunden und von im Boden lebenden Kleinstlebewesen abgebaut („gefressen“). Mit Hilfe der Pflanzen entwickelt sich im Boden ein für die Kleinstlebewesen optimaler Lebensraum und ihre Wurzeln verhindern, dass der Sandfilter verstopft.

Durchführung

1. In die Wand des Joghurtbechers werden viele kleine Löcher gestochen (z.B. mit dem spitzen Ende einer Schere oder einer Ahle), sowie ein Loch (etwa in Dicke des Schlauchs) in den Becherboden geschnitten. In die Wand des großen Plastikeimers wird einige Zentimeter über dem Boden auch ein schlauchdickes Loch gebohrt.
2. Der Joghurtbecher wird mit der Öffnung nach unten in den Eimer gestellt. Das eine Ende des Schlauchs wird durch das Loch im Boden des Joghurtbechers gesteckt, das andere Ende durch das Loch im Eimer geführt. Die Schlauchdurchführungen gut mit Knete oder Fensterkitt abdichten! Außen das Glas/den Becher unter das Schlauchende stellen.
3. Der Eimer wird nun bis zur Höhe des umgedrehten Joghurtbechers mit groben Kies befüllt, dann darüber einige Zentimeter Sand einfüllen und zum Schluss den Eimer mit Gartenerde auffüllen. Das Zyperngras einpflanzen. **Die Pflanzen zuerst einige Wochen mit normalem Wasser gießen, bis sie angewachsen sind.**



4. Ist die Pflanze angewachsen, kann sie mit „Schmutzwasser“ (Geschirrspülwasser, Tafelschwammwasser, etc.) gegossen werden. Das Schmutzwasser sickert nun langsam durch die Bodenschichten und wird von den Bakterien im Wurzelgeflecht gereinigt. Das gereinigte Wasser läuft aus dem Schlauch heraus.

Achtung!

Das Wasser, welches die Pflanzenkläranlage verlässt ist KEIN Trinkwasser !!!

Auswertung

Selbstreinigungskraft der Natur

Pflanzenkläranlagen nutzen das natürliche Reinigungspotential des Bodens. Man spricht auch von „Selbstreinigungskraft der Natur“. Dieser Vorgang läuft in allen natürlichen Böden und Gewässern ab. Dieser Vorgang trägt dazu bei, das z.B. Regenwasser im Boden beim Durchsickern zu Grundwasser und damit wieder zu Trinkwasser wird oder Bäche, nach der Einleitung von leicht verschmutztem Wasser nach einiger Zeit wieder saubereres Wasser haben. Verantwortlich für diese Selbstreinigung sind hauptsächlich die Kleinstlebewesen (meist Bakterien und Einzeller) die im Boden bzw. im Gewässer leben. Sie können die Schmutzstoffe fressen und bauen sie so zu unproblematischen Stoffen um.

Was passiert in der Pflanzenkläranlage mit den Schmutzstoffen?

Der Sandkörper in der Pflanzenkläranlage funktioniert zum einen wie ein Kaffeefilter in dem gröbere Schmutzstoffe zurückgehalten werden. In den Poren zwischen den Sandpartikeln und zwischen den Pflanzenwurzeln leben Kleinstorganismen, die Schmutzstoffe fressen und so dem Abwasser entziehen. Die Kleinstorganismen gelangen über die Gartenerde und die Pflanzenwurzeln in das System.

In der biologischen Reinigungsstufe einer technischen Kläranlage laufen prinzipiell die gleichen Prozesse wie im Sandkörper der Pflanzenkläranlage ab. Der Unterschied ist nur, das in der technischen Kläranlage die Kleinstlebewesen nicht in ihrem natürlichen Lebensraum sind, sondern sie werden mit grossem technischen Aufwand auf kleinstem Raum konzentriert. Daher kann auch nicht das gesamte Abwasser z.B. von Konstanz über Pflanzenkläranlagen gereinigt werden, denn dazu bräuchte es riesige Flächen.

Sowohl in Pflanzenkläranlagen als auch in technischen Kläranlagen dürfen **nie** Giftstoffe gelangen, denn in beiden Systemen wird die Hauptreinigungsleistung von Kleinstlebewesen bewerkstelligt, die durch Gifte abgetötet werden und damit ist die Reinigungsleistung der Kläranlagen nicht mehr gewährleistet.

Tipp

Kombinieren Sie diesen Versuch mit folgenden Karten:

- Unser Wasserkreislauf (1.3)
- Baue Deinen eigenen Wasserkreislauf! (1.4)
- Versuch: Wie entsteht Grundwasser? (1.5)
- Versuch: Reinigung von Schmutzwasser (3.3)
- Ausflug zum Konstanzer Kläranlagen-Lehrpfad (5.2)



Was verlässt die Kläranlage?

Altersstufe: 1. – 4. Klasse

Material: Gemaltes Wandbild (siehe Unterrichtskarte 3.2)
Broschüre: „Klärchen klärt auf – Die Reise in die Unterwelt“
Rotes Tonpapier, Malpapier, Malfarben, Zeitungen, Zeitschriften

Achtung:

Vorraussetzung für diese Unterrichtskarte ist: „Wie funktioniert die Konstanzer Kläranlage? (Karte: 3.2)“

Lokaler Bezug

Abwasser entsteht bei der Wäsche und Reinigung, bei der Körperpflege und bei der Toilettenbenutzung. Das meiste Abwasser in Deutschland gelangt in die Kanalisation und dann in eine zentrale Kläranlage. Das Abwasser in Konstanz wird in der Kläranlage umweltgerecht umgewandelt: Es entsteht **gereinigtes Abwasser**, das wieder in den Seerhein geleitet wird, **Gas**, das in Strom und Wärme umgewandelt wird und mit dem z.B. die Betriebsgebäude der Entsorgungsbetriebe beheizt werden und **Klärschlamm** der zur Energiegewinnung verbrannt wird.

Durchführung

In der Unterrichtseinheit 3.2 „Wie funktioniert die Konstanzer Kläranlage?“ haben die Schüler bereits den Weg des Abwassers durch die Kläranlage kennen gelernt. Anhand des Schemas in der Broschüre „Die Reise in die Unterwelt“ oder anhand des gemalten Wandbilds werden die Funktionen der einzelnen Kläranlagenstationen noch einmal wiederholt.

Die Lehrperson klebt dann an die folgenden 4 Stationen 5 große rote Punkte:

1. Rechen
2. Sandfang
3. Faulturm (2 Punkte)
4. Nachklärbecken

Sie erklärt, dass an diesen Stationen Substanzen, die aus dem verschmutzten Abwasser entnommen wurden, die Kläranlage verlassen. Ältere SchülerInnen können diese Punkte auch nach vorheriger Diskussion selber ankleben.

Die Lehrperson gibt nun die folgenden Begriffe vor:

Rechengut (z.B. Gebiss, Windeln, Biomüll etc.) – **Sand** – **Lastwagen** (2x) – **Klärschlamm** – **Bodensee** – **Gereinigtes Wasser** – **Gas** – **Gasmotor** – **Kohlekraftwerk**

Die SchülerInnen werden in Gruppen aufgeteilt, die je einen dieser Begriffe entweder malt oder eine Abbildung dieses Begriffs aus einer Zeitung/Zeitschrift ausschneidet.

Den einzelnen Stationen werden die Begriffe wie folgt zugeordnet:

1. Rechen & Sandfang: Das **Rechengut** und der **Sand** werden mit einem **Laster** abtransportiert.
2. Faulturm 1: **Gas** wird in einem **Gasmotor** zu Strom umgewandelt.
3. Faulturm 2: **Klärschlamm** gelangt mit einem Laster zum **Kohlekraftwerk** und wird verbrannt.
4. Nachklärbecken: gereinigtes **Wasser** gelangt in den **Bodensee**

Die Lehrperson erzählt während der Zuordnung der Begriffe zu den roten Punkten ausführlich was mit den Stoffen, die die Kläranlage verlassen, passiert (siehe Auswertung).



Das gereinigte Abwasser gelangt in den Bodensee!

Zum Abschluss dieser Unterrichtskarte soll noch einmal ein besonderes Augenmerk auf das gereinigte Abwasser gelenkt werden. Den Kinder ist bewusst, dass aus der Schmutzbrühe, die in die Kläranlage gelangt ist, gereinigtes Abwasser entstanden ist, das in den Bodensee geleitet wird. Alle Kinder sollen nun noch einmal den Bodensee malen, mit den Dingen am See, die ihnen wichtig sind, z.B. die Tiere und Pflanzen, das Schlauchboot oder der Badeausflug. Die Kinder sollen sich bewusst werden, dass in IHREN See das gereinigte Abwasser fließt und wie wichtig es daher ist, dass die Kläranlage gut funktioniert und dass man selber einen Beitrag leisten kann, damit der See auf für künftige Generationen sauber bleibt (siehe Unterrichtskarten zum Thema Gewässerschutz 4.1 – 4.8).

Auswertung

Rechengut aus dem Rechen & Sand aus dem Sandfang:

Im Rechen bleiben die verschiedensten Dinge hängen, z.B. Pflaster, Watte, Ohrenstäbchen, Biomüll, Essensreste, Schmuck, Gebisse, Windeln. Diese Stoffe gelangen fälschlicherweise ins Klo oder in den Ausguss. Das Rechengut wird, wie der Sand aus dem Sandfang, mit Lastern abtransportiert und gelangt auf eine Mülldeponie oder in die Müllverbrennung.

Gas aus dem Faulturm

Das im Faulturm produzierte Gas wird mit Hilfe von Gasmotoren in Strom und Wärme umgewandelt. So erzeugt die Kläranlage Konstanz rund 40% ihres gesamten Stromverbrauchs durch die Verstromung von Faulgas. Die produzierte Wärme wird in das Nahwärmenetz eingespeist und zur Beheizung des Faulturms und der Gebäude auf dem Gelände der Entsorgungsbetriebe (EBK) verwendet.

Klärschlamm aus dem Faulturm

Bei dem sehr umfangreichen Reinigungsprozess fällt in den verschiedenen Reinigungsstufen einer Kläranlage Schlamm an: Z.B. sinken in der Vorklärung Schlamme ab, die abgeräumt werden. Weiterhin entsteht Schlamm im Belebungsbecken. Dort „fressen“ Kleinstlebewesen die Schmutzstoffe und vermehren sich. Im Nachklärbecken werden sie vom gereinigten Wasser getrennt, in dem sie sich am Boden absetzen und dann kann der Schlamm entfernt werden. Da sich in diesem Schlamm die biologischen Helfer, sprich die Kleinstlebewesen aus der biologischen Reinigungsstufe, befinden wird ein Teil des Schlammes wieder in das Belebungsbecken gegeben, der Rest des Schlammes gelangt in den Faulturm. Im Faulturm leben auch Kleinstlebewesen, sie mögen es gerne warm, dann fressen sie sich durch den Schlamm und verringern die Menge des Schlammes deutlich. Dabei entsteht ein Gas, das sogenannte Faul- oder Klärgas (siehe oben) und als Rest bleibt der Klärschlamm übrig. Dieser wird in Konstanz abtransportiert und in Kohlekraftwerken bei der Energieerzeugung mitverbrannt.

Gereinigtes Abwasser aus dem Nachklärbecken

Im Nachklärbecken läuft das gereinigte Abwasser über einen Überlauf und wird dann einem Vorfluter zugeführt. Ein Vorfluter ist ein Gewässer (z.B. Bach, Fluss, Kanal oder See), in das mit wasserrechtlicher Erlaubnis gereinigtes Abwasser eingeleitet werden darf. In Konstanz gelangt das gereinigte Abwasser der Kläranlage in den Seerhein und somit wieder in den Bodensee.

Aber Vorsicht! Gereinigtes Abwasser ist noch kein Trinkwasser! Das Wasser, welches die Kläranlage verlässt enthält noch Keime, Schwermetall-Rückstände etc.. Im Seerhein und im Bodensee befinden sich noch weitere Kleinstlebewesen, die das eingeleitete Wasser weiter reinigen. Bodensee-wasser, welches für die Trinkwasserversorgung entnommen wird muss noch in einem Seewasserwerk aufbereitet werden.

Eine eigene Broschüre „Klärchen klärt auf – Die Reise in die Unterwelt“ können Sie unter www.atv-dvwk.de bestellen.



Tipp

Voraussetzung für diese Karte ist die Unterrichtseinheit:

- Wie funktioniert die Konstanzer Kläranlage? (3.2)

Diese Karte kann mit folgenden Karten kombiniert werden:

- Das Konstanzer Abwasserkanalnetz (3.1)
- Versuch I: Reinigung von Schmutzwasser (3.3)
- Versuch II: Reinigung von Schmutzwasser (3.4)
- Was gehört nicht ins WC? (4.3)

Ein Ausflug zum Kläranlagen-Lehrpfad (5.3) bietet sich als Vorbereitung für diese Karte an. Hier sehen die SchülerInnen u.a. wie Klärschlamm aussieht, sie dürfen auf den Faulturm und sie sehen vor dem Betriebsgebäude ein Rohr aus dem gereinigtes Abwasser fließt.

Anlage: Broschüre: „Klärchen klärt auf – Die Reise in die Unterwelt“ (ATV, Hennef)

