

Nachhaltigkeit - Kläranlage

Wie funktioniert eine Kläranlage?

In dieser Einheit erforschen die SchülerInnen mithilfe des Mr Science Videos „Wéi funktionnéiert eng Kläranlag? Matt enger Int duerch d'Kanalisation“ den Aufbau einer Kläranlage.

Zyklus: 4

Dauer: 30 Minuten

Benötigtes Material

- Computer
- Beamer oder Bildschirm
- Internetzugang

Praktische Tipps

Dieses Video kann auch im Fach Geografie behandelt werden.

Hast Du weitere praktische Tipps, kannst Du uns [hier](#) kontaktieren.

Ablauf

Um Dich mit dem Ablauf und dem Material vertraut zu machen, ist es wichtig, dass Du die Einheit im Vorfeld einmal durchgehst.

Möchtest Du die SchülerInnen das Experiment dokumentieren lassen? Am Ende dieses Artikels (über der Infobox) findest Du ein Forschertagebuch (zwei A4 Seiten), welches deine SchülerInnen hierfür nutzen können.

Mr Science erklärt im Video die Funktionsweise einer Kläranlage. Gehe mit der Klasse folgende 4 Schritte durch und schaut euch nach jedem Schritt die dazugehörige Passage des Mr Science Videos an. Anschließend können Überschneidungen und Unterschiede zwischen den Behauptungen der Klasse und den im Video gezeigten Erklärungen angesprochen werden.

Schritt 1: Frage stellen und Hypothese(n) aufstellen – wo kommt das Wasser in der Kläranlage her?

Die Frage, die Ihr euch in dieser Einheit stellt, lautet:

Wie funktioniert eine Kläranlage?

Schau Dir gemeinsam mit den SchülerInnen das Mr Science Video bis zur **2:34 Minute** an. Hier spült Mr Science eine Plastikente die Toilette hinunter und verfolgt ihren Weg durch die Kanalisation. Nachdem ihr euch den ersten Teil des Videos angeschaut habt, sollten folgende Fragen geklärt werden:

- Wissen die SchülerInnen wo das Wasser herkommt, das in der Kläranlage landet? (Toilette, aber auch Dusche, Küche, Industrie etc.).
- Welche „Abfälle“ glauben die SchülerInnen kann man in dem Abwasser finden? (Fäkalien, Urin, Essensreste, Seife, Tampons).

- Was sollte man nicht in der Toilette oder dem Waschbecken entsorgen? Auf diese Frage antwortet das Mr Science Video bei Minute 2:03. (Plastik, Tampons und andere Abfälle). Auch Tampons enthalten einen Plastikanteil. Außerdem können sie die Rohre verstopfen. Auch Feuchttücher sollte man im Mülleimer entsorgen und nicht in der Toilette. Wenn Du magst, kannst du die SchülerInnen hier auch darauf aufmerksam machen, dass man beim Duschen nicht zu viel Seife benutzen soll, da diese auch nicht 100% biologisch abbaubar ist. Außerdem sollten sie darauf achten, dass sie keine Kosmetikprodukte benutzen, in denen Mikroplastik enthalten ist (z. B. Peelings). Mikroplastik kann nämlich noch nicht von der Kläranlage herausgefiltert werden und landet somit im Fluss und in den Weltmeeren.

Lasse die SchülerInnen zu diesen Fragen Hypothesen (Behauptungen, Vermutungen) aufstellen, und halte diese an der Tafel fest. Wenn sie die Beobachtungen und Erklärungen noch ergänzen können, dann ist das umso besser.

Schritt 2: Frage stellen und Hypothese(n) aufstellen – wie funktioniert eine Kläranlage?

Nun da die SchülerInnen wissen, wo das Wasser in der Kläranlage herkommt und durch was es verunreinigt ist/sein kann, frage sie wie man das Wasser jetzt reinigen kann?

Lasse die SchülerInnen zu diesen Fragen Hypothesen (Behauptungen, Vermutungen) aufstellen, und halte diese an der Tafel fest.

Schritt 3: Vergleiche die Ergebnisse der SchülerInnen mit denen von Mr Science

Schaut Euch nun gemeinsam das Mr Science Video von **Minute 2:35 bis 4:16** an. Hier erklärt Mr Science **wie eine Kläranlage aufgebaut** ist:

- Zuerst kommt das Rechen: das Wasser läuft durch eine Art Netz oder Gitter. So werden große Gegenstände aufgefangen und vom Wasser getrennt (so z. B. die Mr Science Ente).
- Sandfang: danach läuft das Wasser in das erste große Becken, den Sandfang. Hier trennt sich der Sand und das Öl (aus der Küche, oder aus Kosmetikprodukten) vom Wasser.
- Belebungsbecken mit Belüftung. Im nächsten Becken werden dem Wasser Bakterien und Sauerstoff zugefügt. Die Bakterien ernähren sich von den Essenresten und den Fäkalien, die sich noch im Wasser befinden. So werden die Essenreste und Fäkalien zersetzt. Der Sauerstoff hält die Bakterien am Leben und trägt zu ihrer Vermehrung bei.
- Ruhebecken. Im letzten Becken ruht das Wasser. So können die verbliebenen Feststoffe als Schlamm ausfallen und sich am Beckenboden ablagern.
- Das saubere Wasser fließt nun in den Fluss und von da aus weiter in die Meere.

Vergleicht nun die Hypothesen der SchülerInnen mit denen von Mr Science. Gibt es Überschneidungen? Haben die SchülerInnen die verschiedenen Etappen und ihren Zweck verstanden?

Schritt 4: Das Ergebnis im Kontext betrachten

Was denken die SchülerInnen, warum Kläranlagen wichtig sind? Jetzt wo sie wissen wie eine Kläranlage funktioniert, was glauben sie: kann eine Kläranlage jede Verunreinigung aus dem

Wasser entfernen? Hier kannst Du z. B. auf das Problem des Mikroplastiks, aber auch der Medikamente (z. B. auch der Verhütungspille) eingehen.

Kläranlagen befinden sich am Ende des Kanalnetzes, in das die Abwässer geleitet werden. Durch mechanische, biologische und chemische (wurde in dem Mr Science Video nicht angesprochen) Vorgänge wird das Wasser gereinigt, bevor es wieder über Flüsse in die Umwelt gelangt. Ohne die Reinigung in einer Kläranlage würden über das Abwasser viele gesundheitsschädliche Stoffe und Krankheitserreger in die Umwelt gelangen. Aus Kläranlagen kommt aber kein zu 100% sauberes Wasser. Es hat bei weitem keine Trinkwasserqualität. Viele umweltschädliche und giftige Stoffe können in Kläranlagen nicht vollständig aus dem Wasser entfernt werden. Dazu gehören beispielsweise Mikroplastik und einige Arzneimittel und Hormone, wie Antibiotika oder Östrogen aus Antibabypillen. Östrogene in den Gewässern stehen in Verdacht, Fische unfruchtbar werden zu lassen, da die Männchen sich nicht richtig entwickeln können. Mikroplastik konnte an allen bislang untersuchten Stränden nachgewiesen werden.

Eine detailliertere Erklärung und weitere Infos findest Du in der Infobox.

Anmerkung: Du musst als LehrerIn nicht alle Antworten und Erklärungen bereits kennen musst. Es geht in dieser Rubrik „Ideen für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule“ darum den SchülerInnen die wissenschaftliche Methode (Frage – Hypothese – Experiment – Beobachtung/Fazit) näher zu bringen, damit sie lernen diese selbstständig anzuwenden. Ihr könnt die Antwort(en)/Erklärung(en) in einem weiteren Schritt gemeinsam in Büchern, im Internet oder durch Experten-Befragung erarbeiten.

Oft werfen das Experiment und die Beobachtung (Schritt 2 & 3) neue Fragen auf. Nimm Dir die Zeit auf diese Fragen einzugehen. Hier könnte z. B. die Frage aufkommen: Was würde passieren, wenn es keine Kläranlagen geben würde? Bei der Beantwortung dieser Frage sollte man nicht nur auf die Umweltverschmutzung eingehen, sondern auch das Thema der Trinkwasserversorgung ansprechen (siehe Erweiterte Fragestellung).

Hintergrundwissen

Die meisten Kläranlagen sind sehr ähnlich aufgebaut. Das Wasser gelangt über ein Kanalsystem in die Kläranlage, wird gereinigt und am Ende der Kläranlage in einen Bach oder Fluss eingeleitet. Die Reinigung erfolgt in mehreren Stufen, einer mechanischen, einer biologischen und einer chemischen Klärung. Die ersten Reinigungsvorgänge sind mechanisch: zuerst läuft das Wasser über einen Rechen, der sperrige Stoffe wie nicht aufgelöstes Toilettenpapier, Plastik oder Essensreste aussondert. Danach läuft das Abwasser im Sand- und Fettfang mit verminderter Geschwindigkeit, sodass der Sand nach unten sinken kann und sich Fette und Öle oben ablagern. Beides wird von Räumvorrichtungen entfernt. Weitere Feststoffe sinken im anschließenden Vorklärbecken zu Boden und werden dort als Schlammgemisch abgeschieden.

Im anschließenden biologischen Reinigungsvorgang zersetzen Bakterien Kohlenhydrate, Eiweiße und verbliebene Fette, sowie Stickstoff- und Phosphatverbindungen. Einen Teil der Substanzen brauchen die Bakterien für ihr eigenes Wachstum. Der größte Teil der Stickstoffverbindungen im Klärwasser besteht aus Harnstoffen (Urin). Die Harnstoffe werden von Bakterien erst zu Nitriten oder Nitraten

und dann zu elementarem Stickstoff umgewandelt, der in die Luft abgegeben wird. Stickstoffverbindungen führen zu einer Überdüngung und damit zu einer vermehrten Algenbildung in Gewässern und müssen in Kläranlagen entfernt werden. Elementarer Stickstoff ist dagegen ungefährlich und ist auch außerhalb von Kläranlagen der Hauptbestandteil der Luft (78%).

Nach dem biologischen Reinigungsvorgang haben sich die Bakterien stark vermehrt und zu Flocken aneinandergelagert. Sie werden gefiltert und teilweise wieder für die biologische Klärung verwendet. Phosphorverbindungen, die nicht von den Bakterien zersetzt wurden, werden nun chemisch gefällt. Das bedeutet, dass gelöste Phosphorverbindungen mit einer ungefährlichen Chemikalie wie beispielsweise Kalk im Nachklärbecken reagieren und eine feste Verbindung bilden. Das Wasser wird zum Abschluss nochmal gefiltert und dann in einen Bach oder Fluss eingeleitet.

Viele Schadstoffe können von Kläranlagen bislang nicht oder nur unvollständig aus dem Wasser gefiltert werden. Dazu gehören Chemikalien, Medikamente, Hormone und Mikroplastik. Über Düngemittel oder die Metallindustrie gelangt beispielsweise die Chemikalie Dioxin ins Wasser. Dioxin ist stark giftig, wird nur sehr langsam abgebaut und lagert sich im Körperfett an. Man kann es in Muttermilch nachweisen, da Muttermilch stark fetthaltig ist. Antibiotika werden zum größten Teil in Kläranlagen abgebaut, der Rest gelangt aber wieder in den Wasserkreislauf. Auch Drogen wie Kokain sind im Abwasser nachweisbar. In Zukunft sollen solche Stoffe in Kläranlagen entfernt werden können. Auch für Mikroplastik sollen Vorrichtungen entwickelt werden, die die winzig kleinen Teilchen in der Kläranlage zurückhalten können. Bei jedem Waschgang von Kunstfasern gelangt Mikroplastik ins Abwasser. Auch manche kosmetischen Produkte wie Peelings enthalten Mikroplastik. Große Flüsse wie die Donau oder der Rhein spülen jährlich viele Tonnen Mikroplastik in die Meere. Moderne Kläranlagen sind bislang dreistufig (mechanische, biologische und chemische Verfahren). Die Kläranlagen der Zukunft, die auch Medikamentenreste, Hormone und Mikroplastik entfernen können, haben dann ein vierstufiges Reinigungsverfahren.

Zwischen 2013-2017 hat Luxemburg insgesamt 403 Millionen Euro in die Sanierung und in den Neubau von Kläranlagen investiert. Anlass war ein Urteil des Europäischen Gerichtshofes 2013, da zwei der größten Kläranlagen Luxemburgs nicht die EU-Vorgaben erfüllten. Wegen Übertretung der EU-Stickstoffgrenzwerte musste Luxemburg insgesamt 6,214 Millionen Euro an Strafzahlungen leisten. Aufgrund der anschließend ins Leben gerufenen Abwasseroffensive wurden seit 2013 zehn Kläranlagen in Betrieb genommen und weitere 48 geplant und genehmigt. Seit Anfang 2018 erzielt die Kläranlage in Bleesbrück die vorgeschriebenen Werte und befreit Luxembourg von den Strafzahlungen an die EU. Das gereinigte Wasser fließt an der Kläranlage Bleesbrück in die Sauer, die später in die Mosel mündet.

Erweiterte Fragestellung

Was würde passieren, wenn es keine Kläranlagen geben würde? Bei der Beantwortung dieser Frage sollte man nicht nur auf die Umweltverschmutzung eingehen, sondern auch das Thema der Trinkwasserversorgung ansprechen. Vor der Entwicklung von Kläranlagen wurden Abwässer ohne Reinigung in die Umwelt über Flüsse oder sogenannte Rieselfelder entsorgt. Kleinere Mengen Abwasser können sich auch natürlich regenerieren. Beispielsweise kann ein Teich die Abscheidungen der in und auf ihm lebenden Tiere in der Regel gut umsetzen. Dabei laufen teils ähnliche Prozesse ab, wie in einer Kläranlage, z. B. setzen sich ungelöste Stoffe als Schlamm am Boden ab und werden

von Bakterien zersetzt. In Ballungsgebieten, durch die Industrieabwässer und wegen der großen Mengen an Waschmitteln ist eine natürliche Klärung menschlicher Abwässer nicht möglich und aus Bächen, Flüssen und Meeren würden ohne Kläranlagen stinkende Kloaken werden. Außerdem würden Schadstoffe ins Grundwasser gelangen, was zu einer für die Gesundheit gefährlichen Verunreinigung des Trinkwassers führen würde. Um sauberes Trinkwasser in genügendem Maße zur Verfügung zu haben, gibt es Trinkwasserschutzgebiete, in denen sehr strenge Regeln für den Schutz des Grundwassers gelten. Beispielsweise darf hier keine Bebauung stattfinden, es darf keine Landwirtschaft unter Einsatz von Düngemitteln betrieben werden und die oberen Bodenschichten dürfen nicht verletzt werden.

Zum Konzept dieser Rubrik: Wissenschaftliche Methode vermitteln

Die Rubrik „Ideen für naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule“ wurde in Kooperation mit dem Script (Service de Coopération de la Recherche et de l'innovation pédagogiques et technologiques) ausgearbeitet und wendet sich hauptsächlich an LehrerInnen der Grundschule. Die Rubrik „Ideen für naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule“ wendet sich an LehrerInnen. Das Ziel der Rubrik ist es, Dich als LehrerIn mit kurzen Beiträgen dabei zu unterstützen, die naturwissenschaftliche Methode zu vermitteln. Hierzu ist es nicht nötig, dass Du bereits alles über das jeweilige Naturwissenschafts-Thema weißt. Sondern vielmehr, dass Du ein Umfeld schaffst, in dem die SchülerInnen experimentieren und beobachten können. Ein Umfeld, in dem die SchülerInnen lernen Fragen und Hypothesen zu formulieren, Ideen zu entwickeln und durch Beobachtung Antworten zu finden.

Wir strukturieren unsere Beiträge daher auch immer nach demselben Schema (Frage, Hypothese, Experiment, Beobachtung/Fazit)*, wobei das Experiment entweder selbständig in der Klasse durchgeführt wird oder durch Abspielen eines Videos vorgezeigt wird. Dieses Schema kann eigentlich für alle wissenschaftlichen Themen angewendet werden.

Mit dem Hintergrundwissen liefern wir weiterführende Erklärungen, damit sich interessierte LehrerInnen informieren können und aufkommende Fragen beantworten können. Außerdem besteht so die Möglichkeit, dass die SchülerInnen selbständig auf science.lu die Erklärung recherchieren.

Wir hoffen, dass unsere Beiträge behilflich sind und von Dir in der Schule benutzt werden können. Wir freuen uns über Feedback und Anregungen und sind gerne bereit, unsere Beiträge stetig zu optimieren. [Hier](#) kannst Du uns kontaktieren.

**In der Praxis läuft der wissenschaftliche Prozess nicht immer so linear ab. Der Einfachheit halber gehen wir in dieser Rubrik jedoch immer linear vor.*

Ausflugsziele in Luxemburg und Umgebung zu diesem Thema

Das **Syndicat Intercommunal de Dépollution des Eaux résiduares du Nord (SIDEN)** bietet Führungen durch etliche Kläranlagen im Norden des Großherzogtums an. Sie können als Erweiterung zu diesem Experiment oder zum Thema Nachhaltigkeit dienen. Hier findest Du die Kontaktdaten, um Dich über die Angebote zu informieren und die Arbeitsblätter herunterzuladen:

Tel: (00352) 80 28 99 1

Webseite: <http://www.siden.lu>

[Hier](#) findest Du weitere Links zu Wissenschaftskommunikatoren und Workshop-Anbietern.

Bietet Deine Institution auch pädagogische Aktivitäten in diesem Bereich an und möchtest Du auf science.lu verlinkt werden? Dann nimm bitte [hier](#) Kontakt mit uns auf.

SciTeach Center: Experimentiermaterial & forschend-entdeckendes Lernen

Im [SciTeach Center](#) können sich LehrerInnen Info-, Experimentier- und Expositionsmaterial ausleihen und mit dem schülerzentrierten „forschend- entdeckenden“ Lernen vertraut machen.

Während unsere Rubrik darauf abzielt, den SchülerInnen die naturwissenschaftliche Methode anhand einer Anleitung näher zu bringen, geht es beim Konzept vom schülerInnenzentrierten forschend-entdeckenden Lernen darum, den SchülerInnen selbst mehr Gestaltungsmöglichkeiten zu geben. Du gibst als LehrerIn nur ein paar Materialien oder Fragen vor. Die SchülerInnen entscheiden dann selbst, für was sie sich interessieren oder was sie ausprobieren wollen. Als LehrerIn begleitest und unterstützt Du sie dabei.

Im SciTeach Center soll das Kompetenzzlernen im naturwissenschaftlichen Unterricht gefördert werden. Um dieses Ziel zu erreichen, bietet das SciTeach Center LehrerInnen die Möglichkeit, gemeinsam mit anderen LehrerInnen und dem wissenschaftlichen Personal des SciTeach Centers neue Ideen und Aktivitäten für ihren naturwissenschaftlichen Unterricht zu entwickeln. Durch diese Zusammenarbeit soll auch das Vertrauen in den eigenen Unterricht gestärkt und mögliche Ängste gegenüber freiem Experimentieren abgebaut werden. Betreut werden die Veranstaltungen von wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen der Universität Luxemburg sowie von zwei Lehrerinnen.

Auch interessant

Wann d´Mier voller Plastik ass – land en dann och am Fësch op mengem Teller?

<https://www.science.lu/de/plastik-am-mier/wann-dmier-voller-plastik-ass-land-en-dann-och-am-fesch-op-mengem-teller>

Autor: Yves Lahur (script), Michelle Schaltz (FNR), scienceRelations

Konzept: Jean-Paul Bertemes (FNR), Michelle Schaltz (FNR); Joseph Rodesch (FNR), Yves Lahur (script)