



Lebendiges Abwasser

Unterrichtsmappe für
Hauptschule und AHS Unterstufe



Vorwörter

Inhalt

Einleitung 1

Lernziele, Tipps
zur Anwendung der
Unterrichtsmappe 2

Lebensgrundlage
Wasser 3

Lösungsblätter 7 – 8

Arbeitsblätter
für Schüler 1 – 2



Dr. Josef Pühringer
Landeshauptmann



Rudi Anschober
Landesrat

Lebendiges Abwasser in OÖ.

Weltweit haben 1,1 Milliarden Menschen nach Angaben der Vereinten Nationen keine ausreichende Trinkwasserversorgung. 2,6 Milliarden, das ist ungefähr ein Drittel der Weltbevölkerung, müssen ohne geeignete Abwasserentsorgung auskommen.

Oberösterreich befindet sich in der glücklichen Lage, allen hier lebenden Menschen Trinkwasser in bester Qualität und in ausreichender Menge bieten zu können. Ebenso gehört hierzulande eine ordnungsgemäße Abwasserentsorgung zur selbstverständlichen Infrastruktur, vorwiegend mittels Anschluss an eine Kanalisation mit anschließender Reinigung der Abwässer in zentralen oder dezentralen Kläranlagen. Eine Sammlung von Abwässern in Senkgruben gibt es nur mehr in abgelegenen Siedlungsgebieten.

Die ordnungsgemäße Reinigung der Abwässer in den heimischen Kläranlagen stellt die Grundlage für einen umfassenden Gewässerschutz dar, um auch zukünftig die Ressource Wasser – das Lebensmittel Nummer eins – genießen zu können.

Die hier vorliegende Unterrichtsmappe „Lebendiges Abwasser“ soll den 10- bis 14-jährigen Schülern die Wichtigkeit des Themas Abwasser und dessen Sammlung und Reinigung näherbringen. Nur durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit werden Kinder gegenüber der großen Bedeutung eines ordnungsgemäßen Umwelt- bzw. Gewässerschutzes sensibilisiert.

Wir möchten all jenen danken, die zur Erstellung der hier vorliegenden Unterrichtsmappe „Lebendiges Abwasser“ einen Beitrag geleistet haben und hoffen, damit das Bewusstsein der jungen Menschen Oberösterreichs für einen sorgsamen Umgang mit unserem kostbarsten Gut – Wasser – ansprechen zu können.

Ihr

Josef Pühringer

Ihr

Rudi Anschober



Dipl.-Ing.
Wolfgang Rescheneder
Oö. Akademie für Umwelt und Natur



Dipl.-Ing. Alfred Trauner
Abt. Oberflächengewässerwirtschaft/
Abwasserwirtschaft

Bildung für Nachhaltigkeit

Der Zeitraum 2005 bis 2014 wurde von den Vereinten Nationen zur Bildungsdekade für nachhaltige Entwicklung ausgerufen. Bildung für Nachhaltigkeit soll die Menschen zu eigenverantwortlichem Handeln befähigen und damit sowohl die eigene Zukunft als auch die Lebenschancen zukünftiger Generationen sichern.

Mit dem massiven Ausbau von Kläranlagen wurde in Oberösterreich bereits in den 1970er-Jahren der Grundstein gelegt, Gewässer und Trinkwasser auch für die nachfolgenden Generationen in einwandfreiem Zustand zu erhalten. Wir sind gefordert, das Bewusstsein für diesen notwendigen und umfassenden Gewässerschutz auch unseren Nachkommen weiterzugeben.

Das Unterrichtsmaterial „Lebendiges Abwasser“ regt an, mit Kindern und Jugendlichen ein Thema zu bearbeiten, das in den Lehrbüchern nur am Rande aufscheint. Es ist aber durchaus geeignet, die ökologische Verantwortung zu fördern sowie positive und negative Folgen menschlichen Wirkens hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf das Ökosystem heimischer Gewässer zu analysieren und zu hinterfragen.

Die kapitelweise Aufbereitung der Unterrichtsmappe ermöglicht projektorientiertes, fächerübergreifendes Arbeiten. Neben dem Fach Biologie/Umweltkunde finden sich auch Anknüpfungspunkte u. a. für die Fächer Chemie, Geschichte, Berufskunde, Mathematik und Deutsch. Eine Exkursion zu einer Kläranlage hinterlässt bleibende Eindrücke bei den Schülern und ist sehr zu empfehlen.

Wir laden Sie ein, sich mit Ihren Schülern auf die Spuren der Mikroorganismen zu begeben und ein eigenes Abwasser-Projekt zu starten bzw. Ihre Wasser-Projekte um den Aspekt „Abwasser“ zu erweitern, damit auch in Zukunft nur das in den Kläranlagen landet, was dort auch hingehört – zum Schutz unseres Wassers und unserer Lebensräume.

Ihr
Wolfgang Rescheneder

Ihr
Alfred Trauner



Dipl.-Ing. Alfred Leimer
Geschäftsführer LINZ SERVICE GmbH

Klare Verhältnisse

Für eine intakte Umwelt und hygienische Lebensbedingungen sind eine geordnete und sichere Ableitung und Reinigung des Abwassers unerlässlich. Um einfach nur aufs Knöpfchen zu drücken und den Menschen höchstmöglichen Komfort zu bieten, sind viele Maßnahmen und laufende Investitionen in Infrastruktur und Technik erforderlich.

Langjähriges Know-how, moderne Technologien und qualifizierte Mitarbeiter tragen dazu bei, dass unsere Umwelt intakt bleibt und gereinigtes Abwasser wieder in den Kreislauf der Natur rückgeführt werden kann.

Aufwendige Betriebs- und Instandsetzungsarbeiten von Millionen Euro teuren Anlagen, wie Kläranlagen oder von im Erdreich vergrabenen Kanälen, sind notwendig, um die Entwässerungssicherheit und Werterhaltung zu gewährleisten. Um die Kosten dafür möglichst gering zu halten, kann jeder von uns durch einen verantwortungsvollen Umgang seinen Beitrag leisten.

Die Unterrichtsmappe „Lebendiges Abwasser“ gibt einen umfassenden Einblick in die Welt der Abwasserentsorgung. Die Vielfalt der darin behandelten Themen soll unter anderem auch das Bewusstsein wecken, dass es vieler Schritte bedarf, um einfach nur aufs Knöpfchen zu drücken.

Ihr
Alfred Leimer

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Alfred Leimer', written in a cursive style.

Inhalt

Einleitung	1
Lernziele, Tipps zur Anwendung	
Unterrichtsmappe	2
Lebensgrundlage Wasser	3
Lösungsblätter	7 – 8
Arbeitsblätter für Schüler	1 – 2

1. Geschichte der Abwasserentsorgung

Geschichtliche Entwicklung	2
Abwasserentsorgung im Mittelalter	5
Fortschritte in den europäischen Städten	6
Entwicklung der Abwasserentsorgung in der Stadt Linz	8
Die Regionalkläranlage Asten	10
Kläranlagen einst und jetzt	12
Entwicklung der Gewässergüte in Oberösterreich	13
Anschlussgrad der Bundesländer an kommunale Kläranlagen	14
Lösungsblatt	16
Arbeitsblätter für Schüler	1 – 4

2. Kanalisation

Allgemeines	1
Aufgaben der Kanalisation	2
Anforderungen an eine Kanalisation	2
Arten von Kanalisationen	3
Kanalquerschnitte	6
Bauwerke in einer Kanalisation	7
Kanalbau	8
Rohrmaterialien	10
Was gehört nicht ins Abwasser?	11
Lösungsblätter	13 – 16
Arbeitsblätter für Schüler	1 – 9

3. Funktion einer Kläranlage

Mechanische Reinigung	2
Biologische Reinigung	4
Weitergehende Reinigung	6
Schlammbehandlung	7
Welche Kläranlagen gibt es noch?	8
Arbeitsblätter für Schüler	1 – 4
Versuche	5 – 9

4. Mikroorganismen

Schmutzfresser im Abwasser	1
Einzeller/Vielzeller	3
Bakterien	4
Lösungsblätter	7 – 8
Arbeitsblätter für Schüler	1 – 6

5. Klärschlamm

Was ist Klärschlamm?	1
Welche Mengen fallen während eines Jahres an?	2
Wie erfolgt die Klärschlammverwertung?	3
Welche Behandlungsstufen gibt es?	4
Wohin mit dem aufbereiteten Klärschlamm?	8
Lösungsblatt	10
Arbeitsblätter für Schüler	1 – 4

6. Industrielle Abwässer

Abwasser ist nicht gleich Abwasser!	1
Mechanische Reinigungsverfahren	3
Chemische Reinigungsverfahren	4
Biologische Reinigungsverfahren	5

Impressum

Chemisch-physikalische Reinigungsverfahren	6
Lösungsblätter	8 – 10
Arbeitsblätter für Schüler	1 – 5

7. Kosten der Abwasserentsorgung

Was nix kost' is' nix wert!	1
Errichtungskosten	2
Betriebskosten	3
Lösungsblätter	5 – 6
Arbeitsblätter für Schüler	1 – 6

8. Alpine Objekte

Abwasserbehandlung und Abwasserentsorgung	1
Ein typisch dezentrales System	4
Lösungsmöglichkeiten für die Abwasserentsorgung in Alpinlagen	5
Arbeitsblätter für Schüler	1 – 4

9. Berufsmöglichkeiten in der Abwasserwirtschaft

Berufe	1 – 6
--------------	-------

10. Anhang

Abwasser-Abc, Fachwörterlexikon	1 – 8
Kontaktadressen	9
Nützliche Links	10
DVD – Film „Mikrokosmos Kläranlage“	11

Medieninhaber:
Land Oberösterreich

Herausgeber:
Amt der Oö. Landesregierung
Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft
Abteilung Oberflächengewässerwirtschaft
Leiter: Dipl.-Ing. Gerhard Fenzl
4021 Linz, Kärntnerstraße 12
Tel.: 0732/7720-12424, Fax: 0732/7720-12860
E-Mail: ogw.post@ooe.gv.at

in Zusammenarbeit mit

Oö. Akademie für Umwelt und Natur
Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft
4021 Linz, Kärntnerstraße 12
Tel.: 0732/7720-14402
Fax: 0732/7720-214420
E-Mail: uak.post@ooe.gv.at

LINZ SERVICE GmbH
für Infrastruktur und kommunale Dienste
Bereich Abwasser
4021 Linz, Wiener Straße 151
Tel.: 0732/3400-0
E-Mail: info@linzag.at, Internet: www.linzag.at

Autoren:
Dipl.-Ing. Michael Gutmann, Dipl.-Ing. Martin Heindl, Ingrid Karigl, Hubert Kitzmüller, Dipl.-Ing. Andreas Klinar, Ing. Christian Leonhartsberger, Dipl.-Ing. Werner Mühleder, Mag. Verena Nimberger, Ing. Astrid Oberndorfer, Mag. Dipl.-Ing. Stefan Schneiderbauer, Ing. Andreas Spreitzhofer, Dipl.-Ing. Gerhard Storch, Dipl.-Ing. Alfred Trauner, Ing. Bettina Casagrande

Pädagogische Beratung:
Mag. Angelika Kragl, ARGE-Leiterin Biologie AHS
Mag. Brigitta Aspetsberger, ARGE-Leiterin Chemie AHS
Johann Grabner, HS-Direktor

Redaktionsteam:
Margit Hammer, Sonja Leitner, Dipl.-Ing. Werner Mühleder,
Ing. Bettina Casagrande

Titelbild:
LINZ AG

Grafik und Layout:
LINZAG Marketing – Christoph Sicher und Gottfried Habringer

Druck:
Druckerei Haider Manuel e.U., 4274 Schönau, Niederndorf 32

Erscheinungsdatum:
1. Auflage, Linz, Oktober 2010
DVR: 0069264

Einleitung

Im Bereich des Umweltschutzes, speziell beim Gewässerschutz, wurde in Oberösterreich in den letzten Jahrzehnten sehr viel unternommen und zum Positiven verändert. Man erinnere sich an Flüsse, die sich wie braune Suppen durch Oberösterreich zogen! Diese Gewässer weisen heute – dank zahlreicher Maßnahmen zur Abwasserreinigung – eine gute Wasserqualität auf.

Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit erscheint es wichtig, vor allem **Kinder und Jugendliche** über die Notwendigkeit des Gewässerschutzes und somit der Abwasserreinigung zu informieren und auch aufzuzeigen, was man selbst dazu beitragen kann, die in Oberösterreich vorhandene gute Wasserqualität der Oberflächengewässer und des Grundwassers weiterhin zu erhalten.

Lebendiges Abwasser

- „**Lebendiges Abwasser**“ soll nicht nur ein Hinweis auf die Mikroorganismen sein, die die eigentliche Abwasserreinigung tätigen.
- Auch die Informationen und Anregungen, die mit den zur Verfügung gestellten Arbeitsunterlagen an die Schüler weitergegeben werden, sollen „gelebt“ werden.
- Und schlussendlich soll die Unterrichtsmappe „Lebendiges Abwasser“ ebenfalls „leben“, indem Schüler gemeinsam mit ihren Lehrkräften die Mappe um eigene Projekte (evtl. im Rahmen eines fächerübergreifenden Unterrichts) laufend erweitern.

Die in dieser Publikation gewählten Formen für personenbezogene Bezeichnungen gelten für beide Geschlechter, d. h. es wird auf die schwerer lesbare Form „...Innen“ verzichtet.



Die Mitarbeiter der **Aufgabengruppe Oberflächengewässerswirtschaft – Abwasserwirtschaft des Landes Oberösterreich und der LINZ AG Bereich Abwasser** haben sich einzelner Themen der Abwasserwirtschaft angenommen und für den Einsatz im Unterricht, speziell für die Hauptschule und für die AHS Unterstufe, aufbereitet. Unterstützt wurden die Techniker von Lehrkräften, die für die pädagogisch wertvolle Ausgestaltung dieser Publikation sorgten.

Die vorliegende Unterrichtsmappe behandelt verschiedenste Themen der Abwasserwirtschaft – jedes Kapitel ist einzeln verwendbar.

- 01 Geschichte der Abwasserentsorgung
- 02 Kanalisation
- 03 Funktion einer Kläranlage
- 04 Mikroorganismen
- 05 Klärschlamm
- 06 Industrielle Abwässer
- 07 Kosten der Abwasserentsorgung
- 08 Alpine Objekte
- 09 Berufsmöglichkeiten in der Abwasserwirtschaft



Die gesamte Publikation ist auf der Land-Oberösterreich-Homepage www.land-oberoesterreich.gv.at unter Bürgerservice/Publicationen/Umwelt abrufbar.

Lernziele, Tipps zur Anwendung der Unterrichtsmappe

Die Schüler sollen erkennen,

- dass saubere Gewässer und trinkbares Grundwasser keine Selbstverständlichkeit sind.
- dass das Sprichwort „Aus den Augen – aus dem Sinn“ in der Abwasserwirtschaft für viele gelebte Praxis ist. Die Entsorgung der Abwässer endet nicht mit dem Tastendruck am WC. Es ist erst der Beginn eines langwierigen und anspruchsvollen Gewässerschutzes.
- dass sich unter den in den Straßen sichtbaren Kanaldeckeln wertvolle und aufwendig zu betreuende Bauwerke befinden.
- dass die eigentliche Abwasserreinigung von jedem Einzelnen positiv beeinflussbar ist.

Die Schüler sollen wissen,

- wie man mit der Lebensquelle Wasser umgeht.
- wie die Abwasserableitung und -reinigung funktioniert.
- was jeder Einzelne dazu beitragen kann, um die in Oberösterreich beispielhaft gute Wasserqualität der Oberflächengewässer und des Grundwassers zu erhalten.
- wie die hohen Kosten für die Abwasserreinigung in Grenzen gehalten werden können.

Unterrichtsmaterial

Die einzelnen Abschnitte der Arbeitsmappe widmen sich einem bestimmten Thema der Abwasserwirtschaft, die in der Handhabung voneinander unabhängig sind. Je nach Interesse können entweder alle Kapitel bzw. einzelne Kapitel mit den Schülern durchgearbeitet werden. Jedes Kapitel ist so aufgebaut, dass zu Beginn ein ausführlicher Langtext für die Lehrkraft vorangeht. An-

schließend folgen für die Schüler Kurzfassungen mit den wichtigsten Inhalten des Kapitels und Zusatzinformationen zur tiefergehenden Bearbeitung des Themas.

Arbeitsblätter, der Film „Mikrokosmos Kläranlage“, Beschreibungen von Versuchen, Tipps für Exkursionen, Anregungen für Arbeitsaufgaben und Projekte in verschiedenen Unterrichtsfächern runden diese Mappe ab. Nicht nur das Wissen über die Abwassertechnik soll gefördert werden, die Schüler sollen auch zu eigenen Aktivitäten angeregt werden!

Tipps und Anregungen zur Unterrichtsgestaltung

- Als Einstieg könnte an der Tafel ein Brainstorming z. B. zum Begriff „Kläranlage“ durchgeführt werden. Sinnvoll wäre es, die gesammelten Begriffe beim Anschreiben an die Tafel bereits in eine zeitliche und inhaltliche Ordnung zu bringen, um die anschließende Besprechung der Begriffe entlang eines „roten Fadens“ durchführen zu können.
- Zum Kapitel Funktion einer Kläranlage bietet sich der Besuch in einer Kläranlage an. So können sich die Schüler die Abläufe besser vorstellen und einprägen (Realitätsbezug).
- Versuch z. B. zum Kapitel Mikroorganismen: Ein Tropfen Belebtschlamm wird auf einen Objektträger aufgebracht und von den Schülern unter dem Mikroskop betrachtet. Dabei sollen sie versuchen, einige der Mikroorganismen zu bestimmen. Der Belebtschlamm darf jedoch nicht länger als max. zwei Stunden zuvor aus dem Belebungsbecken entnommen worden sein, ansonsten müsste den enthaltenen Mikroorganismen Sauerstoff zugeführt werden. Nach diesem Versuch Händewaschen nicht vergessen!

Lebensgrundlage Wasser

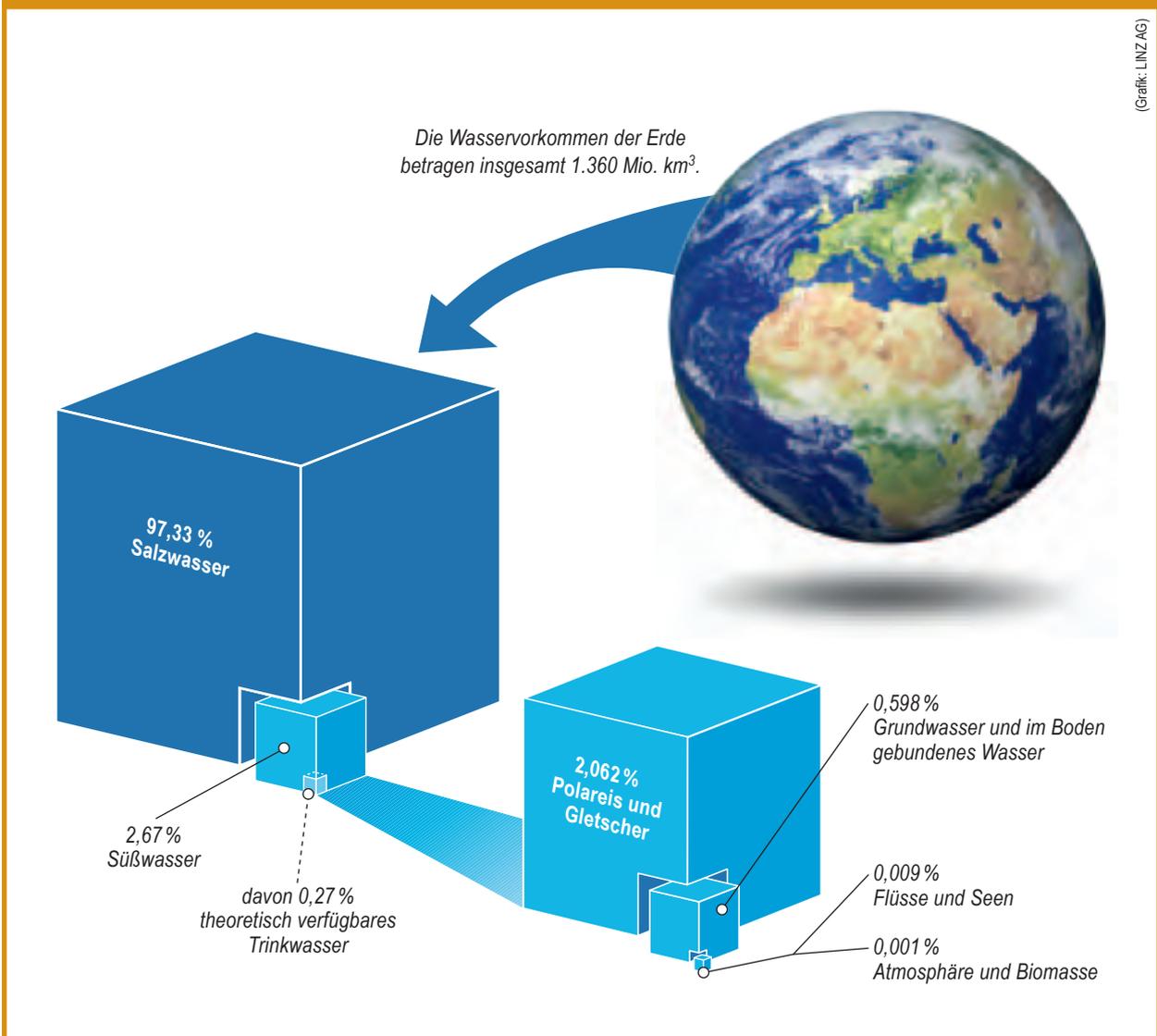
Sauberes Süßwasser ist lebensnotwendig!

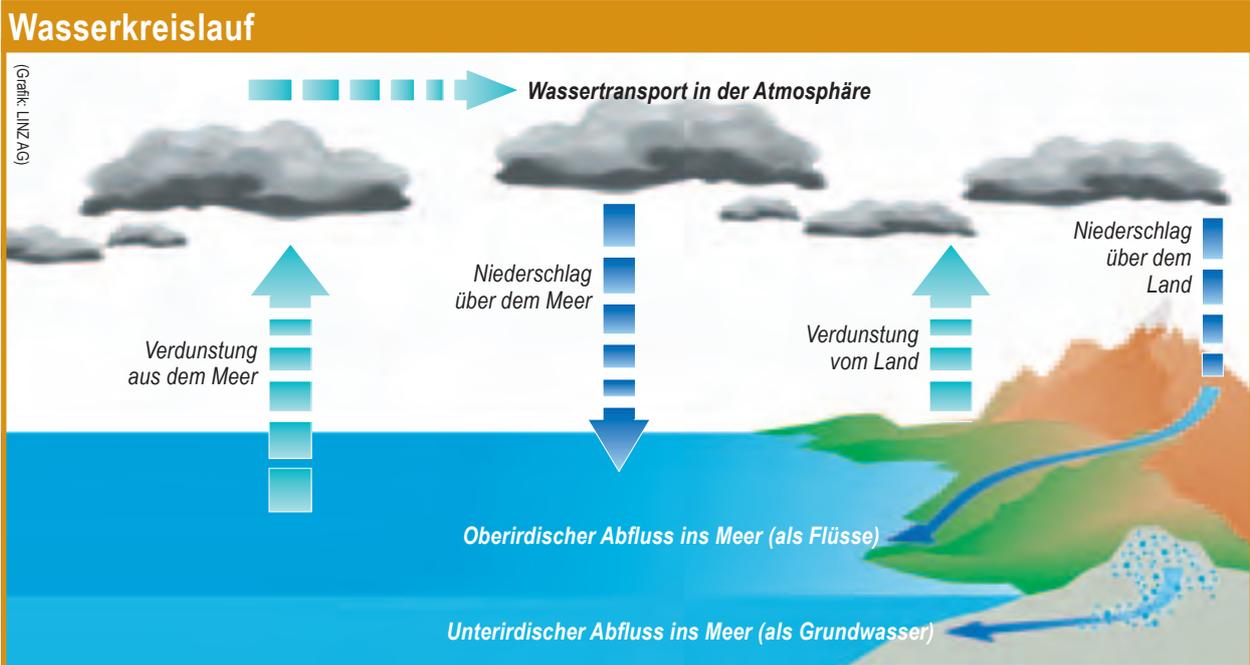
Österreich ist eines der wenigen Länder, das über genügend Trinkwasser verfügt – und dies in ausgezeichneter Qualität. Unser Grundwasser muss in der Regel nicht aufbereitet werden, damit es Trinkwasserqualität erreicht. Auch unsere Gewässer weisen Badewasserqualität auf. In vielen Ländern herrscht nicht nur Wasserknappheit, sondern es kämpfen die Menschen auch mit ver-

unreinigtem Wasser, das Krankheiten und Seuchen auslösen kann. Auch in unseren Nachbarländern wird z.B. Wasser aus Flüssen zum Trinken aufbereitet.

Wir Österreicher können wahrlich stolz auf unser Wasservorkommen sein. Und es sollte uns auch bewusst sein, dass dies keine Selbstverständlichkeit ist. Deshalb ist es wichtig, auf unser Wasser achtzugeben und es nicht zu verunreinigen, um es auch für nachfolgende Generationen in der besten Qualität erhalten zu können.

Wasservorkommen der Erde





Um die Bevölkerung und Industrie mit Wasser zu versorgen, wird in den natürlichen Wasserkreislauf eingegriffen. Das benötigte Wasser wird dem Grund- und Oberflächenwasser entnommen. Durch die Wasserbenutzung durch den Men-

schen wird das Wasser zu Abwasser. Es gelangen dabei auch Schadstoffe ins Abwasser. Dieses Schmutzwasser wird in Kläranlagen gereinigt und dem natürlichen Wasserkreislauf (also den Flüssen oder dem Grundwasser) wieder zugeführt.

Wasserverbrauch

(Bildmontage: LINZ AG)

Der mittlere Wasserverbrauch in Österreich liegt bei etwa 140 Litern pro Einwohner und Tag.

Der tägliche Wasserverbrauch teilt sich wie folgt auf:

- 55 Liter Baden und Duschen
- 25 Liter Toilette spülen
- 25 Liter Wäsche waschen
- 12,5 Liter Garten bewässern
- 10 Liter Geschirr spülen
- 7,5 Liter Wohnung reinigen
- 5 Liter Kochen und Trinken

Interessante und wichtige Informationen zur Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung:

- 1,1 Milliarden Menschen (1/6 der Weltbevölkerung) haben nicht genug Wasser zum Überleben.
- Laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) benötigt ein Mensch ca. 20 Liter sauberes Wasser pro Tag. Davon werden ca. 3 bis 5 Liter zum Kochen und Trinken, der Rest für Hygiene gebraucht.
- 2,6 Milliarden Menschen (mehr als 1/3 der Weltbevölkerung) müssen ohne Toiletten und Abwasserentsorgung auskommen.
- Wo sanitäre Einrichtungen (WC, Dusche, ...) und sauberes Wasser fehlen, können sich durch mangelnde Hygiene sehr schnell Krankheitserreger verbreiten. Durchfallerkrankungen, Malaria, Hepatitis A und Wurmerkrankungen werden durch verseuchtes Wasser übertragen.
- Deshalb hat sich die UNO weltweit zum Ziel gesetzt, bis 2015 die Zahl der Menschen, die keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser und Sanitäreinrichtungen haben, zu halbieren.
- Trinkwasser – ein kostbares Gut. In den afrikanischen Ländern südlich der Sahara und auch in Teilen Asiens leiden die Menschen am stärksten unter Wassermangel. Hier hat nur jeder zweite Mensch genug zu trinken. Besonders betroffen ist auch hier die Landbevölkerung. In vielen Gegenden gibt es keine Infrastruktur (Straßen, elektrische Leitungen für Pumpen, Kanäle etc.) zur Wasserverteilung. Frauen und Mädchen müssen das Wasser aus Brunnen, die oft kilometerweit entfernt sind, zu Fuß holen. Statt zur Schule zu gehen oder eine Ausbildung zu machen, müssen sie stundenlange Fußmärsche für einige Liter Wasser zurücklegen.

Abwasserreinigung

Die Abwasserreinigung ist nach wie vor das Rückgrat eines erfolgreichen Gewässerschutzes. Unvorstellbar, wenn unsere Abwässer aus den Haushalten und aus der Industrie ungeklärt in die Flüsse und Seen eingeleitet würden.

Seit Jahrzehnten werden in Österreich Kanalisationsanlagen zur Sammlung der anfallenden Abwässer errichtet und betrieben. Die Abwasserreinigung erfolgt in vielen größeren und auch ganz kleinen Kläranlagen, wo nicht nur feste Stoffe wie z. B. Strumpfhosen, Papierfetzen usw. aus dem Abwasser herausgeholt werden, sondern auch fischgiftige Substanzen wie z. B. Ammonium. Erst dann darf das gereinigte Abwasser in unsere Flüsse und Seen eingeleitet werden.

Die Abwasserreinigung besteht aus einer mechanischen und einer biologischen Reinigung. Aber mehr dazu im Kapitel Funktion einer Kläranlage.



Indische Frauen beim Wasserholen

(Quelle: Maria Hofbauer)

Redewendungen zum Thema Wasser

- Mir läuft das Wasser im Mund zusammen!
- Ihm steht das Wasser bis zum Hals!
- Das Treffen fällt leider ins Wasser!
- Sie sieht aus, als könnte sie kein Wässerchen trüben!
- Sie ist mit allen Wassern gewaschen!
- Bis dahin fließt noch viel Wasser den Bach hinunter!
- Ich springe ins kalte Wasser!
- Er ist ein stilles Wasser!
- Sie ist nahe am Wasser gebaut!
- Das war ein Schuss ins Wasser!
- Auch dort wird nur mit Wasser gekocht!
- Man kann das Pferd zum Wasser führen, aber man kann es nicht zwingen zu trinken!
- Er predigt Wasser und trinkt Wein!
- Ich fühle mich wie ein Fisch im Wasser!
- Sie sind wie Feuer und Wasser!
- Er kann sich nur mühsam über Wasser halten!
- Stille Wasser sind tief!

Literarische und musikalische Werke

- Georg Friedrich Händel: *Wassermusik*
- Johann Strauß: *Donauwalzer*
- Antonin Dvorak: *Die Moldau*
- Gebrüder Grimm: *Das Wasser des Lebens*



(Quelle: Land OÖ)

Wassertor Schärding

Lebensgrundlage Wasser

Guten Morgen!

Und wieder heißt es „Raus aus den Federn und ab in die Schule“. Aber halt, da fehlt noch etwas: Am Morgen nach dem Aufstehen und einem köstlichen Frühstück wäschst du dir sicher noch deine Hände mit Seife und putzt deine Zähne mit deiner Lieblingszahnpaste. Während du deine Haare kämmst, kannst du beobachten, wie das von Seife und Zahnpaste schäumende Wasser im Abfluss des Waschbeckens verschwindet.

Aber wohin fließt das Wasser?

In die Leitungsrohre des Hauses → In die Kanalisation

Eine Reise beginnt mit dem ersten Schritt.

Für deine Zahnpaste bedeutet das: Sie wird von dir ins Waschbecken gespuckt und vom Wasser aus dem Hahn in den Abfluss geschwemmt. Ein kurviger Weg durch die Leitungsrohre des Hauses beginnt und aus verschiedenen Richtungen kommt z. B. Wasser aus der Dusche und der Toilette, später aus dem Geschirrspüler und aus der Waschmaschine hinzu – so wie Nebenstraßen in eine Hauptstraße einmünden. Zuletzt fließt all das gesammelte Abwasser unter der Straße in die öffentliche Kanalisation der Stadt. Es fließt also in ein richtig großes, dickes Rohr (die „Autobahn“ der Abwasserrohre) und trifft dort auf Abwasser aus den Nachbarhäusern. Jetzt geht es quer durch die Stadt.

Und wohin?

Natürlich, in Richtung Kläranlage !

Bis zum angesteuerten Ziel fließt aus einmündenden Seitenrohren immer wieder „gebrauchtes“ Wasser aus Wohnhäusern, Schulen, öffentlichen Gebäuden, Geschäften, Firmen, Sportanlagen usw. und vermischt sich mit deinem Wasser, deiner Zahnpaste und deiner Seife. Häufig kommen auch die Abwässer von Lebensmittelbetrieben wie Schlachthöfen, Molkereien, Getränke- und Süßwarenherstellern sowie von metallverarbeitenden Betrieben, Kfz-Betrieben und Tankstellen daher. Ist deren Abwasser besonders verschmutzt, muss es von den Firmen vorgereinigt werden.

Was passiert eigentlich mit dem Regenwasser und dem schmelzenden Schnee auf den Straßen?

Sie fließen durch das Kanalgitter in die Kanalisation.

Richtig, das hast du sicher schon beobachtet.

Landet es im selben Rohr wie das Abwasser aus den Haushalten, spricht man von einer Mischkanalisation. Wird jedoch parallel zu diesem zusätzlich ein Rohr für das Regenwasser verlegt, bezeichnet man das als Trennkanalisation.

Beim Eintreffen des Abwassers in der Kläranlage bringt das verschmutzte Wasser viele feste und flüssige Stoffe mit sich. Überlege, was darin alles zu finden sein könnte.

Buchstabenquadrat – Lösung

14 verschiedene Begriffe rund um die Abwasserentsorgung haben sich kreuz und quer im Buchstabenquadrat versteckt – finde sie!

S	S	C	H	W	E	M	M	K	A	N	A	L	I	S	A	T	I	O	N
G	I	N	O	I	T	A	S	I	L	A	N	A	K	H	C	S	I	M	I
J	X	C	V	F	D	L	L	H	B	C	S	R	T	Z	P	C	S	D	S
U	L	E	K	C	E	D	L	A	N	A	K	H	Z	U	T	H	D	S	A
D	W	E	R	T	C	V	B	N	J	G	D	E	T	G	Z	M	S	D	D
N	L	K	J	R	L	K	J	F	D	E	T	H	Z	I	B	U	C	S	A
L	D	F	D	E	G	H	J	K	U	S	C	H	A	C	H	T	E	R	T
P	F	W	E	S	E	M	J	G	D	A	R	R	Z	T	T	Z	F	D	S
T	L	M	N	S	C	X	Y	A	B	S	O	F	D	G	J	W	U	Z	T
A	U	W	E	A	B	N	R	T	Z	R	H	R	O	P	V	A	X	M	E
X	S	P	K	W	K	J	H	G	W	A	R	T	U	N	G	S	A	E	G
C	S	E	T	N	U	I	E	J	K	L	E	S	A	W	J	S	P	T	A
F	U	H	X	E	C	L	U	I	O	P	N	V	Q	W	M	E	P	H	L
W	T	Z	O	G	L	Q	Y	C	V	B	N	M	K	U	R	R	E	A	N
T	U	T	R	E	N	N	K	A	N	A	L	I	S	A	T	I	O	N	A
J	M	S	A	R	W	Q	A	Z	O	P	B	Y	D	Z	I	H	F	X	R
N	M	F	T	Z	U	I	O	P	J	S	A	X	Y	M	I	R	A	E	E
A	E	Y	X	V	F	Z	E	T	H	W	R	Z	B	X	A	I	P	Q	A
G	Q	Z	J	C	A	E	T	S	A	G	L	A	N	A	K	L	N	U	L
L	A	S	D	F	G	H	J	K	L	O	I	U	Z	T	R	E	W	W	K

Bach, Fluss, Gefaelle, Kanaldeckel, Klaeranlage, Methan, Mischkanalisation, Regenwasser, Rohre, Schacht, Schmutzwasser, Schwemmkanalisation, Trennkanalisation, Wartung

Lebensgrundlage Wasser

Guten Morgen!

Und wieder heißt es „Raus aus den Federn und ab in die Schule“. Aber halt, da fehlt noch etwas: Am Morgen nach dem Aufstehen und einem köstlichen Frühstück wäschst du dir sicher noch deine Hände mit Seife und putzt deine Zähne mit deiner Lieblingszahnpaste. Während du deine Haare kämmst, kannst du beobachten, wie das von Seife und Zahnpaste schäumende Wasser im Abfluss des Waschbeckens verschwindet.

Aber wohin fließt das Wasser?

Eine Reise beginnt mit dem ersten Schritt.

Für deine Zahnpaste bedeutet das: Sie wird von dir ins Waschbecken gespuckt und vom Wasser aus dem Hahn in den Abfluss geschwemmt. Ein kurviger Weg durch die Leitungsrohre des Hauses beginnt und aus verschiedenen Richtungen kommt z. B. Wasser aus der Dusche und der Toilette, später aus dem Geschirrspüler und aus der Waschmaschine hinzu – so wie Nebenstraßen in eine Hauptstraße einmünden. Zuletzt fließt all das gesammelte Abwasser unter der Straße in die öffentliche Kanalisation der Stadt. Es fließt also in ein richtig großes, dickes Rohr (die „Autobahn“ der Abwasserrohre) und trifft dort auf Abwasser aus den Nachbarhäusern. Jetzt geht es quer durch die Stadt.

Und wohin?

Natürlich, in Richtung _____ !

Bis zum angesteuerten Ziel fließt aus einmündenden Seitenrohren immer wieder „gebrauchtes“ Wasser aus Wohnhäusern, Schulen, öffentlichen Gebäuden, Geschäften, Firmen, Sportanlagen usw. und vermischt sich mit deinem Wasser, deiner Zahnpaste und deiner Seife. Häufig kommen auch die Abwässer von Lebensmittelbetrieben wie Schlachthöfen, Molkereien, Getränke- und Süßwarenherstellern sowie von metallverarbeitenden Betrieben, Kfz-Betrieben und Tankstellen daher. Ist deren Abwasser besonders verschmutzt, muss es von den Firmen vorgereinigt werden.

Was passiert eigentlich mit dem Regenwasser und dem schmelzenden Schnee auf den Straßen?

Richtig, das hast du sicher schon beobachtet.

Landet es im selben Rohr wie das Abwasser aus den Haushalten, spricht man von einer Mischkanalisation. Wird jedoch parallel zu diesem zusätzlich ein Rohr für das Regenwasser verlegt, bezeichnet man das als Trennkanalisation.

Beim Eintreffen des Abwassers in der Kläranlage bringt das verschmutzte Wasser viele feste und flüssige Stoffe mit sich. Überlege, was darin alles zu finden sein könnte.

Buchstabenquadrat

14 verschiedene Begriffe rund um die Abwasserentsorgung haben sich kreuz und quer im Buchstabenquadrat versteckt – finde sie!

S	S	C	H	W	E	M	M	K	A	N	A	L	I	S	A	T	I	O	N
G	I	N	O	I	T	A	S	I	L	A	N	A	K	H	C	S	I	M	I
J	X	C	V	F	D	L	L	H	B	C	S	R	T	Z	P	C	S	D	S
U	L	E	K	C	E	D	L	A	N	A	K	H	Z	U	T	H	D	S	A
D	W	E	R	T	C	V	B	N	J	G	D	E	T	G	Z	M	S	D	D
N	L	K	J	R	L	K	J	F	D	E	T	H	Z	I	B	U	C	S	A
L	D	F	D	E	G	H	J	K	U	S	C	H	A	C	H	T	E	R	T
P	F	W	E	S	E	M	J	G	D	A	R	R	Z	T	T	Z	F	D	S
T	L	M	N	S	C	X	Y	A	B	S	O	F	D	G	J	W	U	Z	T
A	U	W	E	A	B	N	R	T	Z	R	H	R	O	P	V	A	X	M	E
X	S	P	K	W	K	J	H	G	W	A	R	T	U	N	G	S	A	E	G
C	S	E	T	N	U	I	E	J	K	L	E	S	A	W	J	S	P	T	A
F	U	H	X	E	C	L	U	I	O	P	N	V	Q	W	M	E	P	H	L
W	T	Z	O	G	L	Q	Y	C	V	B	N	M	K	U	R	R	E	A	N
T	U	T	R	E	N	N	K	A	N	A	L	I	S	A	T	I	O	N	A
J	M	S	A	R	W	Q	A	Z	O	P	B	Y	D	Z	I	H	F	X	R
N	M	F	T	Z	U	I	O	P	J	S	A	X	Y	M	I	R	A	E	E
A	E	Y	X	V	F	Z	E	T	H	W	R	Z	B	X	A	I	P	Q	A
G	Q	Z	J	C	A	E	T	S	A	G	L	A	N	A	K	L	N	U	L
L	A	S	D	F	G	H	J	K	L	O	I	U	Z	T	R	E	W	W	K

Bach, Fluss, Gefaelle, Kanaldeckel, Klaeranlage, Methan, Mischkanalisation, Regenwasser, Rohre, Schacht, Schmutzwasser, Schwemmkanalisation, Trennkanalisation, Wartung



LAND

OBERÖSTERREICH

Geschichte der Abwasserentsorgung



Geschichtliche
Entwicklung..... 2

Abwasserentsorgung
im Mittelalter..... 5

Fortschritte in den
europäischen Städten 6

Entwicklung der
Abwasserentsorgung
in der Stadt Linz..... 8

Die Regionalkläranlage Asten..... 10

Kläranlagen einst
und jetzt..... 12

Entwicklung der
Gewässergüte in
Oberösterreich 13

Anschlussgrad der Bundesländer an kommunale
Kläranlagen 14

Lösungsblatt 16

Arbeitsblätter
für Schüler..... 1 – 4

öb.
AKADEMIE FÜR
UMWELT UND NATUR

LINZ AG
ABWASSER



OGW

Geschichte der Abwasserentsorgung

„Strom kommt bei uns aus der Steckdose, die Milch vom Supermarkt!“

Wer kennt sie nicht, diese Sprüche, die zeigen, dass sich viele in unserer Zeit nicht mehr mit den Ursprüngen der Dinge befassen bzw. einfach nicht mehr Bescheid wissen. Auf das Wasser übertragen könnte es sinngemäß lauten:

„Wasser kommt aus dem Wasserhahn und wenn ich den Stöpsel ziehe, verschwindet es in einem tiefen, schwarzen Loch!“

Doch was sich so einfach ausnimmt, ist beileibe nicht so. Ganz im Gegenteil – die Abwasserentsorgung kann auf eine lange und bewegte Geschichte zurückblicken.

Wohin selbst der Kaiser zu Fuß geht!

So umschreibt der Volksmund gewöhnlich den Gang zur Toilette. An der Tatsache, dass dieser

Gang zur Toilette auch heute noch zu Fuß angetreten wird, hat sich nichts geändert. Die Aussage zeigt aber auch, dass die Abwasserentsorgung schon zu früheren Zeiten ein wichtiger Teil des Lebens war – nicht nur zu Hofe.



Schon im Alten Testament findet man folgendes Zitat:

„Und du sollst draußen vor dem Lager einen Platz haben, wohin du zur Notdurft hinausgehst. Und du sollst eine Schaufel haben, und wenn du dich draußen setzen willst, sollst du damit graben; und wenn du gesessen hast, sollst du zuscharren, was von dir gegangen ist!“

(Altes Testament, 5. Buch Mose, Kapitel 23, Verse 13 und 14)



(Quelle: Hotel Römisch-Deutscher Kaiser, Wien)

Der Thron des Kaisers

Geschichtliche Entwicklung

Als die Menschen noch als Nomaden herumzogen, stellte die Entsorgung der Fäkalien noch nicht wirklich ein Problem dar. Das entstand erst, als die Menschen sesshaft wurden und begannen, dauerhaft größere Siedlungen zu gründen. Allgemein geht man davon aus, dass der Beginn der Zivilisation vor fast 20.000 Jahren liegt.

Außerhalb Europas finden sich in der Gegend des heutigen Pakistans und Indiens Spuren, die auf eine sehr hoch entwickelte Sanitärtechnik schon um 5.000 bis 3.000 v. Chr. schließen lassen. So soll es zu dieser Zeit bereits erste Sitztoiletten mit Wasserspülung gegeben haben.

Im Zweistromland Mesopotamien entstanden bereits Ende des 4. Jahrtausends v. Chr. ausgedehnte Städte mit großen gemauerten Kanälen, die zum Teil Gewölbe aufwiesen. In Tempelanlagen wurden auch altertümliche Muffenrohrleitungen zur Entwässerung von Waschplätzen und Toiletten verwendet.

Auf dem europäischen Kontinent (im griechischen Raum) finden sich erste kontinuierlich besiedelte Städte schon bereits ab ca. 3.000 v. Chr. Diese antiken Städte hatten, wie Funde zeigen, ebenfalls schon sehr früh funktionierende Entwässerungsanlagen.

Für viele alte europäische Kulturen kann aufgrund von Ausgrabungen festgestellt werden, dass weit entwickelte Abwasserentsorgungseinrichtungen vorhanden waren.



Die Abwasserentsorgung der alten Kulturen

Auch bei der Abwasserentsorgung gilt, dass die alten Kulturen keineswegs „Bloßfüßige“ gewesen sind und oft weiter entwickelt waren, als wir Europäer im Mittelalter.

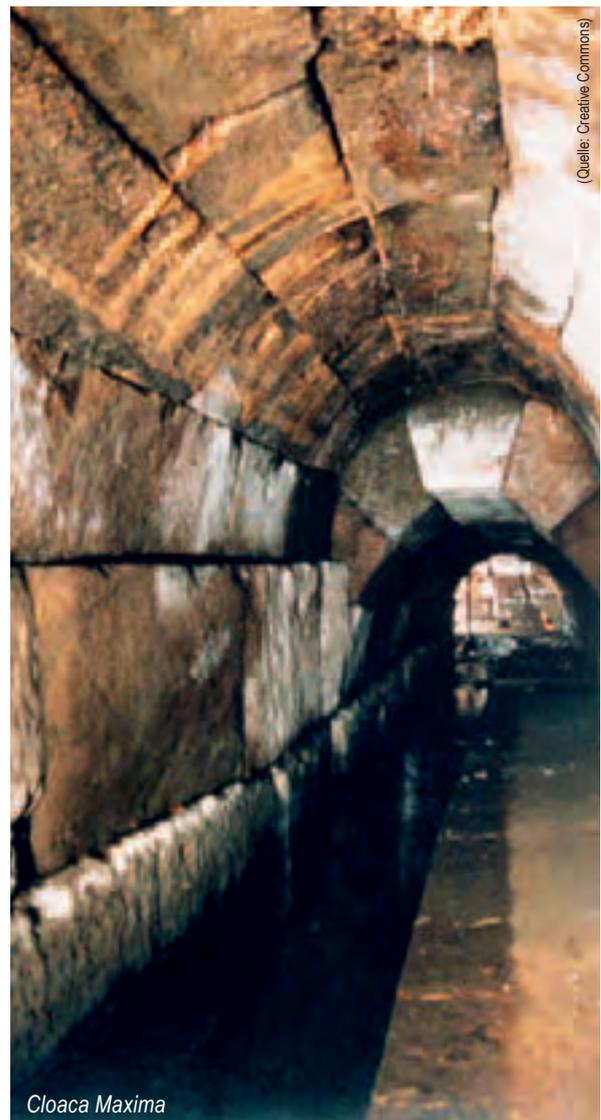


Exemplarisch sind nachstehend zwei Beispiele angeführt:

„Cloaca Maxima“ in Rom

Im alten Rom wurde ca. im 5. bis 4. Jh. v. Chr. die wahrscheinlich berühmteste Abwasserleitung der Antike gebaut. Sie führte unterirdisch die gesamten Abwässer Roms in den Tiber und das offene Meer.

Der Kanal weist Abmessungen von bis zu 3 m Breite und bis zu 4 m Höhe auf und ist aus Quadersteinen gemauert. Die Ausmündung in den Tiber ist heute noch sichtbar. Rom verfügte über genug Wasser, wodurch die Kanäle eine ausreichende Spülkraft hatten.



Cloaca Maxima

(Quelle: Creative Commons)

„Bocca della verità“

Auf Jahrmärkten findet man auch heute noch Nachbildungen der Bocca della verità (Mund der Wahrheit), meist in Verbindung mit Weissagungen. Die ursprüngliche Verwendung ist nicht mit letzter Sicherheit zu klären. Die meisten Archäologen befürworten aber die These, wonach es sich um eine Art „Kanaldeckel“ der Cloaca Maxima handelte. Dafür sprechen folgende Indizien:

- Stellt man sich die Marmorscheibe liegend vor, so befinden sich die Löcher von Nase, Mund und Augen an den tiefsten Stellen, womit sie als Einläufe zu erklären wären.
- Die starke Abnutzung der vorspringenden Teile ist charakteristisch für ein Relief, welches lange am Boden lag und von vielen Füßen blank poliert wurde.
- Der heutige Aufstellungsort liegt unweit der Cloaca Maxima.

Einer Legende aus dem Mittelalter nach stellte dieses Gesicht eine Art antiker Lügendetektor dar. Jeder Lügner verlor seine Hand, wenn er diese in den offenen Mund dieser in Stein gehauenen Maske legte.



Kanäle von Ephesos

Ephesos, die Metropole der römischen Provinz Asia, in der heutigen Türkei gelegen, hatte im 2. Jh. n. Chr. wahrscheinlich bereits 250.000 Einwohner. Neben großen Thermenanlagen gab es auch mehrere große öffentliche Latrinen, die zum Teil noch heute besichtigt werden können.

Diese Großlatrinen mit bis zu 60 Sitzplätzen waren meist um einen offenen (um den schlechten Geruch sofort wegzulüften) Säulenhof angeordnet. Die marmornen Sitzbänke mit den Fallöffnungen befanden sich direkt über großen rechteckigen Kanälen, die mit Wasser gespült wurden, und direkt vor der Sitzbank war ein offenes kleines Gerinne mit Frischwasser zu Reinigungszwecken angeordnet. Das gesammelte Abwasser wurde über große Sammelkanäle bis zum Meer geleitet.



Antike Latrinen in Ephesos

Hier saß man im Kreis, verrichtete ohne Scham seine Notdurft und es war durchaus gebräuchlich, mit anderen Geschäfte zu besprechen. Daher kommt auch die Bezeichnung „sein Geschäft verrichten“. Hochgestellte Persönlichkeiten hatten eigens Sklaven dabei, um in der kühlen Jahreszeit den kalten Steinsitz vorzuwärmen.





Die alten Hochkulturen haben schon sehr früh erkannt, dass es aus Gründen der Hygiene von entscheidender Bedeutung ist, das Abwasser zu sammeln und aus den Siedlungen abzuleiten. In Europa gingen diese Erkenntnisse im Mittelalter leider wieder größtenteils verloren.



Oft können solche Spuren im Urlaub entdeckt werden. Animieren Sie die Schüler, bei der nächsten Urlaubsreise darauf zu achten!



Abwasserentsorgung im Mittelalter

In den Städten des Mittelalters kommt es nicht zuletzt aufgrund der wachsenden Bevölkerung zu immer größeren Problemen mit der Entsorgung der Fäkalien. Die Notdurft wird häufig direkt auf der Straße erledigt oder es werden die in Gefäßen gesammelten Fäkalien einfach auf die Straße geleert (zum Teil auch direkt aus den Fenstern). Es gibt zwar eigene Personen, die als „Entsorger“ arbeiten, sogenannte „Abtriträumer“, die den Schmutz zusammenschaufeln und aus der Stadt wegtransportieren, das kann aber nicht verhindern, dass man vielerorts knöcheltief im Kot wadet.

Lediglich in Klöstern und Burgen findet man eine mehr oder weniger geordnete Abwasserentsorgung. So kann man auch heute noch bei vielen Burgen die damaligen Toiletten, die auch als „Heimlich Gemach“ bezeichnet wurden, erkennen,

weil diese als sogenannte „Aborterker“ über die Außenmauern auskragen. Dadurch konnten die Fäkalien im freien Fall – oftmals gleich direkt in ein darunter liegendes Gewässer – entsorgt werden.



Planen Sie mit den Schülern einen Wandertag oder Radausflug zu einer Burg und schauen Sie, ob auch hier ein Aborterker zu sehen ist. Wenn Sie eine Burgführung buchen, fragen Sie den Führer nach solchen Bauteilen.



Fortschritte in den europäischen Städten

Da die hygienische Situation in den Städten immer untragbarer wurde, verlangte man, den Unrat (neben den Fäkalien geht es auch um die Abfälle) nicht mehr länger auf die Straße zu werfen. Vorschriften aus vielen Städten um die Zeit des 17. Jh. herum sind noch bekannt:

„Wer aus Häusern, Höfen und Ställen den Unrat auf die Straße werfe, dem solle er wieder ins Haus geworfen werden.“

Zu dieser Zeit hatten sich zwar schon Systeme und eigene Berufsstände entwickelt, die sich mit dem Abtransport und auch der landwirtschaftlichen Nutzung zu Düngerzwecken befassten, dies war allerdings völlig unzureichend, um dem Problem Herr zu werden.

Auch war die Erkenntnis noch immer nicht gereift, dass diese unzureichende Entsorgung unmittelbar mit den immer stärker ausgeprägten Seuchen – neben der Pest insbesondere die neu aufgetretene Cholera – zusammenhängt.



In den 30er-Jahren des 19. Jh. bricht die Cholera ganz massiv in Europa aus:

Unstillbarer Durchfall, heftiges Erbrechen, Fieberschübe und Krämpfe – 50 % der Betroffenen sterben. Jetzt erst wird erkannt, dass durch das Abwasser das Trinkwasser verunreinigt wird. Aber auch Hochwässer bringen den in die Flüsse eingeleiteten Dreck wieder in die Städte zurück.

Durch diese Erkenntnis wird in den größeren Städten um die Zeit von 1870 begonnen, sogenannte Schwemmkanalisationen zu errichten.



In der Landeshauptstadt Linz wird beispielsweise im Jahr 1875 mit dem Bau der systematischen Kanalisation begonnen. In Wien hat es alten Dokumenten zufolge zwar schon im Jahr 1739 – übrigens als erste Stadt in Europa – eine ziemlich vollständige Kanalisation für die Innenstadt gegeben, aber auch hier wütet im Jahr 1831 eine heftige Choleraepidemie. Die in der Folge entlang des Wienflusses errichteten Kanäle werden noch heute „Cholera Kanäle“ genannt. Aber auch noch im Jahr 1873, zur Zeit der Weltausstellung in Wien, gibt es eine der folgenschwersten Epidemien, was schlussendlich den Ausbau des Kanalnetzes stark beschleunigt.



Besuchen Sie das Museum Kammerhof in Gmunden. Dort findet man eine interessante Ausstellung über historische Sanitärobjekte. Also, auf zu einem Abstecher ins Klomuseum!

Um 1870 begann man in allen größeren Städten Europas mit dem Bau von Kanalisationsnetzen, um die Abwässer aus den Ballungszentren in die Flüsse abzuleiten. Über die Reinigung der Abwässer machte man sich noch nicht wirklich Gedanken. Zum Teil wurden die Abwässer bereits über Rieselfelder in den Untergrund abgeleitet, das jedoch keiner gezielten Abwasserreinigung entsprach.

Die Ableitung der Abwässer in die Flüsse war zwar ein gewaltiger Fortschritt für die städtische Hygiene, das Problem wurde aber damit auf die Fließgewässer verlagert. In der Zeit um 1900 begannen dann erste Forschungen über die Reinigung der Abwässer und im Jahr 1900 wurde in England das heute übliche Verfahren der biologischen Abwasserreinigung erfunden. Bis sich dieses bei uns aber auf breiter Ebene durchgesetzt hat, dauerte es noch bis weit in die Mitte des 20. Jh. hinein. Insbesondere das massive Algenwachstum in unseren für den Tourismus so wichtigen Seen bewirkte um die 70er-Jahre des letzten Jahrhunderts einen massiven Ausbau von Kläranlagen.



In diesem ersten Ausbauschnitt wurde hauptsächlich die organische Verschmutzung des Abwassers beseitigt. Um 1990 erfolgte die Anpassung vieler Kläranlagen an den Stand der Technik, um neben den Kohlenstoffverbindungen auch die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor, die maßgeblich zur sogenannten „Eutrophierung“ der Gewässer beitragen, aus dem Abwasser zu entfernen. Dazu aber mehr im Kapitel „Funktion einer Kläranlage“.



Eines darf bei all unserem Fortschritt aber nie vergessen werden:

Was für uns heute selbstverständlich scheint, ist für viele Menschen in anderen Regionen unserer Erde Wunschdenken und bei Weitem noch keine Selbstverständlichkeit. Auch heute verfügen mehr als 2,6 Mrd. Menschen noch immer nicht über Abwasserentsorgungseinrichtungen, die den hygienischen Anforderungen entsprechen.

2008 wurde übrigens zum Internationalen Jahr der sanitären Grundversorgung (International Year of Sanitation) ausgerufen.

Entwicklung der Abwasserentsorgung in der Stadt Linz

„Man spricht nicht umsonst vom Wasserkreislauf – Wasser fließt zu, die Menschen nutzen es und dann muss es auch wieder irgendwohin abfließen. Am besten natürlich nicht irgendwohin, dachten sich auch in Linz die Stadtverantwortlichen.“

In der zweiten Hälfte des 19. Jh. beschleunigen Fortschritt und neue Erkenntnisse der damaligen Wissenschaftler die Entwicklung der Stadthygiene. Den Anfang macht in Linz der Bau der Kanalisation.

Das Stadtleben ist ungesund

Im 19. Jh. wird Linz wie viele andere Städte wieder einmal von Cholera, Typhus und Tuberkulose heimgesucht. Der Grazer Ingenieur Rudolf Linner attestiert in seinem Gutachten 1868 die vorherrschenden, äußerst schlechten hygienischen Verhältnisse: Die vielen durchlässigen Jauchegruben

und offenen Rinnsale verschmutzen das Grundwasser. Linner rät eindringlich zum Bau einer öffentlichen Kanalisation und Trinkwasserversorgung.

Abwasser vor Trinkwasser

Nach der damals herrschenden „Bodentheorie“ von Max von Pettenkofer vermehrt sich Cholera im verunreinigten Boden und gelangt mit der Atmung in den Körper. Erst 1883 kann Robert Koch den Cholerabazillus und seine Verbreitung über das Trinkwasser nachweisen. Zum Schutz gegen diesen wird deshalb der Bau der Kanalisation vor der Trinkwasserversorgung in Angriff genommen.

Kanalisierung mit System

Von 1876 bis 1884 wird der größte Teil der inneren Stadt kanalisiert. Die damaligen Baukundigen verwenden dabei Ziegel und Zement und erstmals auch eine sogenannte „hydraulische Betonmasse“, den Vorläufer des heutigen Betons. Sie arbeiten sehr gut – diese ersten Kanäle werden



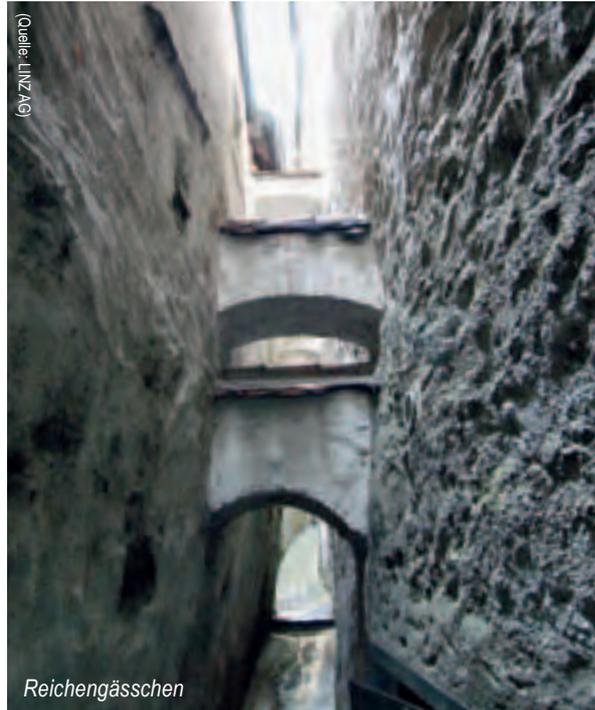


Robert Koch in seinem Laboratorium

bis weit in das 20. Jh. ihren Dienst versehen. Die Abwässer werden ungeklärt in den Fabriksarm und – als dieser zusehends verlandet – direkt in die Donau abgeleitet. Gegen Ende des 19. Jh. werden auch die Vororte erschlossen, 1915 wird der Fuchselbach unter die Erde verlegt und kanalisiert.

Die großen Sammelkanäle

In den Jahren nach 1938 wird Linz zu einer der bedeutendsten Industriestädte Österreichs. Die Einwohnerzahl verdoppelt sich binnen zwei Jahrzehnten. Neue Siedlungen werden an die bestehende Kanalisation angeschlossen, was eine Ausweitung der Sammelkanäle erforderlich macht, um die gestiegenen Abwassermengen abführen zu können. Riesige Kanäle werden errichtet, die mehrere Meter



Reichengässchen

im Querschnitt messen und die sogar von Lkws befahren werden können. Der Hauptsammler Süd wird noch zu Kriegszeiten gebaut, in den 1960er- und 1970er-Jahren folgen dann der Hauptsammler Mitte, der rechte Donausammler und der Hauptsammler Urfahr. Ab 1960 sorgt bereits die Kläranlage Linz-Süd für klare Abwasserverhältnisse.



„Sauerei im Linzer Stadtgebiet“

Wussten Sie, dass es im Linzer Stadtgebiet im 19. Jh. Tür an Tür mit den Wohnungen unzählige Schweineställe gab, die das Brunnenwasser verunreinigten? Erst 1891 regeln behördliche Vorschriften diese „Sauerei“.



Von den „Reichen“ und den „Nachtkönigen“ – Entsorgung anno dazumal:

Vom Mittelalter bis ins 18. Jh. werden die Abwässer aus den Häusern direkt in die sogenannten „Reichen“ – Abstände zwischen den Häuserzeilen – ausgeleitet, von wo aus sie sich über die Straßen ergießen. Einmal im Jahr werden die Reichen nächtens von Tagelöhnern freigeschaufelt, was diesen den Titel „Nachtkönige“ einbringt. Nach und nach entstehen viele Sickergruben und 1809 auch ein erster Kanal – der Franzosenhauskanal unter der Promenade.

Die Regionalkläranlage Asten

Ursprünglich sollten drei Kläranlagen die Abwässer der Stadt Linz reinigen. Doch mit dem Bau des Donaukraftwerks Abwinden-Asten kommt alles anders – ein großer Wurf ist gefragt – und gelingt auch.

Pionierarbeit – der Linzer Donaudüker

Der erste Donaudüker Österreichs gilt heute noch als technische Meisterleistung: 125 Betonrohre mit je 3 m Länge und einem Außendurchmesser von 3 m werden unter der Donau durch den Schlier gepresst. Ab 1976 können damit die Abwässer aus dem Norden auf die Linzer Seite gepumpt werden. Damit ist der große Ausbau der Kanalisation abgeschlossen – nicht aber die Abwasserreinigung. Diese sollten ursprünglich drei Kläranlagen übernehmen – neben der bestehenden Kläranlage Süd noch die Kläranlagen Mitte und Nord.

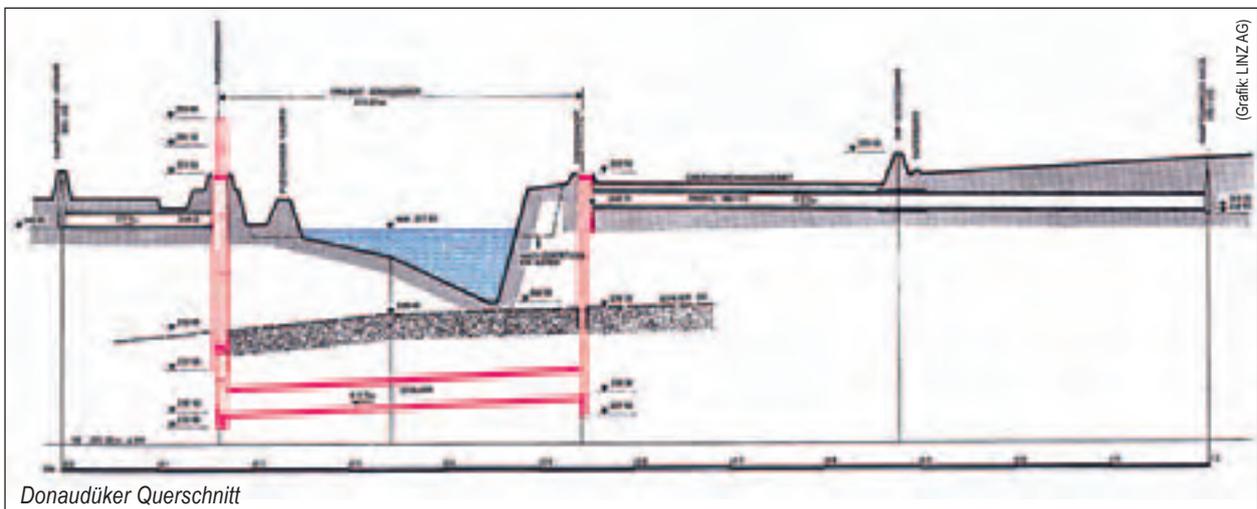


Weit gedacht – die Regionalkläranlage Asten

Mit dem Bau des Kraftwerks Abwinden-Asten muss auch das Linzer Entwässerungskonzept neu überdacht werden, damit die Abwässer nicht in den Stauraum des Kraftwerks gelangen bzw. unter großem Energieeinsatz gepumpt werden müssen. Die Lösung ist umfassend: Bau eines Umleitungskanals und Errichtung einer Kläranlage im Gemeindegebiet von Asten, die die Abwässer reinigt, bevor diese unterhalb des Kraftwerks in die Donau abgeleitet werden.

Entwässerung einer ganzen Region

Dieses umfassende Entwässerungskonzept für den Großraum Linz sucht österreichweit seinesgleichen: Über einen 12 km langen Umleitungskanal fließt das Abwasser von Linz und 20 Umlandgemeinden im Freigefälle zur Regionalkläranlage – heute sind es sogar 39 Umlandgemeinden sowie die biologisch abbaubaren Abwässer der Großin-



dustrie. 1979 geht in Asten die mechanische und 1982 die biologische Abwasserreinigung in Betrieb. Die heutige Regionalkläranlage ist auf eine Abwasserbelastung von 950.000 Einwohnerwerten ausgelegt und voll automatisiert – ein High-tech-Betrieb.

Spitzentechnologie unter Tag

Auch ein scheinbar so „trivialer“ Bereich wie die Stadtentwässerung ist von technologischen Entwicklungen geprägt: In den 1970er-Jahren werden die ersten Kanalspül- und Saugwägen eingeführt. Hochdruck-Wasserdüsen, die die Kanäle per Rückstoß reinigen, kommen zum Einsatz. Als eine der ersten Städte bekommt Linz das „*Kanalfernsehen*“, also selbstfahrende Kameras, mit denen die Kanäle auf ihren Zustand und Dichtheit hin kontrolliert werden. Und seit den 1990ern muss nicht immer gegraben werden, um Kanalrohre zu erneuern: Sie werden durch von außen einbring-



(Quelle: LINZ AG)

Selbstfahrende Kanal-Kamera

bare, sogenannte „*Inliner*“ abgedichtet. Seit Sommer 2007 wird der Abfluss bei Regenwetter im Kanalisationssystem durch eine vollautomatisierte „*Kanalnetzbewirtschaftung*“ gesteuert, um die Entlastungen in die umliegenden Bäche zu minimieren. Ein weiterer umweltpolitischer Meilenstein.



(Quelle: LINZ AG)

Die Regionalkläranlage Asten geht 1979 in Betrieb – als eine der modernsten Kläranlagen des Landes. Die Baukosten betragen damals ca. 460 Mio. Schilling (33,4 Mio. Euro).

Kläranlagen einst und jetzt



Alte Kläranlage

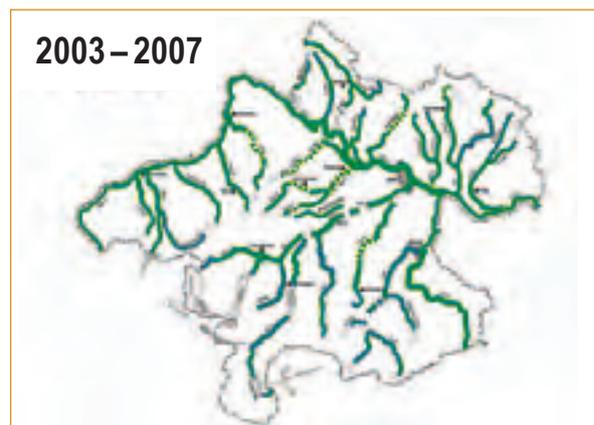
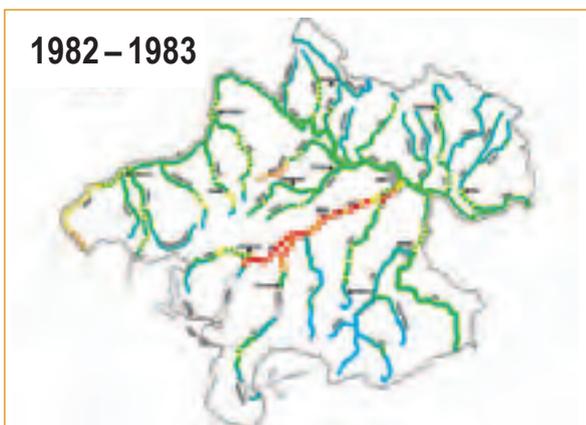
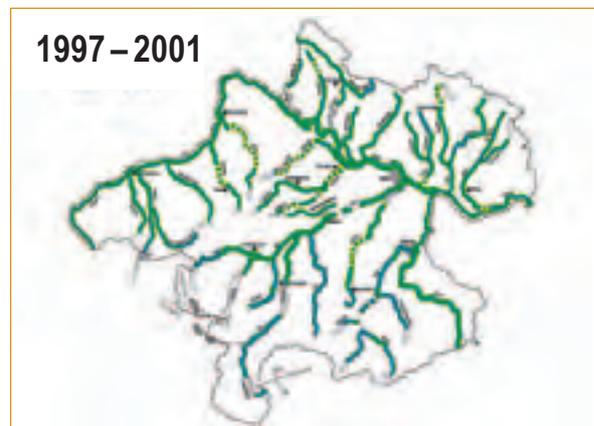
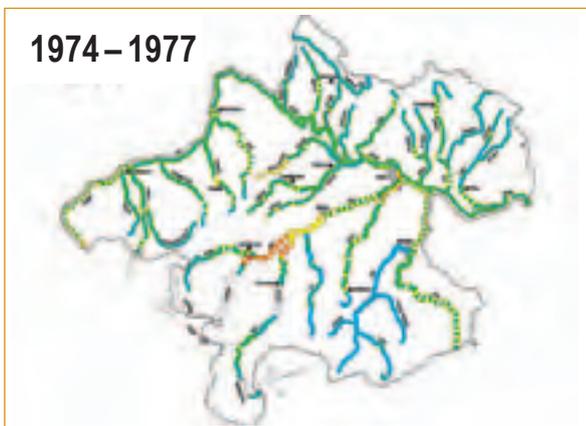
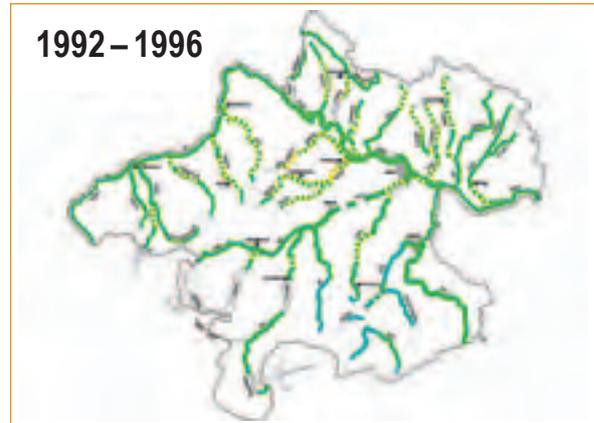
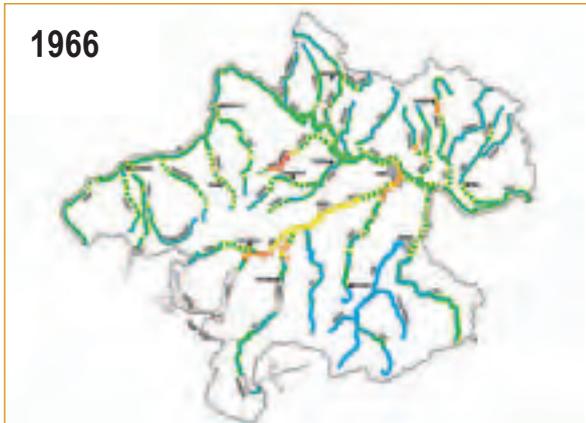
(Quelle: Archiv Land OÖ)



Moderne Kläranlage – Asten

(Quelle: LINZAG)

Entwicklung der Gewässergüte in Oberösterreich



GEWÄSSER GÜTEKLASSEN

- | | | |
|---|-----|-------------------------------|
|  | I | – völlig rein |
|  | II | – mäßig verunreinigt |
|  | III | – stark verunreinigt |
|  | IV | – ungemein stark verunreinigt |

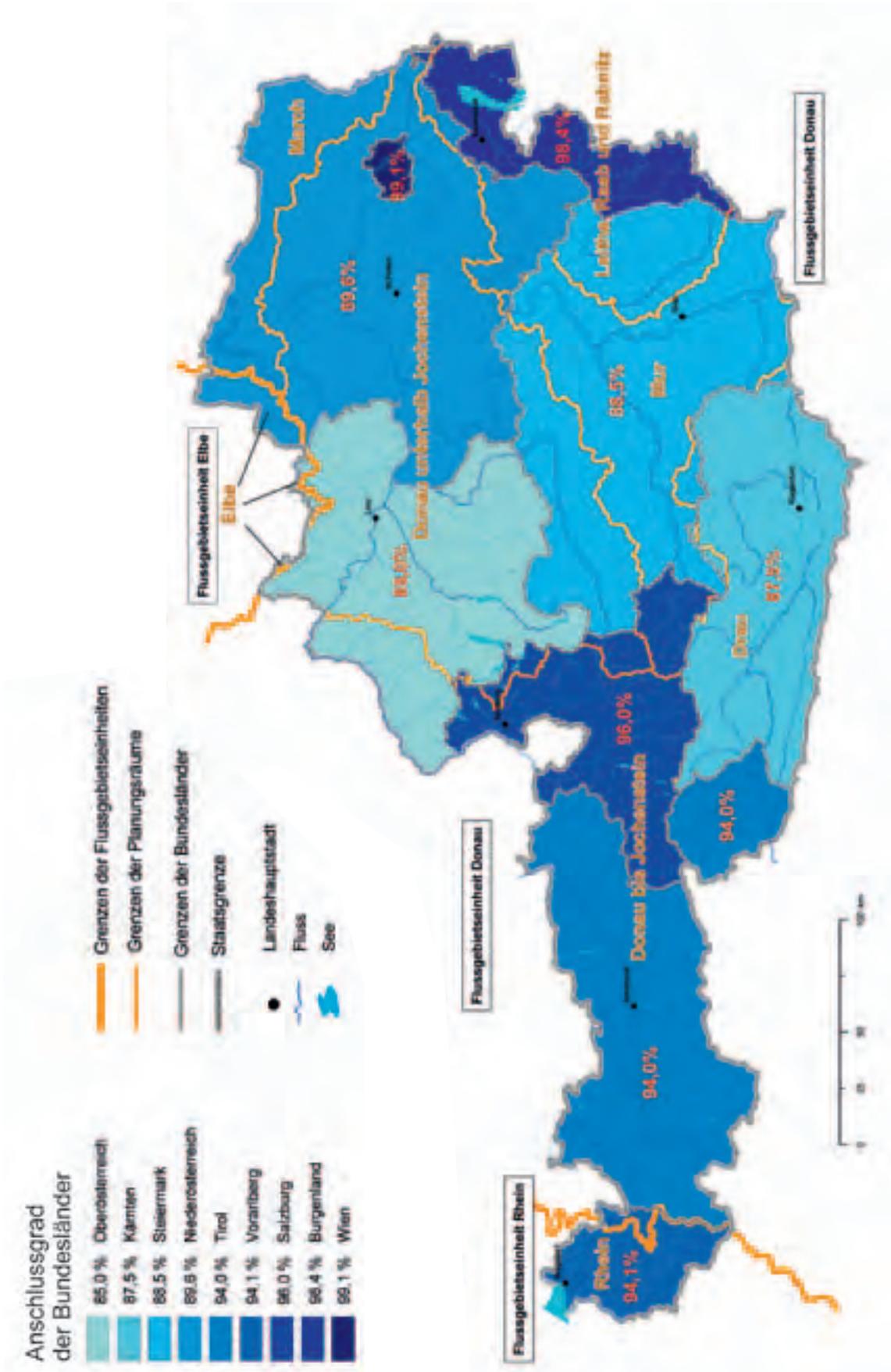


Erörtern Sie mit den Schülern folgende Fragen:

- *Woran ist es gelegen, dass sich die Gewässergüte in Oberösterreich so gut entwickelt hat?*
- *Welche Maßnahmen wurden da gesetzt?*
- *Von wem?*

Anschlussgrad der Bundesländer an kommunale Kläranlagen

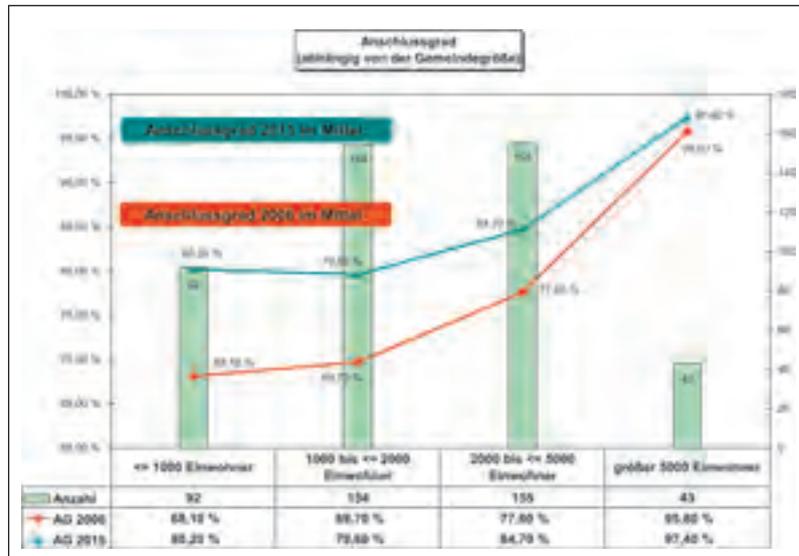
Stand: 2008



Anmerkung: In Oberösterreich werden im Vergleich zu den anderen Bundesländern noch immer (und auch in Zukunft) viele Senkgruben und Kleinkläranlagen für einzelne Häuser betrieben. Aufgrund der sehr oft „zersiedelten“ Struktur in den Gemeinden ist es aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich, alle Gebäude an eine öffentliche Kanalisation anzuschließen. Dadurch ergibt sich der dargestellte Anschlussgrad in unserem Bundesland.

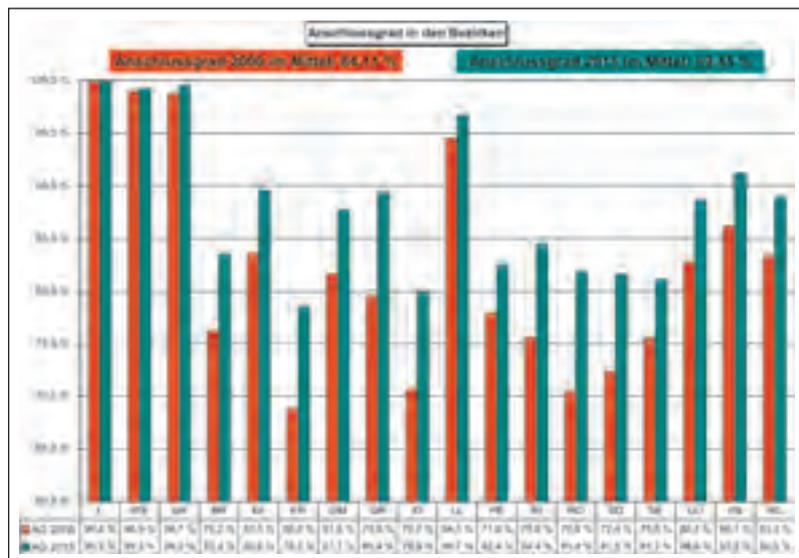
Anschlussgrad:

Gibt an, wie viele Personen der Gesamtbevölkerung ihre Abwässer in eine öffentliche Kanalisation einleiten. Je größer eine Gemeinde ist – desto zentraler besiedelt ist sie im Regelfall – desto höher ist der erreichbare Anschlussgrad. So haben Städte fast einen 100%igen Anschlussgrad, ländliche Gemeinden können aufgrund der Zersiedelung nicht alle Objekte an den Kanal anschließen. Die Kosten für die Kanäle wären einfach zu hoch.



Anschlussgrad je Gemeinde:

Die nebenstehende Grafik zeigt, wie hoch der Anschlussgrad in den jeweiligen Bezirken im Jahr 2006 gelegen ist.



Zusätzlich ist eine Prognose auf Basis von Investitionskostenerhebungen für den Zeitraum bis zum Jahr 2015 angegeben. Ein Anschlussgrad von im Mittel max. 90 % erscheint bis zum Jahr 2015 realistisch erreichbar.

Anschlussgrad je Flussgebiet:

Die nebenstehende Grafik zeigt, wie hoch der Anschlussgrad in den jeweiligen Flussgebieten im Jahr 2006 gelegen ist.



Zusätzlich ist eine Prognose auf Basis von Investitionskostenerhebungen für den Zeitraum bis zum Jahr 2015 angegeben.

Geschichte der Abwasserentsorgung

Beginn der Zivilisation: Vor fast 20.000 Jahren wurden die Menschen sesshaft und gründeten Siedlungen. Das Problem der Fäkalienentsorgung beginnt.

Ende des 4. Jahrtausends v. Chr.: Im Zweistromland Mesopotamien entstehen bereits Städte mit großen gemauerten Kanälen.

Ca. 3.000 v. Chr.: In der Gegend des heutigen Pakistans und Indiens gibt es Spuren einer hoch entwickelten Sanitärtechnik (erste Sitztoiletten mit Wasserspülung).

Ab ca. 2.000 v. Chr.: In Europa (im griechischen Raum) finden sich erste besiedelte Städte. Sie besitzen schon sehr früh funktionierende Entwässerungsanlagen.

5. bis 4. Jh. v. Chr.: **Cloaca Maxima** (der wohl berühmteste Abwasserkanal) wird im alten Rom errichtet. Statt Exkrememente in Gefäßen zu sammeln, werden sie über Hauskanäle in diesen Sammelkanal (bis zu 3 m Breite und 4 m Höhe) abgeführt.

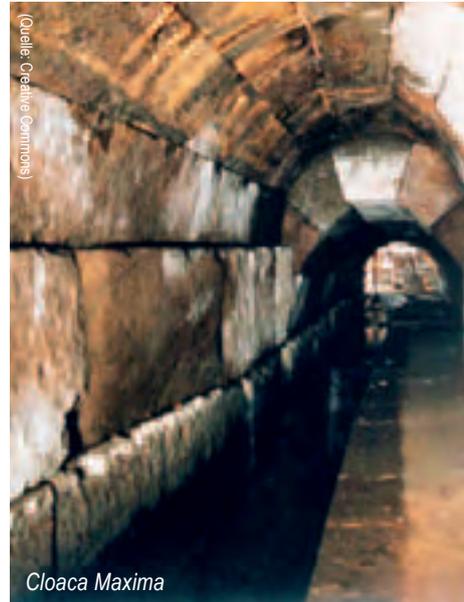
2. Jh. n. Chr.: In Ephesos (römische Provinz in der heutigen Türkei) werden öffentliche Großlatrinen mit bis zu 60 Sitzplätzen, meist um einen offenen Säulenhof (geringe Geruchsbelästigung) errichtet.

Mittelalter: Fäkalien werden in Gefäßen gesammelt, auf die Straße geleert, von sogenannten „Abtrittträumern“ zusammengeschaufelt und aus der Stadt transportiert. In Burgen und Klöstern gibt es eine Abwasserentsorgung: Die Toiletten ragen



(Quelle: Wikipedia)

Antike Latrinen in Ephesos



(Quelle: Creative Commons)

Cloaca Maxima



(Quelle: Wikipedia)

Bocca della verità

„Bocca della verità“: Hierbei handelt es sich um eine Art „Kanaldeckel“ der Cloaca Maxima. Liegend befinden sich die Löcher von Nase, Mund und Augen an den tiefsten Stellen, womit sie als Einläufe zu erklären wären.

Einer Legende aus dem Mittelalter nach stellte dieses Gesicht eine Art antiker Lügendetektor dar. Jeder Lügner verlor seine Hand, wenn er diese in den offenen Mund der in Stein gehauenen Maske legte.

über die Außenmauern hinaus, wodurch die Fäkalien im freien Fall entsorgt werden können. Man nennt sie „Aborterker“.

1830er-Jahre: Die Cholera bricht massiv in Europa aus (50 % der Betroffenen sterben). Man erkennt, dass durch das Abwasser das Trinkwasser verunreinigt wird.

Um 1870 in Europa: In allen größeren Städten beginnt man mit dem Bau von Kanalisationsnetzen (Schwemmkanalisationen). 1875 war der Baubeginn in Linz. Die Abwässer werden ungereinigt aus den Ballungszentren in die Flüsse abgeleitet und das Problem somit auf die Fließgewässer verlagert.

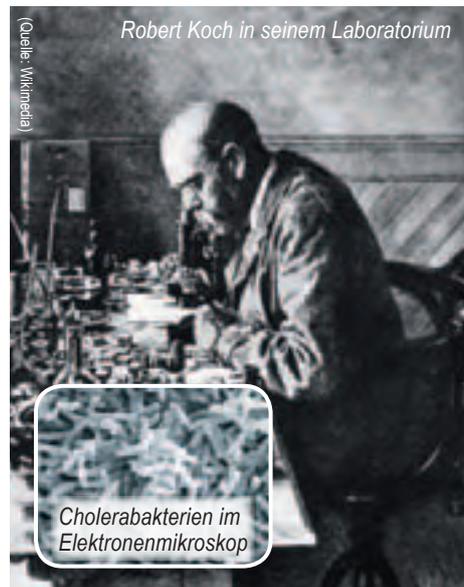
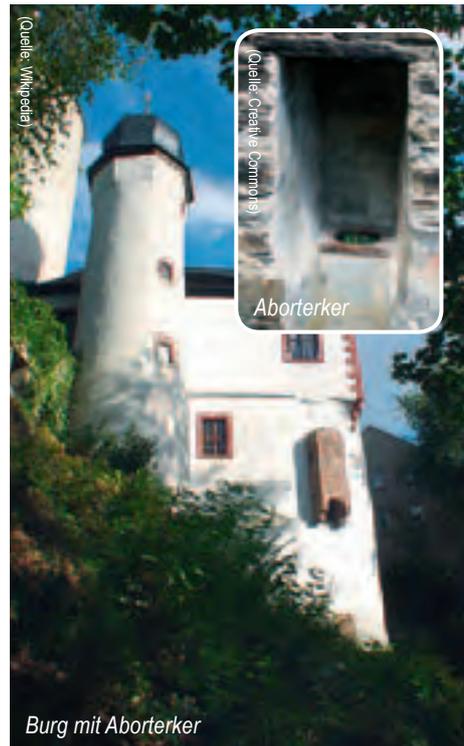
1883: Der deutsche Mediziner und Mikrobiologe Robert Koch kann den Cholerabazillus und seine Verbreitung über das Trinkwasser nachweisen.

1900: In England wird das Verfahren der biologischen Abwasserreinigung erfunden.

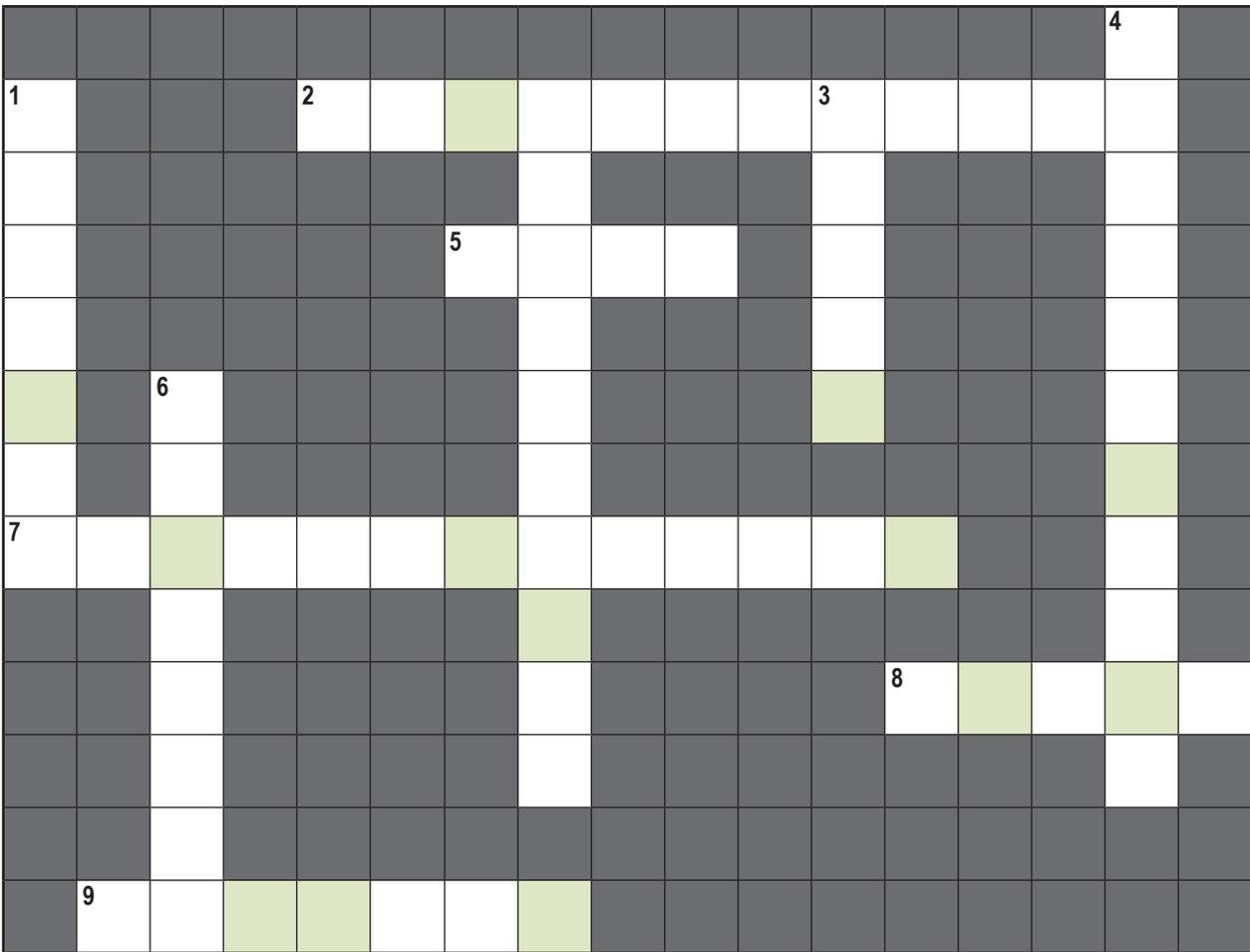
In den Jahren nach 1938: Linz wird zu einer der bedeutendsten Industriestädte Österreichs. Die Einwohnerzahl verdoppelt sich binnen zwei Jahrzehnten. Neue Sammelkanäle werden zur Abführung der gestiegenen Abwassermengen benötigt.

1970er-Jahre: In Österreich bewirkt das starke Algenwachstum in den Seen und der hohe Verschmutzungsgrad der Flüsse einen massiven Ausbau von Kläranlagen.

2009 in Oberösterreich: 14.000 km Kanäle liegen unter der Erde vergraben und führen zu rund 260 Kläranlagen, aber weltweit verfügen mehr als 2,6 Mrd. Menschen noch immer nicht über Abwasserentsorgungseinrichtungen, die den hygienischen Anforderungen entsprechen.



Rätsel zur Geschichte der Abwasserentsorgung



Was stellte die „Bocca della verità“ der Legende aus dem Mittelalter nach dar? Ordne die Buchstaben in den farblich hinterlegten Kästchen!

LÖSUNGSWORT:

- 1) Welche schlimme Krankheit bewirkt den raschen Ausbau der Kanalisation?
- 2) Wie lautet die Bezeichnung für den berühmten Abwasserkanal im alten Rom?
- 3) In welcher Gemeinde steht Oberösterreichs größte Kläranlage?
- 4) „Bocca della verità“ ist mit großer Wahrscheinlichkeit ein Teil der Cloaca Maxima – was könnte er gewesen sein?
- 5) Wie heißt der deutsche Mediziner, der 1883 den Cholerabazillus nachweisen konnte?
- 6) Wie nennt man die öffentlichen Toiletten, die in Ephesos erbaut wurden und zum „Geschäftemachen“ genutzt wurden?
- 7) Wie nannte man im Mittelalter die Leute, die die Fäkalien aus der Stadt abtransportierten?
- 8) Wie nennt man den Bauteil der Kanalisation, der unter einem Fluss durchführt und zu Beginn der Kanalbauarbeiten eine technische Meisterleistung darstellte?
- 9) In welchem Land wurde 1900 das Verfahren der biologischen Abwasserreinigung erfunden?



LAND

OBERÖSTERREICH

Kanalisation

Allgemeines.....	1
Aufgaben der Kanalisation.....	2
Anforderungen an eine Kanalisation	2
Arten von Kanalisationen	3
Kanalquerschnitte	6
Bauwerke in einer Kanalisation.....	7
Kanalbau.....	8
Rohrmaterialien	10
Was gehört nicht ins Abwasser?.....	11
Lösungsblätter.....	13 – 16
Arbeitsblätter für Schüler.....	1 – 9

öb.
AKADEMIE FÜR
UMWELT UND NATUR

LINZ AG
ABWASSER



OGW

Kanalisation

Allgemeines

Moderne Kanalisationen funktionieren schon seit ihrer ersten Entstehung im 18. Jh. nach dem Prinzip der Schwemmkanalisation. Bei einer Schwemmkanalisation werden Fäkalien bzw. anfallende Abwässer durch die Schwemmkraft des Wassers weggeschwemmt. Im Altertum geschah dies durch Regen oder ein Oberflächengewässer (Bach,

Fluss). Heutzutage nutzt man die Schwemmkraft des anfallenden Abwassers selbst (z. B. WC-Spülung, Waschwasser der Waschmaschine etc.).

In Oberösterreich sind derzeit rd. 86 % der Bevölkerung (Stand 2009) an eine Kanalisation angeschlossen, wobei es regional Unterschiede gibt. In einigen Gemeinden sind sogar 100 % der Haushalte an eine öffentliche Kanalisation angeschlossen.

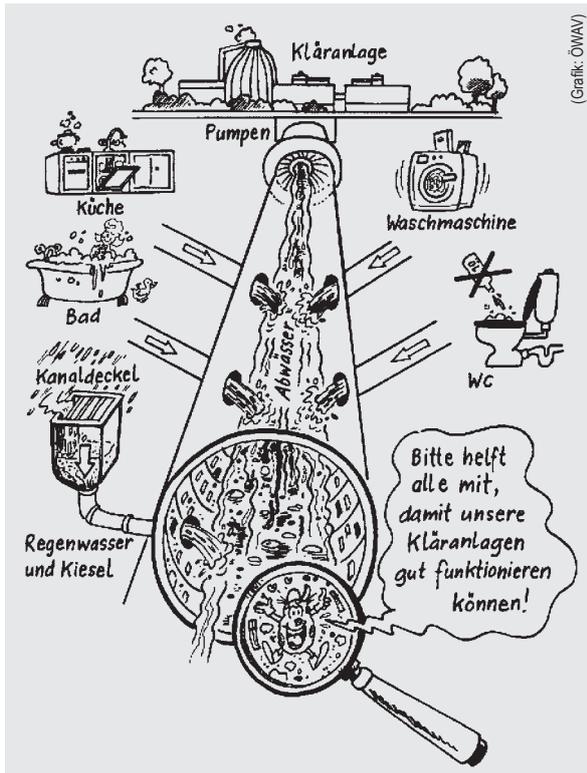


Kontrolle eines großen Sammelkanals per Lampe in den 1970ern vom Schlauchboot aus

Aufgaben der Kanalisation

Eine Kanalisation hat folgende zwei wesentliche Aufgaben:

- Sammlung von Abwasser
- Ableitung von Abwasser (zu einer Kläranlage)



Eine Kanalisation dient nicht nur zur Sammlung und Ableitung von Schmutzwasser (z. B. aus Bad, WC, Küche etc.), sondern auch zur Ableitung von Regenwasser.

Die gesammelten Schmutzwässer werden zur Reinigung in eine Kläranlage abgeleitet. In einer Kläranlage wird das Abwasser behandelt – also gereinigt – und das gereinigte Abwasser danach in ein Oberflächengewässer (Bach, Fluss) eingeleitet.

Ein Regenwasserkanal, ein Kanal, in welchem nur Regenwasser gesammelt und abgeleitet wird, kann bei Starkregenereignissen durch kontrolliertes Sammeln und Ableiten des Regenwassers Überschwemmungen vermeiden. In Regenwasserkanälen gesammelte Oberflächenwässer werden in ein Gewässer abgeleitet.

Anforderungen an eine Kanalisation

Eine Kanalisation hat folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Wasserdichte Ausführung (Rohre und Verbindungen), damit es zu keiner Verunreinigung des Grundwassers kommt.
- Ausreichendes Gefälle, damit durch die Schwemmkraft des Wassers Feststoffe abtransportiert werden.
- Ausreichende Mindestdiefe, um Frostschäden zu verhindern.
- Das für Rohre und Schächte verwendete Material muss resistent gegen chemische und physikalische Beeinflussung sein.
- Kostengünstig in Errichtung und Unterhalt.
- Lange Lebensdauer (> 50 Jahre).

Die Ableitung des Abwassers erfolgt bevorzugt in einem Freispiegelkanal. In einem Freispiegelkanal fließt das Abwasser der Schwerkraft folgend von einem höheren zu einem tieferen Punkt.

Wenn Abwasser zu einem höheren Punkt zu bringen ist, z. B. um danach wieder in einem Freispiegelkanal weiterfließen zu können, wird das Abwasser mittels Pumpwerke und Druckleitungen gehoben bzw. hinaufgepumpt.



Pumpwerk

Arten von Kanalisationen (Entwässerungssysteme)

Es gibt folgende Arten von Kanalisationen, welche auch Entwässerungssysteme genannt werden:

- Mischkanalisation oder Mischsystem
- Trennkanalisation oder Trennsystem

In Städten wurde früher vorwiegend eine Mischkanalisation errichtet, die heute natürlich weiterbetrieben und auch weiter ausgebaut wird. Im ländlichen Raum bzw. in städtischen Randgebieten herrscht die Trennkanalisation vor.



Mischkanalisation oder Mischsystem

Bei einer Mischkanalisation (auch Mischwasserkanal genannt) werden Schmutzwasser und auch sauberes Regenwasser gemeinsam in einem Rohr gesammelt und zur Abwasserreinigungsanlage abgeleitet.

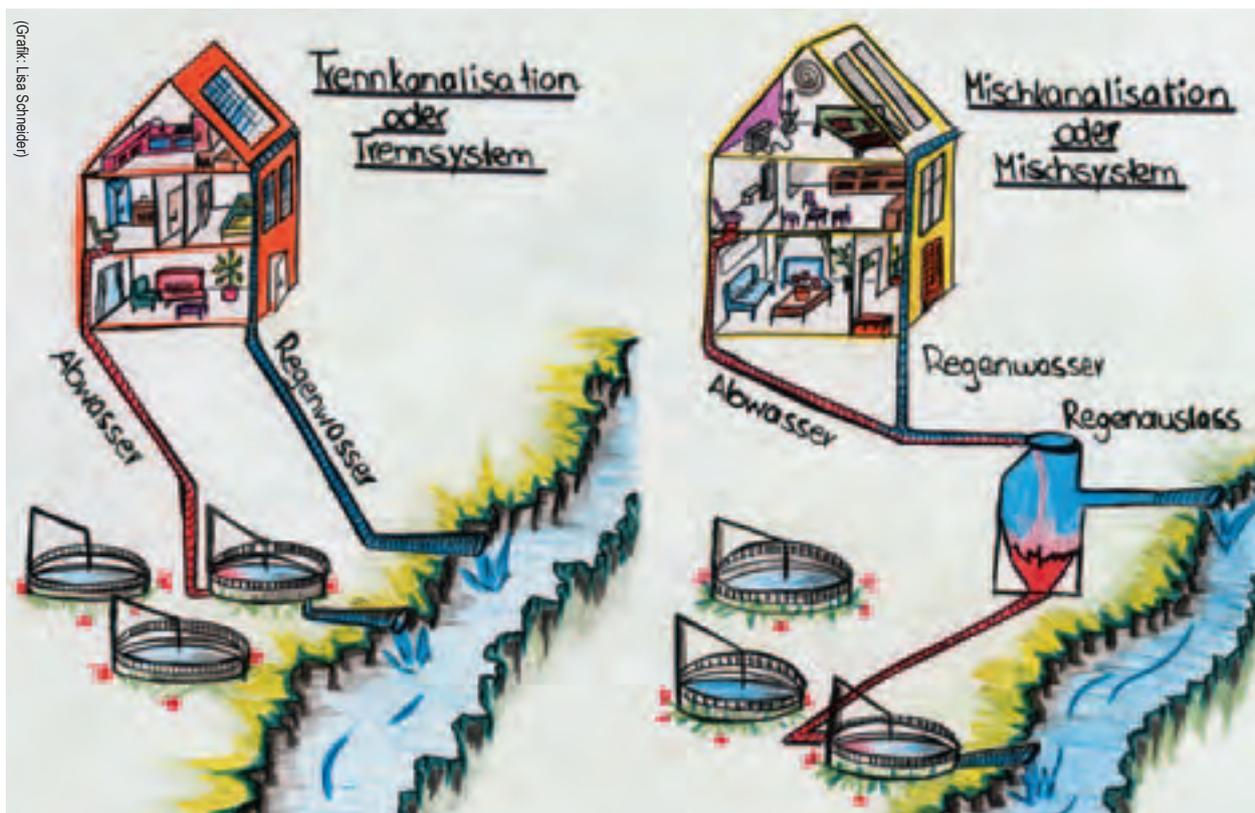


Regenwasser

Wenn wir in diesem Kapitel von Regenwasser sprechen, gehen wir davon aus, dass es sich um sauberes Regenwasser handelt, z.B. von Dachflächen. Sobald Regenwasser sehr verunreinigt ist, wie z.B. von stark befahrenen Straßen, muss es als Schmutzwasser behandelt und auch vorgereinigt werden, bevor es in ein Gewässer eingeleitet wird.

Bei Trockenwetter (kein Regen) wird das gesamte Abwasser zur Kläranlage abgeleitet. Wenn es im Entwässerungsgebiet regnet, wird ein Teil des Abwassers über sogenannte „Entlastungsbauwerke“ wie z.B. Regenüberläufe in ein Gewässer abgeleitet. Dadurch soll gewährleistet werden, die nachgeschaltete Kläranlage hydraulisch nicht zu überlasten.

Durch die geschichtliche Entwicklung und der dichten Verbauung (= hoher Anteil von verschmutztem Regenwasser) existieren in den meisten Städten Mischwasserkanäle.



Vorteile einer Mischkanalisation:

- Es ist nur ein Kanal für Schmutz- und Regenwasser erforderlich.
- Geringe Platzbeanspruchung (z. B. im Straßenbereich).
- Es erfolgt eine „automatische“ Spülung bei Regen.
- Geringere Bau- und Betriebskosten als bei der Trennkanalisation.
- Verschmutzte Oberflächenwässer gelangen großteils zur Kläranlage.

Nachteile einer Mischkanalisation:

- Größere Kanalprofile erforderlich, da Schmutz- und Regenwasser im selben Kanal gesammelt und abgeleitet werden.
- Größere Dimensionierung der Kläranlage und der Pumpwerke erforderlich.
- Damit es zu keiner hydraulischen Überbelastung (= sehr hohe Wassermenge) der Kläranlage bei Starkregen kommt, sind Regenentlastungsbauwerke (z. B. Regenüberlauf) in der Kanalisation erforderlich.

- Belastung des Gewässers bei Starkregen durch von Regenentlastungsbauwerken abgeleitetes ungereinigtes Abwasser.

Regenentlastungsbauwerke haben die Aufgabe, bei einem hohen Abwasseranfall durch ein Starkregenereignis den Zufluss zur Kläranlage zu drosseln. Die Drosselung wird durch Verkleinerung des Kanalquerschnittes erreicht. Das nicht zur Kläranlage abgeleitete Abwasser wird z. B. in einem Regenbecken zwischengespeichert und nach dem Regen zur Kläranlage gepumpt. Wenn kein Regenbecken vorhanden ist, fließt das zu viel anfallende Abwasser direkt in das Gewässer. Dies erfolgt jedoch zu einem Zeitpunkt, wo das Abwasser durch Regenwasser bereits sehr verdünnt ist und das Gewässer durch den Regen eine erhöhte Wassermenge führt. Tatsache ist, dass durch das sogenannte „Anspringen“ von Entlastungsbauwerken auch ungereinigte Abwässer ins Gewässer gelangen.

Je nach Größe des zu entwässernden Gebietes kann eine Kanalisation mehrere Regenentlastungsbauwerke enthalten.



Reinigung von einem Regenbecken

(Quelle: LINZ AG)



Trennkanalisation oder Trennsystem

Bei einer Trennkanalisation werden Schmutzwasser und Regenwasser in getrennten Rohren gesammelt und abgeleitet.

Das gesammelte Schmutzwasser wird zur Kläranlage, Regenwasser wird in ein Gewässer abgeleitet.

Eine Trennkanalisation kommt vor allem im ländlichen Raum oder städtischen Randgebiet (weitläufige Verbauung) zur Anwendung. Die Errichtung einer Mischkanalisation wäre in solchen Fällen nicht zweckmäßig, da für die Ableitung von Regenwasser kleinere Gewässer oder Hausgärten für die Versickerung vorhanden sind. Wenn das anfallende Regenwasser direkt vor Ort versickern kann oder schon bestehende Ableitungen in Gewässer vorhanden sind, genügt es oft, nur den Schmutzwasserkanal zu bauen. Dies nennt man modifiziertes Trennsystem. Dadurch können Kosten gespart werden.

Vorteile einer Trennkanalisation:

- Kleinere Dimensionierung der Schmutzwasserkanäle und Kläranlage ausreichend.
- Kleinere Rohrdurchmesser sind einfacher und daher kostengünstiger zu reinigen.
- Keine Regenentlastungsbauwerke erforderlich.
- Getrennt gesammeltes und abgeleitetes Regenwasser kann direkt in ein Gewässer abgeleitet werden.

Nachteile einer Trennkanalisation:

- Höhere Bau- und Betriebskosten durch Errichtung von zwei Kanalsträngen.
- Fehlanlüsse möglich (z. B. Schmutzwasserkanal an Regenwasserkanal oder umgekehrt).
- Gesammeltes und direkt in ein Gewässer abgeleitetes Regenwasser kann z. B. nach längerer Trockenperiode verschmutzt sein.



Der natürliche Abfluss

In der Abwassertechnik heißt es, „Regenwässer sollen – soweit möglich – dem natürlichen Abflussgeschehen überlassen werden“. Das heißt, es ist immer besser, Regenwasser direkt dort versickern zu lassen, wo es anfällt. In großer Menge abgeleitete Regenwässer können zu hydraulischen Problemen am Gewässer führen, sogar Überflutungen auslösen.

Ein Problem stellt heutzutage die Befestigung großer Flächen dar, z. B. von Parkplätzen. War hier früher ein Feld, wo das Regenwasser versickern konnte, ist heute eine große Asphaltfläche, von der das Regenwasser abgeleitet werden muss. Eine größere Wassermenge würde nun viel schneller dem Gewässer zugeführt als früher über den Acker. Das kann dazu führen, dass die Gewässer über die Ufer treten und Überschwemmungen verursachen. Deshalb werden sogenannte Rasenmulden rund um den Parkplatz errichtet, wo das Regenwasser versickern kann bzw. werden die Regenwässer gedrosselt (Zwischenschaltung von Regenbecken) in den Bach abgeleitet.



Wenn möglich, die Flächen nicht dicht verschließen – sofern nur reine Oberflächenwässer anfallen –, sondern dem Wasser eine Möglichkeit zum Versickern bieten.



(Quelle: Land 00)

Rasenmulde



Fehlanschlüsse

Sogenannte Fehlanschlüsse an der Schmutzwasserkanalisation können massive Probleme verursachen, wenn es regnet. Wenn hier Regenwasser eingeleitet wird, möglicherweise aus mehreren Haushalten, kann es zur hydraulischen Überlastung der Kläranlage kommen. Es soll sogar Leute geben, die der Einfachheit halber in Nacht- und Nebelaktionen ihre Rohre von den Dachrinnen in den Schmutzwasserkanal einbinden. So ist das Wasser weg vom Grundstück. Und man sieht es auch nicht mehr. Aber auch hier gibt es „Spürhunde“ bei den Kanalisationsunternehmen, die durch die sogenannte „Kanalberauchung“ den Leuten auf die Schliche kommen.



(Quelle: LINZ AG)

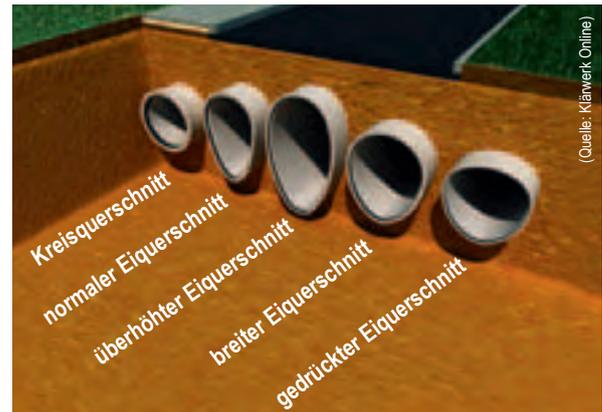


(Quelle: Land OÖ)

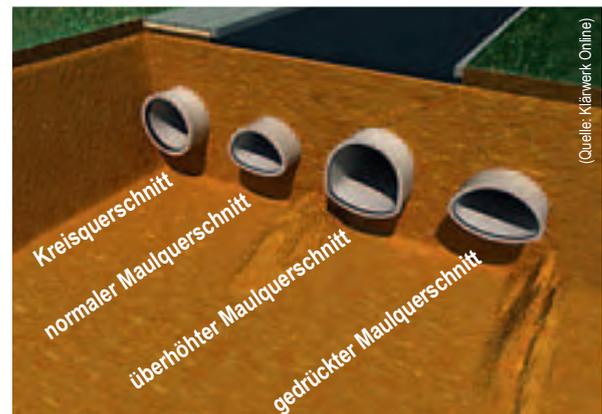
Rauch wird in einen Schmutzwasserkanal eingeblasen. Sieht man den Rauch z. B. aus den Dachrinnen qualmen, dann ist diese Dachrinne verbotenerweise an den Schmutzwasserkanal angeschlossen.

Kanalquerschnitte

Als häufigste Form eines Kanalquerschnittes werden Kreis- und Eiprofile verwendet. Sonderformen, wie das Maulprofil, kommen vor allem bei Hauptsammlern vor und wurden für große Abwassermengen entwickelt.



(Quelle: Klärwerk Online)



(Quelle: Klärwerk Online)

Welcher Querschnitt (Profil) verwendet wird, hängt davon ab, welche Abwassermengen durchfließen und mit welchem Gefälle der Kanal errichtet werden kann. Innerhalb eines Kanalnetzes kann es mehrere verschiedene Kanalquerschnitte geben. Hausanschlüsse (Hauskanal zum öffentlichen Kanal) haben Kreisquerschnitte mit einem Durchmesser von mindestens 15 cm.

Der Vorteil des Eiprofils gegenüber dem Kreisprofil liegt darin, dass auch bei kleiner Abwassermenge durch den kleinen unteren Querschnitt genügend Schwemmkraft vorhanden ist. Große Abwassermengen können durch den oberen größeren Querschnitt abgeleitet werden. Eiprofile werden daher vor allem bei Mischkanalisationen verwendet, wo bei Regen große Abwassermengen abzuleiten sind.

Bauwerke in einer Kanalisation

Neben den Kanalrohren sind folgende Bauwerke Bestandteil einer Kanalisation:

- Schächte
- Pumpwerke (wenn erforderlich)
- Regenentlastungsbauwerke (bei Mischkanalisation)
- Dükер bzw. Kreuzungsbauwerke (wenn erforderlich)

Schächte dienen zur Wartung, Kontrolle sowie zur Be- und Entlüftung (Ventilationsöffnungen in Schachdeckeln) der Kanalisation. Die Be- und Entlüftung erfolgt auch über Hausanschlussleitungen und in weiterer Folge über die Dachentlüftungen. Die Be- und Entlüftung ist notwendig, um Geruchsbelästigungen zu verhindern.

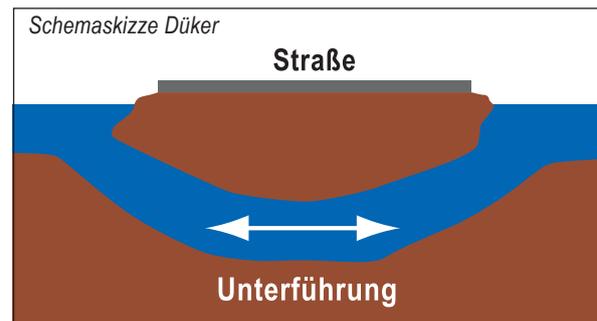
Errichtet werden Schächte bei Richtungs-, Gefälls- oder Querschnittsänderungen, bei seitlichen Kanaleinmündungen (Hausanschlüssen) bzw. zumindest alle 200 m. Der Maximalabstand von 200 m zwischen den Schächten ergibt sich durch die möglichen Schlauchlängen moderner Saugspülwägen für die Reinigung von Kanälen.

Das Einsteigen in Kanalschächte birgt durchaus einige Gefahren. Durch im Kanal entstehende Gase (z. B. Methan) kann es zu gefährlichen Situationen kommen. Wenn jemand in den Kanal einsteigt, ist jedenfalls die Anwesenheit einer zweiten Person als Beobachter und die Verwendung von entsprechender Sicherheitsausrüstung unbedingt erforderlich und gesetzlich vorgeschrieben (Arbeitnehmerschutz).

Pumpwerke sind erforderlich, wenn das gesammelte Abwasser zur Weiterleitung zu heben ist. Vom Pumpwerk wird das Abwasser in einer Druckleitung zu einem höher liegenden Kanalstrang gepumpt.

In besonderen Fällen kann es in der Abwasserentsorgung dazu kommen, dass der Kanal ein Hindernis, z. B. Fluss, Bach, Tunnel oder Straße,

queren bzw. kreuzen muss. Dies erfolgt mit einem sogenannten Dükербauwerk, oder auch Kreuzungsbauwerk genannt. Der Dükер ist nichts anderes als die Unterföhrung eines Rohres (z. B. Abwasserkanal) unter dem jeweiligen Hindernis und besteht im Wesentlichen aus einem Dükereinlauf, einer Dükерleitung und einem Dükerauslauf.

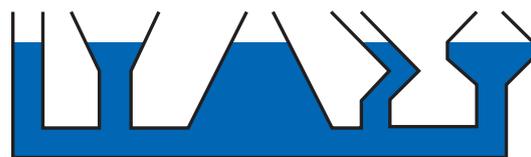


Beim Dükербauwerk nutzt man das Prinzip der kommunizierenden Röhren.



Prinzip der kommunizierenden Röhren

Eine homogene Flüssigkeit pegelt sich in oben offenen Röhren, welche miteinander verbunden sind, stets, aufgrund von konstanter Schwerkraft und Luftdruck, auf das gleiche Niveau ein.



In den verbundenen Gefäßen sind die Flüssigkeitsspiegel gleich hoch!

Fließt nun zum Beispiel Abwasser beim Dükereinlauf hinein, so erreicht dieses auf der anderen Seite dasselbe Höhenniveau und kann beinahe ohne Höhenverlust von dort weitergeleitet werden. Das Abwasser kann somit Hindernisse überwinden, ohne dass Pumpen eingesetzt werden müssen.

Zwei große Nachteile des Dükер sind jedoch einerseits die hohen Bau- und Betriebskosten und andererseits sind diese Bauwerke besonders anfällig für Verstopfungen. Deshalb ist bei Abwasserdükern eine regelmäßige Reinigung bzw. Spülung notwendig.

Kanalbau

Meist werden Kanäle im öffentlichen Grund (hauptsächlich Verkehrsflächen) verlegt, um einen ungehinderten Zutritt zu den Anlagenteilen, wie z.B. Schächte, Pumpwerke, zu haben. Wo dies nicht möglich ist, weicht man auf private Grundstücke aus.

Damit es zu keinen Frostschäden kommt, sind Kanäle in einer Mindesttiefe zu verlegen. In Österreich beträgt diese Mindesttiefe rd. 1,5 m. In Städten liegt die Kanalisation in der Regel in einer Tiefe von 1,8 bis 5 m.

Beim Bau eines Kanals ist auf vorhandene Einbauten, wie z. B. Telefon, Strom, Trinkwasser und Gas, Rücksicht zu nehmen. Oftmals sind vorhandene Einbauten umzulegen, neu zu verlegen oder der Kanal selbst tiefer zu verlegen, was die Baukosten für den Kanal erhöht.

Damit die Schwemmkraft des Wassers erhalten bleibt und es nicht zu Ablagerungen von Feststoffen kommt, werden Kanäle mit einem Gefälle errichtet. Hauskanäle weisen ein Gefälle von 1,5 bis 2 % auf. Sammel- bzw. Hauptkanäle können

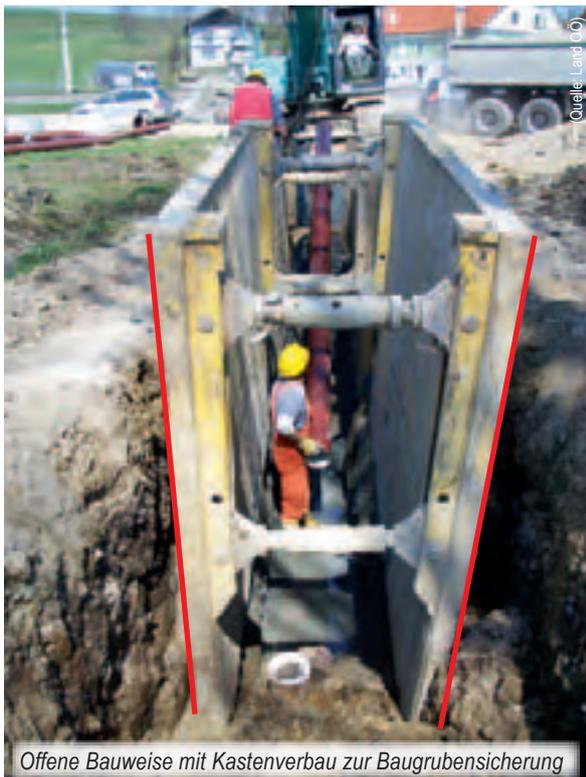
ein Gefälle von 0,5 % (in Ausnahmefällen sogar noch etwas darunter) haben, wenn dauernd eine entsprechende Abwassermenge im betreffenden Kanalabschnitt vorhanden ist.

Kanäle können in offener oder geschlossener Bauweise hergestellt werden.

Bei der offenen Bauweise wird ein Graben (Künette) ausgehoben und darin das Kanalrohr verlegt. Ganz wichtig sind hier die Sicherungsmaßnahmen! Um die Arbeiter in der Künette vor Einsturz des Erdreichs zu sichern, ist unbedingt ein sogenannter Verbau zu verwenden. Wenn ausreichend Platz zur Verfügung steht, kann die Baugrube auch seitlich abgeböschet werden, sodass kein Erdreich in die Grube stürzen kann.

Nachteile der offenen Bauweise sind u. a. Verkehrsbehinderungen, wenn der Kanal in der Straße errichtet wird.

Bei Druckleitungen, welche als Schlauchrollen angeliefert werden, kann die Herstellung mittels Pflug oder Fräse erfolgen – dies nennt man Einpflügen.





(Quelle: Land OÖ)

Einpfügen einer Druckleitung

Bei geschlossener (aufgrabungsfreier) Bauweise werden die Kanäle unterirdisch ohne Aufgrabung errichtet. Diese Bauweise wird bei großen Überdeckungshöhen (z. B. Straßen-, Eisenbahndämme), bei Querung stark befahrener Verkehrswege (z. B. Autobahnen) und im engen innerstädtischen Bereich angewendet. Dabei wird kein Graben ausgehoben, sondern es werden die Rohre z. B. mittels Pressung vorangetrieben.

Schächte werden großteils aus Fertigteilen (Schachtunterbau, Schachtringe, Schachtabdeckung) hergestellt. Bei Sonderformen wird oft der Schachtunterbau mit dem Gerinne örtlich hergestellt und danach der Schacht mit Fertigteilen (Ringe, Abdeckung) weiter aufgebaut.

Sonderbauwerke, wie Regenentlastungsbauwerke, werden vor Ort hergestellt, da diese je nach Erfordernis verschiedene Ausführungen haben.



(Quelle: LINZ AG)

Fertigteilschachtunterbau vor Einbau



(Quelle: LINZ AG)

Fertigteilschächte

Rohrmaterialien

Werkstoffe für Kanalrohre haben folgende Anforderungen zu erfüllen:

- physikalische Beständigkeit
- chemische Beständigkeit
- Wasserdichtheit
- Abriebfestigkeit
- lange Lebensdauer
- keine oder nur geringe Verformung infolge von Lasteinwirkung
- einfache und dichte Rohrverbindung

Die verwendeten Werkstoffe lassen sich in metallische oder nichtmetallische Werkstoffe unterteilen.

Als metallische Werkstoffe kommen Stahl oder Guss-eisen zur Anwendung. Nichtmetallische Werkstoffe für Kanalrohre sind vor allem Beton/Stahlbeton, Steinzeug, Kunststoffe wie PVC (Polyvinylchlorid), PP (Polypropylen), PE (Polyethylen), GFK (glasfaser-verstärkter Kunststoff), selten auch Klinker (Ziegel).

Nichtmetallische Werkstoffe

Klinker (unter hoher Temperatur gebrannter Tonziegel) gilt als ältester Werkstoff für Kanäle und ist sehr widerstandsfähig. Viele mit Klinker gemauerte Kanäle sind heute noch funktionsfähig. Aus Kosten- und Zeitgründen werden Klinkerziegel beim Kanalbau aber kaum mehr verwendet.



Steinzeugrohre

Steinzeug (unter hoher Temperatur gebrannter Ton) gilt als Nachfolger des Klinkers und wird immer noch beim Kanalbau verwendet. Steinzeug weist eine lange Lebensdauer und hohe Festigkeit auf, ist aber sehr schlagempfindlich. Das Verlegen der Steinzeugrohre ist dementsprechend aufwendig, die Arbeiter müssen sehr sorgsam mit dem Material umgehen.

Rohre und Schächte werden oft aus Beton/Stahlbeton gefertigt. Je nach Größe des Rohres bzw. Schachtes erfolgt der Einbau von Fertigteilen oder es wird vor Ort betoniert (z. B. große Rohrdimension bei Hauptsammler, Regenentlastungsbauwerke). Vor allem große Regenwasserkanäle werden aus Beton hergestellt. Kunststoffe (PVC, PP, PE) werden vor allem für Rohrdimensionen bis ca. DN 500 (Durchmesser in mm) verwendet. GFK gelangt auch bei größeren Dimensionen zur Anwendung.

Metallische Werkstoffe

Als metallische Werkstoffe werden Stahl und Gusseisen verwendet. Gusseisen ist sehr zäh und widerstandsfähig, daher kommt es vor allem dann zum Einsatz, wenn sehr hohe Anforderungen an die Rohre bestehen, insbesondere in schwierigem Gelände ohne Möglichkeit einer einwandfreien Bettung, z. B. im alpinen Raum (Gebirge). Rohre aus Stahl bzw. Gusseisen benötigen einen entsprechenden Oberflächenschutz, um Korrosion zu vermeiden.



Kanal aus Ziegel

Was gehört nicht ins Abwasser?



Unsere Kanalisation und unsere Kläranlagen vertragen vieles, jedoch kann über das WC entsorgter Abfall zu massiven Problemen bei der Abwasserbehandlung führen. Unter großem Arbeitsaufwand

und damit verbundenen zusätzlichen Kosten muss der Abfall wieder vom Abwasser getrennt werden. Giftige Substanzen können mitunter die Abwasserreinigung entscheidend beeinträchtigen.

Diese Stoffe gehören nicht ins Abwasser!	Was richten sie an?	Wohin damit?
Abflussreiniger	vergiften das Abwasser, zerfressen Rohrleitungen	stattdessen Flusensieb im Abfluss anbringen, Saugglocke verwenden
Akkus, Batterien	enthalten Schwermetalle, vergiften das Abwasser	zurück in den Fachhandel, im Altstoffsammelzentrum abgeben
Arzneimittel	vergiften das Abwasser	in der Apotheke, im Altstoffsammelzentrum abgeben
Bauschutt, Zement, Mörtelmasse, Zementschlämme	verbetonieren die Kanäle	bei Bauschutt-Recycling-Stelle entsorgen
Chemikalien, Farben, Lacke, Lösungsmittel, Nitroverdünnung, Fotochemikalien, Holzschutzmittel, Kosmetikartikel, Pflegemittel, Klebstoffe, ...	vergiften das Abwasser	als Problemstoff im Altstoffsammelzentrum abgeben
Frittierfett, Speiseöl	lagert sich in den Rohren und Kanälen ab, führt zu Verstopfungen und verursacht zusätzliche Kosten bei der Abwasserreinigung	im Fettkübel sammeln (Öli), im Altstoffsammelzentrum abgeben
Heftpflaster	müssen in der Kläranlage mühsam entfernt werden	in den Restmüll
Hygieneartikel (Binden, Slipeinlagen, Tampons, Windeln, Wattestäbchen, Feuchttücher etc.)	können zu Verstopfungen in den Rohrleitungen und in den Pumpwerken führen, müssen in der Kläranlage mühsam entfernt werden	in den Restmüll
Katzenstreu, Vogelsand	lagert sich in den Rohren ab und führt zu Verstopfungen	in den Restmüll
Korken	müssen in der Kläranlage mühsam entfernt werden	in den Restmüll
Mineralöle, Diesel, Benzin, Maschinenöle, Motoröl, Frostschutzmittel	vergiften das Abwasser und können im Kanalsystem zu Explosionsgefahr führen	zurück in den Fachhandel, in Haushaltsmengen im Altstoffsammelzentrum abgeben
Pflanzenschutzmittel	vergiften das Abwasser	als Problemstoff im Altstoffsammelzentrum abgeben
Schädlingsbekämpfungsmittel	vergiften das Abwasser	als Problemstoff im Altstoffsammelzentrum abgeben
Speisereste, verdorbene Lebensmittel, Schnittblumen, ...	führen zu Verstopfungen, verursachen Geruchsprobleme, müssen in der Kläranlage mit hohem Energieaufwand herausgeholt werden	Biotonne, Kompost
Styropor-Verpackungen, Kunststoffverpackungen	müssen mit hohem Aufwand aus dem Abwasser herausgeholt werden	gelber Sack, Leichtstoffbehälter, Altstoffsammelzentrum
Textilien, Strümpfe, Schuhe, ...	verstopfen Rohrleitungen und Pumpen, müssen mühsam entfernt werden	Altkleidersammlung oder in den Restmüll

Ein Sammelbecken voller Begriffe – Lösung

Beantworte die Fragen und du erhältst den Namen eines wichtigen Bauwerks in jeder Gemeinde.

1) Harn und Kot nennt man gemeinsam ...?

F Ä K A L I E N

2) Was verwendest du zum Haarewaschen?

S H A M P O O

3) Eine andere Bezeichnung für Harn ist?

U R I N

4) Die weißen Flocken vom Badezusatz nennt man?

S C H A U M

5) Die Flüssigseife beim Duschen nennt man?

D U S C H G E L

6) Die Hände werden beim Waschen sauber mit?

S E I F E

7) Beim Geschirrwaschen braucht man?

S P Ü L M I T T E L

8) In der Waschmaschine benutzt man?

W A S C H M I T T E L

9) Alle Substanzen zum Reinigen von Gegenständen heißen zusammen?

R E I N I G U N G S M I T T E L

10) Was macht die Wäsche weich und ist eigentlich gar nicht nötig?

W E I C H S P Ü L E R

11) Was sollte am WC nie ausgehen?

K L O P A P I E R

12) Flüssige Nahrungsmittel heißen?

G E T R Ä N K E

LÖSUNGSWORT:

K A N A L I S A T I O N

Ein Windstoß hat die Begriffe von der Pinnwand gefegt – ordne sie wieder richtig zu! – Lösung



Rätsel zum Düker bzw. Kreuzungsbauwerk – Lösung

					² H			⁵ K											
					I			A											
					N			N											
					D			A											
	¹ P	U	M	P	E		⁴ F	L	U	S	S								
					R			I											
					N			S											
					I			A											
³ H	Y	D	R	O	S	T	A	T	I	K									
								I											
								O											
		⁶ K	R	E	U	Z	U	N	G	S	B	A	U	W	E	R	K		

Aus welchem Unterrichtsfach stammt das Funktionsprinzip des Dükers?

Ordne die Buchstaben in den farblich hinterlegten Kästchen!

LÖSUNGSWORT: P H Y S I K

- 1) Welches Gerät ist beim Düker nicht erforderlich?
- 2) Was kann mit dem Düker überwunden werden?
- 3) Welchem Teilbereich der Physik kann das Funktionsprinzip des Dükers zugeordnet werden?
- 4) Nenne ein Hindernis, bei welchem ein Düker erforderlich ist bzw. sein kann!
- 5) Der Düker ist ein Bauwerk der ...?
- 6) Eine andere Bezeichnung für den Düker ist ...?

Kannst du folgende Fragen beantworten? – Lösung

Die Aufgaben der Kanalisation bestehen also in der

- S ammmlung _____ und
- A bleitung _____ der Abwässer.

Die Anforderungen an eine Kanalisation sind:

wasserdichte Ausführung, ausreichendes Gefälle, ausreichende Mindesttiefe, die Rohre und Schächte müssen resistent gegen chemische und physikalische Beeinflussung sein, kostengünstig in Errichtung und Unterhalt, lange Lebensdauer

Welche Arten von Kanalisationen gibt es?

- Mischkanalisation oder Mischsystem
- 2 Vorteile: geringer Platzbedarf, geringere Baukosten
- 1 Nachteil: größere Dimensionierung von Kläranlagen erforderlich
- Trennkanalisation oder Trennsystem
- 2 Vorteile: kleinerer Rohrdurchmesser, kleinere Kläranlagen
- 1 Nachteil: höhere Bau- und Betriebskosten (zwei Kanalstränge)

Schächte dienen zur: Wartung, Kontrolle und zur Be- und Entlüftung der Kanalisation.

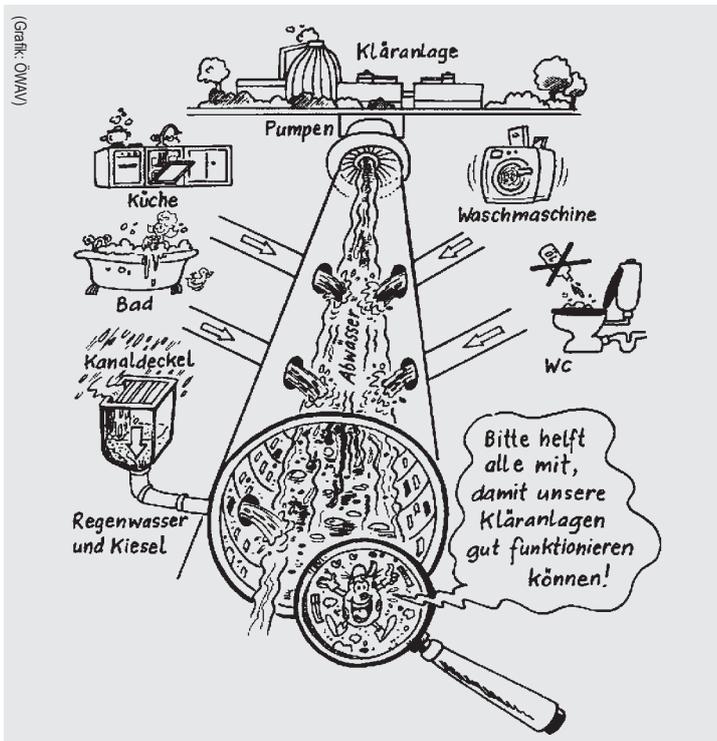
Pumpwerke braucht man, um: das Abwasser von einem tiefer liegenden Punkt zu einem höher liegenden Punkt zu transportieren.

Das Einsteigen in die Schächte ist gefährlich, weil: im Kanal gefährliche Gase, wie Methan, entstehen können.

Kanalisation

Was versteht man unter „Kanalisation“ und was ist ein „Kanal“?

Ein Kanal ist eine unterirdisch erbaute „Wasserstraße“ – ein großes, dickes Rohr, in dem unser Abwasser gesammelt und transportiert wird. In einer Stadt münden die Abwasserrohre aus allen Häusern in einen Hauptkanal und dieser führt zur nächsten Kläranlage. Das gesamte System nennt man Kanalisation. Unsere Kanalisationen funktionieren nach dem Prinzip der Schwemmkanalisation.



Ein Gefälle ist nötig (Transport von einem höheren zu einem tiefer liegenden Punkt), um die Schwemmkraft des anfallenden Abwassers nutzen zu können.

Zwei weitere Kriterien sind wasserdichte Rohre und Verbindungen, um eine Verunreinigung des Grundwassers zu vermeiden und eine lange Lebensdauer (> 50 Jahre).

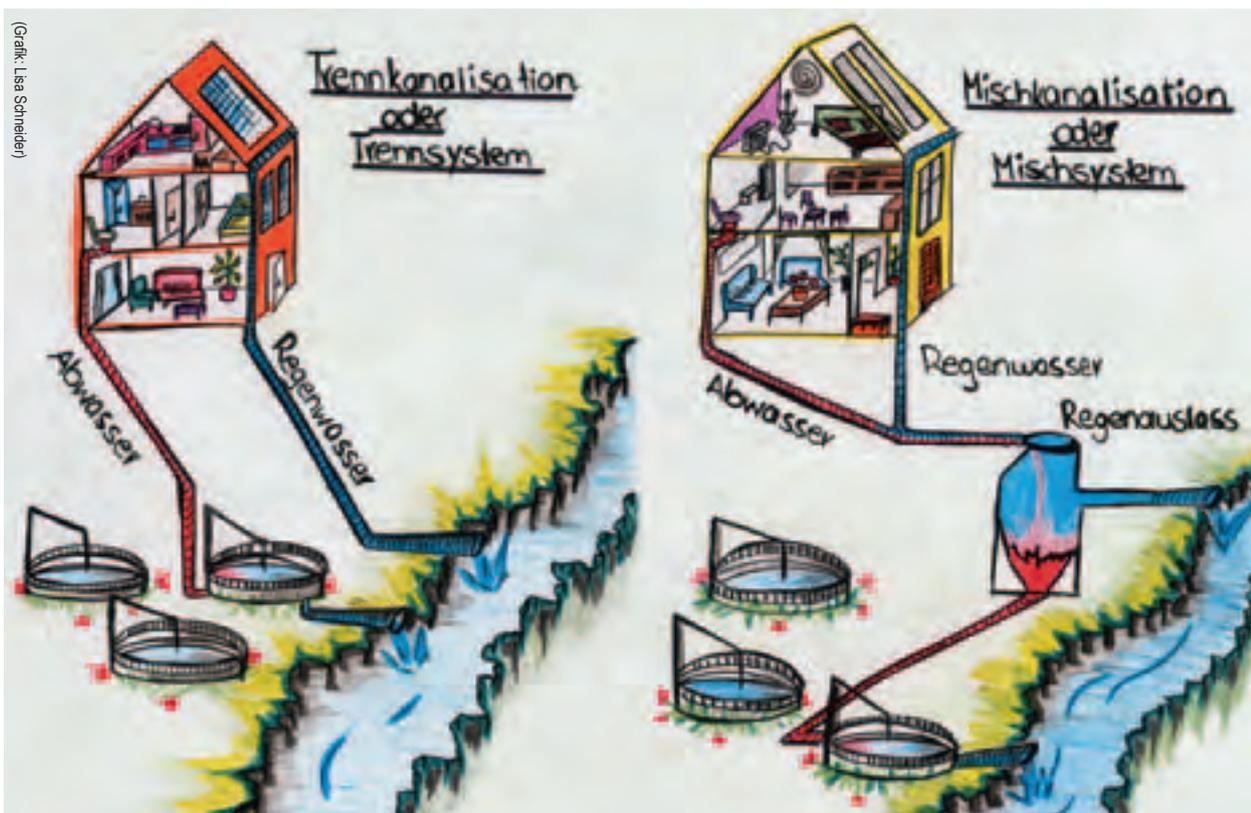
Die Kanalisation sammelt und leitet neben unserem Schmutzwasser (aus Bad, WC, Küche etc.) auch das Regenwasser ab. Das Schmutzwasser gelangt zur Kläranlage, wo es gereinigt wird. Die nicht verunreinigten Regenwässer werden in ein Oberflächengewässer (Bach, Fluss, See) eingeleitet.



Welche Arten von Kanalisationen (Entwässerungsverfahren) gibt es?

- **Mischkanalisation** oder **Mischsystem** (vor allem in Städten)
- **Trennkanalisation** oder **Trennsystem** (vor allem im ländlichen Raum oder städtischen Randbereich)

Das Für und Wider der beiden Systeme – Vergleiche	
MISCHKANALISATION	TRENNKANALISATION
Schmutzwasser und Regenwasser werden gemeinsam in einem Rohr gesammelt und zur Kläranlage abgeleitet.	Schmutzwasser und Regenwasser werden in getrennten Rohren gesammelt und abgeleitet. Während das Schmutzwasser zur Kläranlage abgeleitet und dort gereinigt wird, wird das Regenwasser in ein Gewässer eingeleitet.
Geringerer Platzbedarf, weil nur ein Kanalrohr verlegt wird.	Platz für zwei Kanalrohre erforderlich.
Größere Kanalprofile erforderlich, da Schmutz- und Regenwasser im selben Kanal gesammelt und abgeleitet werden.	Kleinere Rohrdurchmesser.
Größere Dimensionierung von Kläranlage und Pumpwerken erforderlich, weil das „eigentlich saubere“ Regenwasser zum Teil mitbehandelt wird.	Kleinere Kläranlagen und Pumpwerke sind ausreichend.
Sauberes Regenwasser wird durch Vermischung mit Schmutzwasser wieder verunreinigt.	Sauberes Regenwasser wird in ein Gewässer abgeleitet.
Geringere Baukosten (ein Kanalstrang).	Höhere Bau- und Betriebskosten (zwei Kanalstränge).



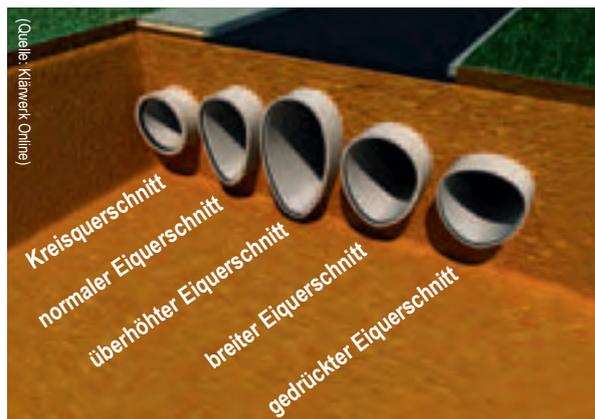
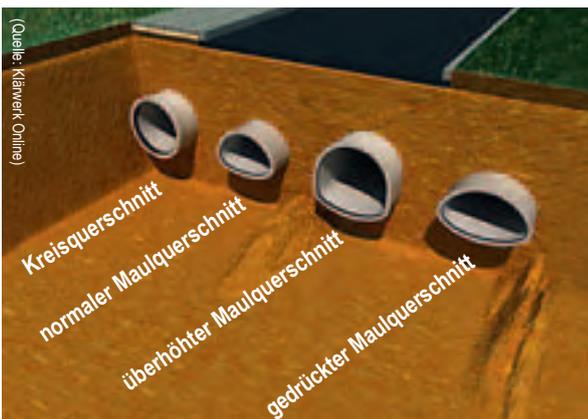
Bauwerke einer Kanalisation

- Ein wichtiger Bestandteil einer Kanalisation sind neben den Kanalrohren die Schächte. Sie dienen zur Wartung, Kontrolle und zur Be- und Entlüftung der Kanalisation. Das Einsteigen in Kanalschächte birgt durchaus einige Gefahren. Durch im Kanal entstehende Gase (z. B. Methan) kann es zu gefährlichen Situationen kommen. Wenn jemand in den Kanal einsteigt, ist jedenfalls die Anwesenheit einer zweiten Person als Beobachter und die Verwendung von entsprechender Sicherheitsausrüstung unbedingt erforderlich und gesetzlich vorgeschrieben.
- Muss das Abwasser von einem tiefer liegenden zu einem höheren Punkt transportiert werden, benötigt man ein Pumpwerk.
- Kreuzt sich der Kanal mit einem Hindernis (z. B. Fluss, Bach, Tunnel oder Straße), ist ein Düker (= Kreuzungsbauwerk) erforderlich. Der Düker ist die Unterführung eines Rohres (z. B. Abwasserkanal) unter einem Hindernis und funktioniert nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren (Physikunterricht: Hydrostatik). Das Abwasser kann dadurch Hindernisse überwinden, ohne dass Pumpen eingesetzt werden müssen.



Wie sieht so ein Kanalquerschnitt aus?

Als häufigste Formen eines Kanalquerschnittes werden das Kreis- und das Eiprofil verwendet. Hausanschlüsse haben Kreisquerschnitte mit einem Durchmesser von mindestens 15 cm. Welcher Querschnitt (Profil) verwendet wird, hängt von der durchfließenden Abwassermenge und dem Gefälle ab.



Wie wird ein Kanal gebaut?

- Kanäle werden meistens auf öffentlichem Grund (z. B. Verkehrsflächen) errichtet, damit ein ungehinderter Zutritt zu den Anlageteilen, wie z. B. Schächte oder Pumpwerke, jederzeit möglich ist.
- In Österreich werden Kanäle in einer Mindestdiefe von rund 1,5 m verlegt, um Frostschäden zu vermeiden.
- Unter der Erdoberfläche liegen nicht nur Abwasserkanäle vergraben. Beim Bau eines Kanals ist z. B. auf Leitungen für die Telekommunikation (Telefon, Fernsehen, Internet etc.) sowie Strom-, Trinkwasser- und Gasleitungen Rücksicht zu nehmen.

Kanäle können auf zwei Arten errichtet werden

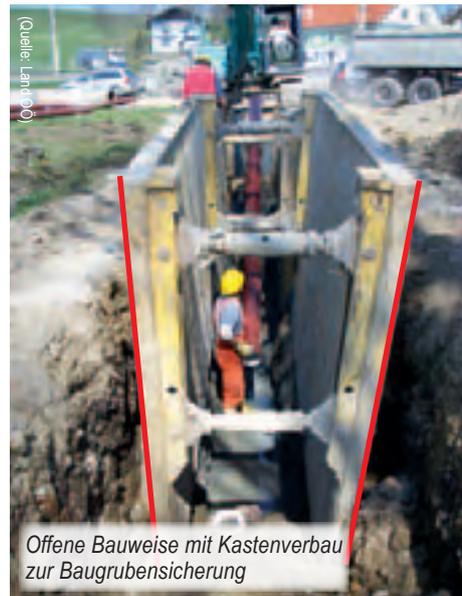
- **Offene Bauweise:** Ein Graben wird ausgehoben und darin das Kanalrohr verlegt. Bei einer Bautiefe über 1,25 m müssen außerdem aufwendige Sicherheitsmaßnahmen gegen einen Einsturz der Baugrube getroffen werden.
- **Geschlossene Bauweise:** Die Kanäle werden unterirdisch ohne Aufgrabung errichtet. Das macht man bei großen Überdeckungshöhen (z. B. Straßen- und Eisenbahndämme), bei der Querung stark befahrener Verkehrswege (z. B. Autobahn) und in engen innerstädtischen Bereichen. Hier wird mit Maschinen das Kanalrohr durch das Erdreich gepresst.

Welche Materialien werden für die Rohre verwendet?

Bei der Herstellung von Kanälen müssen die Werkstoffe z. B. folgende Anforderungen erfüllen:

- Wasserdichtheit
- lange Lebensdauer
- einfache und dichte Rohrverbindungen

Verwendet werden metallische Werkstoffe (Stahl oder Guss-eisen) und nichtmetallische, wie z. B. Beton/Stahlbeton, Kunststoffe wie PVC (Polyvinylchlorid), PP (Polypropylen), PE (Polyethylen), GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff), selten auch Klinker (Ziegel).



Offene Bauweise mit Kastenverbau zur Baugrubensicherung



Einpfügen einer Druckleitung



Fertigteilschachtunterbau vor Einbau



Steinzeugrohre

Ein Sammelbecken voller Begriffe

Beantworte die Fragen und du erhältst den Namen eines wichtigen Bauwerks in jeder Gemeinde.

1) Harn und Kot nennt man gemeinsam ...?

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2) Was verwendest du zum Haarewaschen?

--	--	--	--	--	--	--	--

3) Eine andere Bezeichnung für Harn ist?

--	--	--	--

4) Die weißen Flocken vom Badezusatz nennt man?

--	--	--	--	--	--

5) Die Flüssigseife beim Duschen nennt man?

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

6) Die Hände werden beim Waschen sauber mit?

--	--	--	--	--

7) Beim Geschirrwaschen braucht man?

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

8) In der Waschmaschine benutzt man?

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

9) Alle Substanzen zum Reinigen von Gegenständen heißen zusammen?

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

10) Was macht die Wäsche weich und ist eigentlich gar nicht nötig?

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

11) Was sollte am WC nie ausgehen?

--	--	--	--	--	--	--	--

12) Flüssige Nahrungsmittel heißen?

--	--	--	--	--	--	--

LÖSUNGSWORT:														
---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ein Windstoß hat die Begriffe von der Pinnwand gefegt – ordne sie wieder richtig zu!



Duschgel, Seife

Fäkalien, Urin

Toilettenpapier

Shampoo

Geschirrspülmittel

Akkus, Batterien

Speisereste

Frittierfett, Öl

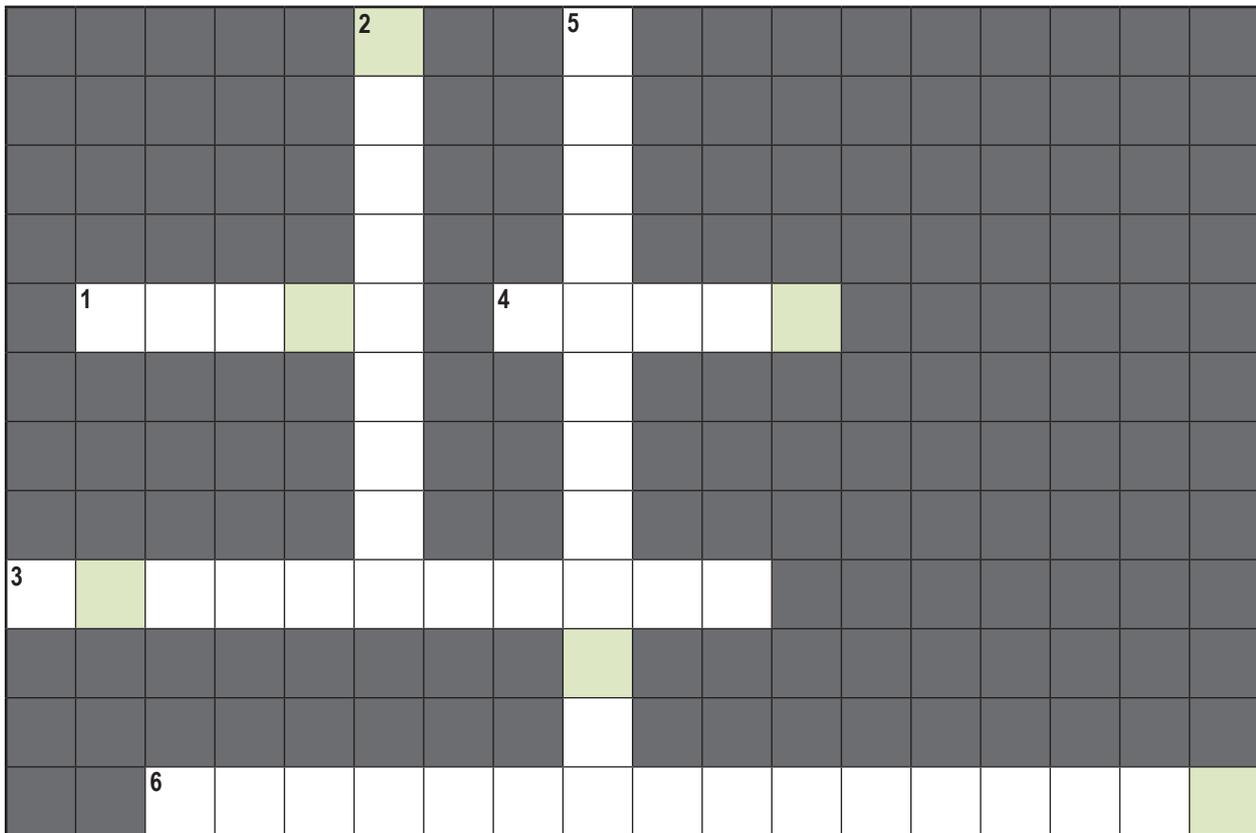
Windeln, Tampons

Arzneimittel

Katzenstreu

Waschmittel

Rätsel zum Düker bzw. Kreuzungsbauwerk



Aus welchem Unterrichtsfach stammt das Funktionsprinzip des Dükers?
 Ordne die Buchstaben in den farblich hinterlegten Kästchen!

LÖSUNGSWORT:

--	--	--	--	--	--	--	--

- 1) Welches Gerät ist beim Düker nicht erforderlich?
- 2) Was kann mit dem Düker überwunden werden?
- 3) Welchem Teilbereich der Physik kann das Funktionsprinzip des Dükers zugeordnet werden?
- 4) Nenne ein Hindernis, bei welchem ein Düker erforderlich ist bzw. sein kann!
- 5) Der Düker ist ein Bauwerk der ...?
- 6) Eine andere Bezeichnung für den Düker ist ...?

Kannst du folgende Fragen beantworten? – Lösung

Die Aufgaben der Kanalisation bestehen also in der

- S _____ und
- A _____ der Abwässer.

Die Anforderungen an eine Kanalisation sind:

Welche Arten von Kanalisationen gibt es?

- _____
- 2 Vorteile: _____
- 1 Nachteil: _____
- _____
- 2 Vorteile: _____
- 1 Nachteil: _____

Schächte dienen zur: _____

Pumpwerke braucht man, um: _____

Das Einsteigen in die Schächte ist gefährlich, weil: _____



LAND

OBERÖSTERREICH

Funktion einer Kläranlage

Kläranlage



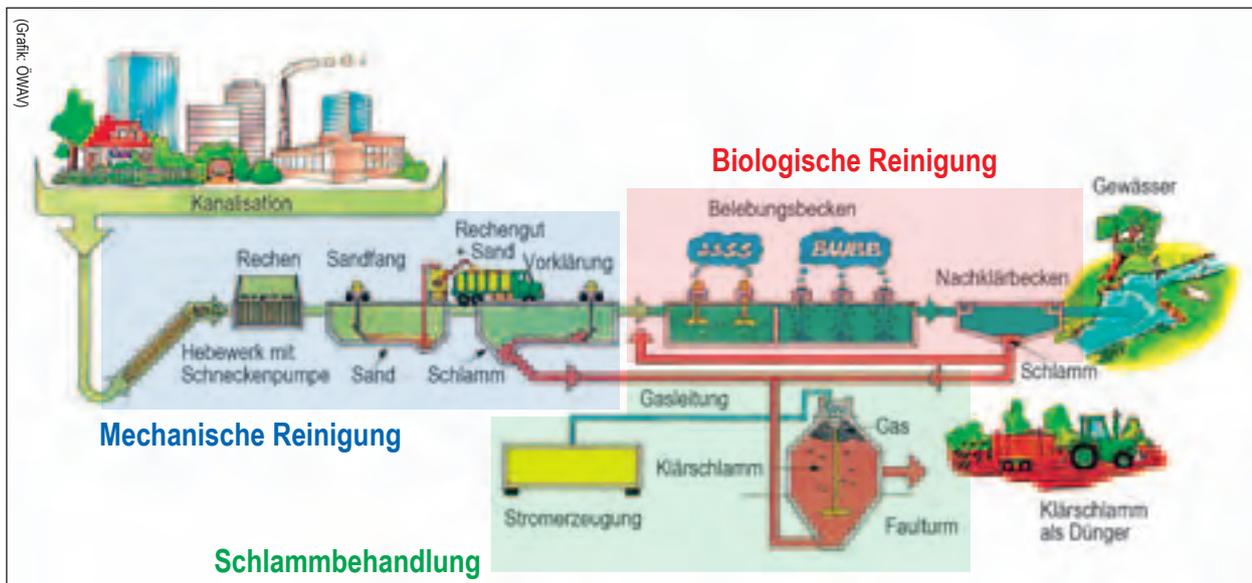
Mechanische Reinigung	2
Biologische Reinigung	4
Weitergehende Reinigung	6
Schlammbehandlung.....	7
Welche Kläranlagen gibt es noch?	8
Arbeitsblätter für Schüler.....	1 – 4
Versuche.....	5 – 9

oö.
AKADEMIE FÜR
UMWELT UND NATUR

LINZ AG
ABWASSER



Funktion einer Kläranlage



Was in den Kanal gelangt – über die Toiletten, Waschbecken, Straßeneinläufe, ... –, landet in der Kläranlage.

Bei der Abwasserreinigung, die bei uns in biologischen Kläranlagen erfolgt, werden in mehreren Stufen die unterschiedlichsten Stoffe aus dem Abwasser entfernt, bevor das geklärte Abwasser in ein Gewässer – in der Fachsprache wird dieses als Vorfluter bezeichnet – eingeleitet wird.

In der ersten Stufe einer Kläranlage, der mechanischen Reinigung, werden grobe Bestandteile, Schwimmstoffe und absetzbare Stoffe aus dem Abwasser entfernt. Die Abtrennung kann durch Rechen, Sieb, Sandfang, Fettfang und Vorklärbecken erfolgen.

Die zweite Stufe, die biologische Reinigung, bringt die gut löslichen Abwasserbestandteile in Kontakt mit Mikroorganismen, die vom Abbau der organischen Verbindungen leben und sich dabei vermehren (Belebtschlamm). In den größeren Kläranlagen durchläuft das Abwasser zur besseren Reinigung noch weitergehende Reinigungsstufen.

Bei der Klärung des Abwassers entstehen Abfallprodukte, die zu entsorgen sind. Dazu zählen das anfallende Rechengut, der abgesetzte Sand und der abgezogene Schlamm aus den Vorklärbecken und der biologischen Reinigung. Bei entsprechender Aufbereitung des anfallenden Schlammes und Sandes können die gewonnenen Produkte einer weiteren Verwendung zugeführt werden. Vor allem die Behandlung des Schlammes hat einen großen Stellenwert. Dieser ist so aufzubereiten, dass eine bedenkenlose Zwischenlagerung oder landwirtschaftliche Wiederverwertung möglich ist. Dieser Prozess erfolgt auf der Kläranlage im Bereich der Schlammbehandlung.



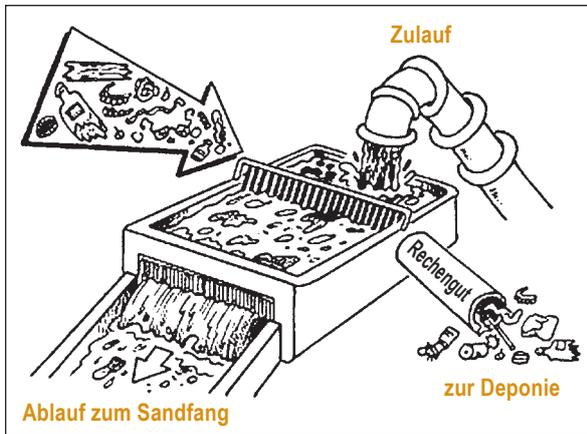
Wissen Ihre Schüler, wo die zentrale Kläranlage ihrer Gemeinde steht?

Der Klärwärter wird sicher bereit sein, den Schülern die Anlage zu zeigen und zu erklären. Vereinbaren Sie einfach einen Termin. Erkundigen Sie sich auch, welche Abwassermenge tagtäglich gereinigt werden muss.

Mechanische Reinigung

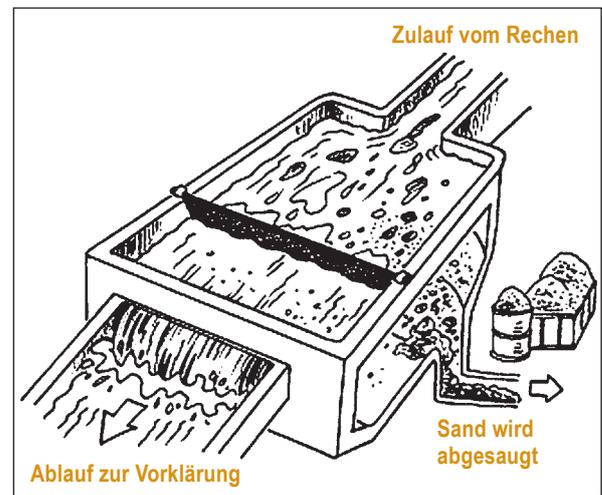
Rechen, Sieb

Das Abwasser kommt über das Kanalnetz zur Kläranlage und gelangt dort zuerst zur mechanischen Reinigung. Mit Rechen oder Sieb werden Grobstoffe wie Papier, Laub, Holzstücke, aber auch Plastikbehälter, Blechdosen, Hygieneartikel etc., die von manchen Menschen leider in die Toilette anstatt in den Abfalleimer geworfen werden, aus dem Abwasser entfernt. Das entfernte Rechengut gelangt auf eine Abfalldeponie.



Sandfang

Im Sandfang fließt das Wasser langsamer und so kann der Sand (und ähnlich schwere Bestandteile) zu Boden sinken, von wo er dann abgezogen wird. Der Sand wird in weiterer Folge deponiert oder nach einer Reinigung in einer Sandwaschanlage so aufbereitet, dass er z. B. als Baustoff wieder verwendet werden kann. Manche Sandfänge sind so konstruiert, dass Fett und Öl, das eigentlich nicht in das Abwasser gelangen sollte, an der Oberfläche aufschwimmen und von dort entfernt werden kann.



Stabrechen

(Quelle: LINZ AG)



Langsandfang

(Quelle: LINZ AG)

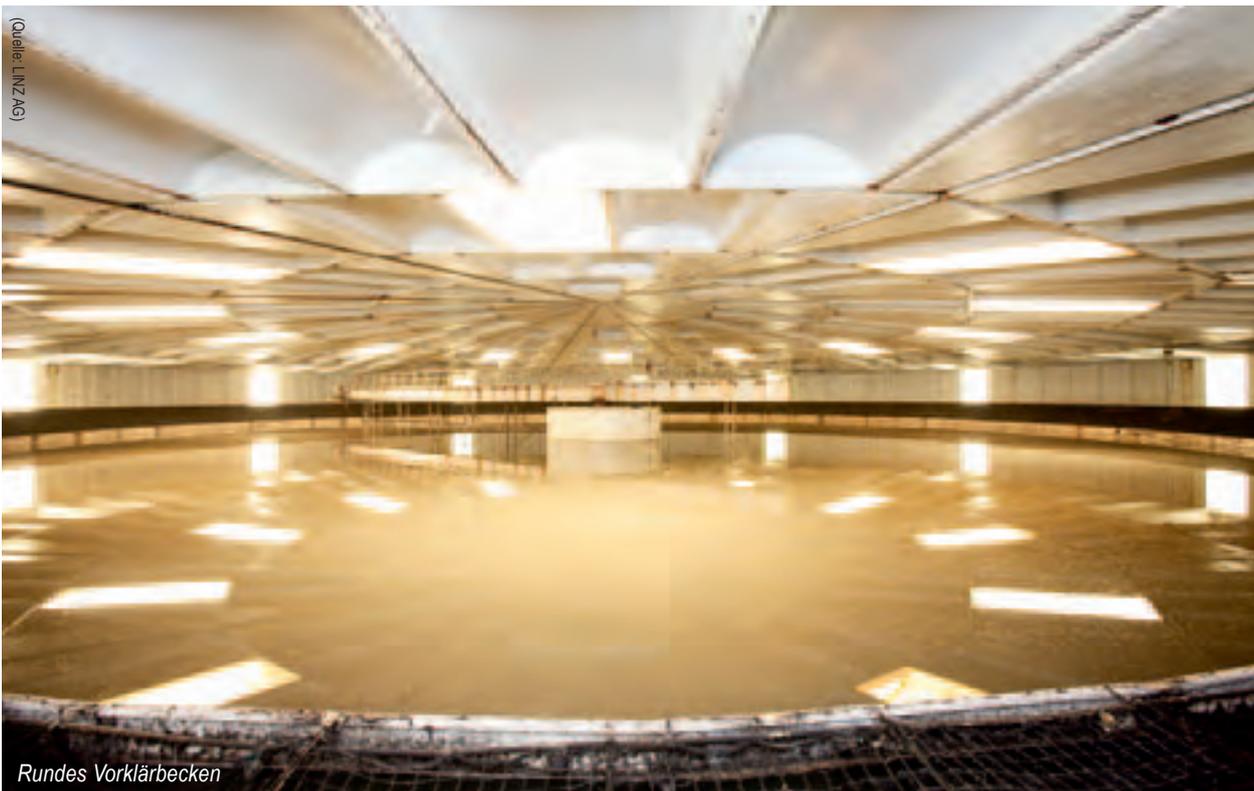
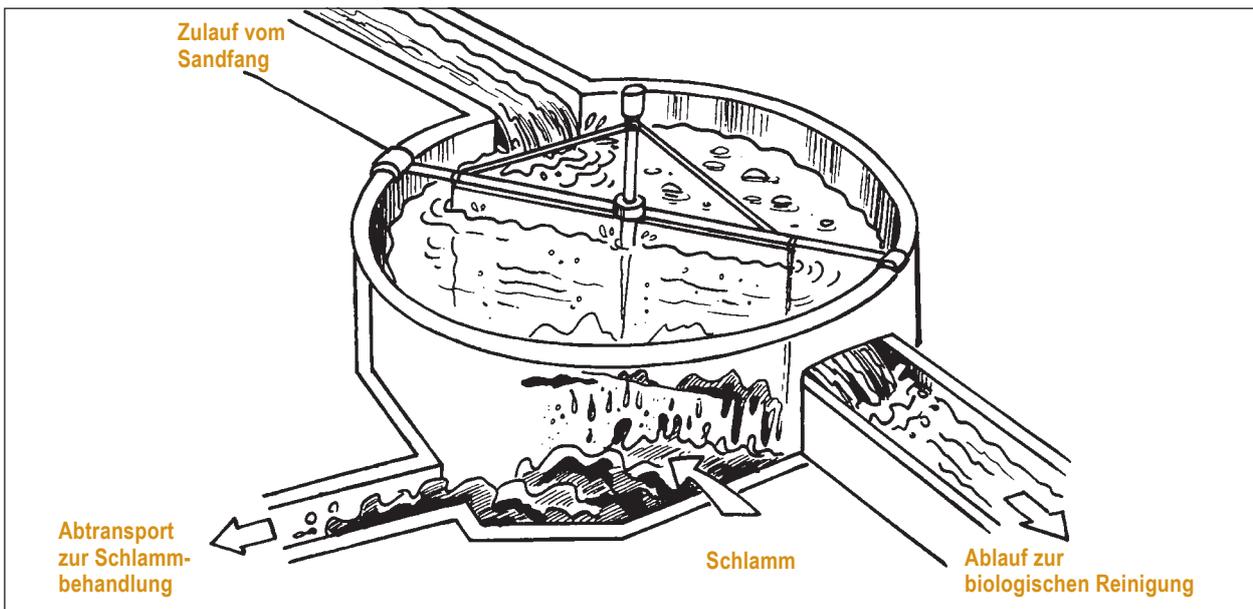


Funktion von Sandfang und Vorklärbecken

Das kann man ganz leicht ausprobieren: Erde in einem Kübel Wasser verrühren und ein paar Minuten stehen lassen. Man sieht, dass sich die Erde am Boden sammelt.

Vorklärbecken

Im Vorklärbecken wird die Fließgeschwindigkeit des Abwassers noch mehr verringert als im Sandfang. Dadurch sinken auch leichtere Teilchen zu Boden. Der sich am Boden ansammelnde Schlamm wird dort abgezogen und gelangt in die Schlammbehandlung.



(Quelle: LINZ AG)

Rundes Vorklärbecken

Biologische Reinigung

Bei der biologischen Abwasserreinigung werden Schwebstoffe und gelöste Stoffe aus dem Abwasser entfernt. Mikroorganismen, vor allem Bakterien, ernähren sich von den Abwasserinhaltsstoffen. Mikroorganismen sind überall in der Natur vorhanden, auch in den natürlichen Gewässern, wo sie an deren Selbstreinigung wesentlich beteiligt sind. Diese natürlichen Prozesse werden in den technischen Anlagen der Kläranlage genutzt, wo die Reinigung im Prinzip ähnlich erfolgt wie die Reinigung des Wassers in der freien Natur.

Mit der heutigen Technik wird bei der biologischen Abwasserreinigung eine sehr gute Reinigungsleistung erzielt. Trotzdem ist dieses gereinigte Abwasser kein Trinkwasser und auch kein Badewasser.

Das weltweit bedeutendste Verfahren der biologischen Abwasserreinigung ist das Belebtschlammverfahren. Es besteht aus dem Belebungsbecken und dem Nachklärbecken.

Belebungsbecken

Von der mechanischen Reinigungsstufe gelangt das Abwasser in das Belebungsbecken. In diesem Be-

cken wird das Abwasser gemischt und belüftet. Der zum biologischen Abbau erforderliche Sauerstoff wird mit Belüftungseinrichtungen eingetragen. Das Abwasser wird durch Mikroorganismen gereinigt, wobei die organischen Stoffe des Abwassers aufgenommen und in absetzbare Biomasse übergeführt werden. Dieser Vorgang dauert einige Stunden.



Bei diesem Belebungsbecken kann man an den Wasserblasen gut erkennen, dass Luft in das Becken eingeblasen wird.

(Quelle: Land OÖ)

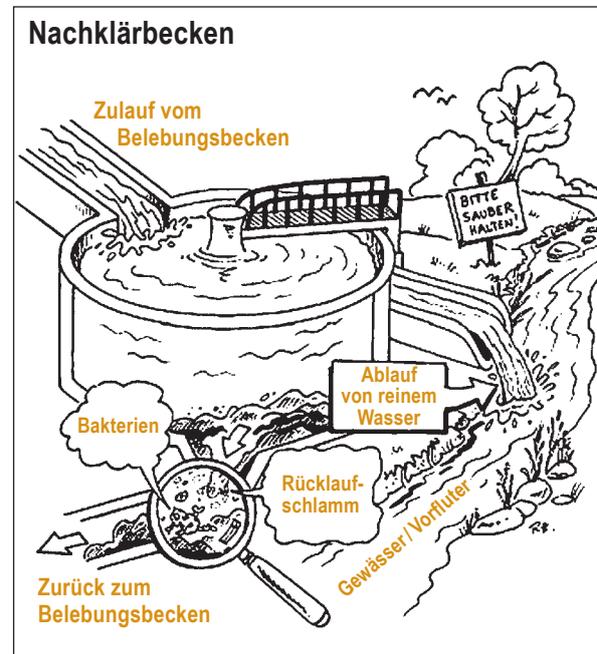
Nachklärbecken

Das Belebtschlamm-Wassergemisch fließt vom Belebungsbecken in das Nachklärbecken. Hier erfolgt nun die Trennung des gereinigten Abwassers vom belebten Schlamm. Das ist ein rein physikalischer Vorgang: Der schwere Schlamm sinkt zu Boden, das reine Wasser bleibt an der Oberfläche zurück.

Der am Boden abgesetzte Schlamm wird mittels eines Pumpwerkes in das Belebungsbecken zurückgeführt. Dort wird der Schlamm, in dem sich Bakterien und Kleinstlebewesen befinden, wieder für den Abbau der organischen Abwasserinhaltsstoffe benötigt. Da im Laufe der Zeit immer mehr Schlamm entsteht, muss ein bestimmter Anteil dieses Schlammes als Überschussschlamm aus dem System entfernt werden.

Das reine Wasser wird im oberen Randbereich der Nachklärung abgezogen und gelangt schließ-

lich in den Vorfluter. Der Ablauf einer Kläranlage wird streng überwacht, damit das Gewässer nicht unzulässig belastet wird.



Weitergehende Reinigung

In der weitergehenden Reinigung kommt es vor allem zur Entfernung von noch vorhandenen Stickstoff- und Phosphorverbindungen aus dem Abwasser. Stickstoff und Phosphor im Übermaß stellen als Pflanzennährstoffe eine Bedrohung für die Gewässer, aber auch der Meere, dar. Als Folge eines überreichen Nährstoffangebotes wird in den Gewässern ein übermäßiges Pflanzenwachstum (Algen) ausgelöst und dadurch das Gleichgewicht gestört.

Die Entfernung der Stickstoffverbindungen erfolgt in der Kläranlage durch einen biologischen Prozess. Dies bedeutet, dass man die Aufenthaltszeit des Abwassers in den Belebungsbecken erhöht und die Belüftung variiert, um so das Wachstum und die Aktivität nährstoffabbauender Mikroorganismen gezielt zu fördern.

Auch die Phosphorverbindungen können auf biologischem Weg aus dem Abwasser entfernt werden. Doch ist die Phosphorreduktion auf chemischem Weg effektiver. Um Phosphorverbindungen

aus dem Abwasser chemisch zu entfernen, werden Fällmittel – wie zum Beispiel Eisensalze – dem Abwasser beigemischt, die dann mit den gelösten Phosphaten reagieren. Es bilden sich ungelöste Verbindungen mit Flockenstruktur, die im Nachklärbecken absinken und mit dem Schlamm aus dem Abwasser entfernt werden.

Spezialverfahren zur weitergehenden Reinigung des Abwassers werden in kommunalen Kläranlagen in der Regel nicht angewendet. Zu diesen Verfahren gehören zum Beispiel Filtrationen, Desinfektion oder Aktivkohleadsorption.

Verfahrenstechnisch ist es möglich, die meisten Inhaltsstoffe aus dem Abwasser zu entfernen. Es ist jedoch sinnvoller, wenn problematische Stoffe gar nicht erst mit dem kommunalen Abwasser vermischt werden, sondern schon an der Stelle ihrer Entstehung zurückgehalten werden. Die Spezialverfahren sind meist sehr kostspielig und werden vor allem zur gezielten stoffspezifischen Reinigung in der Industrie eingesetzt. Mehr dazu gibt es im Kapitel Industrielle Abwässer.



Schlammbehandlung

Der abgesetzte Schlamm wird vom Boden des Vorklärbeckens und des Nachklärbeckens abgezogen und der Schlammbehandlung zugeführt. Bei größeren Kläranlagen gelangt der Schlamm in den Faulturm, wo er etwa drei bis vier Wochen verbleibt. Luft bzw. Sauerstoff bekommen die Mikroorganismen, die sich im Schlamm befinden, nicht mehr. Es entstehen Faulprozesse. Nach ca. 20 Tagen hat sich die Menge der Mikroorganismen um ein Drittel verringert. Während dieses Prozesses entsteht Faulgas, dabei handelt es sich größtenteils um Methan, das zu Heizzwecken, aber auch zur Erzeugung von Strom verwendet werden kann. Der ausgefaulte, geruchsneutrale Schlamm wird ent-

weder in nasser oder entwässerter Form als Dünger auf landwirtschaftliche Felder aufgebracht, deponiert oder verbrannt. Genaueres zur Schlammbehandlung gibt es im Kapitel Klärschlamm.



„Alte Weisheit“

„Wenn das Wasser über sieben Steine rinnt, dann ist es wieder sauber“, lautet eine alte Weisheit. Ganz so einfach ist es aber doch nicht, wie die einzelnen Reinigungsstufen der Kläranlage zeigen. Oder ist doch etwas Wahres an der Aussage?

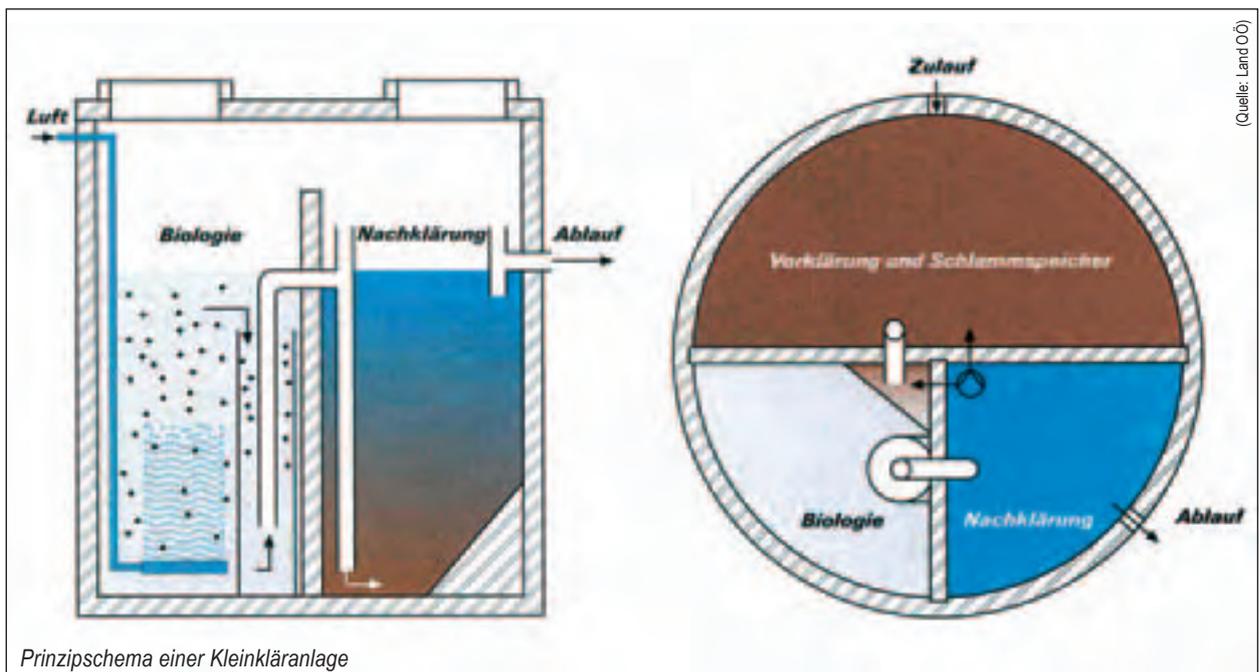


Welche Kläranlagen gibt es noch?

Neben der zuvor beschriebenen häufig anzutreffenden Form einer zentralen Kläranlage gibt es noch eine Vielzahl an weiteren unterschiedlichen Anlagentypen. Je nach Abwassermenge und Inhaltsstoffen im Abwasser sowie unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse gibt es zahlreiche Möglichkeiten, eine Kläranlage zu errichten und zu betreiben. Im Folgenden finden sich Beispiele für häufig verwendete kleinere Kläranlagentypen.

Kleinkläranlagen

Kleine Abwasserreinigungsanlagen, die für einzelne Objekte Verwendung finden, werden als Kleinkläranlagen bezeichnet. Dabei handelt es sich um Anlagen für die Abwasserreinigung von bis zu 50 Einwohnern. Diese Anlagen werden als Fertigteile geliefert und können relativ einfach eingebaut werden. Die Funktion ist ähnlich wie bei Großanlagen und es erfolgt bei heute üblichen Anlagen ebenfalls eine vollbiologische Reinigung. In abgelegenen Gebieten sind diese Anlagen eine wirtschaftliche Alternative zum Kanalanschluss. Die Ableitung der gereinigten Abwässer erfolgt wie bei großen Anlagen in ein Gewässer.



Prinzipschema einer Kleinkläranlage

Pflanzenkläranlagen

Eine besondere Form der biologischen Abwasserreinigung stellt die Pflanzenkläranlage, die technisch richtig als „bepflanzter Bodenfilter“ bezeichnet wird, dar. Das Abwasser sickert nach einer mechanischen Vorreinigung durch einen bepflanzten Bodenfilter, der überwiegend mit Schilf und anderen Sumpfpflanzen bewachsen ist. Das Abwasser wird innerhalb des Bodenkörpers gereinigt. Dieser ist mit Pflanzenwurzeln durchwachsen und dient als Lebensraum für Mikroorganismen, die zum Abbau der Abwasserinhaltsstoffe beitragen. Die Ableitung der gereinigten Abwasser erfolgt über einen Messschacht in ein Gewässer.

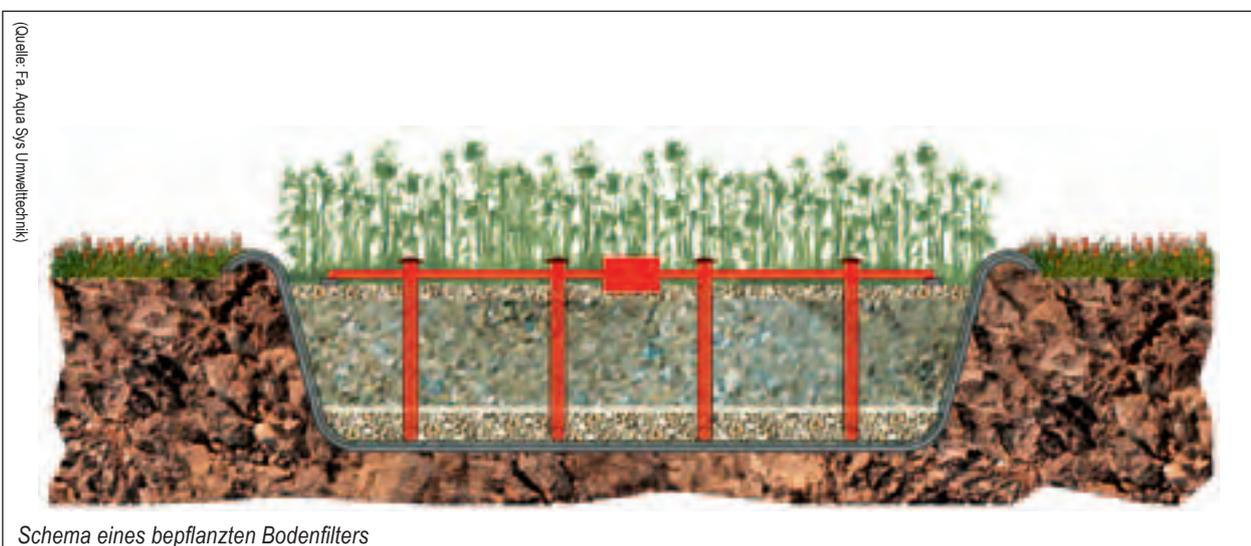
Eine Pflanzenkläranlage eignet sich vor allem für kleinere Abwassermengen in ländlichen Gebieten, da viel Platz erforderlich ist. Können die Abwässer der Pflanzenkläranlage im freien



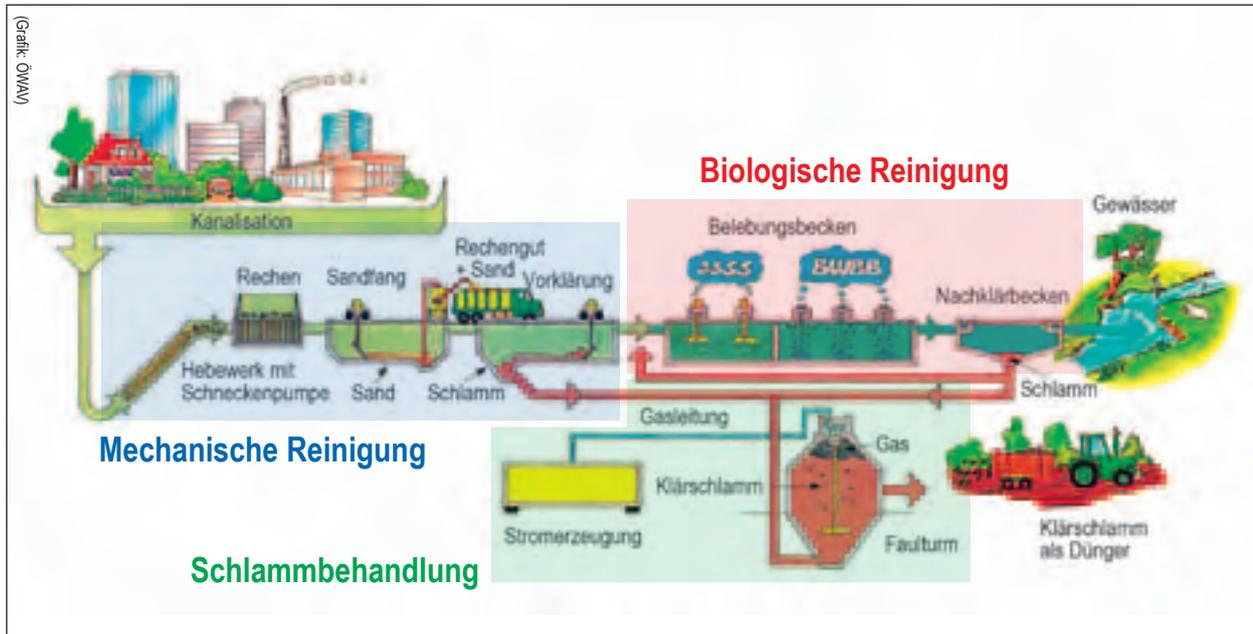
Pflanzenkläranlage

Viele Leute glauben, dass die Reinigung der Abwässer in einer Pflanzenkläranlage durch die angesetzten Pflanzen geschieht. Das ist aber falsch! Die Reinigung übernehmen – wie auch bei anderen Kläranlagen, den sogenannten konventionellen Belebtschlammanlagen – die Mikroorganismen, die in einer Pflanzenkläranlage im Bodenfilter angesiedelt sind. Um optimale Lebensbedingungen für die Mikroorganismen zu schaffen, werden vorwiegend Pflanzentypen angesetzt, die den Bodenfilter ausreichend mit Sauerstoff versorgen können, z. B. Schilfrohr.

Gefälle zugeleitet werden, benötigt man für den Betrieb der Anlage keinen Strom.



Funktion einer Kläranlage



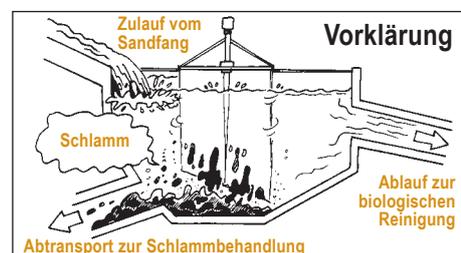
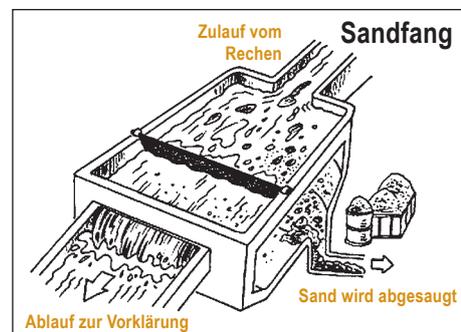
In der Kläranlage wird das verschmutzte Wasser aus den Haushalten, Gewerbebetrieben und der Industrie gereinigt. Dazu durchfließt das Abwasser mehrere Stationen.

Mechanische Reinigung

Dabei werden mithilfe von einem Rechen oder einem Sieb Grobstoffe wie Papier, Laub, Holzstücke, aber auch Plastikbehälter, Blechdosen, Hygieneartikel (die u. a. von manchen Menschen in die Toilette statt in den Abfalleimer geworfen werden), aus dem Abwasser entfernt. Das sogenannte Rechengut wird zur Abfalldeponie verbracht.

Danach kommt das Abwasser in den Sandfang. Hier fließt es langsamer, damit Sand und ähnlich schwere Bestandteile zu Boden sinken können.

Die letzte Station der mechanischen Reinigung ist das Vorklärbecken. Jetzt wird die Fließgeschwindigkeit des Abwassers noch mehr verringert. Dadurch sinken auch sehr leichte Teilchen zu Boden. Der unten angesammelte Schlamm wird abgezogen und gelangt in die Schlammbehandlung. Das Abwasser ist aber noch immer nicht sauber.



Biologische Reinigung

Wie kann man gelöste Stoffe (wie Seife, Shampoo, Waschmittel, Urin und vieles mehr) aus dem Wasser wieder entfernen? Indem man dieses Abwasser einer biologischen Reinigung zuführt.

In dieser Station reinigen Mikroorganismen und Bakterien das Abwasser von solchen gelösten Stoffen und von Schwebstoffen, indem sie sich von diesen ernähren. Das weltweit bedeutendste Verfahren der biologischen Abwasserreinigung ist das Belebtschlammverfahren. Es besteht aus dem Belebungsbecken und dem Nachklärbecken.

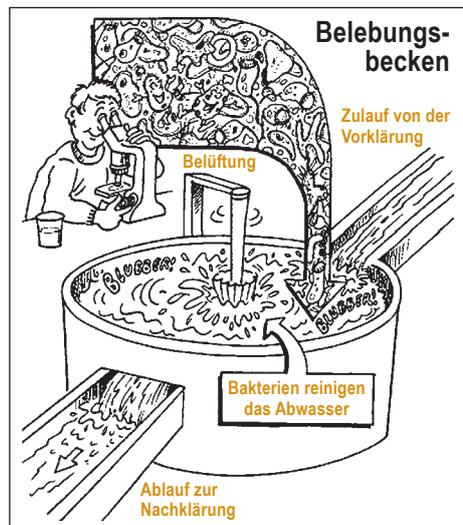
Belebungsbecken

Hier warten bereits Milliarden von Bakterien und Mikroorganismen auf den im Wasser gelösten organischen Schmutz, um diesen zu verspeisen. Das dauert ziemlich lange, darum bleibt das Abwasser viele Stunden in diesem Becken. Die Bakterien und Mikroorganismen setzen sich an den Schmutzflocken fest und bilden Schlammflocken. Alle Schlammflocken zusammen nennt man den Belebtschlamm. Im Belebungsbecken tobt eine „stürmische See“, da das Abwasser gut durchmischt und für die Mikroorganismen und Bakterien mit Sauerstoff angereichert wird. Aus dem Belebungsbecken fließt das Belebtschlamm-Wassergemisch in das Nachklärbecken.

Nachklärbecken

In dieser Station herrscht Ruhe, da das Belebtschlamm-Wassergemisch voneinander getrennt werden soll. Die Schlammflocken sind schwerer als das Wasser und sinken deshalb zu Boden. Ein Großteil des abgesetzten Belebtschlammes (Mikroorganismen + Bakterien + Schmutzflocken) wird mit einem Pumpwerk in das Belebungsbecken zurückbefördert, da er dort wieder für den Abbau der organischen Abwasserinhaltsstoffe benötigt wird. Der restliche Teil des Schlammes muss als Überschussschlamm entfernt werden und gelangt zur Schlammbehandlung.

Das saubere Wasser, das sich im oberen Bereich des Nachklärbeckens befindet, kann nun in ein Gewässer eingeleitet werden. Das in der Kläranlage gereinigte Abwasser wird auf seine Sauberkeit hin streng überwacht, um das Gewässer nicht unzulässig zu belasten. Trotz der aufwendigen Behandlung in der Kläranlage ist das gereinigte Abwasser noch kein Trink- und auch kein Badewasser. Für die Einleitung in ein Gewässer, wo noch eine starke Verdünnung erfolgt, ist die Qualität jedoch ausreichend.



Weitergehende Reinigung

In der weitergehenden Reinigung werden vor allem noch vorhandene Stickstoff- und Phosphorverbindungen aus dem Abwasser entfernt. Das ist unbedingt notwendig, da Stickstoff und Phosphor Pflanzennährstoffe sind. Zu viel von diesen beiden Stoffen im Wasser, das aus der Kläranlage wieder in einen Vorfluter (Flüsse, Bäche) geleitet wird, lässt die Pflanzen (Algen) in diesen Gewässern übermäßig stark wachsen, wodurch das natürliche Gleichgewicht gestört wird. Die Entfernung der Stickstoffverbindungen erfolgt durch einen biologischen Prozess – also in der biologischen Reinigung.

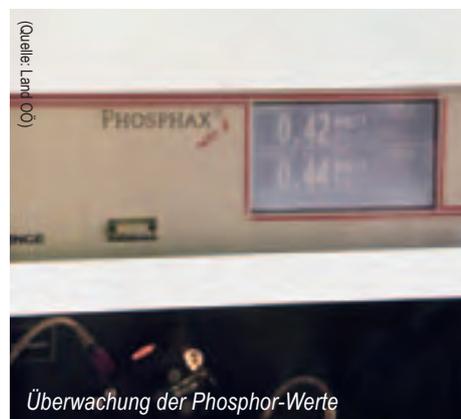
Um das Wachstum und die Aktivität der Nährstoff abbauenden Mikroorganismen gezielt zu fördern, wird

- die Aufenthaltszeit des Abwassers im Belebungsbecken erhöht
- die Belüftung variiert.

Phosphorverbindungen werden hauptsächlich auf chemischem Weg aus dem Abwasser entfernt. Man gibt Fällmittel (z. B. Eisensalze) ins Wasser und kann bald darauf beobachten, wie sich aus dem im Wasser gelösten Phosphor und dem Fällmittel Flocken bilden, die später im Nachklärbecken absinken und mit dem Schlamm aus dem Abwasser entfernt werden.

Spezialverfahren wie Filtration, Desinfektion oder Aktivkohleadsorption werden in kommunalen Kläranlagen normalerweise nicht angewendet, sondern in der Industrie zur gezielten Reinigung von bestimmten Stoffen.

Es ist zwar möglich, die meisten Inhaltsstoffe aus dem Abwasser zu entfernen, sinnvoller ist es aber, wenn problematische Stoffe gar nicht erst mit dem kommunalen Abwasser vermischt werden, sondern bereits dort, wo sie entstehen, zurückgehalten werden.



Schlammbehandlung

Was passiert jetzt weiter mit dem Klärschlamm, der aus dem Vorklärbecken und dem Nachklärbecken abgezogen wurde?

In größeren Kläranlagen gelangt der Schlamm in den Faulturn. In diesem finden Faulprozesse statt, bei denen sich Klärgase (hauptsächlich Methan) bilden. Methan kann zu Heizzwecken oder zur Erzeugung von Strom verwendet werden. Der ausgefaulte Schlamm wird als Dünger auf landwirtschaftliche Felder ausgebracht, zwischengelagert oder verbrannt.

Welche Kläranlagen gibt es noch?

Wenn es nicht möglich ist, die anfallenden Abwässer über einen Ortskanal und eine große kommunale Kläranlage zu entsorgen, können auch kleinere dezentrale Anlagen errichtet werden.

- Eine Kleinkläranlage reinigt Abwasser von bis zu 50 Einwohnern. In abgelegenen Gebieten stellt dies eine Alternative zum Kanalanschluss dar.
- Bei einer Pflanzenkläranlage sickert nach einer mechanischen Vorreinigung das Abwasser durch einen von Schilf und anderen Sumpfpflanzen bewachsenen Bodenfilter und wird dabei gereinigt. Im Boden zwischen den Wurzeln leben Mikroorganismen, die zum Abbau der Abwasserinhaltsstoffe beitragen. Das gereinigte Abwasser wird in einen Vorfluter abgeleitet.



Errichtung einer Kleinkläranlage



Schnitt durch eine Kleinkläranlage



Bepflanzter Bodenfilter



Pflanzenkläranlage

Viele Leute glauben, dass die Reinigung der Abwässer in einer Pflanzenkläranlage durch die angesetzten Pflanzen geschieht. Das ist aber falsch! Die Reinigung übernehmen – wie auch bei anderen Kläranlagen, den sogenannten konventionellen Belebtschlammmanlagen – die Mikroorganismen, die in einer Pflanzenkläranlage im Bodenfilter angesiedelt sind. Um optimale Lebensbedingungen für die Mikroorganismen zu schaffen, werden vorwiegend Pflanzentypen angesetzt, die den Bodenfilter ausreichend mit Sauerstoff versorgen können, z. B. Schilfrohr.

Vom Frischwasser zum gereinigten Abwasser

- ↓ Frischwasser
- ↓ Wasserbenutzung (Toilette, Dusche, Waschmaschine etc.)
- ↓ Abwasser
- ↓ Kanalisation
- ↓ Kläranlage
 - **Mechanische Reinigung:**
Rechen → Sandfang → (Fettabscheider) → Vorklärbecken (Schlamm zum Faulturm)
 - **Biologische Reinigung:**
Belebungsbecken (Bakterien, Mikroorganismen) → Nachklärbecken (Schlamm zum Faulturm)
- ↓ Gereinigtes Abwasser
- ↓ Vorfluter (Fluss, Bach etc.)

Finde heraus, wo das Abwasser in deiner Gemeinde gereinigt wird. (Standort der Kläranlage)

Wie groß sind die Abwassermengen, die die örtliche Kläranlage bewältigen muss?

Wohin fließt das gereinigte Abwasser?

Welche Stoffe werden in der Kläranlage aus dem Abwasser entfernt?



Versuch 1: Absetzverhalten verschiedener Stoffe im Wasser

Befülle einen 1.000-ml-Standzylinder zu einem Drittel mit einem Gemisch aus Schotter, Sand und Erde und gieße bis knapp unter den Rand Wasser nach. Bedecke die offene Seite oben und schüttle den Zylinder, bevor du ihn wieder hinstellst. Beschreibe, was sich verändert hat. Betrachte den Zylinder eine Viertelstunde später noch einmal. Fällt dir jetzt noch etwas auf?

Ergebnis

Man kann aufsteigend die Schichtung von Kies, Sand und Erde beobachten, die durch deren unterschiedlich schnelles Absinken im Wasser entsteht. Nach einer Viertelstunde ist das Wasser wieder klar.



Versuch 2: Kressehemmtest

Was wir brauchen:

- Kresse-Samen
- Schraubdeckel von Marmeladegläsern oder kleine Teller; wenn vorhanden, verschließbare Petrischalen
- Klarsichtfolie
- Watte pads

Außerdem brauchen wir:

- Leitungswasser
- evtl. Bachwasser

Testsubstanzen (wahlweise):

- WC-Stein oder WC-Reiniger
- Seife
- Duschgel und/oder Haarshampoo
- Zahnpasta
- Rasierschaum
- Nagellackentferner
- Wäschewaschmittel
- Softdrink, z. B. Red Bull oder Cola
- Insektenspray
- ...

Einleitung

Mit einem einfachen Hemmtest, wie er auch in der Praxis zur Bestimmung von Hemmungen eingesetzt wird, können die Auswirkungen von Haushaltschemikalien auf unsere Umwelt – wenn es keine Abwasserreinigungsanlagen gäbe – demonstriert werden.

Der Versuch kann von Schulklassen selbst im Klassenzimmer durchgeführt werden. Normalerweise würde man hier auch den Zulauf und den Ablauf einer Kläranlage testen. Aus Infektionsgründen ist das aber im Klassenzimmer nicht empfehlenswert. Daher beschränken wir uns hier rein auf Haushaltschemikalien.

Testsubstanzen

Es können flüssige oder in Wasser gelöste feste Substanzen getestet werden. Besonders interessant ist, die Substanzen zu testen, die jeder von uns im Tagesverlauf verwendet, z. B.

- Am Morgen steht man auf und geht aufs WC.
– Getestet wird ein in Wasser gelöster WC-Stein oder ein WC-Reiniger.
- Danach wäscht man sich die Hände.
– Getestet wird in Wasser gelöste Seife.
- Danach duscht man sich/wäscht sich die Haare.
– Getestet werden Duschgel und Shampoo (verdünnt mit Wasser).
- Danach putzt man sich die Zähne.
– Getestet wird in Wasser gelöste Zahnpasta.
- Danach rasiert man sich (ist auch vor dem Zähneputzen denkbar).
– Getestet wird Rasierschaum.
- ...

Weiters sollten jedenfalls folgende Substanzen getestet werden:

- Bachwasser
- Leitungswasser

Folgende Substanzen können zusätzlich interessant sein:

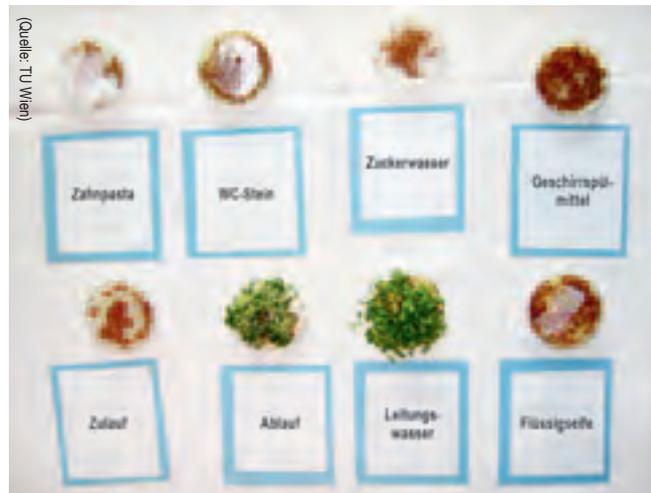
- Nagellackentferner oder anderes organisches Lösungsmittel
- Insektenspray
- Wäschewaschmittel
- Softdrinks (z. B.: Red Bull, Cola, ...)
- ...

Durchführung

- Kresse-Samen ein bis fünf Minuten in Wasser vorquellen lassen
- Watte pads mit den zu testenden Substanzen tränken und auf die Schraubdeckel legen. Am besten werden zwei bis drei parallele Ansätze hergestellt, damit man eine Reserve hat, wenn ein Ansatz z. B. austrocknet.
- Der Ansatz sollte gut feucht, aber nicht völlig nass sein, da es sonst zur Schimmelbildung kommt. Kommt es zu einer Austrocknung, wird mit der entsprechenden Testsubstanz nachgegossen.
- In jeden Deckel werden etwa 30 bis 50 Samen gegeben, die Deckel mit Klarsichtfolie locker abdecken (zur Verminderung der Austrocknung). Eine Woche lang bei Raumtemperatur und heller Umgebung keimen lassen (kein direktes Sonnenlicht, sondern helle Umgebung).
- Die Ansätze deutlich beschriften.

Ergebnis

Nach drei bis vier Tagen sollten die ersten Samen bereits aufgegangen sein. Nach einer Woche sieht man schon sehr deutlich, welche Substanzen wirklich schädlich für unsere Umwelt sein können. Je giftiger die getestete Substanz, desto weniger Samen keimen bzw. umso kürzer sind die Wurzeln/Sprossen.

**NOTIZEN:**



Versuch 3: Blumentopf-Kläranlage

Was wir brauchen:

- 4 Blumentöpfe in derselben Größe
- 1 Kaffeefilter
- Kieselsteine (etwa zwei Hand voll)
- feinen Sand (ca. 5 bis 10 EL)
- evtl. Aktivkohle (diese könnt ihr in der Apotheke bekommen, indem ihr Kohletabletten gegen Bauchschmerzen kauft). Die Tabletten zerdrücken. Man kann den „Filter“ mit Aktivkohle für diesen Versuch auch auslassen.
- 1 Glasschüssel, wo ihr die Blumentöpfe reinstellen könnt. Die Töpfe sollten aber nicht den Boden der Glasschüssel berühren, sondern drinnen „hängen“. Ihr könnt sonst nicht sehen, wie euer gereinigtes Wasser aus dem letzten Blumentopf tropft.
- Behälter für Schmutzwasser
- Schmutz zum Anrühren des Schmutzwassers (Erde, Gräser, Holzspäne, Spülmittel, evtl. Tinte, ...)

Einleitung

Mit diesem Versuch soll die mechanische Reinigungsstufe einer Kläranlage nachgestellt werden. Es werden grobe Inhaltsstoffe wie Gräser und Holzspäne, aber auch kleinere Teilchen, die noch im Schmutzwasser schwimmen, entfernt. Dem Ideenreichtum bei der Herstellung des zu testenden Schmutzwassers sind im Grunde keine Grenzen gesetzt.

Durchführung

- Gib in Topf 1 die Kieselsteine.
- In Topf 2 kommen in den unteren Bereich einige kleine Kieselsteine und darauf der Sand.
- Die Aktivkohle wird in den 3. Topf gegeben. Damit diese bei der Öffnung nicht durchfällt, kann man wiederum einige Kieselsteine am Boden des Topfes anordnen.
- Topf 4 bekommt nun den Kaffeefilter. Biegt die zusammengeklebten Nähte vorher aber um, damit er stabil bleibt.
- Nun die Töpfe übereinander schichten, der Topf mit den Kieselsteinen ist ganz oben, der letzte Topf ist der mit dem Kaffeefilter.
- Nun richtet etwas Schmutzwasser an: Erde, kleine Steine, Gräser, Holzspäne, evtl. Tinte und/oder Spülmittel. Eurer Fantasie sind fast keine Grenzen gesetzt!
- Rührt alles gut durch und schüttet es vorsichtig in den obersten Topf mit den Kieselsteinen – aber nicht zu schnell! Und vergesst nicht, die Glasschüssel unterzustellen.
- Nach ein paar Minuten tropft das gereinigte Wasser in die Schüssel.
- Vergleicht es nun mit eurem selbstangerührten Schmutzwasser und mit frischem Leitungswasser!



Herstellen von Schmutzwasser

(Quelle: Land OÖ)



„Kläranlage in Betrieb“

(Quelle: Land OÖ)



Vorbereitung der Blumentopf-Kläranlage

(Quelle: Land OÖ)



Prüfung des gereinigten Schmutzwassers

(Quelle: Land OÖ)

Ergebnis

In der Blumentopf-Kläranlage erfolgt eine mechanische Reinigung des Schmutzwassers, grobe Inhaltsstoffe werden in den verschiedenen Blumentöpfen zurückgehalten. Das gereinigte Schmutzwasser ist jedoch noch etwas trüb. Auch das gereinigte Abwasser aus richtigen Kläranlagen ist nicht ganz rein. Es ist aber so sauber, dass es in ein Fließgewässer eingeleitet werden kann, ohne eine wesentlich nachteilige Auswirkung für Tiere und Pflanzen zu verursachen. Als Trinkwasser ist es jedoch nicht geeignet!

Damit bei unserem Versuch Spülmittel oder gelöste Stoffe aus dem Schmutzwasser entfernt werden, müsste das Schmutzwasser noch biologisch (mithilfe von Mikroorganismen) gereinigt werden. Unsere Kläranlagen sind natürlich alle mit einer biologischen Reinigungsstufe ausgestattet.

NOTIZEN:



LAND

OBERÖSTERREICH

Mikroorganismen

Schmutzfresser im Abwasser	1
Einzeller/Vielzeller	3
Bakterien	4
Lösungsblätter	7 – 8
Arbeitsblätter für Schüler	1 – 6

Mikro-
organismen

öb.
AKADEMIE FÜR
UMWELT UND NATUR

LINZ AG
ABWASSER



Mikroorganismen

Schmutzfresser im Abwasser

Wer schon einmal mit dem Flugzeug unterwegs war, dem sind vielleicht ein paar seltsame mit Wasser gefüllte runde Becken aufgefallen. Wenn es nicht gerade eine Freibadanlage ist, dann vielleicht eine Kläranlage. Bei 1.000 m Flughöhe kann das so ähnlich aussehen wie im Bild gezeigt.



Aus 100 m Höhe kann man die einzelnen Bauwerke schon viel besser erkennen. Auf dem runden Becken in der Bildmitte schwimmt scheinbar grüne Farbe. Die grüne Farbe sind in Wahrheit Wasserlinsen, eine Pflanzenart, die manchmal sogar

in Abwasserbecken vorkommt. Sie zählen allerdings nicht zu den Mikroorganismen, die das Abwasser reinigen sollen. Bei den runden Bauwerken handelt es sich um Abwasserbecken, in denen die biologische Reinigung des Abwassers erfolgt.

Aus ca. 10 m Entfernung erkennt man die aus dem Wasser aufsteigenden Luftblasen und wie der ganze Beckeninhalte durchmischt wird. Die Luftblasen entstehen dadurch, weil mit Überdruck Luft in das Abwasser hineingepresst wird. Damit bekommen die kleinen Schmutzfresser im Abwasser genügend Sauerstoff zum Atmen.



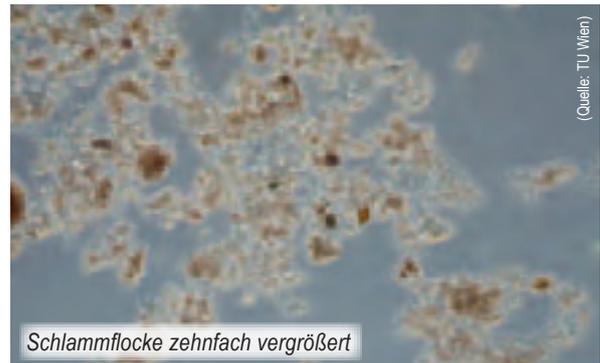
Bei 1 m Entfernung sieht man, wie sich in einem Standzylinder der Schlamm im Abwasser nach ein paar Minuten abgesetzt hat. Den Schlamm nennt man auch Belebtschlamm, weil er viele Mikroorganismen enthält, die das Abwasser vom gelösten Schmutz befreien sollen.



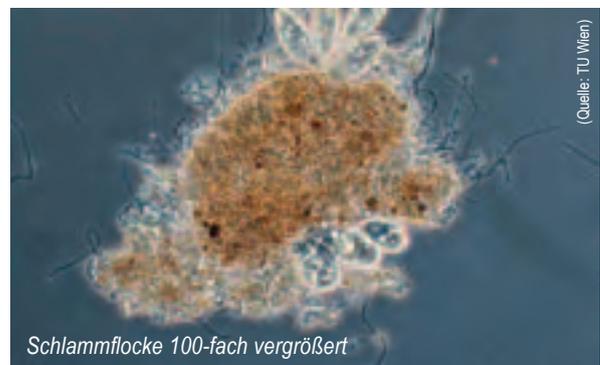
Aus unmittelbarer Nähe sieht man deutlich, dass der Schlamm aus lauter kleinen Flocken besteht. Aber schmutzfressende Lebewesen kann man noch lange nicht erkennen. Dieser Schlamm setzt sich leicht ab, sodass Schlamm und gereinigtes Abwasser voneinander getrennt werden können. Dies geschieht in den Nachklärbecken. Der Schlamm setzt sich dort am Boden ab und das gereinigte Abwasser kann in ein Gewässer eingeleitet werden.



Eine solche Schlammflocke ist zehnfach vergrößert im nächsten Bild zu sehen. Bei dieser Vergrößerung sind Kleinlebewesen jedoch noch nicht gut zu erkennen.

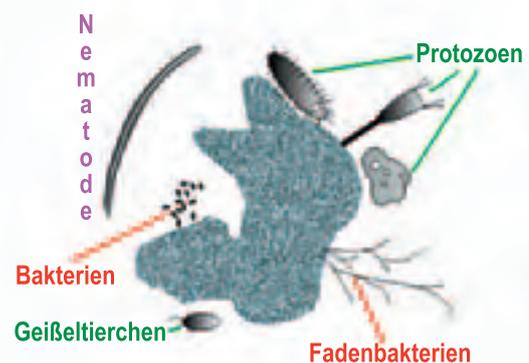


Erst bei hundertfacher Vergrößerung erkennt man die größeren Mikroorganismen.



Der Belebtschlamm entsteht hauptsächlich durch die flockenförmige Verbindung von organischen Schmutzstoffen, Protozoen und Bakterien. Protozoen sind tierische Einzeller wie Wimpertierchen (= Ciliaten), Wechseltierchen (= Amöben) und Geißeltierchen (= Flagellaten). Zwischen den Schlammflocken findet man neben freien oder fadenförmigen Bakterien und Einzellern auch Vielzeller wie kleine Fadenwürmer und Rädertierchen.

Vereinfacht sieht die Umgebung einer Schlammflocke wie im Bild unten aus:



Einzeller

Glockentierchen (= Ciliaten)

Glockentierchen sind eine Unterart der Wimper-tierchen, die sehr gerne Bakterien verspeisen. Übrig ist nur noch ein Wimpernkranz um die Mundöffnung, mit dem blitzartig Nahrung herbeigeholt wird. Fortbewegen können sich diese Tierchen nicht, da sie mit ihrem Stiel ortsgebunden sind. Sie sitzen entweder an einer größeren Schlammflocke oder am Boden fest. Ihre Form erinnert an Glocken, weshalb sie auch ihren Namen tragen.



Pantoffeltierchen (= Ciliaten)

Ihre Oberfläche ist von unzähligen kleinen Ausstülpungen – den Wimpern – übersät. Mit deren Hilfe bewegen sich die Wimpertierchen fort und holen sich auch ihre Nahrung herbei.



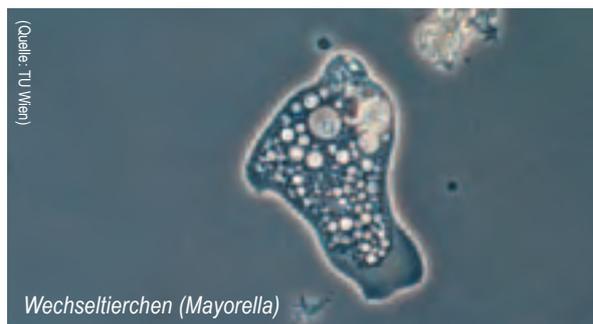
Geißeltierchen (= Flagellaten)

Diese Tierchen nehmen eine Zwischenstellung im Pflanzen- und Tierreich ein. Ihre Größe beträgt nur etwa einen zwanzigstel Millimeter. Sie sind also mit freiem Auge nicht sichtbar. Ihren Namen tragen sie deshalb, weil sich an ihren Körpern einer oder mehrere Geißelfäden befinden, mit deren Hilfe sie sich auch fortbewegen.



Wechseltierchen (= Amöben)

Die kleinsten ihrer Art werden nur etwa einen fünfzigstel Millimeter groß. Ihren Namen tragen sie wegen ihrer Fähigkeit, ihre Gestalt zu wechseln.

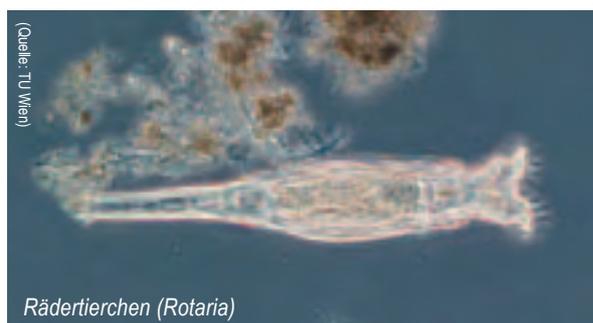


Vielzeller

Rädertierchen

Auch die Rädertierchen tragen ihren Namen wegen ihrer Gestalt. Sie bestehen im Gegensatz zu den bisher besprochenen Tierchen aus mehreren Zellen und sind deshalb sogenannte Vielzeller.

Diese Kleinlebewesen ernähren sich meist von Bakterien, haben aber in der Abwasserreinigung keine so entscheidende Bedeutung wie die Bakterien.



Bakterien

Die eigentlichen Arbeiter in biologischen Kläranlagen sind die Bakterien. Sie sind winzig kleine Lebewesen, oft nur ein hundertstel oder gar ein tausendstel Millimeter groß! Deswegen sind Bakterien auch nur unter dem Mikroskop sichtbar. Aber auch stark vergrößert lassen sich die unterschiedlichen Arten oft nur schwer unterscheiden.

In den Abwasserbecken der Kläranlagen sitzen die Bakterien in oder an den Klärschlammflocken wie in einer kleinen Kolonie und fressen den im Abwasser gelösten Schmutz. In der Abwassertechnik unterscheidet man hauptsächlich Bakterien, die den im Wasser gelösten Sauerstoff (aerobe Bakterien) für ihr Wachstum und die Reinigung des Abwassers benötigen und solche, die ohne gelösten Sauerstoff (anaerob) auskommen.

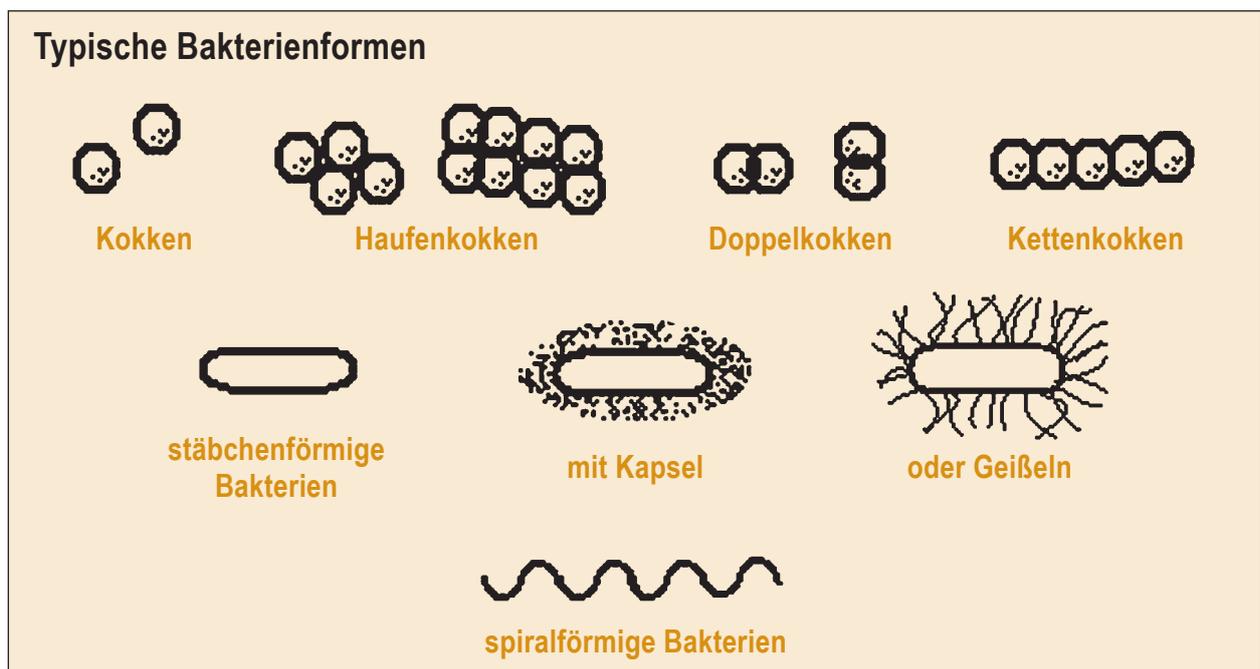
Aerobe Bakterien

Für die aeroben Bakterien wird die Luft durch Pressluftaggregate mit viel Energieeinsatz in das Abwasserbecken gedrückt. Wenn die Bakterien ausreichend mit Luft versorgt sind und genügend Nahrung vorhanden ist, verdoppelt sich deren Anzahl bei 20° C Wassertemperatur innerhalb von

zwei Stunden. Werden jedoch in die Abwasserkanäle zu viele Giftstoffe eingeleitet, dann sterben die Bakterien in der Kläranlage ab und die biologische Abwasserreinigung funktioniert nicht mehr. Deshalb gehören Giftstoffe oder Müll auf keinen Fall in den Kanal bzw. in die Toilette, sondern müssen extra z. B. in einem Altstoffsammelzentrum entsorgt werden. Diese aeroben Bakterien fressen vor allem die leicht abbaubaren organischen Schmutzstoffe im Abwasser und verwandeln diese meistens in das Gas CO₂ (Veratmung).

Anaerobe Bakterien

Die anaeroben Bakterien hingegen fühlen sich im sauerstofffreien Abwasser sehr wohl und erfüllen dort ihre Reinigungsarbeit. Ein Beispiel dafür sind die „Methan-Bakterien“, die am besten bei Wassertemperaturen um 35° C durch Faulung die Schmutzstoffe und abgestorbene Bakterien in Methangas und CO₂ umwandeln. Das so aus dem Abwasser gewonnene Methangas kann wiederum für die Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden. Die aus üblichem Abwasser gewonnene Gasmenge ermöglicht es, den Strombedarf einer Kläranlage mit Faultürmen etwa zur Hälfte abzudecken. Allerdings vermehren sich Methanbakterien nur sehr langsam (Verdopplung nach 100 Stunden).





Beispiele von Bakterien

Es gibt eine Vielzahl von Bakterienarten, wobei man annimmt, dass heute erst etwa 1 bis 10 % aller im Abwasser vorkommenden Arten entdeckt und klassifiziert worden sind. Hier können nur einige wenige Beispiele aufgezählt werden.

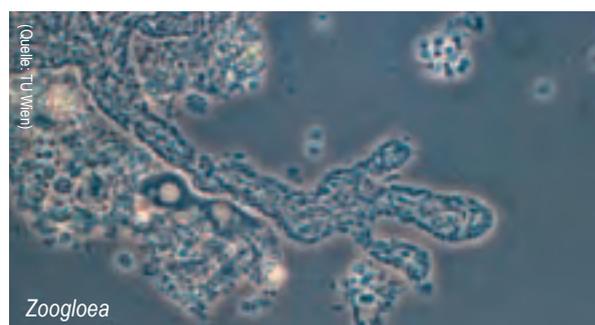
Spirillen

Eine Bakterienfamilie sind zum Beispiel die Spirillen, oder auch Schraubenbakterien genannt. Sie heißen deshalb so, weil sie sich durch Rotation fortbewegen. Unter ihnen gibt es einige Krankheitserreger, die z. B. gefährliche Durchfallerkrankungen verursachen.



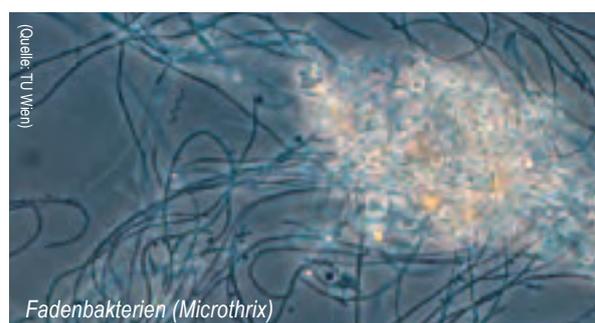
Zoogloea

Diese Bakterien sehen fast aus wie kleine Bäume, weshalb sie auch Bäumchenbakterien genannt werden.



Fadenbakterien

Es gibt auch Bakterien, die das Absetzen des Belebtschlammes sehr stören, diese sollte man natürlich vermeiden. Bei stark überlasteten Kläranlagen oder wenn das Abwasser zu wenig belüftet wird, können solche fadenförmigen Bakterien entstehen. In den nebenstehenden Bildern sind

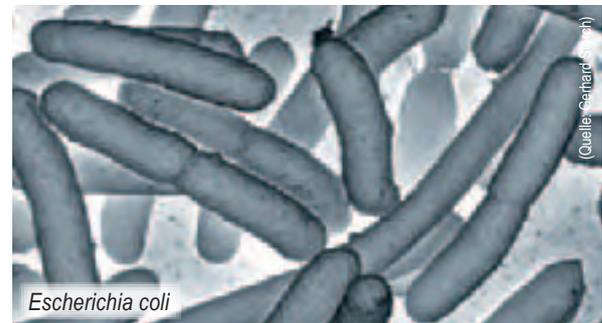
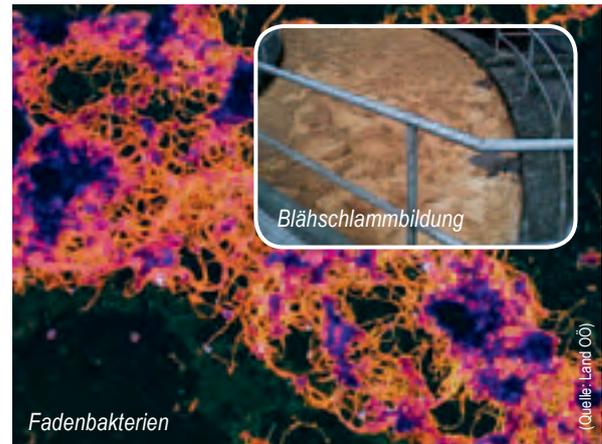


Fadenbakterien (Aufnahme mit Lichtmikroskop und Einfärbung der Bakterien) und die Folgen ihres Auftretens, die sogenannte Blähschlamm Bildung, in einer Kläranlage zu sehen.

Escherichia coli

Eine besonders bekannte Bakterienart ist *Escherichia coli*. Diese kommt im Darm von Säugetieren und Vögeln vor. Sobald man dieses Bakterium im Wasser nachweisen kann, ist es mit menschlichen oder tierischen Fäkalien in Berührung gekommen (z. B. auch Verunreinigungen im Trinkwasser). *Escherichia coli* kommt erst mit den Fäkalien in die Kläranlage. Das nebenstehende Bild wurde mit einem Elektronenmikroskop aufgenommen. Elektronenmikroskope können um rund das 1000-Fache mehr vergrößern als Lichtmikroskope.

Im Abwasser kommen natürlich jede Menge Krankheitserreger in Form von Bakterien, aber auch die noch wesentlich kleineren Viren vor. Diese Organismen können teilweise eine Kläranlage durchlaufen, ohne Schaden zu nehmen und landen dann in unseren Bächen und Flüssen. Unmittelbar nach einer Kläranlage sollte man nicht unbedingt ein Bad nehmen. Erst nach einer längeren Fließstrecke in einem Bach sterben diese Keime ab.



Im Anhang dieser Schulmappe finden Sie den **Film „Mikrokosmos Kläranlage“**. Tauchen Sie mit Ihren Schülern in die Welt der Mikroorganismen ein!



Lichtmikroskop



Elektronenmikroskop

Bakterien-Puzzle – Lösung

Schneide die einzelnen Kärtchen aus und lege den Namen, das dazupassende Bild und die richtige Beschreibung nebeneinander auf. Wenn du für alle Teile ihren Platz gefunden hast, klebe sie in dein Heft.



Escherichia coli	<p>Eine von uns sollte man nie im Trinkwasser finden: Escherichia coli – die gelangt nämlich nur über Kontakt mit Fäkalien dorthin!</p>	 <small>(Quelle: Gerhard Storch)</small>
Pantoffeltierchen	<p>Ich besitze viele, viele Härchen (Zellfortsätze), mit denen ich herumschwimmen und meine Nahrung aufnehmen kann.</p>	 <small>(Quelle: TU Wien)</small>
Geißeltierchen	<p>Womit ich mich fortbewege und meine Nahrung aufnehme? Na, mit meiner Geißel, manche von uns besitzen sogar mehrere!</p>	 <small>(Quelle: TU Wien)</small>
Glockentierchen	<p>Ich sitze fest. Deshalb bin ich froh über meinen Wimpernkranz um meinen Mund. Er hilft mir, Nahrung (Bakterien) über die Mundöffnung aufzunehmen!</p>	 <small>(Quelle: TU Wien)</small>
Fadenbakterien	<p>Wir sind ganz unscheinbar: eher klein, ohne Farbe (höchstens weiß) und noch dazu fädig. Wo es feucht ist, fühlen wir uns wohl.</p>	 <small>(Quelle: TU Wien)</small>
Rädertierchen	<p>Ich habe Bakterien zum Fressen gern, bewege mich wie eine Raupe und trage am Kopf ein eigenartiges, sich drehendes Organ.</p>	 <small>(Quelle: TU Wien)</small>
Wechseltierchen	<p>Ich verändere meine Form (bilde Ausstülpungen). Das ist praktisch, so kann ich mich fortbewegen und meine Nahrung aufnehmen.</p>	 <small>(Quelle: TU Wien)</small>
Spirillen	<p>Wir schrauben uns ganz schnell durchs Wasser. Eine von uns ist leider sehr unbeliebt – sie ist der Krankheitserreger der Cholera.</p>	 <small>(Quelle: TU Wien)</small>

Weißt du jetzt Bescheid über das Leben und Wirken von Bakterien?
Dann kreuze die richtigen Antworten an. – Lösung

1. Welche der Namen bezeichnen Bakterien?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Kukken | <input checked="" type="checkbox"/> Kokken |
| <input checked="" type="checkbox"/> Bazillen | <input type="checkbox"/> Pazillen |
| <input type="checkbox"/> Spirulin | <input checked="" type="checkbox"/> Spirillen |

2. Im Belebtschlamm sind enthalten:

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Schlamm | <input checked="" type="checkbox"/> Bakterien |
| <input type="checkbox"/> Blätter | <input type="checkbox"/> Papier |
| <input checked="" type="checkbox"/> Einzeller | <input type="checkbox"/> Sand |

3. Brauchen anaerobe Bakterien Sauerstoff?

- | | |
|-----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> JA | <input checked="" type="checkbox"/> NEIN |
|-----------------------------|--|

4. Findet man aerobe Bakterien im Faulturm?

- | | |
|-----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> JA | <input checked="" type="checkbox"/> NEIN, warum: <u>Sie brauchen Sauerstoff</u>
<u>und den gibt's im Faulturm nicht.</u> |
|-----------------------------|---|

5. Gehört der Erreger der Cholera zu den Bazillen?

- | | |
|-----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> JA | <input checked="" type="checkbox"/> NEIN, warum: <u>Er gehört zu den Schraubenbakterien (Spirillen).</u> |
|-----------------------------|--|

6. Was zählt nicht zu den Einzellern (Protozoen)?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Geißeltierchen | <input type="checkbox"/> Glockentierchen |
| <input type="checkbox"/> Wechseltierchen | <input checked="" type="checkbox"/> Rädertierchen |
| <input checked="" type="checkbox"/> Fadenwürmer | <input type="checkbox"/> Pantoffeltierchen |

Mikroorganismen

Schmutzfresser im Abwasser

Im Belebungsbecken einer Kläranlage findet man Milliarden von Mikroorganismen (z. B. Bakterien, Einzeller), die sich an den Schlammflocken im Abwasser festsetzen und den im Abwasser gelösten Schmutz verspeisen. Alle Schlammflocken zusammen nennt man den Belebtschlamm (= organischer Schmutz, Einzeller, Vielzeller und viele Bakterien).

Was sind Mikroorganismen?

Es handelt sich um mikroskopisch kleine Lebewesen, die man erst mit 100facher Vergrößerung unter dem Mikroskop erkennen kann. Die meisten Mikroorganismen sind einzellig.

Im Belebtschlamm findet man drei Gruppen von Einzellern (Protozoen)

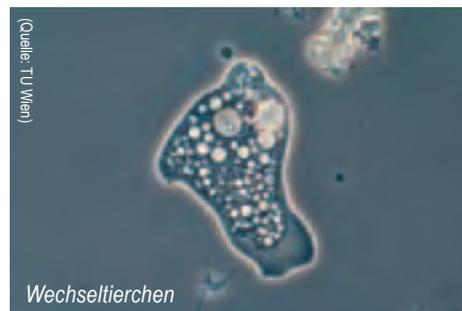
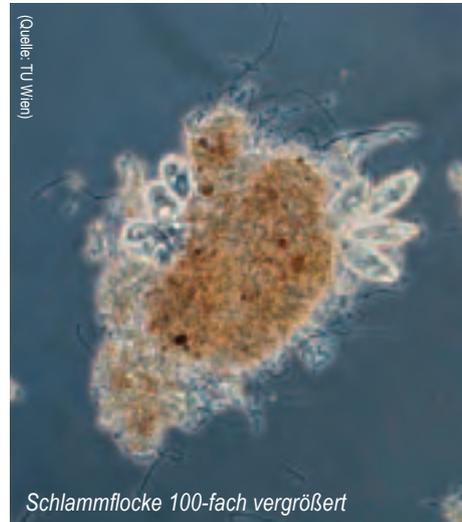
Wechseltierchen

Sie können ständig ihre Form verändern und somit Ausstülpungen bilden. Auf diese Art bewegen sie sich fort und nehmen ihre Nahrung auf (umschließen diese und nehmen sie ins Zellinnere auf).

Wimpertierchen (Ciliaten)

Sie besitzen viele kleine härchenartige Zellfortsätze (Cilien), mit denen sie sich fortbewegen und ihre Nahrung über den Zellmund einnehmen können. Es gibt frei bewegliche (z. B. Pantoffeltierchen) und festsitzende Wimpertierchen (z. B. Glockentierchen).

- Pantoffeltierchen: Ihre gesamte Oberfläche ist von vielen kleinen Wimpern bedeckt (Fortbewegung, Nahrungsaufnahme).
- Glockentierchen: Sie besitzen nur noch einen Wimpernkranz um die Mundöffnung (Nahrungsaufnahme: hauptsächlich Bakterien). Sie sitzen entweder an einer größeren Schlammflocke oder am Boden fest. Ihre Form erinnert an eine Glocke.



Geißeltierchen

Sie besitzen eine oder mehrere Geißeln, die sie zur Fortbewegung und zur Nahrungsaufnahme benutzen. Sie sind in der Regel viel kleiner als Wimpertierchen. Eine Art, das Augentierchen (Euglena), kann je nach Umweltbedingungen ein Tier oder eine Pflanze sein.



Im Belebtschlamm findet man auch Vielzeller

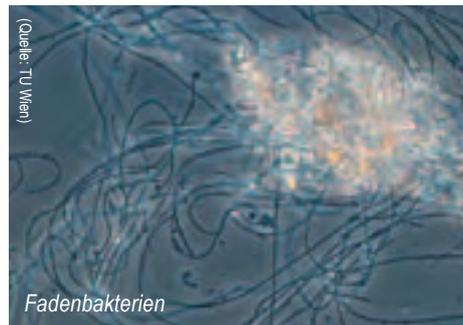
Rädertierchen

Rädertierchen tragen ihren Namen wegen der Räderorgane (zwei sich ständig bewegende Wimpernkranze) an ihrem Kopf. Sie bewegen sich raupenartig vorwärts, ernähren sich meist von Bakterien, haben aber in der Abwasserreinigung keine so entscheidende Bedeutung wie die Bakterien.



Fadenbakterien

Es handelt sich zumeist um relativ kleine, weiße bis farblose, fädige Würmchen, die in feuchter Umgebung leben.

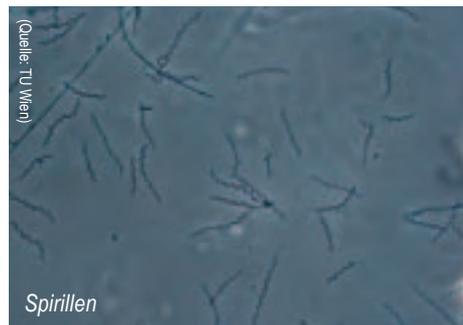


Im Belebtschlamm findet man vor allem Bakterien

Bakterien sind die eigentlichen Arbeiter in biologischen Kläranlagen. Mit einer Größe von nur einem hundertstel oder gar einem tausendstel Millimeter sind sie nur unter dem Mikroskop sichtbar. Es gibt kugelförmige (Kokken), stäbchenförmige (Bazillen) oder spiralförmige (Spirillen) Bakterien.

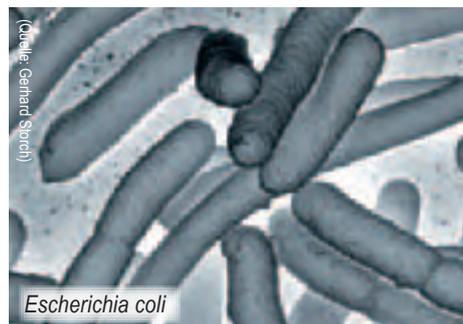
Spirillen

Diese Bakterien bewegen sich durch Rotation fort. Zu den Spirillen zählt der Erreger der Cholera.



Escherichia coli

Escherichia coli gelangt mit den Fäkalien in die Kläranlage. Findet man es im Trinkwasser, muss das Wasser mit Fäkalien in Kontakt gekommen sein.



In der Abwassertechnik unterscheidet man zwei Arten von Bakterien

Aerobe Bakterien

Bakterien, die für ihr Wachstum und die Reinigung des Abwassers Sauerstoff benötigen. Für sie wird in das Belebtschlammbecken Luft eingepresst.

Anaerobe Bakterien

Sie kommen ohne Sauerstoff aus und befinden sich im Faulturm. Anaerobe Bakterien im Faulturm (z.B. Methan-Bakterien) wandeln durch Faulung die Schmutzstoffe und abgestorbenen Bakterien in Methangas und CO₂ um. Das gewonnene Methangas kann für die Strom- und Wärmeerzeugung der Kläranlage genutzt werden.

Was kann bei einer Kläranlagen-Überlastung oder einer zu geringen Belüftung passieren?

Aus dem Belebungsbecken fließt das Belebtschlamm-Wassergemisch in das Nachklärbecken. Der Schlamm ist schwerer als das Wasser und setzt sich am Boden ab. So kann das Wasser vom Schlamm getrennt und in ein Gewässer (Vorfluter) eingeleitet werden.

Es gibt aber Bakterien, die das Absetzen des Belebtschlammes stören, sie heißen „Fadenbakterien“. Die Folge davon ist Blähschlammbildung. Bei stark überlasteten Kläranlagen oder wenn das Abwasser zu wenig belüftet wird, können sich diese Bakterien sehr stark vermehren.



(Quelle: Gerhard Storch)

Belebtschlammbecken



(Quelle: Land OÖ)

Faultürme der Kläranlage Schärding



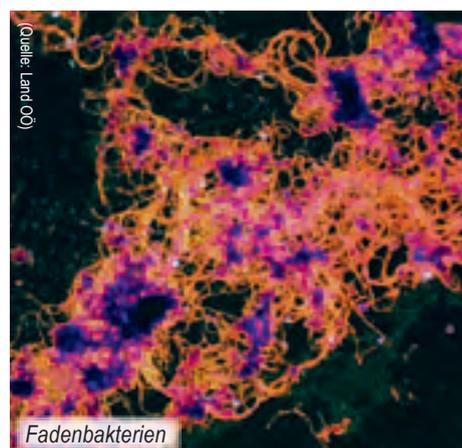
(Quelle: Gerhard Storch)

Absetzen des Belebtschlammes



(Quelle: Gerhard Storch)

Blähschlamm



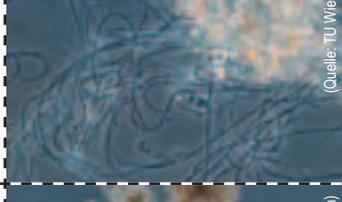
(Quelle: Land OÖ)

Fadenbakterien

Bakterien-Puzzle

Schneide die einzelnen Kärtchen aus und lege den Namen, das dazupassende Bild und die richtige Beschreibung nebeneinander auf. Wenn du für alle Teile ihren Platz gefunden hast, klebe sie in dein Heft.



<p>Geißeltierchen</p>	<p>Ich verändere meine Form (bilde Ausstülpungen). Das ist praktisch, so kann ich mich fortbewegen und meine Nahrung aufnehmen.</p>	 <p>(Quelle: TU Wien)</p>
<p>Glockentierchen</p>	<p>Wir schrauben uns ganz schnell durchs Wasser. Eine von uns ist leider sehr unbeliebt – sie ist der Krankheitserreger der Cholera.</p>	 <p>(Quelle: Gelfard Storch)</p>
<p>Escherichia coli</p>	<p>Ich besitze viele, viele Härchen (Zellfortsätze), mit denen ich herumschwimmen und meine Nahrung aufnehmen kann.</p>	 <p>(Quelle: TU Wien)</p>
<p>Fadenbakterien</p>	<p>Womit ich mich fortbewege und meine Nahrung aufnehme? Na, mit meiner Geißel, manche von uns besitzen sogar mehrere!</p>	 <p>(Quelle: TU Wien)</p>
<p>Wechseltierchen</p>	<p>Eine von uns sollte man nie im Trinkwasser finden: Escherichia coli – die gelangt nämlich nur über Kontakt mit Fäkalien dorthin!</p>	 <p>(Quelle: TU Wien)</p>
<p>Spirillen</p>	<p>Ich sitze fest. Deshalb bin ich froh über meinen Wimpernkranz um meinen Mund. Er hilft mir, Nahrung (Bakterien) über die Mundöffnung aufzunehmen!</p>	 <p>(Quelle: TU Wien)</p>
<p>Pantoffeltierchen</p>	<p>Ich habe Bakterien zum Fressen gern, bewege mich wie eine Raupe und trage am Kopf ein eigenartiges, sich drehendes Organ.</p>	 <p>(Quelle: TU Wien)</p>
<p>Rädertierchen</p>	<p>Wir sind ganz unscheinbar: eher klein, ohne Farbe (höchstens weiß) und noch dazu fädig. Wo es feucht ist, fühlen wir uns wohl.</p>	 <p>(Quelle: TU Wien)</p>

Weißt du jetzt Bescheid über das Leben und Wirken von Bakterien?
Dann kreuze die richtigen Antworten an.

1. Welche der Namen bezeichnen Bakterien?

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Kukken | <input type="checkbox"/> Kokken |
| <input type="checkbox"/> Bazillen | <input type="checkbox"/> Pazillen |
| <input type="checkbox"/> Spirulin | <input type="checkbox"/> Spirillen |

2. Im Belebtschlamm sind enthalten:

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Schlamm | <input type="checkbox"/> Bakterien |
| <input type="checkbox"/> Blätter | <input type="checkbox"/> Papier |
| <input type="checkbox"/> Einzeller | <input type="checkbox"/> Sand |

3. Brauchen anaerobe Bakterien Sauerstoff?

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> JA | <input type="checkbox"/> NEIN |
|-----------------------------|-------------------------------|

4. Findet man aerobe Bakterien im Faulturm?

- | | |
|-----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> JA | <input type="checkbox"/> NEIN, warum: _____ |
| | _____ |

5. Gehört der Erreger der Cholera zu den Bazillen?

- | | |
|-----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> JA | <input type="checkbox"/> NEIN, warum: _____ |
| | _____ |

6. Was zählt nicht zu den Einzellern (Protozoen)?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Geißeltierchen | <input type="checkbox"/> Glockentierchen |
| <input type="checkbox"/> Wechseltierchen | <input type="checkbox"/> Rädertierchen |
| <input type="checkbox"/> Fadenwürmer | <input type="checkbox"/> Pantoffeltierchen |



LAND

OBERÖSTERREICH

Klärschlamm



Was ist Klärschlamm?.....	1
Welche Mengen fallen während eines Jahres an?.....	2
Wie erfolgt die Klärschlammverwertung?.....	3
Welche Behandlungsstufen gibt es?.....	4
Wohin mit dem aufbereiteten Klärschlamm?.....	8
Lösungsblatt.....	10
Arbeitsblätter für Schüler.....	1 – 4

Klärschlamm

Ö3
AKADEMIE FÜR
UMWELT UND NATUR

LINZ AG
ABWASSER



Klärschlamm

Was ist Klärschlamm?

„Es ist nicht alles Gold, was glänzt“, sagt der Volksmund. Es ist aber auch nicht alles wertlos, was schwarz-braun und schlammig aussieht. Klärschlamm – das klingt nach Dreck oder Abfall, jedenfalls nach etwas, mit dem wir nicht unbedingt in Berührung kommen möchten. Der erste Schein trügt jedoch, wie wir noch feststellen werden. Denn hinter der schwarz-braunen Masse verbirgt sich tatsächlich ein wertvoller Rohstoff, der auch als Dünger in der Landwirtschaft eingesetzt wird.

Durch den ständigen Zufluss von Schmutzwasser (aus WC, Waschmaschine, Geschirrspüler, Badewanne etc.) in die Kläranlage entsteht mit der Zeit immer mehr Biomasse, die dem System entnommen und einer weiteren Behandlung (Klärschlammbehandlung) zugeführt werden muss.

Klärschlamm ist somit ein „Nebenprodukt“ des Abwasserreinigungsprozesses und kann im Gegensatz zu vielen anderen „Abfällen“ (z. B. Plastikverpackungen, Einwegbinde etc.) NICHT vermieden werden!



(Quelle: Umweltministerium Baden-Württemberg)

Entwässerter Klärschlamm

Welche Mengen fallen während eines Jahres an?

Je nach Art des Reinigungsverfahrens „produziert“ jeder Einwohner im Jahr eine Menge von rund 30 kg Trockensubstanz oder Trockenmasse (TS) an Klärschlamm! Die Trockensubstanz ist jener Bestandteil des anfänglich sehr dünnflüssigen Klärschlammes, der nach Abzug des Wasseranteiles übrig bleibt.

1 kg Schlamm-trockensubstanz mit einem Wassergehalt von 95 % hat ein Volumen von 20 Litern. Somit fällt bei der Abwasserreinigung pro Einwohner im Jahr ein Volumen von 600 Litern (= 600 dm³) Schlamm an. Das entspricht einem Würfel mit ca. 84 cm Seitenlänge.

Im Jahr 2009 sind in den oberösterreichischen Kläranlagen (ohne Papier- und Zellstoffindustrie) rund 46.000 Tonnen Klärschlamm-trockenmasse (= Menge nach Abzug des Wasseranteiles) entstanden. Diese Menge ergibt bei den oben erwähnten

Bedingungen (1 kg Trockensubstanz entspricht 20 Litern) ein Schlammvolumen von rund 920.000 m³.

Es ist also nicht gerade wenig, was da übrig bleibt und es stellt sich die entscheidende Frage: WOHIN damit?

Grundsätzlich gibt es verschiedene Möglichkeiten des Umganges mit den beim Abwasserreinigungsprozess übrig bleibenden „Schlammbergen“, die alle eines gemeinsam haben: Sie kosten viel Geld. Daher muss ständig nach wirtschaftlichen und umweltfreundlichen Verwertungswegen gesucht werden.



Klärschlammmenge

Der Linzer Hauptplatz, der eine Fläche von 13.140 m² aufweist, könnte mit der in Oberösterreich anfallenden Klärschlammmenge ca. 70 m hoch bedeckt werden. Das entspricht der 3,5-fachen Höhe der Dreifaltigkeitssäule!

Der Hauptplatz von Linz mit der Dreifaltigkeitssäule



(Quelle: Stadt Linz)

Wie erfolgt die Klärschlammverwertung?

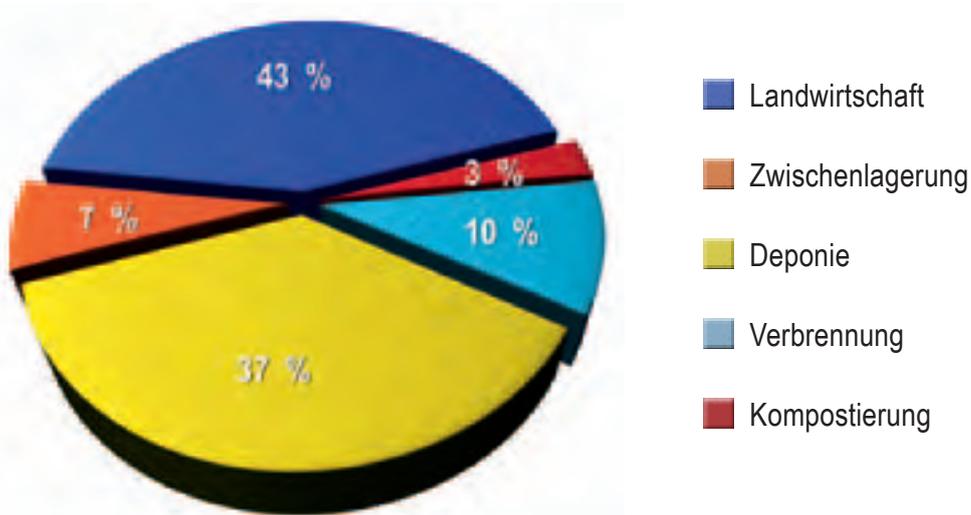
Klärschlamm kann als Dünger in der Landwirtschaft eingesetzt, in speziellen Anlagen verbrannt, deponiert oder kompostiert werden.

In Oberösterreich wurden im Jahr 2009 rund 20.000 t Klärschlamm, das sind 43 % der gesamten Menge, in der Landwirtschaft als Dünger ein-

gesetzt. 4.600 t (10 %) wurden verbrannt, 17.000 t (37 %) wurden deponiert, 1.400 t (3 %) wurden kompostiert und etwa 3.000 t (7 %) zwischengelagert. Die nachstehende Grafik dient zur besseren Übersicht.

Bevor Klärschlamm weiterverwertet wird, muss er einige Behandlungsstufen durchlaufen. Meistens erfolgt dies dort, wo der Schlamm anfällt – nämlich direkt in der Kläranlage.

Entsorgung kommunaler Klärschlämme in Oberösterreich 2009



Entwässerter Klärschlamm

Welche Behandlungsstufen gibt es?

Stabilisierung

Biologisch aktiver Schlamm neigt zur Faulung und kann erhebliche Geruchsbelästigungen (üblen Gestank) verursachen. Er muss daher „stabilisiert“, d.h. in einen Zustand versetzt werden, in dem Faulprozesse nicht mehr stattfinden können.

Die Schlammstabilisierung kann entweder aerob (mit Sauerstoff) oder anaerob (ohne Sauerstoff) durch einen bewusst herbeigeführten Faulprozess (im Faulturm) erreicht werden.

- Aerobe Stabilisierung

Die aerobe Schlammstabilisierung wird entweder direkt im Belebungsbecken (durch „Mitbelüftung“ – meist bei kleinen Kläranlagen) oder in einem getrennten Becken (eigene „Nachbelüftung“ des Schlammes – bei großen Anlagen) durchgeführt.

Grundvoraussetzung für die aerobe Stabilisierung ist eine lange Aufenthaltszeit (mindestens 25 Tage) des Schlammes im Becken. Dadurch wird ein hohes „Schlammalter“ erreicht, welches für die weitgehende Reduktion der Bakterien bei geringem Nährstoffangebot erforderlich ist.

- Anaerobe Stabilisierung

Für die anaerobe Schlammstabilisierung wird der Schlamm vor allem bei größeren Kläranlagen in Faultürme gepumpt. Oftmals sind das überdimensionale „Eier“ aus Beton, die schon von Weitem ins Auge stechen. Bei der Faulung (unter Luftabschluss) entsteht Faulgas in diesen Behältern. Dieses besteht zu 1/3 aus Kohlendioxid (CO_2) und zu 2/3 aus Methan (CH_4) und hat einen sehr hohen Heizwert. Es kann über Gasmotoren für die Stromerzeugung und somit für die Energieversorgung der Kläranlage eingesetzt werden.

Durch die Stabilisierung des Klärschlammes werden Geruchsbelästigungen vermieden. Gleichzeitig verringert sich auch die Feststoffmasse und der Schlamm kann anschließend besser entwässert werden. „Frischer Klärschlamm“, so wie er aus der Kläranlage entnommen wird, besteht zu rund 97 bis 98 % aus Wasser. Um das Schlammvolumen wesentlich zu verkleinern, befreit man den Schlamm von einem Großteil des Wassers. Man spricht dabei von der „Entwässerung des Schlammes“, die in verschiedenen Schritten erfolgt.



Faultürme AWW Welsler Heide

(Quelle: Land OÖ)

Entwässerung

- Konditionierung

Für die maschinelle Eindickung und Entwässerung muss der Schlamm aufbereitet werden, weil sonst keine ausreichende Wasserabgabe erfolgt. Man nennt diesen Vorgang des Aufbereitens „Konditionierung“. Dabei werden dem Schlamm z. B. anorganische Stoffe wie Kalk zugemischt. Die Zugabe findet in einem eigenen Behälter statt und beeinflusst die Leistungsfähigkeit der nachfolgenden „Eindickmaschine“ wesentlich.

- Eindickung

Nach entsprechender Vorbereitung (Konditionierung) wird der Schlamm eingedickt. Je nach dem eingesetzten Verfahren sind Feststoffgehalte von 1 bis 10 % erreichbar. Die Eindickung des Schlammes erfolgt entweder durch Schwerkraft (d. h. bloßes Absetzen in einem eigenen Becken) oder durch Einsatz spezieller Maschinen. Beim Absetzen in einem Becken sind bis zu 3 % Feststoffgehalt, bei maschineller Eindickung bis 10 % Feststoffgehalt erreichbar.

- Maschinelle Entwässerung

Heute kommt fast ausschließlich die maschinelle Entwässerung zum Einsatz. Dabei wird Wasser bis zu einem Feststoffgehalt von ca. 45 % Trockensubstanz abgeschieden. Sie erfolgt häufig durch sogenannte Kammerfilterpressen, Zentrifugen oder Schneckenpressen.

- Filtersackentwässerung

Dieses System der Schlammentwässerung kommt vor allem bei kleineren Kläranlagen zur Anwendung. Der anfallende Klärschlamm wird zu Beginn der Verarbeitung mit einem Flockungsmittel vermengt und in wasserdurchlässige Säcke gefüllt. Die Feststoffe des Klärschlammes werden in den Filtersäcken wie bei einem Kaffeefilter zurückgehalten. Das Überschusswasser kann durch die Poren der Säcke abfließen. Dadurch erhöht sich der Trockensubstanzgehalt (TS) des Klärschlammes innerhalb weniger Stunden von 2 bis 3 % TS auf mehr als 10 % TS.

Die anschließende Lagerung der befüllten Säcke unter Dach gewährleistet eine Gewichtsreduktion von mehr als 75 % (von 85 auf 15 kg/Sack) innerhalb eines Jahres. Übrig bleibt ein geruchfreies, trockenes Endprodukt mit krümeliger Konsistenz. Nachteilig ist aber die Infektionsgefahr für das Kläranlagenpersonal durch die ständige Manipulation mit den mit Klärschlamm gefüllten Filtersäcken.





- Schlamm-trocknung

Bei der Schlamm-trocknung verdampft das im Schlamm enthaltene Wasser durch Wärmezufuhr. In Österreich kommt vor allem die solare Klärschlamm-trocknung, bei der der Klärschlamm in Glashäusern aufgebracht wird, zur Anwendung. Die Wärmezufuhr erfolgt dabei lediglich über die Sonneneinstrahlung. Die Trocknung kann wegen der hohen Kosten und des hohen Betriebsaufwands nur für größere Kläranlagen eingesetzt werden. In der Praxis sind bis 75 % Trockensubstanz (das heißt: nur mehr 25 % Wasseranteil) zu erreichen. Sinnvoll ist die Kombination von Trocknung und Verbrennung des Schlamms, da die Abwärme, die bei der Verbrennung entsteht, wiederum zur Trocknung herangezogen werden kann.

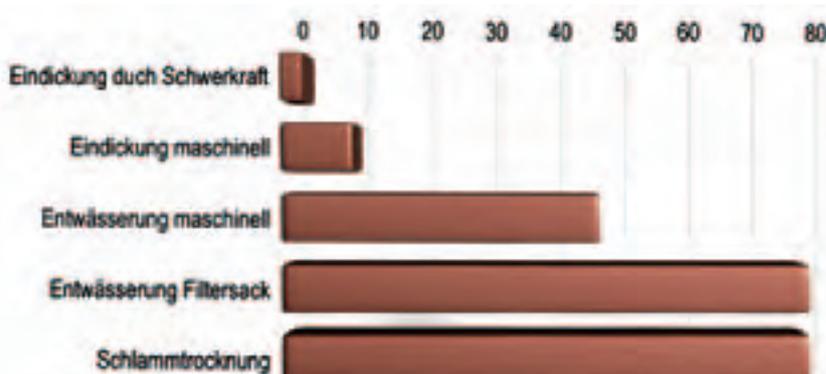


Ein „kurioses Verfahren“ wurde in Deutschland entwickelt:

Ein Roboterfahrzeug – von seinen Erfindern „Franz“ genannt – kommt in Anlagen zur solaren Klärschlamm-trocknung zum Einsatz. Es tut seinen Dienst in gewächshausähnlichen Hallen, in denen nasser Klärschlamm zum Trocknen ausgebreitet wird. Die Sonneneinstrahlung und ein ausgetüfteltes Umluftsystem entziehen der braunen Masse Wasser. Dabei übernimmt das kleine Fahrzeug, das an einen VW-Beetle ohne Dach erinnert, eine wichtige Aufgabe. Mit seinen Mischwerkzeugen wendet und durchlüftet es den Schlamm, beschleunigt so die Trocknung und beugt Fäulnisprozessen vor.

Da unbehandelter Klärschlamm meist zu mehr als 95 % aus Wasser besteht, ist die Klärschlamm-trocknung und -wässerung und -trocknung unabkömmlich für die Gewichtsreduktion des anfallenden Klärschlammes.

Trockensubstanz bei verschiedenen Entwässerungsverfahren in %



Grafische Darstellung des prozentuellen Trockensubstanz-gehaltes TS bei den verschiedenen Entwässerungsverfahren.



Weitere Behandlungsstufen

- Entseuchung

Im Abwasser können auch bakterielle Krankheitserreger, Wurmeier (Bandwurm, Hakenwurm) und Viren enthalten sein. Diese werden bei Durchlauf der Kläranlage nur teilweise abgetötet. Sie reichern sich im Schlamm an und können bei ungeeigneter Ausbringung von Klärschlämmen zur Entstehung von Krankheiten wie Typhus oder Tuberkulose beitragen. Durch verschiedene Verfahren reduziert man die Anzahl der Krankheitserreger im Schlamm so weit, dass dieser hygienisch unbedenklich ist.

Die Kompostierung ist beispielsweise ein Entseuchungsverfahren, das mit Wärme arbeitet. Um Klärschlamm kompostieren zu können, muss Strukturmaterial (z. B. Grasschnitt, Stroh, Sägespäne) zugegeben werden. Die Bakterien erzeugen bei ausreichender Sauerstoffversorgung Wärme, die zur Erwärmung des Schlamm-Strukturmaterial-Gemisches führt und Krankheitserreger und Viren abtötet.

Eine andere Möglichkeit der Entseuchung ist die Zugabe von Chemikalien, z. B. Kalk. Die hygienisierende Wirkung bei Einsatz von Kalk entsteht dabei sowohl durch eine Erhöhung des pH-Wertes als auch der Temperatur (bis 70° C).



- Klärschlammvererdung

Eine Klärschlamm-Vererdungsanlage ist entweder eine nach unten mit Folien abgedichtete teichförmige Mulde oder ein dichtes Betonbecken, in welches der dickflüssige, schon stabilisierte und vorentwässerte Schlamm befördert wird. Auch eine Beschickung mit dünnflüssigem nicht stabilisiertem Schlamm ist möglich. Über ein Drainagesystem fließt ein Teil des Wassers wieder in den Klärprozess zurück. Die Becken werden so bemessen, dass sie in einem Zeitraum von ca. fünf bis zehn Jahren vollgefüllt sind. Eine Schlüsselfunktion bei der Vererdung nimmt dabei die Bepflanzung mit Schilf ein. Die Durchwurzelung mit diesen Pflanzen fördert die Humusbildung. Das „Endprodukt“ ist ein humusähnliches Material, das z. B. bei Rekultivierungen oder Begrünungen verwendet werden kann.



Wohin mit dem aufbereiteten Klärschlamm?

Die Entsorgung bzw. Verwertung des Schlammes gehört zu den Pflichten jedes Kläranlagenbetreibers, weil Klärschlamm – wie eingangs erwähnt – nicht vermieden werden kann. Aber wohin mit den Tausenden Tonnen Klärschlamm?

Rückführung in den Naturkreislauf

Am besten wäre es, die riesigen Mengen von Klärschlamm – ähnlich wie das bei der Sammlung und Verwertung von Altpapier, Glas, Konservendosen und dergleichen der Fall ist – sinnvollerweise in den Naturkreislauf zurückzuführen.

Tatsächlich besteht diese Möglichkeit im Rahmen der landwirtschaftlichen Verwertung von Klärschlamm. Darunter versteht man das Ausbringen von flüssigem oder entwässertem Klärschlamm auf Ackerflächen in der Landwirtschaft. Des Öfteren sieht man, wie Landwirte mit Traktor und Güllefass ihren bei der Tierhaltung (Rinder- oder Schweinezucht) anfallenden „flüssigen Mist“ auf ihre Felder verrieseln oder den trockenen Mist mit

einem „Streuer“ auf den Ackerflächen ausbringen und in den Boden einarbeiten. So ähnlich wird auch Klärschlamm als Dünger, der dem Boden wertvolle Nährstoffe (vor allem Stickstoff und Phosphor) zurückgibt, eingesetzt.

Gerade Phosphor (nur zu 0,11 % in der Erdkruste vorhanden) ist eine endliche Ressource und Bestandteil der bedeutendsten biologischen Moleküle, z. B. ist er in der DNA genauso vertreten wie in den Proteinen und dem kleinen ATP-Molekül (Adenosintriphosphat), einem wichtigen Energiespeicher des Körpers. In Waschmitteln oder als Lebensmittel-Zusatzstoff spielt er zudem eine wichtige Rolle für die Industrie.

Weltweit am meisten Phosphor verbraucht allerdings die Landwirtschaft: Neben Stickstoff ist Phosphat (das ist die oxidierte Form des elementaren Phosphors) der häufigste Bestandteil von Düngemitteln. Ackerpflanzen entziehen dem Boden Phosphat. Damit dieser fruchtbar bleibt, muss ungefähr gleich viel Phosphat gedüngt werden, wie dem Acker mit der Ernte entzogen wird.

Klärschlammausbringung in die Landwirtschaft



Quelle: Müller-Abfallprodukte GmbH / Weibem

Der Einsatz von Klärschlamm als Dünger ist streng geregelt und nur erlaubt, wenn die organischen Inhaltsstoffe und die Schwermetalle im Schlamm die gesetzlich vorgegebenen Grenzwerte nicht überschreiten. Damit die Gesundheit des Bodens nicht beeinträchtigt wird und ganz sicher keine gesundheitsschädigenden Stoffe in die Nahrungskette gelangen, werden die relevanten Bodenparameter von den zuständigen Behörden genauestens überwacht.

Die Vorteile der Kreislaufführung liegen somit auf der Hand: Man spart den für Düngezwecke künstlich erzeugten Dünger ein (der teuer gekauft werden muss) und auch Flächen und Volumina, die für eine Deponierung der „Schlammberge“ notwendig wären.

Verbrennung

In Oberösterreich werden rund 10 % des anfallenden Klärschlamm thermisch verwertet, das heißt verbrannt. Vor allem Kläranlagen mit einem hohen Anteil an Industrieabwässern können die für die landwirtschaftliche Verwertung vorgeschriebenen

Grenzwerte im Klärschlamm nicht einhalten. Hier ist die Verbrennung unumgänglich. Die Verbrennung von Klärschlamm ist aufwendig und teuer. Gut entwässerter Klärschlamm besteht noch immer aus 2/3 Wasser. Dies ist der maximale Wasseranteil, um Klärschlamm ohne Zufeuerung verbrennen zu können. Die bei der Verbrennung des entwässerten Schlamms entstehende Wärme kann zwar genutzt werden, die Rückstände (Asche) sind jedoch zu deponieren. Der natürliche Kreislauf wird dabei unterbrochen.



Phosphor

Da die auf der Erde vorkommenden Phosphor-Lagerstätten zur Neige gehen, wird der Klärschlamm zukünftig an Bedeutung gewinnen. Es gibt schon technische Verfahren, um Phosphor aus der Asche zurückzugewinnen (in sogenannten Monoverbrennungsanlagen). Diese sind aber sehr teuer und konnten sich bisher am Markt noch nicht durchsetzen.



Klärschlammdeponie

Ergänze den folgenden Text zum Thema „Klärschlamm“ – Lösung

Klärschlamm entsteht in der Kläranlage bei der Reinigung des Abwassers. Ist der Klärschlamm fertig aufbereitet, kann er als Dünger in der Landwirtschaft eingesetzt werden. Er darf aber keine Schadstoffe mehr enthalten. Man kann ihn aber auch verbrennen, deponieren oder kompostieren.

In den oberösterreichischen Kläranlagen sind im Jahr 2009 rund 46.000 Tonnen Klärschlamm-trockenmasse (= Menge nach Abzug des Wasseranteils) angefallen. Der Großteil davon, nämlich 43 %, wurde als Dünger verwendet. Der Einsatz als Dünger ist streng geregelt. Dazu muss der Klärschlamm zuerst einer Nachbehandlung in Form von Entwässerung und Entseuchung unterzogen werden, anschließend kann eine Rückführung in den Naturkreislauf durchgeführt werden. Der Vorteil der Kreislaufführung besteht darin, dass man künstlich erzeugten Dünger sowie Flächen zur Deponierung der Schlammberge einsparen kann.

Wer weiß Bescheid über die Pyramiden im alten Ägypten? – Lösung

In Oberösterreich fallen bei der Abwasserreinigung pro Jahr 920.000 m³ Klärschlamm an. Wenn uns die berühmte Cheops-Pyramide (Volumen von ca. 2,6 Millionen m³) als Speicher zur Verfügung stehen würde: Wie lange würde es dauern, bis diese mit unserem Schlamm vollgefüllt wäre?

Fast drei Jahre



(Quelle: Land OÖ)

Klärschlamm

„Es ist nicht alles Gold, was glänzt“ – es ist aber auch nicht alles wertlos, was schwarz-braun und schlammig aussieht! Klärschlamm – das klingt nach stinkendem Schmutz oder Abfall, jedenfalls nach etwas, womit wir nicht unbedingt in Berührung kommen möchten. Aber eigentlich ist Klärschlamm ein wertvoller Rohstoff.

Wie entsteht Klärschlamm und wie wird er behandelt?

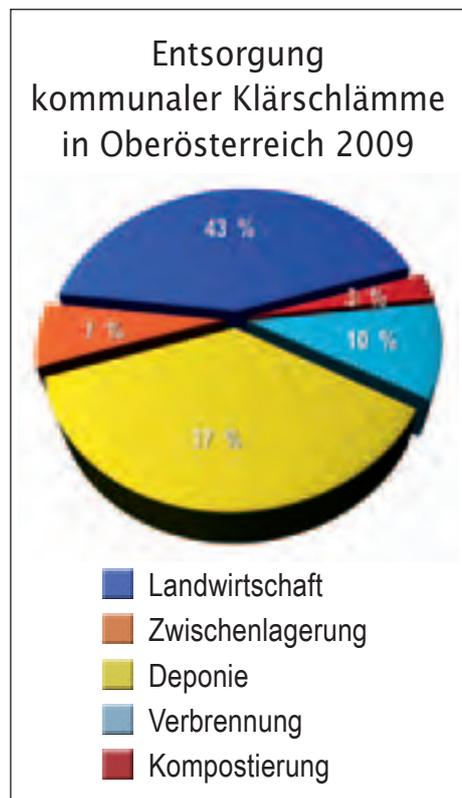
In der Kläranlage wird das Abwasser gereinigt, dabei entsteht Schlamm. Durch den ständigen Zufluss von Schmutzwasser bildet sich mit der Zeit immer mehr Schlamm. Dieser muss entnommen und einer weiteren Verwertung (Klärschlammbehandlung) zugeführt werden.

Nach seiner Aufbereitung kann Klärschlamm wie Mist oder Gülle in Form von Dünger in der Landwirtschaft eingesetzt und somit in den Naturkreislauf zurückgeführt werden. So kann man künstlich erzeugten Dünger und Flächen zur Deponierung der „Schlammberge“ einsparen. Da er keine Schadstoffe mehr enthalten darf, muss der Klärschlamm einer Nachbehandlung unterzogen werden (Entwässerung, Entseuchung). Klärschlamm kann aber auch verbrannt, deponiert oder kompostiert werden.

Wie viel Klärschlamm fällt in Oberösterreich an?

In Oberösterreich sind im Jahr 2009 in den Kläranlagen (ohne Papier- u. Zellstoffindustrie) rund 46.000 Tonnen Klärschlamm-trockenmasse (= Menge nach Abzug des Wasseranteils) entstanden.

Diese Menge ergibt ein Schlammvolumen von rund 920.000 m³ (1 kg Trockensubstanz entspricht 20 Litern), womit man den Linzer Hauptplatz – mit einer Fläche von 13.140 m² – ca. 70 m hoch mit Schlamm bedecken könnte. Dies entspricht der 3,5-fachen Höhe der Dreifaltigkeitssäule.



Wie muss Klärschlamm behandelt werden?

Schlamm-Stabilisierung

Biologisch aktiver Schlamm neigt zur Faulung und kann einen üblen Gestank verursachen.

Durch die Stabilisierung des Klärschlammes können Geruchsbelästigungen (Gestank) vermieden werden. Man unterscheidet zwei Arten von Stabilisierung:

- Aerobe Stabilisierung (mit Sauerstoff):
 Sie kann direkt im Belebungsbecken erfolgen. Wichtig ist eine lange Aufenthaltszeit (mindestens 25 Tage) des Schlammes im Becken. Dadurch erreicht man eine weitgehende Reduktion der Bakterien bei geringem Nährstoffangebot.
- Anaerobe Stabilisierung (ohne Sauerstoff):
 Hierbei wird der Schlamm in Faultürme gepumpt. Oftmals sind das überdimensionale „Eier“ aus Beton, die schon von Weitem ins Auge stechen. Bei der Faulung in diesen Behältern entsteht Faulgas. Dieses besteht zu 1/3 aus Kohlendioxid (CO₂) und zu 2/3 aus Methan (CH₄) und hat einen sehr hohen Heizwert. Es kann für die Stromerzeugung und somit für die Energieversorgung der Kläranlage eingesetzt werden.



Schlammssilo



Rücklaufschlamm und Zulauf in die Belebung



Kammerfilterpresse



Mechanische Überschussschlammmentwässerung



Schlamm nach mechanischer Entwässerung



Schlamm nach mechanischer Entwässerung

Schlamm-Entwässerung

„Frischer“ Klärschlamm aus der Kläranlage besteht zu rd. 97 bis 98 % aus Wasser. Das Schlammvolumen wird wesentlich verkleinert, wenn man den Schlamm von einem Großteil des Wassers befreit („Entwässerung des Schlamms“).

Bei der maschinellen Entwässerung kann Wasser bis zu einem Feststoffgehalt von maximal 45 % Trockensubstanz abgeschieden werden.

Schlamm-Entseuchung

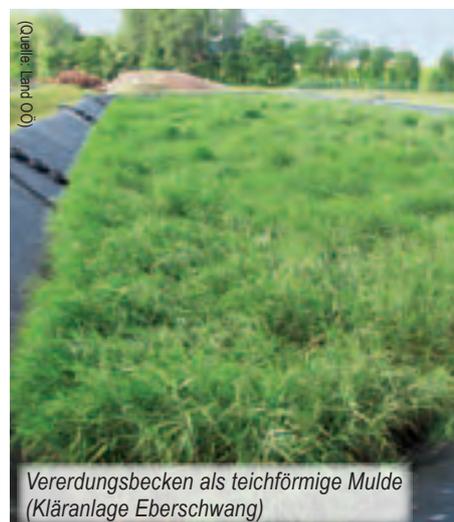
Im Abwasser können auch bakterielle Krankheitserreger, Wurmeier (Bandwurm, Hakenwurm) und Viren enthalten sein. Durch verschiedene Verfahren wird die Anzahl der Krankheitserreger im Schlamm so weit reduziert, dass dieser hygienisch unbedenklich ist.

Rückführung in den Naturkreislauf

Der Klärschlamm wird wieder in den Naturkreislauf zurückgeführt, indem flüssiger oder entwässerter Klärschlamm auf den Feldern verteilt und als Dünger, der dem Boden wertvolle Nährstoffe (vor allem Stickstoff und Phosphor) zurückgibt, eingesetzt wird.

In der Landwirtschaft werden große Mengen an Phosphor für die Düngung benötigt. Neben Stickstoff ist Phosphat (das ist die oxidierte Form des elementaren Phosphors) der häufigste Bestandteil von Düngemittel.

Ackerpflanzen entziehen dem Boden Phosphat. Damit dieser fruchtbar bleibt, muss ungefähr gleich viel Phosphat gedüngt werden, wie dem Acker mit der Ernte entzogen wird.



Ergänze den folgenden Text zum Thema „Klärschlamm“

Klärschlamm entsteht in der _____ bei der _____ des Abwassers. Ist der Klärschlamm fertig aufbereitet, kann er als _____ in der Landwirtschaft eingesetzt werden. Er darf aber keine _____ mehr enthalten. Man kann ihn aber auch _____, _____ oder _____.

In den oberösterreichischen Kläranlagen sind im Jahr 2009 rund _____ Klärschlamm-trockenmasse (= Menge nach Abzug des _____) angefallen. Der Großteil davon, nämlich _____ %, wurde als Dünger verwendet. Der Einsatz als Dünger ist streng geregelt. Dazu muss der Klärschlamm zuerst einer Nachbehandlung in Form von _____ und _____ unterzogen werden, anschließend kann eine Rückführung in den _____ durchgeführt werden. Der Vorteil der Kreislaufführung besteht darin, dass man _____ Dünger sowie Flächen zur _____ der _____ einsparen kann.

Schadstoffe, Kläranlage, 46.000 Tonnen, deponieren, Reinigung, Verbrennen, Wasseranteils, Schlammberge, kompostieren, Dünger, Entwässerung, Entseuchung, Naturkreislauf, künstlich erzeugten, 43, Deponierung

Wer weiß Bescheid über die Pyramiden im alten Ägypten?

In Oberösterreich fallen bei der Abwasserreinigung pro Jahr 920.000 m³ Klärschlamm an. Wenn uns die berühmte Cheops-Pyramide (Volumen von ca. 2,6 Millionen m³) als Speicher zur Verfügung stehen würde: Wie lange würde es dauern, bis diese mit unserem Schlamm vollgefüllt wäre?





LAND

OBERÖSTERREICH

Industrielle Abwässer

Abwasser ist nicht
gleich Abwasser! 1

Mechanische
Reinigungsverfahren 3

Chemische
Reinigungsverfahren 4

Biologische
Reinigungsverfahren 5

Chemisch-physikalische
Reinigungsverfahren 6

Lösungsblätter 8 – 10

Arbeitsblätter
für Schüler 1 – 5

Industrielle
Abwässer

ÖB
AKADEMIE
FÜR
UMWELT UND NATUR

LINZ AG
ABWASSER



Industrielle Abwässer

Abwasser ist nicht gleich Abwasser!

Neben dem Abwasser, das wir alle täglich beim Kochen, Waschen, Putzen, auf der Toilette etc. produzieren (häusliches Abwasser), fallen auch bei der Herstellung von Dingen, die wir tagtäglich gebrauchen, Abwässer an. Dabei kann man sich vorstellen, dass sich in diesen sogenannten „gewerblichen und industriellen Abwässern“ zum Teil gänzlich andere Stoffe befinden, als in jenem Abwasser, welches der Mensch als „häusliches Abwasser“ bezeichnet – Abwasser ist also nicht gleich Abwasser!

In Betrieben, Fabriken oder Industrien werden bei der Produktion oft unglaubliche Mengen an Frischwasser verbraucht. So mancher Großbetrieb in Oberösterreich verursacht täglich mehr Abwasser als die Einwohner der drei größten Städte Linz, Wels und Steyr zusammen. Mit den Abwässern der Betriebe in Oberösterreich ließen sich binnen kurzer Zeit ganze Seen, wie z. B. der Pleschingersee bei Linz, befüllen!

Das Frischwasser wird in der Produktion großteils zum Kühlen der Maschinen oder zum Reinigen

verwendet. Wird bei der Kühlung das Wasser in erster Linie „nur“ erwärmt (dies kann nach der Wiedereinleitung in ein Gewässer unter anderem zu Problemen bei der Sauerstoffversorgung der Fische führen), so werden beim Waschen dem Wasser oftmals Reinigungsmittel zugesetzt und daher in weiterer Folge mehr oder weniger gefährliche Substanzen mit abgeschwemmt. Es fällt demnach ein Großteil des Frischwassers nach Durchlaufen der verschiedenen Produktionsprozesse in Form von verunreinigtem Wasser an. Dieses muss daher für eine Wiederverwendung bzw. für eine Einleitung in ein Gewässer aufbereitet bzw. gereinigt werden. Von manchen Ländern dieser Erde wurde bis heute nicht erkannt, dass die direkte Einleitung von Abwässern in Gewässer ohne Vorreinigung die Umwelt massiv gefährden kann. Als Beispiel sind hier die unten gezeigten Industriebetriebe angeführt, bei denen die direkte Abwassereinleitung in den Fluss gut zu erkennen ist. Auf der nächsten Seite ist eine Schaumbildung in einem Fluss zu sehen, die auf eine übermäßige Beanspruchung mit Abwässern zurückzuführen ist.



Um Verschmutzungen zu vermeiden, müssen industrielle Abwässer genauso wie häusliche Abwässer einer Reinigung unterzogen werden. Erst dann können sie ohne übermäßige Beeinträchtigung des Vorfluters (Gewässer, in das die gereinigten Abwässer eingeleitet werden) dem natürlichen Wasserkreislauf durch Ausleitung in Flüsse und Bäche rückgeführt werden.

Die Herstellung gänzlich unterschiedlicher gewerblicher und industrieller Produkte macht sich natürlich auch in der chemischen, physikalischen und biologischen Zusammensetzung der Abwässer bemerkbar. So fallen beispielsweise bei Lebensmittelbetrieben wie Molkereien, Schlachthöfen, Zuckerfabriken, Getränke- und Süßwarenherstellern etc. in erster Linie Abwässer mit sehr hoher organischer Belastung an. Schwerindustriebetriebe wie metallverarbeitende Betriebe produzieren hingegen Abwässer mit vor allem anorganischer Belastung (z. B. Schwermetalle wie Blei, Kupfer, Zink, Nickel usw.).

Neben Kfz-Betrieben und Tankstellen ist die Abscheidung von Mineralölen in beinahe allen Branchen ein großes Thema, da die Öle zur Schmierung von Maschinen überall erforderlich sind und somit auch in den Abwasserkreislauf gelangen.

Ganz anders ist es z. B. bei Steinbrüchen, Schotterwerken etc., wo vorwiegend die Ableitung des feinen Gesteinsabriebs in ein Gewässer zu verhindern ist.

In Abhängigkeit von der Zusammensetzung und der Konzentration der Abwasserinhaltsstoffe sind daher gänzlich unterschiedliche Reinigungsschritte erforderlich. Einige wichtige werden auf den nächsten Seiten dargestellt.



Trübung von Wasser

Da eine Trübung aufgrund einer Abwassereinleitung oftmals auf ein Überangebot an Nährstoffen hinweist, kommt es im Gewässer zu einer Massenvermehrung von Bakterien bzw. Mikroorganismen, die sich von den Nährstoffen ernähren. Da aerobe Bakterien auch Sauerstoff zum Leben benötigen, kann es bei übermäßigem Nährstoffangebot im Gewässer zu Sauerstoff zehrenden Verhältnissen kommen, was in weiterer Folge zu einem Fischsterben und zur Faulschlamm-bildung führt. Dies wird im Allgemeinen als „Kippen eines Gewässers“ bezeichnet.



Schaumbildung im Gewässer durch übermäßige Beanspruchung mit Abwässern

(Quelle: Wikimedia)

Mechanische Reinigungsverfahren

Zum Teil werden viele Feststoffe mit dem Abwasserstrom transportiert, welche sich jedoch üblicherweise relativ einfach abscheiden lassen. Aufgrund ihrer Größe bzw. dem Gewichtsunterschied können Feststoffe z. B. mit Rechen, Filtern, Siebanlagen, Absetzbecken etc. aus dem Abwasser entfernt werden. Inhaltsstoffe wie Fette,

Öle etc. schwimmen aufgrund ihres dem Wasser gegenüber geringeren spezifischen Gewichtes an der Oberfläche auf und können dort mittels Fettabscheider oder Flotationsanlagen abgezogen werden. In Flotationsanlagen wird Luft eingepert, um so das Aufschwimmen der Fette und Öle zu unterstützen. Diese Behandlungen von Abwässern bezeichnet man als „mechanische Reinigung“.



Chemische Reinigungsverfahren

Industrielle Abwässer können sich in ihrer Zusammensetzung neutral, sauer oder basisch verhalten. Die Gewässer, in die die Abwässer nach der Reinigung eingeleitet werden, weisen einen eher neutralen Zustand auf, weshalb eine Einleitung von Abwässern ebenfalls in dieser Form passieren sollte. Eine rein „chemische Abwasserbehandlung“ stellt dabei die sogenannte „Neutralisation“ dar. Dabei wird der pH-Wert auf einen neutralen Bereich von ca. 6,5 bis 8,5 eingestellt. Bei pH-Werten außerhalb dieses Bereiches kann es im Fluss oder Bach zu Prozessen kommen, die auf die Gewässerqualität und auf die darin lebenden Organismen schädliche Auswirkungen haben. Saure Abwässer werden bei der Neutralisation mit einer Lauge (z. B. Kalkmilch oder Natronlauge), basische Abwässer mit einer Säure (z. B. Kohlensäure, Salzsäure oder Schwefelsäure) behandelt. Auch für die biologische Abwasserreinigung ist bei Einleitung von nichtneutralen Abwässern eine vorhergehende Neutralisation für einen sicheren Betrieb nötig, da saure oder basische

Abwässer die am biochemischen Abbau beteiligten Mikroorganismen schädigen können.

Schwieriger wird es bei Substanzen, die in gelöster Form im Abwasser vorliegen. Diese müssen mittels „biologischen oder chemisch-physikalischen Reinigungsschritten“ weitergehend behandelt werden.

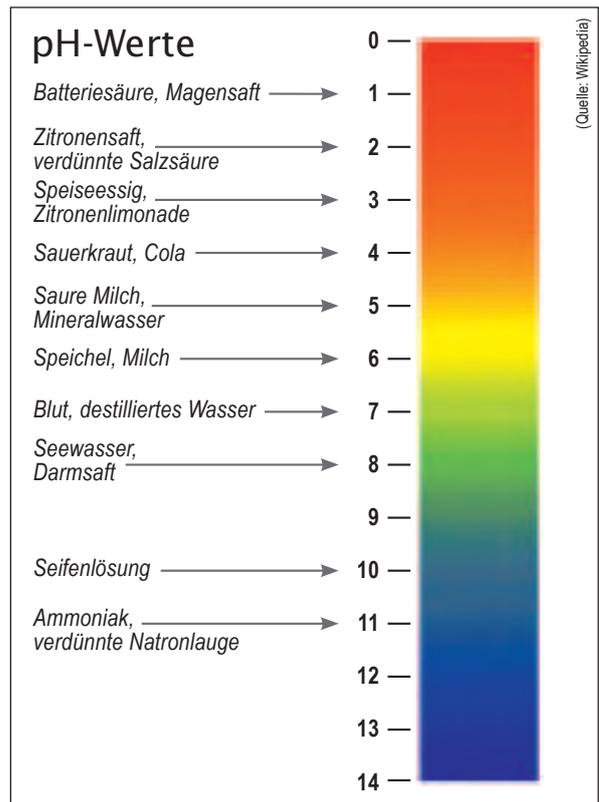


pH-Wert

Flüssigkeiten, deren pH-Wert kleiner als 7 ist, werden als Säuren, gleich 7 als neutral und größer als 7 als Basen oder Laugen bezeichnet. Der pH-Wert ist ein Maß für die Stärke der sauren oder basischen Wirkung einer wässrigen Lösung. Die pH-Wert-Skala reicht von 0 (stark sauer) bis 14 (stark basisch). Allerdings ist diese nicht linear, sondern logarithmisch aufgebaut. Eine Zu- oder Abnahme um 1 bedeutet eine Änderung der sauren oder der basischen Wirkung um den Faktor 10.



Schaumreinigung in einem Lebensmittelbetrieb



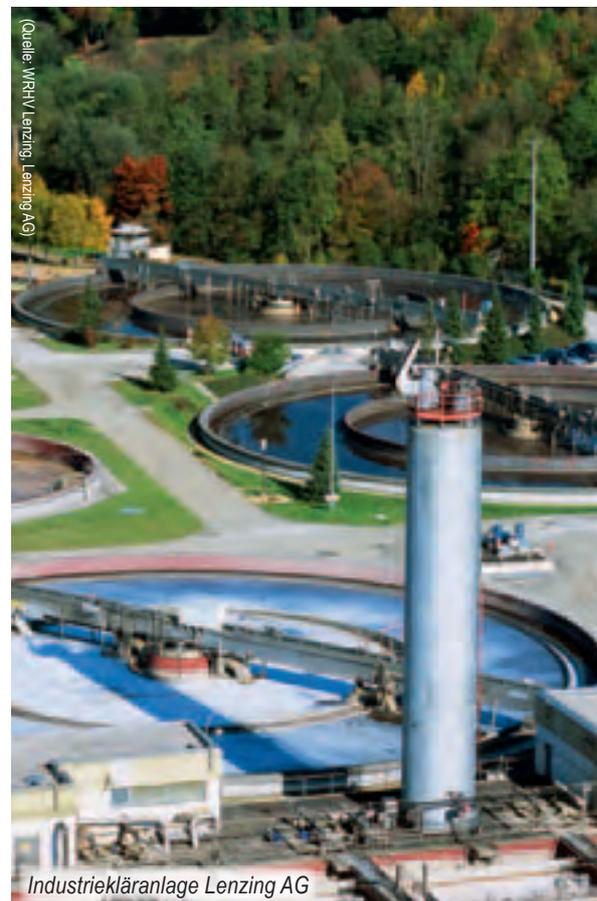
Biologische Reinigungsverfahren

Organische Verunreinigungen und Nährstoffe, welche biologisch gut abbaubar sind, werden hauptsächlich mittels „biologischer Abwasserreinigung“ aus dem Abwasser entfernt. Dabei übernehmen Mikroorganismen (im Wasser lebende Bakterien und Kleinstlebewesen) die Aufgabe, sich von diesen organischen Verunreinigungen zu ernähren und zu wachsen. Verschiedene Industriezweige besitzen unterschiedliche Abwasserzusammensetzungen, für deren Abbau sich jeweils darauf spezialisierte Mikroorganismen entwickeln.

Das Prinzip der Abwasserreinigung mit Bakterien ist ähnlich wie bei den konventionellen kommunalen Kläranlagen. In einem sogenannten „Belebungsbecken“ wird durch Einblasen von Luft oder Sauerstoff die Atmung der Mikroorganismen ermöglicht. Dabei spricht man von „aeroben“ Verhältnissen (hoher Sauerstoffgehalt im Wasser). Neben diesen aerob lebenden Bakterien gibt es

auch solche, die ohne Sauerstoff leben. In sogenannten anaeroben Verhältnissen finden diese optimale Lebensbedingungen vor. Zur Abwasserreinigung werden diese vor allem bei sehr hochkonzentrierten Abwässern eingesetzt. Diese fallen z. B. in der Lebensmittelindustrie, der Zellstoffindustrie, der Tierkörperverwertung sowie in Chemieparcs an.

Die Bakterien, welche die organischen Verunreinigungen im Wasser in Biomasse umsetzen (d. h. sie vermehren sich und erhöhen dadurch ihre Gesamtmasse), sind als Schlamm im Abwasser erkennbar. Der Schlamm wird aufgrund des Wachstums der Organismen mit der Zeit immer mehr und muss daher regelmäßig entnommen werden. Dies geschieht in sogenannten Nachklärbecken, in denen sich der überschüssige Schlamm am Boden absetzt und von dort als Überschussschlamm abgezogen wird. Das vom Schlamm getrennte, gereinigte Abwasser kann in den Vorfluter (Fluss oder Bach) abgeleitet werden.



Chemisch-physikalische Reinigungsverfahren

Nun können jedoch nicht alle organischen Verunreinigungen so „einfach“ biologisch abgebaut werden. Solchen sogenannten „persistenten“ (schwer abbaubaren) organischen Inhaltsstoffen kann z. B. mittels „chemisch-physikalischen Reinigungsverfahren“ zu Leibe gerückt werden. Das Abwasser wird dabei über Materialien mit bestimmten Oberflächenstrukturen geführt. Ziel dabei ist, einen innigen Kontakt mit deren Oberfläche und den Abwasserinhaltsstoffen herzustellen. Bei den dabei auftretenden Wechselwirkungen zwischen dem Material und den zu entfernenden Verunreinigungen wird zwischen der Anhaftung, der sogenannten „Adsorption“, und dem Stoffaustausch unterschieden. Bei Verwendung von Aktivkohle (zumeist ein Granulat, welches ähnlich wie zerbrochene Kohle aussieht) als Filter = Filtration, bleiben viele organische Verunreinigungen infolge chemischer und physikalischer Bindungen im Filter „kleben“. Diese können in weiterer Folge nach

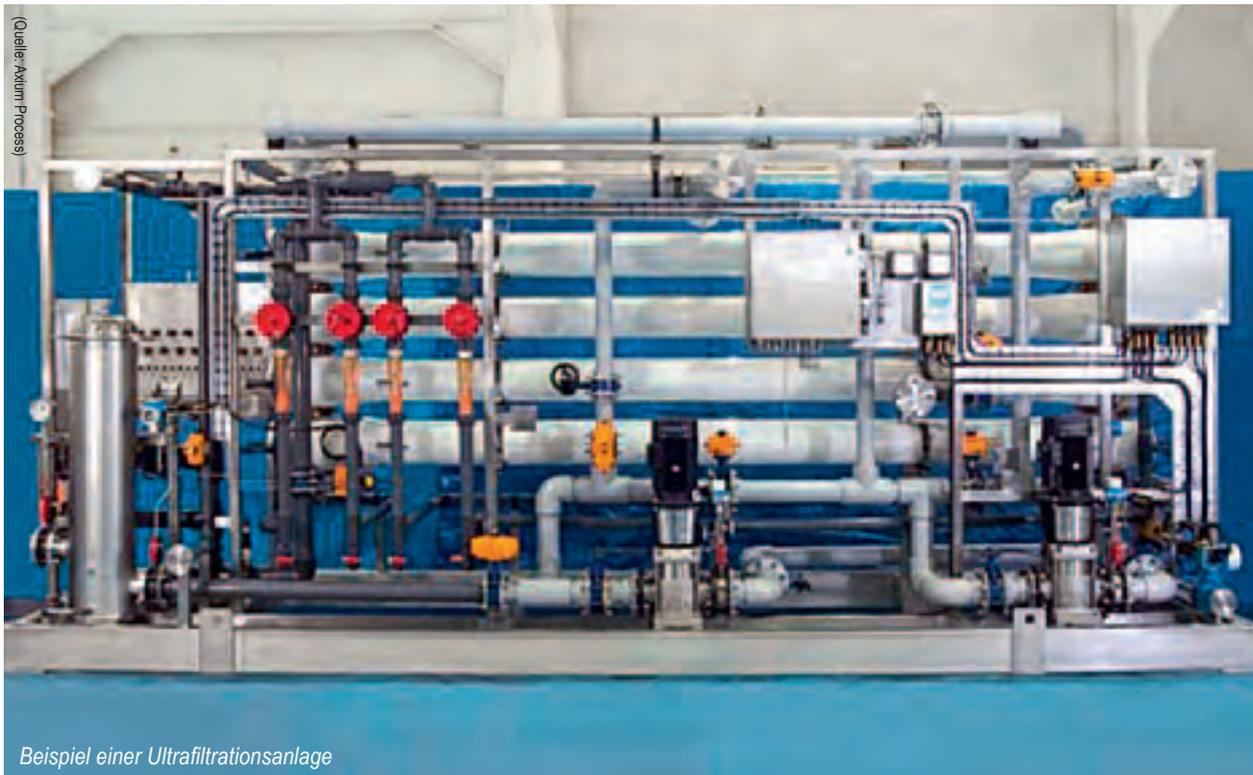


„vollständiger Beladung“ der Aktivkohle wieder in einem eigenen Verfahrensschritt aktiviert werden. Anders ist es bei sogenannten „Ionentauschern“. Dabei werden die Abwasserinhaltsstoffe nicht oberflächlich gebunden, sondern über einen Austausch von Ionen „unschädlich“ bzw. einer weiteren Reinigung zugänglich gemacht.

Darüber hinaus gibt es noch eine Vielzahl weiterer chemisch-physikalischer Reinigungsverfahren.

In der Industrie kommt als chemisch-physikalische Abwasserbehandlung bereits seit längerem die sogenannte „Membrantechnologie“ zur Anwendung. Dabei ist grundsätzlich zwischen zwei Arten von Membranen zu unterscheiden: Membranen können wegen der Porengröße wie ein sehr feiner Filter wirken und nur Stoffe bzw. Teilchen durchlassen, die unter einer bestimmten Größe liegen. Es gibt aber auch sogenannte selektive Membranen, die aufgrund ihrer Löslichkeits-, Diffusions- oder Wechselwirkungseigenschaften die Durchgängigkeit von Substanzen von gewissen Stoffeigenschaften abhängig machen. Diese Verfahren sind nicht von der Teilchengröße der Abwasserpartikel abhängig und funktionieren z. B. aufgrund von Konzentrations-, Temperatur- oder Ladungsunterschieden. Einsatzbereiche dieser Membrantechnologie sind z. B. die Behandlung von konzentrierten Salzlösungen bis hin zur Abscheidung von Proteinen aus dem Abwasser. Die gängigsten Verfahren, die in der Membrantechnologie zum Einsatz kommen, sind nach absteigender Porengröße der Filter sortiert: die Mikro-, Ultra- und Nanofiltration und die Umkehrosmose. In Abhängigkeit vom gewählten Verfahren ist die Aufbringung von teilweise sehr hohen Drücken bis zu ca. 100 bar erforderlich. Je kleiner die abgetrennten Partikel sind, desto höhere Drücke sind aufzubringen.

Beinahe alle genannten Reinigungsverfahren haben eines gemeinsam: Es müssen die konzentriert aus dem Abwasser abgeschiedenen Stoffe in geeigneter Form weiterbehandelt werden. Soweit technisch und rechtlich möglich, sollen diese



(Quelle: Axium Process)

Beispiel einer Ultrafiltrationsanlage

wieder dem natürlichen Kreislauf rückgeführt werden, wie das z. B. bei der Ausbringung des Klärschlammes aus der biologischen Abwasserreinigung auf landwirtschaftliche Flächen der Fall ist. Für viele bei der industriellen Abwasserreinigung anfallenden Stoffe bleibt jedoch nichts anderes übrig, als sie einer thermischen Verwertung in Abfallverbrennungsanlagen mit anschließender Deponierung der Verbrennungsrückstände zuzuführen, da z. B. Schwermetalle keinesfalls auf Böden gelangen dürfen. Die bei den Verbrennungsprozessen entstehende Abwärme kann zur Wärme- und Stromgewinnung verwendet werden.

Abwasserbehandlung – eine eintönige und langweilige Angelegenheit?

NEIN, keinesfalls, denn grundsätzlich sind der Fantasie hinsichtlich Behandlung industrieller Abwässer keine Grenzen gesetzt. Laufend werden unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Erfordernisse abgestimmte Reinigungsverfahren entwickelt.

Innovative Beispiele aus Österreich:

- Fermentationsanlage (Biogasanlage) zur Behandlung von Molke, welche als Abfall bei der

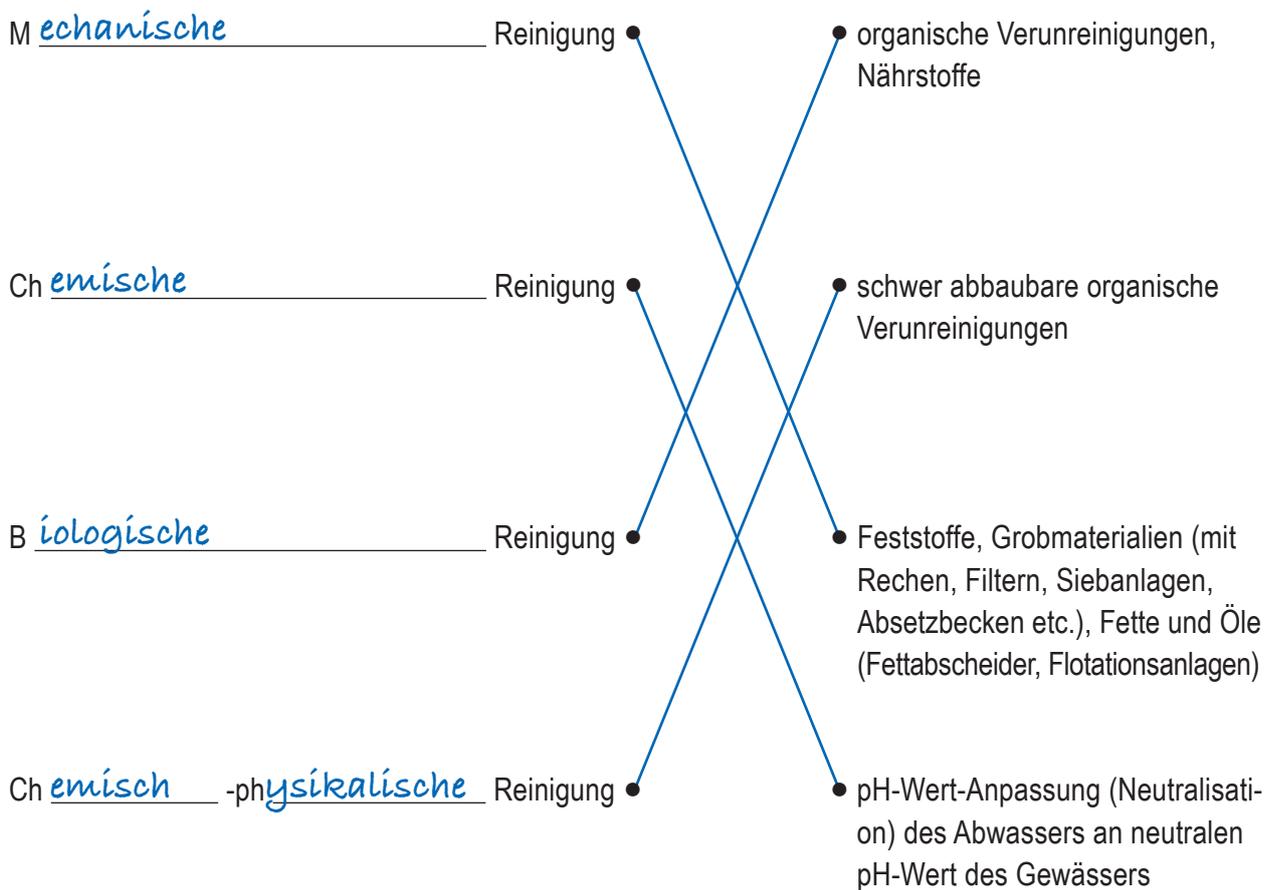
Käseerzeugung anfällt und üblicherweise in Form von Futtermittel an die Landwirtschaft weitergegeben wird.

- Rohsoleaufbereitungsanlage zur Kalium- und Salzgewinnung in einer oberösterreichischen Saline – europaweit die erste Anlage!

Die Abwassertechnik in diesen Bereichen darf mit Recht als sehr „spannend“ bezeichnet werden. Daneben ist sie für die Wirtschaft zu einem entscheidenden Faktor geworden, denn ohne ordnungsgemäße Abwasserbehandlung kann auch keine Produktion stattfinden. Das mittlerweile gewonnene und schon sehr weit entwickelte „Know-how“ der Abwasserreinigung wird heutzutage teuer verkauft und wird damit bereits selber wieder zum Produkt. Wie man sieht, gibt es in diesem Bereich der Wasserwirtschaft ein breites Betätigungsfeld. Angefangen von der Forschung und Entwicklung neuer Technologien, der Projektierung (Planung) von neu zu errichtenden Abwasserreinigungs- und Abwasserableitungsanlagen bis zum Betrieb solcher Anlagen wird es auch in Zukunft in dieser Fachrichtung nicht an Arbeitsplätzen mangeln.

Lösung von Aufgabe 1:

Ergänze die unten stehenden Reinigungsarten und verbinde sie mit den dazugehörigen Stoffen, die herausgefiltert werden bzw. dem dazugehörigen Verfahren.



Lösung von Aufgabe 2:

Welchen pH-Wert besitzen Säuren und Laugen bzw. wo liegt der neutrale Bereich?
Nenne jeweils ein Beispiel!

pH-Wert 6,5 bis 8,5: neutraler Bereich, Bsp.: natürliche Gewässer

pH-Wert größer als 8,5: basischer Bereich, Bsp.: Natronlauge, Kalkmilch

pH-Wert kleiner als 6,5: saurer Bereich, Bsp.: Kohlensäure, Salzsäure, Schwefelsäure

Lösung von Aufgabe 3:

Für die Abscheidung welcher Stoffe verwendet man eine Flotationsanlage und wie funktioniert diese?

Mit Flotationsanlagen werden z. B. Fette und Öle abgeschieden.

Es wird dabei Luft in das Abwasser eingepert. Dies unterstützt die spezifisch leichteren Stoffe beim Aufschwimmen an die Oberfläche.

An dieser können sie einfach abgeschieden werden.

Lösung von Aufgabe 4 (Rechenbeispiel):

Wie groß ist der Druck in einer Wassertiefe von 1.000 m?

Die Gewichtskraft (FG) einer Wassersäule ergibt sich zu:

$$F_G = m \times g = A \times h \times \rho \times g$$

m = Masse der Wassersäule, **g** = Erdbeschleunigung (9,81 m/s²)

Die Masse berechnet sich aus dem Produkt der Fläche **A**, der Höhe **h** und der Dichte **ρ** = 1.000 kg/m³ der Wassersäule. Der Druck **p** in der Tiefe **h** berechnet sich zu:

$$p = \frac{F_G}{A} = \frac{A \times h \times \rho \times g}{A} = h \times \rho \times g = 1.000 \text{ m} \times 1.000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 9.810.000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Eine gebräuchlichere Einheit für den Druck stellt das Bar dar. Da ein **bar** = 100.000 N/m² sind, ergibt sich in 1.000 m Tiefe ein Druck von ca. 100 bar. In 1.000 m Wassertiefe herrschen also ähnliche Druckverhältnisse wie bei Membrananlagen.

Lösung von Aufgabe 5:

Im Kästchen stehen einige Industriezweige. Finde heraus, wer welche Abwasserinhaltsstoffe produziert.

Margarinehersteller, Molkerei, Kohleindustrie, Kernenergie, Brauerei, Mechanische Industrie, Fleischkonserven, Papier und Pappe, Raffinerien, Zuckerfabrik

Fleischkonserven : organische Stoffe – Blut, Proteine, Fette, Salz

Molkerei : organische Stoffe – Proteine, Laktose, Fette

Zuckerfabrik : organische Stoffe – Zucker, Proteine

Brauerei : organische Stoffe – Zucker und gegorene Stärke

Margarinehersteller : Fettstoffe

Raffinerien : aromatische Kohlenwasserstoffe

Papier und Pappe : weißes und organisches Wasser, Fasern, Tonerde, Kaolin

Kohleindustrie : anorganische Stoffe – Schwebstoffe (besonders Kohle)

Kernenergie : radioaktive Elemente

Mechanische Industrie : Fette, Öle, Abschleißprodukte

Industrielle Abwässer



In Betrieben, Fabriken und Industrien fallen ebenfalls täglich Abwässer an. In diesen „industriellen Abwässern“ lassen sich andere Stoffe finden als im „häuslichen Abwasser“. In Lebensmittelbetrieben (z. B. Molkeereien, Schlachthöfen, Zuckerfabriken, Getränke- und Süßwarenhersteller) fallen Abwässer mit sehr hoher organischer Belastung an, in metallverarbeitenden Betrieben vor allem anorganische Inhaltsstoffe.

Um spezifische schädliche Stoffe zu entfernen, müssen viele Betriebe vor der Einleitung ihrer Abwässer in eine kommunale Kläranlage eine Vorreinigung durchführen. Manche Großindustriebetriebe besitzen sogar eine eigene Kläranlage, von der sie ihr gereinigtes Abwasser direkt in ein Gewässer ableiten dürfen.

Das Frischwasser wird in der Produktion hauptsächlich

- zum Kühlen der Maschinen und
- zum Reinigen verwendet (Zusatz von Reinigungsmitteln, Abschwemmen von evtl. gefährlichen Substanzen)

und muss daher behandelt werden.

Wie werden industrielle Abwässer gereinigt?

Mechanische Reinigung

Feststoffe und Grobmaterialien werden mithilfe von Rechen, Filtern, Siebanlagen, Absetzbecken etc. aus dem Abwasser entfernt. Fette und Öle werden durch Fettabscheider oder Flotationsanlagen von der Wasseroberfläche abgezogen. Flotationsanlagen unterstützen das Aufschwimmen von Fetten und Ölen, indem Luft in das Abwasser eingeperlt wird.



Chemische Reinigung

Der pH-Wert von natürlichen Gewässern liegt in einem neutralen Bereich von 6,5 bis 8,5. Industrielle Abwässer können niedrigere pH-Werte (= Säure) oder höhere pH-Werte (= Lauge) besitzen. Vor der Einleitung in einen Fluss oder Bach müssen sie auf diesen neutralen Bereich eingestellt werden, um schädliche Auswirkungen auf die Gewässerqualität und die Organismen zu verhindern. Der Vorgang wird als „Neutralisation“ bezeichnet.

Biologische Reinigung

Wie in den konventionellen kommunalen Kläranlagen werden organische Verunreinigungen und Nährstoffe mithilfe von Mikroorganismen aus dem Abwasser entfernt.

Chemisch-physikalische Reinigung

Organische Verunreinigungen, die in der biologischen Reinigung nicht entfernt werden können, nennt man „persistente“ (schwer abbaubare) organische Verunreinigungen. Sie werden in der chemisch-physikalischen Reinigung behandelt.

Die aus dem Abwasser abgeschiedenen Stoffe müssen anschließend weiterbehandelt werden. Oft bleibt nur die Möglichkeit, sie in Verbrennungsanlagen zur Wärme- und Stromgewinnung zu nutzen, da Schwermetalle nicht auf landwirtschaftliche Böden gelangen dürfen.

- **Filtration:**

Filtersysteme können mechanisch Abwasserinhaltsstoffe zurückhalten. Bindet das Filtermaterial gelöste Substanzen und entzieht es auf diese Weise dem Abwasser, spricht man von Adsorption. Ein Beispiel für Filtration ist der Aktivkohle-Filter zur Schadstoffadsorption. An ihm bleiben organische Verunreinigungen „kleben“.

- **Ionenaustausch:**

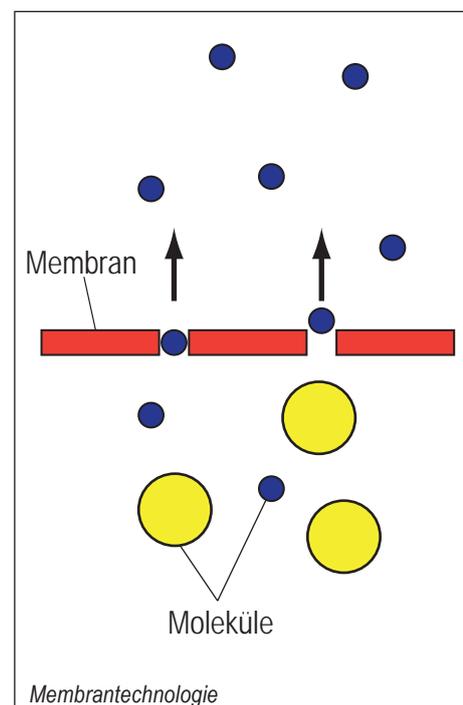
Die Abwasserinhaltsstoffe werden durch einen Austausch von Ionen „unschädlich“ und für eine weitere Reinigung aufbereitet.

- **Membrantechnologie:**

Membranen sind für kleinere Moleküle wie Wasser durchlässig, halten aber größere Moleküle und Feinstpartikel zurück. Man verwendet sie z. B. für die Behandlung von konzentrierten Salzlösungen oder zur Abscheidung von Proteinen aus dem Abwasser.



Frage deinen Chemieprofessor nach Säuren und Basen und worum es sich beim sogenannten „pH-Wert“ handelt!



Aufgabe 1:

Ergänze die unten stehenden Reinigungsarten und verbinde sie mit den dazugehörigen Stoffen, die herausgefiltert werden bzw. dem dazugehörigen Verfahren.

- | | |
|--------------------------------|--|
| M _____ Reinigung • | • organische Verunreinigungen, Nährstoffe |
| Ch _____ Reinigung • | • schwer abbaubare organische Verunreinigungen |
| B _____ Reinigung • | • Feststoffe, Grobmaterialien (mit Rechen, Filtern, Siebanlagen, Absetzbecken etc.), Fette und Öle (Fettabscheider, Flotationsanlagen) |
| Ch _____ -ph _____ Reinigung • | • pH-Wert-Anpassung (Neutralisation) des Abwassers an neutralen pH-Wert des Gewässers |

Aufgabe 2:

Welchen pH-Wert besitzen Säuren und Laugen bzw. wo liegt der neutrale Bereich?
Nenne jeweils ein Beispiel!

pH-Wert 6,5 bis 8,5: _____

pH-Wert größer als 8,5: _____

pH-Wert kleiner als 6,5: _____

Aufgabe 3:

Für die Abscheidung welcher Stoffe verwendet man eine Flotationsanlage und wie funktioniert diese?

Aufgabe 4 (Rechenbeispiel):

Wie groß ist der Druck in einer Wassertiefe von 1.000 m?

Aufgabe 5:

Im Kästchen stehen einige Industriezweige. Finde heraus, wer welche Abwasserinhaltsstoffe produziert.

Margarinehersteller, Molkerei, Kohleindustrie, Kernenergie, Brauerei, Mechanische Industrie, Fleischkonserven, Papier und Pappe, Raffinerien, Zuckerfabrik

_____ : organische Stoffe – Blut, Proteine, Fette, Salz

_____ : organische Stoffe – Proteine, Laktose, Fette

_____ : organische Stoffe – Zucker, Proteine

_____ : organische Stoffe – Zucker und gegorene Stärke

_____ : Fettstoffe

_____ : aromatische Kohlenwasserstoffe

_____ : weißes und organisches Wasser, Fasern, Tonerde, Kaolin

_____ : anorganische Stoffe – Schwebstoffe (besonders Kohle)

_____ : radioaktive Elemente

_____ : Fette, Öle, Abschleifprodukte



LAND

OBERÖSTERREICH

Kosten der Abwasserentsorgung

Was nix kost' is' nix wert!	1
Errichtungskosten	2
Betriebskosten	3
Lösungsblätter	5 – 6
Arbeitsblätter für Schüler	1 – 6

Kosten

ÖÖ
AKADEMIE
FÜR
UMWELT UND NATUR

LINZ AG
ABWASSER



Kosten der Abwasserentsorgung

Was nix kost' is' nix wert!

Die meisten von uns machen sich keine Gedanken darüber, dass das Schmutzwasser von alleine verschwindet, wenn wir

- den Stöpsel aus der Badewanne ziehen,
- den Geschirrspüler einschalten,
- die Waschmaschine benutzen,
- ganz einfach aufs Knöpfchen drücken, nachdem wir auf der Toilette waren.

Es ist auch selbstverständlich, dass sich bei Regen unsere Straßen nicht sofort in Flüsse verwandeln, sondern das Wasser im Gully verschwindet. Für uns ist es ganz natürlich, nicht zuletzt weil wir eine funktionierende Abwasserreinigung haben, dass wir Wasser aus der Leitung trinken und in unseren Seen und Flüssen baden können. In Oberösterreich werden bereits die Abwässer von 86 % aller Einwohner über ein öffentliches Kanal-

netz entsorgt. Jährlich fällt dabei nur in unserem Bundesland eine Abwassermenge von rund 240 Mio. m³ an. Das entspricht in etwa dem Volumen des halben Mondsees.

In Oberösterreich gibt es rund 260 Kläranlagen mit einer Ausbaugröße > 50 Einwohnerwerte (EW). Ca. 14.000 km Kanäle liegen in der Erde vergraben, was einer Strecke von Linz nach New York und retour entspricht.

Damit die Abwasserentsorgung funktioniert, waren in der Vergangenheit große Aufwendungen nötig, die seit 1960 fast

4 Milliarden Euro

betragen. Um dieses Geld könnte man etwa 12.000 Einfamilienhäuser errichten oder 200.000 Mittelklasseautos kaufen. Auch in Zukunft wird für die letzten Ausbaumaßnahmen und vor allem für die laufende Instandhaltung Geld benötigt.



Errichtungskosten

Errichtet werden Kläranlagen, Kanäle, Regenrückhaltebecken und Pumpwerke, die alle der Ableitung und Reinigung des Abwassers dienen. Ein Teil der dadurch entstehenden Kosten wird von

den Grundstücksbesitzern durch einmalig zu entrichtende Anschlussgebühren finanziert. Die Finanzierung des wesentlich größeren Teiles erfolgt in Form von Fördermitteln des Bundes und des Landes, Eigenmitteln der Gemeinden und Darlehen, die wieder zurückbezahlt werden müssen.

Für den Bau

Wer bezahlt?	Was?	Wie viel in Prozent?
Eigentümer der an den Kanal angeschlossenen Häuser	Anschlussgebühren (einmalig)	10 bis 20 %
Gemeinden	Eigenmittel	10 %
	Darlehen	60 bis 75 %
Land Oberösterreich	Landesförderung	5 bis 10 %



Kläranlagenbau

(Quelle: Land OÖ)

Für die Darlehensrückzahlung

Wer bezahlt?	Was?
Eigentümer der an den Kanal angeschlossenen Häuser	Benützungsgebühren (laufend)
Bund	Fördermittel in Höhe von 15 bis 70 % der Raten

Diese Rückzahlungen sind Finanzierungskosten und bereits Teil der zweiten großen Kostengruppe, den Betriebskosten.

Betriebskosten

Betriebskosten fallen für den laufenden Betrieb von Kanal, Kläranlage, der Pumpwerke und auch für die Regenwasserbehandlung an.

Die Betriebskosten kann man in fixe und veränderliche Kosten unterteilen.

- **Fixkosten** sind jene Kosten, die sich auch durch unterschiedliche Auslastung der Kläranlagen bzw. durch unterschiedlichen Wasserverbrauch oder Abwasseranfall kaum oder gar nicht ändern. Dazu gehören Personalkosten (Klärwärter, Kanalwartungspersonal), Kosten, die durch Leistungen Dritter (Fremdfirmen) entstanden sind und vor allem die Finanzierungskosten (geliehenes Geld).
- **Veränderliche Kosten** variieren je nach Auslastung der Anlagen. Dazu gehören unter anderem die Kosten für Strom oder für die Reststoffentsorgung. Jeder einzelne Haushalt, der an den Kanal und die Kläranlage angeschlossen ist, kann dazu beitragen, diese Kosten in Grenzen zu halten.



Fixe Kosten

Angemerkt sei noch, dass knapp 80 % der Betriebskosten fixe Kosten sind, also nicht abhängig von der Menge des anfallenden Abwassers. Das bedeutet, dass man diese auch durch Wassersparen nicht beeinflussen kann!



Aufwendige Kanalsanierung in Linz



Hohe Entsorgungskosten durch Müllentsorgung über den Kanal



Unnötige Betriebskosten

Das Ableiten und Mitbehandeln von sauberen Dachflächenwässern verursacht genauso unnötige Betriebskosten wie z. B. das Entfernen von Stoffen aus dem Abwasser, die gar nicht in den Kanal gehören!



Regelmäßige Kamerabefahrungen geben Aufschluss über den Zustand des Kanals.



Hygieneartikel verstopfen Pumpen

Zur Deckung der Kosten erfolgt die Vorschreibung von Benützungsgebühren, für die es unterschiedliche Berechnungsmodelle gibt. Solche, die sich rein an dem angefallenen Abwasser in m³ orientieren und solche, die sich aus einer Grundgebühr für die Fixkosten und einer verbrauchsabhängigen, verursachergerechten m³-Gebühr zusammensetzen. Es gibt Berechnungsmodelle, die sich z. B. an der Anzahl der Personen oder WCs orientieren. Die Festsetzung der Gebühren ist Angelegenheit der einzelnen Gemeinden. Man spricht hier von Gebührenhoheit. Allerdings werden durch das Land Oberösterreich Mindestgebühren festgelegt, die z. B. im Jahr 2010 € 3,16 je m³ Abwasser (exkl. 10 % MwSt.) betragen.

Die Gebühren für die Nutzung unseres Wassers und auch die Entsorgung des Abwassers sollen bewirken, dass:

- jeder, der unser Wasser nutzt, ob Industrie, Haushalte oder Landwirtschaft, seinen Beitrag zur Deckung der Kosten leistet.
- die Menschen sorgsam und sparsam mit diesem Geschenk der Natur umgehen.

Ein ganz wesentlicher Aspekt bei der Festsetzung der Gebühren ist auch der Blick in die Zukunft.

Nichts hält ewig!

Darum ist es notwendig, Rücklagen zu bilden, mit denen Erneuerungen, Anpassungen und Instandhaltungen bezahlt werden können.

Jedem ist klar, dass z. B. auch ein neues Auto nicht neu bleibt und dem Verschleiß unterliegt. So muss man in einigen Jahren mit einer Neuanschaffung bzw. größeren Reparaturen und dazwischen mit Servicearbeiten rechnen. Gleiches gilt auch für den Kanal und die Kläranlage.



Interessanter Vergleich

Ein Liter Mineralwasser kostet 29 Cent.

Um den gleichen Betrag erhält man aber auch rund 200 Liter Leitungswasser (Trinkwasser)!

Eine durchschnittliche Familie mit drei Personen „produziert“ rund 105 m³ Schmutzwasser im Jahr. Für die Entsorgung dieser Abwassermenge, das sind mehr als 100 t, sind etwa € 350 (inkl. 10 % MwSt.) zu bezahlen.



Wer kann diese Rätsel lösen? – Lösung

1.) Entnimm aus der Tabelle (Schüler Seite 3) den Preis für einen Liter Mineralwasser und den Preis für einen Liter Trinkwasser. Wie viele Liter Trinkwasser erhält man für einen Liter Mineralwasser?

Lösung: $29 : 0,14 = 207 \text{ l}$

2.) Jetzt entnimm aus der Tabelle (Schüler Seite 3) den Preis für einen Liter Orangensaft und den Preis für einen Liter Trinkwasser. Wie viele Liter Trinkwasser erhält man für einen Liter Orangensaft?

Lösung: $150 : 0,14 = 1.071 \text{ l}$

Komplexere Rechenbeispiele für Gebühren – Lösung

Auszug aus der Gebührenordnung der Mustergemeinde:

Die Kanalanschlussgebühr beträgt für bebaute Grundstücke € pro m² der Bemessungsgrundlage.

- bis 200 m² € 17,00
- von 201 m² bis 300 m² € 15,00
- über 300 m² € 13,00
- mindestens aber € 2.742,00

Die Bemessungsgrundlage für bebaute Grundstücke bildet bei eingeschößiger Bebauung die m²-Anzahl der bebauten Grundfläche und bei mehrgeschoßiger Bebauung die Summe der bebauten Fläche der einzelnen Geschoße.

1.) Ein neu errichtetes Wohnhaus soll an den Kanal angeschlossen werden.

- a.) Das Wohnhaus A hat eine Grundfläche von 101 m² und ist zweigeschoßig ausgeführt.
- b.) Das Wohnhaus B hat eine Grundfläche von 87 m² und ist eingeschößig.

Welche Anschlussgebühr ist für jedes dieser Häuser zu entrichten?

a.) Lösung: $101 \times 2 \times 15 = € 3.030,00$

(m² x Anzahl Geschoße x Anschlussgebühr je m²)

b.) Lösung: $87 \times 17 = € 1.479,00$ (da die Mindestanschlussgebühr aber € 2.472,00 beträgt, kommt dieser Wert zur Vorschreibung)

2.) Verschiedene Benützungsgebührenberechnungsmodelle:

- a.) Eine vierköpfige Familie lebt ganzjährig in einem Haus. Man kann pro Person einen durchschnittlichen Abwasseranfall von 100 l/Tag annehmen. Wie viel Kanalbenützungsgebühr muss diese Familie pro Jahr zahlen, wenn 1 m³ Abwasserableitung in den Kanal € 3,10 kostet?

$$(100 \text{ l entsprechen } 0,10 \text{ m}^3) \quad 0,10 \times 365 \times 4 \times 3,10 = € 452,60$$

$$(m^3 \text{ Abwasser} \times \text{Anzahl der Tage} \times \text{Anzahl der Personen} \times \text{Kanalbenützungsgebühr je m}^3)$$

- b.) Was müsste diese Familie bezahlen, wenn das Haus nur für ca. 90 Tage im Jahr als Ferienhaus genützt würde?

$$0,10 \times 90 \times 4 \times 3,10 = € 111,60$$

- c.) Die gleiche Familie lebt in einer anderen Gemeinde, die ihre Benützungsgebühr in eine Grundgebühr pro Wohneinheit zu € 220,- und eine Bedarfseinheitengebühr zu € 70,- pro Jahr unterteilt hat. Der Bedarfseinheitenwert für ein ganzjährig genutztes Haus liegt pro Person bei 1; für ein Ferienhaus bei 0,5 pro Person.

Berechne die Kosten sowohl für das ganzjährig genutzte Haus als auch für das Ferienhaus und vergleiche die Kosten mit dem verbrauchsabhängigen Berechnungsmodell.

$$4 \times 70 + 220 = € 500,00$$

$$4 \times 70 : 2 + 220 = € 360,00 \quad \text{für das Ferienhaus}$$

$$(\text{Anzahl der Personen} \times \text{Bedarfseinheitengebühr} + \text{Grundgebühr})$$

- d.) Beurteile die beiden Modelle und lasse in deine Überlegungen einfließen, dass etwa 80 % der Betriebskosten z. B. durch Personal oder Finanzierungskosten anfallen, egal ob Abwasser eingeleitet wird oder nicht!

Die Diskussion soll auch den Aspekt berücksichtigen, dass ein

Großteil der Kosten Fixkosten sind, die nur dann abgedeckt

werden können, wenn eine ausreichend hohe Grundgebühr,

die vom Verbrauch losgelöst ist, zur Verrechnung kommt. Dies gilt

insbesondere für Zweitwohnsitze, wobei das Beispiel zeigt, dass bei

ganzjähriger Bewohnung in etwa gleiche Werte herauskommen.

Kosten der Abwasserentsorgung

Vier Mal im Jahr bekommt jeder Haushalt einen Brief von der Gemeinde mit einer Abrechnung für alle Leistungen, die von der Gemeinde in den letzten drei Monaten erbracht wurden. Dazu gehören z. B. die Abfallgebühr, die Gebühr für die Entleerung der Biotonnen und auch die Kanalbenutzungsgebühr.

Gemeinde Kirchham

Gemeinde Kirchham
4656 Kirchham, Kirchham 32
Telefon: 07619/2015-0 Fax: 07619/2015-20
E-Mail: gemeinde@kirchham.ooe.gv.at
Homepage: <http://www.kirchham.at>

DVR-Nr. 0087076 40710
UID-Nr. ATU23414108

Lastschriftanzeige
Fällig am: 17.05.2010
Rg.Nr./EDV-Nr.: 26898
Datum: 23.04.2010
Steuerzimmer: 001402
UID-Nummer/St.:
Bitte die ausgewiesene Gesamtsumme mittels beigefügtem Zehlschein bis spätestens 17.05.2010 einzahlen.

Seite 1

Abgabenbezeichnung Bemerkung	Objekt	Guthaben/ Ust.% Rückstände	Vorschreib- Betrag inkl. Ust.
Wassergebühr 2 Vj		10	27,12
Kanalbenutzungsgebühr 2 Vj		10	245,52
Grundsteuer B 2 Vj	Einfamilienhaus	0	72,76
Abfallgebühr 1 Hj			
Zählermiete 2010	Jahrestarif: 280,00	10	148,00
Wasser-Grundgebüh. 2 Vj		10	12,00
		10	6,00
Gesamtsumme		0,00	563,40
		Vorschreibbetrag	EUR 563,40
		0% netto	72,76
		10% netto	446,03 Ust.Betr. 44,61

Der Bürgermeister

Man bezahlt für die Benützung der öffentlichen Abwasserkanäle

Für die meisten von uns ist es selbstverständlich, dass unser Schmutzwasser einfach verschwindet, wenn wir die Toilette benützen, unter der Dusche stehen, den Geschirrspüler einschalten oder die Waschmaschine in Gang setzen.

Unser Abwasser wird in den Kanälen abtransportiert und in der Kläranlage gereinigt, dafür bezahlen wir eine Benutzungsgebühr. Die Höhe der Gebühr wird von jeder Gemeinde selbst festgesetzt, das Land Oberösterreich legt aber eine Mindestgebühr fest. Somit leistet jeder, der unser Wasser nutzt (Industrie, Landwirtschaft, Haushalte) seinen Beitrag zur Deckung der Kosten.

Es ist auch selbstverständlich, dass ...

- wir Wasser aus der Leitung trinken können,
- bei Regen unsere Straßen nicht überflutet werden, sondern das Wasser im Gully verschwindet,
- wir in unseren Seen und Flüssen baden können.

Das alles ist aber nur möglich, da wir eine funktionierende Abwasserreinigung haben.

In Oberösterreich werden bereits die Abwässer von 86 % aller Einwohner über ein öffentliches Kanalnetz entsorgt!

14.000 km Kanäle liegen in Oberösterreich unter der Erde vergraben und führen zu rund 260 Kläranlagen. Der Bau und die Erhaltung (laufende Instandhaltung) unserer Abwasserentsorgungsanlagen kosten viel Geld. Bei der Festsetzung der Gebühren muss man auch an die Zukunft denken, denn nichts hält ewig!

In der Abwasserentsorgung ist es notwendig, Geld anzusparen, da unsere Kanal- und Kläranlagen laufend instand gehalten, erneuert und modernisiert werden müssen.

Wie setzen sich die Kosten der Abwasserentsorgung zusammen?

Errichtungskosten

Für die Ableitung und Reinigung des Abwassers müssen Kläranlagen, Kanäle, Regenrückhaltebecken und Pumpwerke gebaut werden.

Ein Teil der Kosten wird in Form von Anschlussgebühren finanziert, der wesentlich größere Teil durch Fördermittel des Bundes und des Landes, Eigenmittel der Gemeinden und Darlehen, die wieder zurückbezahlt werden müssen.



Ein einziger tropfender Wasserhahn kostet bis zu € 6 pro Jahr!

Wasserhähne, die tropfen, können über das Jahr gerechnet sehr viel Wasser kosten. Ein Tropfen pro Sekunde ergibt rund 1 Liter ungenutztes Wasser nach 1,5 Stunden. Rein rechnerisch sind das rund 6.000 Liter in einem Jahr. Wesentlich teurer wird es, wenn auch noch warmes Wasser durch die Dichtungen tropft.



(Quelle: Land OÖ)

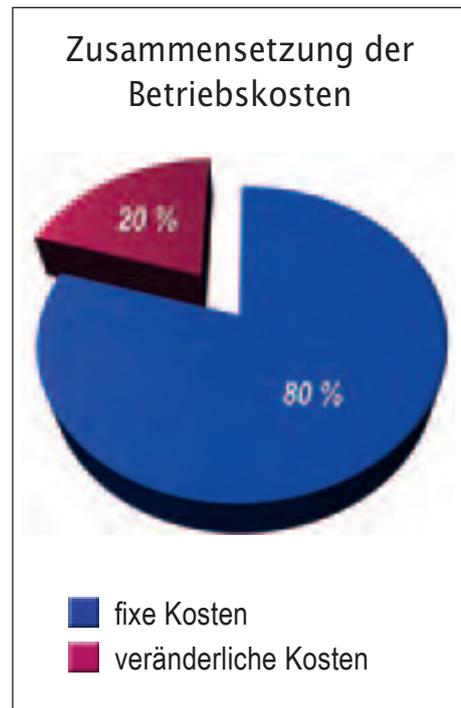
Kläranlagenbau

Betriebskosten – Sie fallen an ...

- für den laufenden Betrieb von Kanal, Kläranlagen, Pumpwerken und für die Regenwasserbehandlung,
- für die Reinigung des Abwassers selbst und
- für die Wartung und Instandhaltung der Abwasseranlagen.

Die Betriebskosten kann man in fixe und veränderliche Kosten unterteilen.

- **Fixkosten** verändern sich kaum und sind unabhängig davon, wie viel Wasser verbraucht und Abwasser gereinigt werden muss. Daher kann man sie auch nicht durch Wassersparen beeinflussen. Dazu gehören z.B. Personalkosten, Finanzierungskosten, Kosten für Leistungen von Dritten etc.
- **Veränderliche Kosten** variieren je nach Auslastung der Anlage. Dazu gehören z.B. Kosten für Strom oder die Reststoffentsorgung.



Wie viel kostet ein Liter ... oder ein m³ ... ? Preise Sommer 2009 (inkl. 10 % MwSt.)

	Euro pro m ³	Euro pro Liter
Trinkwasser (Gebühr)	1,38	0,0014
Abwasser (Gebühr)	3,41	0,0034
Trink- und Abwasser (Ver- und Entsorgung)	4,79	0,0048
Mineralwasser	290,-	0,29
Benzin	960,-	0,96
Orangensaft	1.500,-	1,50
Energydrink	3.160,-	3,16
Milch	950,-	0,95
Limonade (Durchschnitt)	660,-	0,66

Wer kann diese Rätsel lösen?

1.) Entnimm aus der Tabelle (Schüler Seite 3) den Preis für einen Liter Mineralwasser und den Preis für einen Liter Trinkwasser. Wie viele Liter Trinkwasser erhält man für einen Liter Mineralwasser?

Lösung: _____

2.) Jetzt entnimm aus der Tabelle (Schüler Seite 3) den Preis für einen Liter Orangensaft und den Preis für einen Liter Trinkwasser. Wie viele Liter Trinkwasser erhält man für einen Liter Orangensaft?

Lösung: _____

Komplexere Rechenbeispiele für Gebühren

Auszug aus der Gebührenordnung der Mustergemeinde:

Die Kanalanschlussgebühr beträgt für bebaute Grundstücke € pro m² der Bemessungsgrundlage.

- bis 200 m² € 17,00
- von 201 m² bis 300 m² € 15,00
- über 300 m² € 13,00
- mindestens aber € 2.742,00

Die Bemessungsgrundlage für bebaute Grundstücke bildet bei eingeschößiger Bebauung die m²-Anzahl der bebauten Grundfläche und bei mehrgeschoßiger Bebauung die Summe der bebauten Fläche der einzelnen Geschoße.

1.) Ein neu errichtetes Wohnhaus soll an den Kanal angeschlossen werden.

- a.) Das Wohnhaus A hat eine Grundfläche von 101 m² und ist zweigeschoßig ausgeführt.
- b.) Das Wohnhaus B hat eine Grundfläche von 87 m² und ist eingeschößig.

Welche Anschlussgebühr ist für jedes dieser Häuser zu entrichten?

a.) Lösung: _____

b.) Lösung: _____

2.) Verschiedene Benützungsgebührenberechnungsmodelle:

- a.) Eine vierköpfige Familie lebt ganzjährig in einem Haus. Man kann pro Person einen durchschnittlichen Abwasseranfall von 100 l/Tag annehmen. Wie viel Kanalbenützungsgebühr muss diese Familie pro Jahr zahlen, wenn 1 m³ Abwasserableitung in den Kanal € 3,10 kostet?

- b.) Was müsste diese Familie bezahlen, wenn das Haus nur für ca. 90 Tage im Jahr als Ferienhaus genützt würde?

- c.) Die gleiche Familie lebt in einer anderen Gemeinde, die ihre Benützungsgebühr in eine Grundgebühr pro Wohneinheit zu € 220,- und eine Bedarfseinheitengebühr zu € 70,- pro Jahr unterteilt hat. Der Bedarfseinheitenwert für ein ganzjährig genutztes Haus liegt pro Person bei 1; für ein Ferienhaus bei 0,5 pro Person.

Berechne die Kosten sowohl für das ganzjährig genutzte Haus als auch für das Ferienhaus und vergleiche die Kosten mit dem verbrauchsabhängigen Berechnungsmodell.

- d.) Beurteile die beiden Modelle und lasse in deine Überlegungen einfließen, dass etwa 80 % der Betriebskosten z. B. durch Personal oder Finanzierungskosten anfallen, egal ob Abwasser eingeleitet wird oder nicht!

MERKBLATT Wasser sparen – kinderleicht

IM HAUS:

- WC-Spülung
Moderne Spülkästen sind mit einer Stopptaste ausgerüstet oder verfügen über zwei Tasten – für das kleine und für das große Geschäft. Nur Spülkästen kaufen, die weniger als sechs Liter Wasser benötigen und die Stopptaste benutzen. Einen Ziegelstein in alte Spülkästen legen, um das Fassungsvermögen zu verkleinern.
- Duschen statt baden
Beim Duschen werden nur etwa 50 Liter Wasser, bei einem Vollbad hingegen etwa 200 Liter benötigt.
- Armaturen
Mit Durchflussbegrenzern, modernen Einhebelmischern, speziellen Brauseköpfen oder thermostatisch gesteuerten Mischbatterien wird weniger Wasser verbraucht als mit herkömmlichen Zweigriffarmaturen.
- Wasser abstellen
Beim Einseifen, Zähneputzen und Rasieren Wasser nicht ungenutzt in den Abfluss laufen lassen.
- Tropfende Wasserhähne und undichte Spülkästen reparieren
Ein tropfender Wasserhahn verliert pro Stunde fast 1 Liter Wasser. Pro Jahr sind das fast 6.000 Liter. Bei einem undichten Spülkasten ist der Wasserverlust noch höher.
- Nicht unter laufendem Wasser vorspülen oder abwaschen
Dabei wird ein Mehrfaches der Wassermenge verbraucht, die ein gefüllter Spültrog benötigt.
- Wasch- und Geschirrspülmaschinen
Geschirrspüler und Waschmaschinen nur in Betrieb setzen, wenn sie ganz gefüllt sind. Mit Sparprogrammen lassen sich zusätzlich Wasser und Energie einsparen (wenig verschmutzte von stark verschmutzter Wäsche trennen).
- Gieße deine Zimmerpflanzen mit Wasser aus der Regentonne!

- Koche immer nur so viel Wasser, wie du wirklich brauchst.

RUND UMS HAUS:

- Rasen nicht zu oft mähen
Je kürzer der Rasen gemäht wird, desto schneller trocknet er aus. Ein extensiv bewirtschafteter Rasen, der nur alle paar Wochen geschnitten wird, ist blumenreicher und hält die Feuchtigkeit zurück.
- Rasen nicht bewässern
Rasen ist äußerst widerstandsfähig. Regnet es nach einer Trockenperiode, wird ein ausgetrockneter Rasen schon nach kurzer Zeit wieder sattgrün. Deshalb im Hochsommer – wenn Wasser zur Mangelware wird – ganz auf das Bewässern verzichten.
- Garten am Abend gießen
Gießen nützt am meisten am Abend, wenn es kühl ist. Die Pflanzen erholen sich bei genügendem Wasserangebot während der Nacht und überstehen so den nächsten heißen Tag besser. Nicht gießen, wenn Regen angesagt ist.
- Pflanzen mit Regenwasser gießen
Dachwasser mit einer Wasserfalle vom Abflussrohr in ein Wasserfass umleiten.
- Hochdruckreiniger einsetzen
Hochdruckreinigungsanlagen vervielfachen den Reinigungseffekt von Wasser. Nicht eingesetzt werden dürfen sie jedoch bei ölverschmutzten Oberflächen. Ein Kauf lohnt sich nur, wenn häufig große Reinigungsarbeiten anfallen. Sonst Gerät ausleihen oder mit weiteren Haushalten gemeinsam anschaffen.
- Auto in Waschanlagen reinigen
Waschanlagen recyceln das Wasser teilweise.
- Plätze wischen statt abspritzen
Wischen mit dem Besen reicht in den meisten Fällen aus.



LAND

OBERÖSTERREICH

Alpine Objekte

Abwasserbehandlung und
Abwasserentsorgung 1

Ein typisch dezentrales
System 4

Lösungsmöglichkeiten für
die Abwasserentsorgung
in Alpinlagen 5

Arbeitsblätter
für Schüler 1 – 4

Alpine
Objekte

ÖÖ
AKADEMIE FÜR
UMWELT UND NATUR

LINZ AG
ABWASSER



OGW

Alpine Objekte

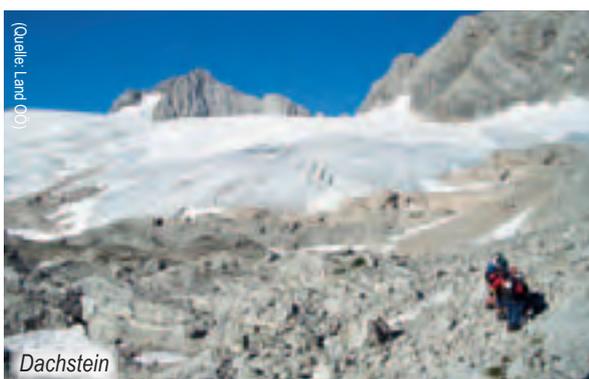
Abwasserbehandlung und Abwasserentsorgung

Der Alpenraum und die Mittelgebirge sind für immer mehr Menschen bevorzugtes Ziel für Freizeitgestaltung, Naherholung und Fremdenverkehr. Allein in der Alpenregion gibt es mehr als 3.500 Hütten bzw. Objekte, die regelmäßig von Touristen besucht werden. Der Besucherstrom hat in den letzten Jahren enorm zugenommen. Die Freizeitgewohnheiten entwickeln sich dabei mehr und mehr vom rein saisonalen zum Ganzjahrestourismus.

Das bedeutet, dass sich bei gutem Wetter täglich viele Tausend Menschen in den Bergen bewegen,

die eine zeitgemäße Versorgung und natürlich auch Entsorgung ihrer Hinterlassenschaften benötigen. Dazu kommen Mindestansprüche an die sanitäre Ausstattung der besuchten Einrichtungen. Trotz dieser hohen Belastungen gilt es, die Gebirgsregionen in ihrer Schönheit und Eigenart zu erhalten. Diesem Ziel dient unter anderem der Ausbau von ordnungsgemäßen Abwasserentsorgungsanlagen der stark besiedelten und vom Fremdenverkehr geprägten Talandschaften sowie der erschlossenen Hochregionen.

Zum Schutz der oftmals unberührten Bäche in diesen Regionen müssen für alpine Schutzhütten und Berghäuser in Extremlagen wirksame Maßnahmen zur Abwasserentsorgung ergriffen werden.



Typische Beispiele für Objekte in Gebirgslage:

- Zelt- und Campingplätze, Berg- und Schutzhütten ohne Fließwasser
- Berg- und Schutzhütten mit teilweise Fließwasser
- Berg- und Schutzhütten mit Fließwasser
- Wochenendhäuser, Besucherzentren in Nationalparks, Restaurants bis hin zu Berghotels mit gehobener Ausstattung



Viele Objekte im alpinen Bereich werden von alpinen Vereinen geführt.



Die „Grundform“ der Abwasserentsorgung im alpinen Raum – das Plumpsklo



Plumpsklo ist der umgangssprachliche Begriff für eine Toilette ohne Wasserspülung, d. h. ein sogenanntes Trockenklo. Der Kot samt Urin fällt in einen Kasten oder eine Grube und verbleibt dort, bis der Kasten bzw. die Grube gefüllt ist und der Inhalt ausgebracht wird.

Abwasserbehandlung

In der folgenden Übersicht sind die generellen Möglichkeiten der Abwasserbehandlung für alpine Objekte dargestellt.

- **Eigene Abwasserreinigungsanlage**
 - mechanische Reinigung
 - biologische Reinigung

Häufigste Abwasserentsorgung im alpinen Bereich.
- **Anschluss an öffentliche Abwasserreinigungsanlagen**
 - Freispiegelkanal
 - Druckleitungen

Meist nur bei großen Objekten mit Fließwasser sinnvoll. Eine Anschlussmöglichkeit an den öffentlichen Kanal muss in der näheren Umgebung gegeben sein.
- **Grubenentsorgung**
 - Senkgrube mit Ausbringung
 - Plumpsklo

Notlösung!

Alpine Schutzhütten sind ein typisches Beispiel für Gebäude in Insellagen im Alpenraum. Sie liegen an exponierten, schwer erreichbaren und ökologisch sehr sensiblen Standorten. Durch ihre Lage abseits des öffentlichen Wasser-, Strom- und Kanalnetzes ergeben sich oftmals große Probleme für die Versorgung sowie hohe Umweltbelastungen. Andererseits liegen sie an Orten mit besonders hoher solarer Einstrahlung und bieten daher ein großes Potenzial für den Einsatz von solaren Systemen zur Energieversorgung. In den letzten Jahren haben einige Betreiber im Zuge von Sanierungen oder Neubauten von Schutzhütten bereits einzelne Maßnahmen in Richtung solares und energieeffizientes Bauen unternommen. Dabei wurden vor allem der Einsatz von Fotovoltaik und Lösungen für eine umweltfreundliche Abwasserentsorgung in Angriff genommen.



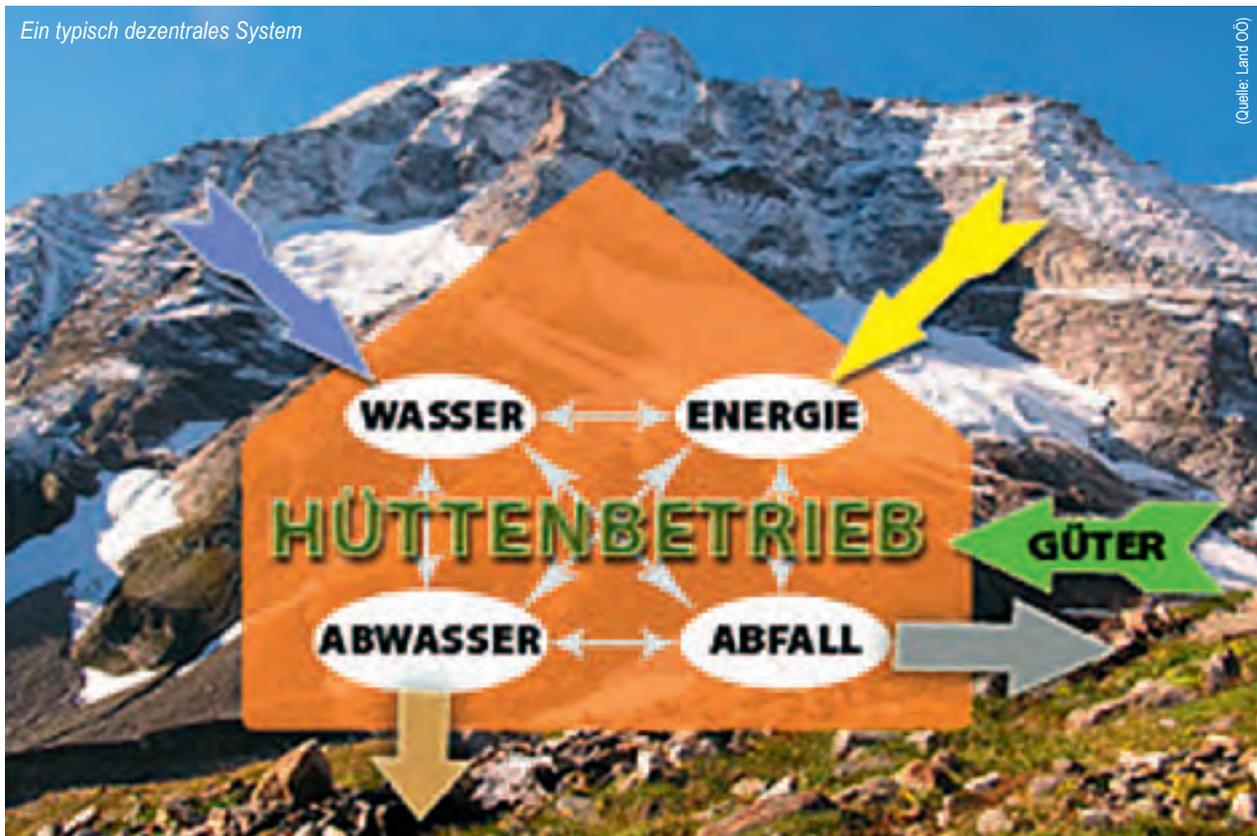
Ein typisch dezentrales System

Die geografische Exposition spielt bei der Entsorgung von Abwasser aus sanitären Einrichtungen in Extremlagen eine besondere Rolle. Dabei ist sowohl die Untergrundbeschaffenheit zu berücksichtigen als auch das nächstgelegene Fließgewässer. Genauso wichtig sind auch die Höhenlage eines Objektes und das vor Ort herrschende Klima. Durch die Höhenlage eines Anwesens im Gebirge wird die Entscheidung für eine Abwasserentsorgung vor Ort oder eine Ableitung bestimmt. So kann durch die Höhenlage bereits vorgegeben

werden, welches Material angeliefert und verbaut werden kann.

Bei der Wahl des Abwasserreinigungsverfahrens ist auf die extremen Schwankungen der Abwassermenge und der Abwasserkonzentration Rücksicht zu nehmen. Diese Schwankungen sind auf die wechselnden Gästezahlen im Wochen-, Monats- und Jahresverlauf der touristischen Objekte in Gebirgslage zurückzuführen. Hier sind die Unterschiede der Abwassermenge und -zusammensetzung deutlich größer als bei häuslichen Abwässern, für die Kleinkläranlagen entwickelt wurden.

Ein typisch dezentrales System



(Quelle: Land OÖ)

Versorgung mit Hubschrauber



(Quelle: Land OÖ)

Simonyhütte



(Quelle: Land OÖ)

Lösungsmöglichkeiten für die Abwasserentsorgung in Alpinlagen

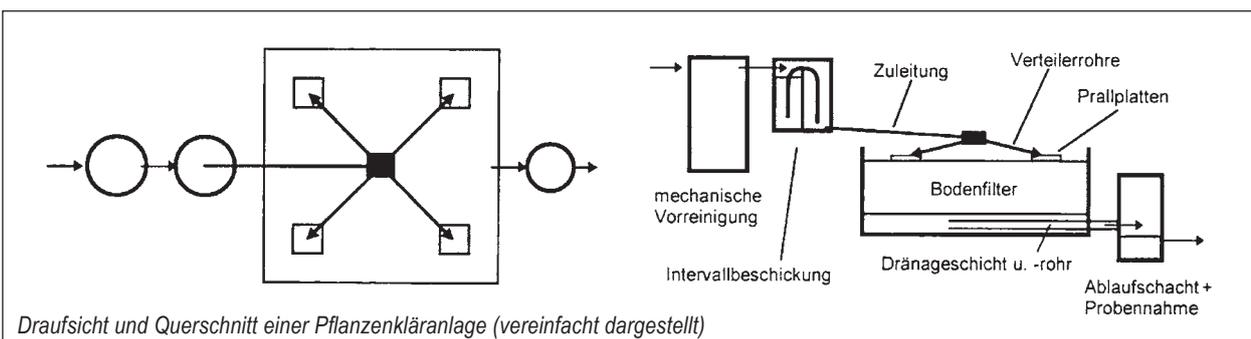
Die Lösung des Abwasserproblems ist in diesen Regionen wegen der weitaus härteren klimatischen und geländebedingten Gegebenheiten und des extrem schwankenden Abwasseranfalls wesentlich schwieriger als in Tallagen. Der Lebensraum einschließlich seiner Gewässer ist dort sehr empfindlich und anfällig gegen Verunreinigungen. Besondere Probleme ergeben sich in verkarsteten Gebieten mit Grundwasserfließgeschwindigkeiten bis zu mehreren Tausend Metern pro Tag. Hier ist insbesondere die Gefahr der Verunreinigung für Wasserversorgungsanlagen im Tal zu beachten.

Eine sehr häufige Form der Abwasserentsorgung in alpiner Lage sind die bepflanzten Bodenfilter (Pflanzenkläranlagen):

Die Küchenabwässer werden zuerst über einen Fettabscheider geleitet und gelangen dann gemeinsam mit den Abwässern aus den Sanitär- und Toilettenräumen in die mechanische Vorreinigung. Hier erfolgt eine Abtrennung des Großteils der aufschwimmenden und absetzbaren Stoffe. Das Ab-

wasser fließt dann meist im freien Gefälle über Tauchrohre (zum Rückhalt allfälliger Schwimmstoffe) von der Vorreinigung in ein Puffer- bzw. Beschickungsbecken. Hier befindet sich ein Kippventil, welches das Abwasser stoßweise zum Verteilsystem des Pflanzenbeetes fördert. Dadurch ist eine Abwasserreinigung ohne Einsatz von Energie möglich, ein Stromanschluss ist somit nicht erforderlich.

Das Verteilsystem des bepflanzten Kiesbettes hat die Aufgabe, das Abwasser auf der gesamten Oberfläche des Beetes gleichmäßig aufzubringen. Der Bodenkörper des Pflanzenbeetes wird in vertikaler Richtung durchsickert, wobei von den im Kieskörper angesiedelten Mikroorganismen das Abwasser biologisch gereinigt wird. Mit dem am Boden des Pflanzenbeetes angeordneten Dränsystem wird das durchgesickerte Wasser abgeführt und fließt zum Kontrollschacht (Ablaufschacht). In diesem Schacht kann das gereinigte Abwasser optisch beurteilt sowie beprobt werden. Vom Kontrollschacht aus wird das gereinigte Abwasser in ein Gewässer (z. B. einen Bach) eingeleitet oder zur Versickerung gebracht.



Weitere Abwasserentsorgungsmöglichkeiten im alpinen Bereich:

- **Trockentoilette:**

Bei der Trockentoilette werden die Fäkalien durch eine manuelle oder mechanische Zugabe von organischem kohlenstoffhaltigen Material (Traubentrester, Sägespäne u. dgl.) einer Kompostierung zugeführt. Der eventuell überschüssige Urin wird entweder in einem eigenen Behälter gesammelt oder einer Abwasseranlage für Grauwässer zugeführt. Das Kompostmaterial kann, soweit es die geologischen Verhältnisse zulassen, vor Ort als Dünger ausgebracht werden.

- **Plumpsklo:**

Es handelt sich hierbei wohl um die ursprünglichste Art der Abwasserentsorgung im alpinen Raum. Sie ist nach wie vor, speziell bei kleineren Objekten, anzutreffen. Beim Plumpsklo

werden die Fäkalien ganz einfach in einem darunter befindlichen Behälter gesammelt und von hier nach Bedarf einer Verwertung zugeführt. Voraussetzung für einen ordnungsgemäßen Betrieb des Plumpsklos ist die Dichtheit des Sammelbehälters. Plumpsklos mit darunter befindlichem freien Auslauf entsprechen nicht den Anforderungen des Gewässerschutzes und sind deshalb durch eine dem Stand der Technik entsprechende Abwasserentsorgung zu ersetzen.

- **Mobile Entsorgungsbehälter:**

In Sonderfällen werden die Abwässer in mobilen Behältern gesammelt. Nach Erreichen der maximalen Speicherkapazität werden die Behälter ins Tal zu einer zentralen Kläranlage gebracht. Dies erfolgt in der Regel mit geeigneten Fahrzeugen, Seilbahnen oder auch Hubschraubern.



Alpine Objekte

Immer mehr Menschen verbringen ihre Freizeit gerne im Alpenraum und in den Mittelgebirgen. Bei schönem Wetter befinden sich täglich Tausende Menschen in den Bergen. Zelt- und Campingplätze, Berg- und Schutzhütten, Wochenendhäuschen, Besucherzentren in Nationalparks, Restaurants und Berghotels stehen den Touristen zur Verfügung. Eine zeitgemäße Versorgung und Entsorgung ihrer Hinterlassenschaften ist daher auch im Gebirge nötig. An den oft schwer erreichbaren Standorten abseits des öffentlichen Wasser-, Strom- und Kanalnetzes ergeben sich häufig große Probleme für die Ver- und Entsorgung.

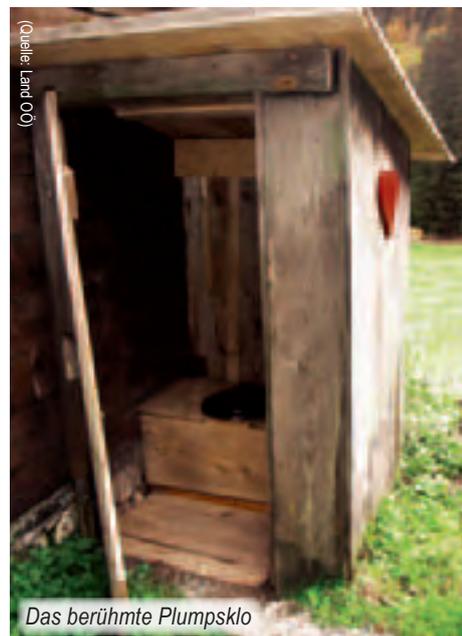
Im Gebirge ist die Sonneneinstrahlung besonders hoch, deshalb kann man sie dort für die Energieversorgung (Strom) in Form von Solaranlagen und Fotovoltaik nutzen. Quellwasser wird in den Hütten, Hotels, Restaurants etc. zum Kochen, Trinken, für sanitäre Einrichtungen und je nach Wassermenge auch für die Toiletten verwendet. Zum Schutz der oftmals unberührten Natur in diesen Regionen müssen wirksame Maßnahmen für die Abwasserentsorgung ergriffen werden.



Welche Abwasserentsorgungsmöglichkeiten sind im hochalpinen Bereich möglich?

Die Höhenlage, die Untergrundbeschaffenheit und das nächstgelegene Fließgewässer von Hütten und Hotels im Gebirge sind entscheidend für eine Abwasserentsorgung vor Ort oder eine Ableitung der Abwässer ins Tal.

- **Eigene Abwasserreinigungsanlagen** (zumeist bepflanzte Bodenfilter, auch Pflanzenkläranlagen genannt, mit mechanischer und biologischer Reinigung) sind die häufigste Form der Abwasserentsorgung im alpinen Raum.
- **Anschluss an öffentliche Abwasserreinigungsanlagen** ist bei großen Objekten mit Fließwasser sinnvoll. Jedoch muss der Bau eines Ableitungsstranges zur öffentlichen Kanalisation wirtschaftlich bzw. technisch möglich sein.
- **Grubenentsorgung** ist eine Notlösung!
 - Trockentoilette:
Die Fäkalien werden durch Zugabe von organischem Material (Traubentrester, Sägespäne etc.) kompostiert. Das Kompostmaterial kann vor Ort zur Düngung ausgebracht werden.
 - Plumpsklo:
Das Plumpsklo (siehe rechts) ist die ursprünglichste Art der Abwasserentsorgung im alpinen Raum und bei kleineren Objekten heute noch anzutreffen. Die Fäkalien werden in einem sich darunter befindlichen Behälter gesammelt und je nach Bedarf verwertet.
 - Mobile Entsorgungsbehälter:
Diese werden nur in Sonderfällen verwendet. Sind die Behälter mit Abwässern gefüllt, werden sie mit geeigneten Fahrzeugen, Seilbahnen oder Hubschraubern ins Tal zu einer zentralen Kläranlage gebracht.



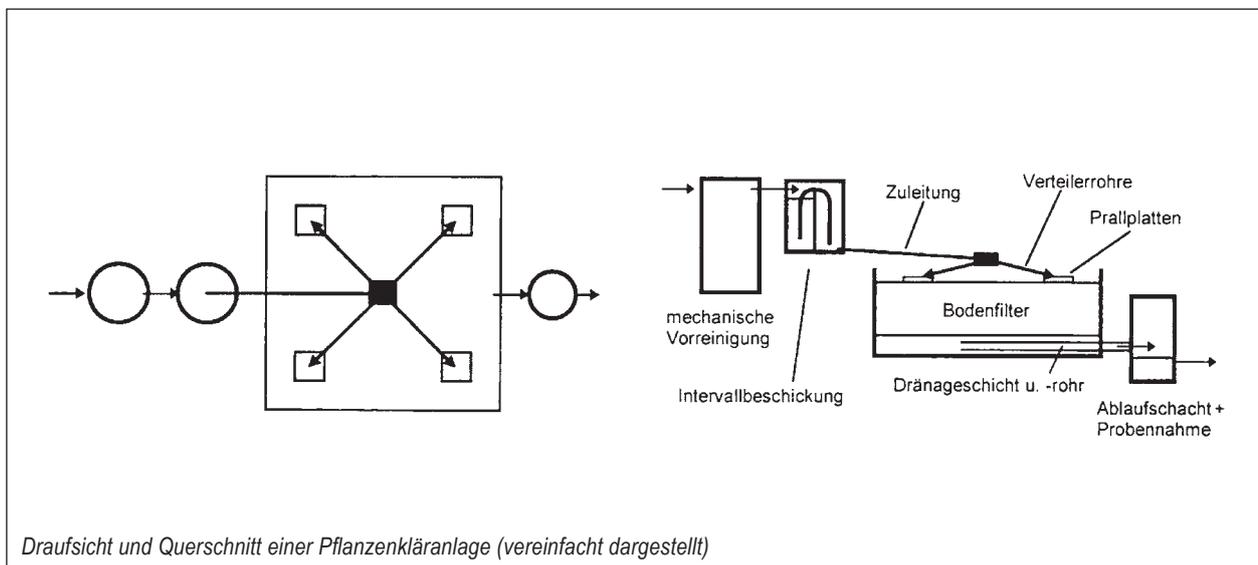
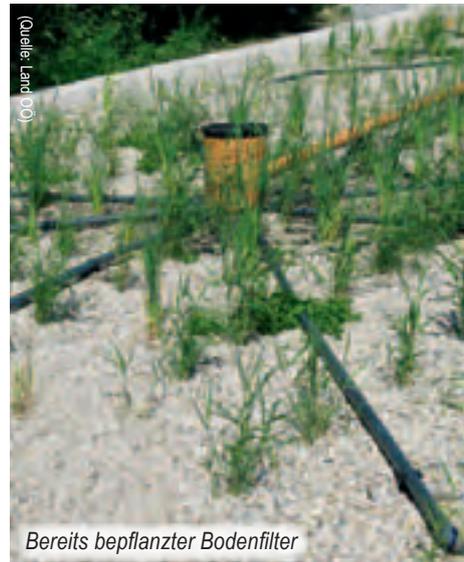
Wie funktioniert ein bepflanzter Bodenfilter (Pflanzenkläranlage)?

Die Küchenabwässer gelangen zusammen mit den Abwässern aus den Sanitär- und Toilettenräumen in die mechanische Vorreinigung. Anschließend wird das Abwasser zum bepflanzten Kiesbett befördert. Dort wird es gleichmäßig auf der Oberfläche des Pflanzenbeetes aufgebracht und durchsickert den Bodenkörper nach unten, wobei die im Kieskörper angesiedelten Mikroorganismen das Abwasser biologisch reinigen. Anschließend wird das Wasser zum Kontrollschacht abgeführt und von dort aus in ein Gewässer (z. B. einen Bach) eingeleitet oder zur Versickerung gebracht.

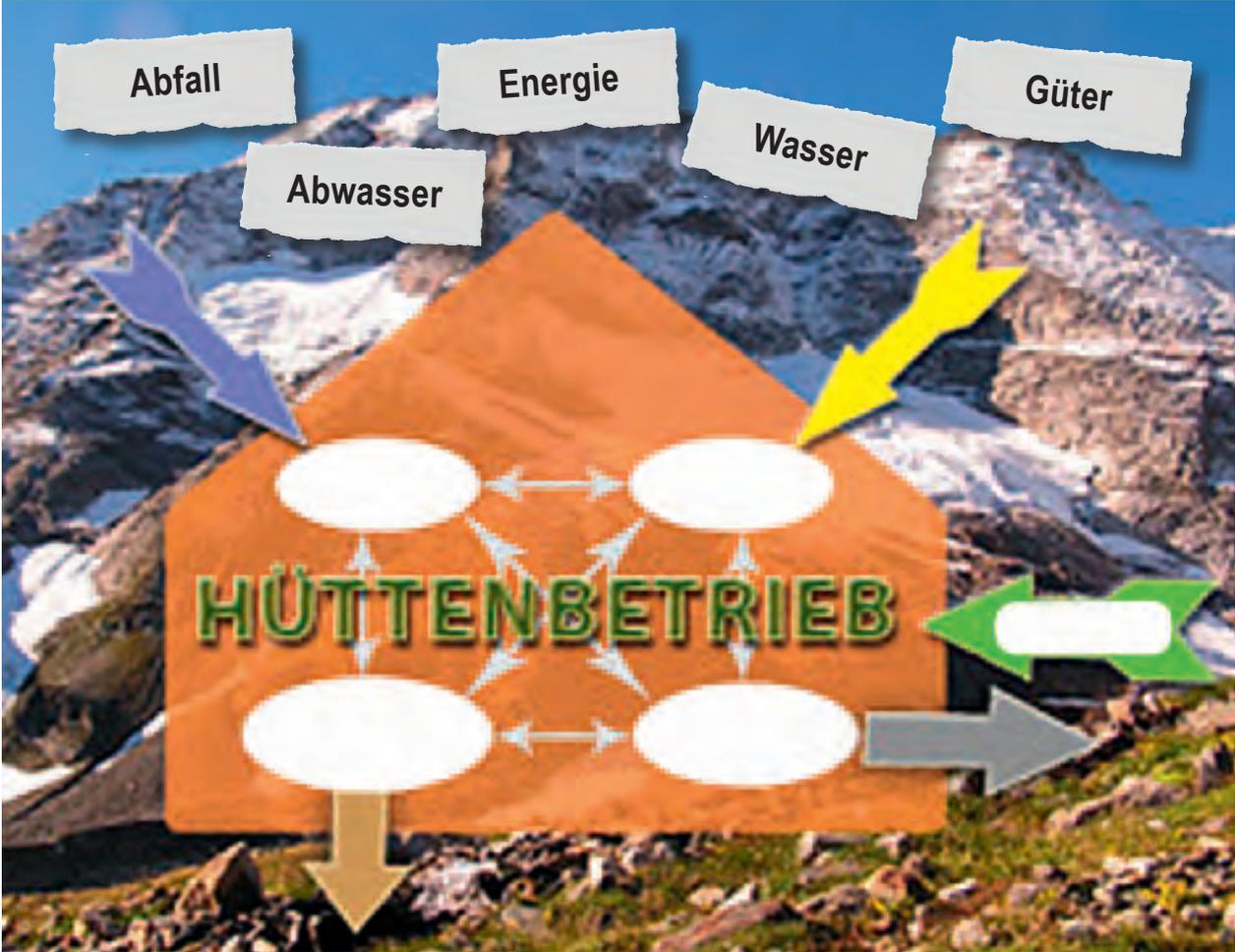


Pflanzenkläranlage

Viele Leute glauben, dass die Reinigung der Abwässer in einer Pflanzenkläranlage durch die angesetzten Pflanzen geschieht. Das ist aber falsch! Die Reinigung übernehmen – wie bei anderen Kläranlagen, den sogenannten konventionellen Belebtschlammanlagen – die Mikroorganismen, die in einer Pflanzenkläranlage im Bodenfilter angesiedelt sind. Um optimale Lebensbedingungen für die Mikroorganismen zu schaffen, werden vorwiegend Pflanzentypen angesetzt, die den Bodenfilter ausreichend mit Sauerstoff versorgen können, z. B. Schilfrohr.



Ergänze die Grafik, indem du die Wörter in die Kästchen richtig einsetzt!



Erkläre kurz, in welchem Zusammenhang diese Begriffe zueinander stehen:



Frage deine Eltern, ob irgendwo in deiner Nähe ein Plumpsklo ist und schau es dir an. Frage, wenn möglich, wie der Inhalt entsorgt wird.



LAND

OBERÖSTERREICH

Berufsmöglichkeiten in der Abwasserwirtschaft

Berufe 1 – 6



öb.
AKADEMIE FÜR
UMWELT UND NATUR

LINZ AG
ABWASSER



Berufsmög-
lichkeiten

Berufsmöglichkeiten in der Abwasserwirtschaft

Bei der Abwasserentsorgung gibt es zahlreiche interessante Arbeitsbereiche. Das bedeutet, dass viele Professionisten im Bereich Abwasser tätig sind. Hier ist ein Überblick, welche Ausbildungen für die unterschiedlichsten Berufsgruppen im Bereich Abwasser erforderlich sind.



Auch hier weisen wir ausdrücklich darauf hin, dass sämtliche gewählten

Formen für personenbezogene Bezeichnungen für beide Geschlechter gelten, d. h. es wird auf die schwerer lesbare Form „...Innen“ verzichtet. Unumstritten wird die Abwasserwirtschaft (derzeit noch) von der Männerwelt dominiert, aber auch Mädchen haben natürlich die Möglichkeit, in dieser Branche Fuß zu fassen!

Kanalarbeiter

- Reinigt und entleert Kanäle, Schotterfänge, Fettabscheider, Senkgruben, Pumpensümpfe etc.
- Arbeitet am Kamerawagen bei der Kanalinspektion, bei Instandsetzungsarbeiten von Schächten und im Kanalnetz mit
- Arbeitet bei Wartung und Instandhaltung von Sonderbauwerken (Pumpwerken, Regenbecken, Schieberanlagen, Messstellen) mit

Ausbildung:

Abgeschlossene Lehre in einem Metaller-Beruf, z. B. Schlosser, Mechaniker etc. bzw. Maurer

Fortbildungsmöglichkeit:

Fortbildungsmöglichkeit im Rahmen des ÖWAVs (Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband) zum Kanalfacharbeiter



Kanalarbeiter bei der Arbeit

Disponent

- Personalführung und Einteilung der Kfz mit Besatzung zum Abarbeiten der vorgegebenen Aufträge
- Einsatzleitung bei Störfällen

Ausbildung:

Abgeschlossene Meisterausbildung

Fortbildungsmöglichkeit:

Zum Kanalfacharbeiter durch den ÖWAV

Systemtechniker

- Ist für Wartung und Instandhaltung der Anlagensteuerung (selbstprogrammierbare Steuerung, Prozessleitsystem, Datenübertragung) und der EDV-Systeme verantwortlich
- Betriebsdatenauswertung zur Kennzahlenermittlung und Betriebsoptimierung

Ausbildung:

Abgeschlossene Lehre, z. B. Betriebselektriker etc. oder HTL-Informations- bzw. Elektrotechnik

Verantwortlicher für Sonderbauwerke

- Betrieb, Wartung und Instandhaltung der Sonderbauwerke (Pumpwerke, Regenbecken, Schieberanlagen, Messstellen)
- Erstellt Wartungspläne, optimiert die Betriebsweise von Pumpwerken

Ausbildung:

Abgeschlossene Lehre, z. B. Betriebselektriker etc. oder HTL-Elektrotechnik

Meister Klärbetrieb

- Führt Mitarbeiter der Gruppe „Kläranlagenbetrieb“ und sorgt für deren Arbeitseinteilung gemäß den betrieblichen Erfordernissen
- Erarbeitet betriebliche Vorgaben für den Normalbetrieb und für außergewöhnliche Betriebszustände
- Überwacht die Anlagenfunktion

Ausbildung:

Meisterprüfung in den Berufen: Mechaniker, Schlosser, Installateur oder HTL-Ingenieur

Betriebsleiter einer Kläranlage überwacht die Anlagenfunktion.



(Quelle: LINZ AG)

Meister EMSR (Elektrikermeister)

- Führt Mitarbeiter der Gruppe „Elektriker“ und sorgt für deren Arbeitseinteilung gemäß den betrieblichen Erfordernissen
- Ist für die Instandhaltung der elektrischen Anlagenteile und der Instrumente verantwortlich

Ausbildung:

Meisterprüfung Elektriker

Meister maschinelle Instandhaltung

- Führt Mitarbeiter der Gruppe „maschinelle Instandhaltung“ und sorgt für deren Arbeitseinteilung gemäß den betrieblichen Erfordernissen
- Ist für die Instandhaltungsarbeiten an den maschinellen Anlagenteilen verantwortlich

Ausbildung:

Meisterprüfung Mechaniker oder Schlosser

Klärfacharbeiter

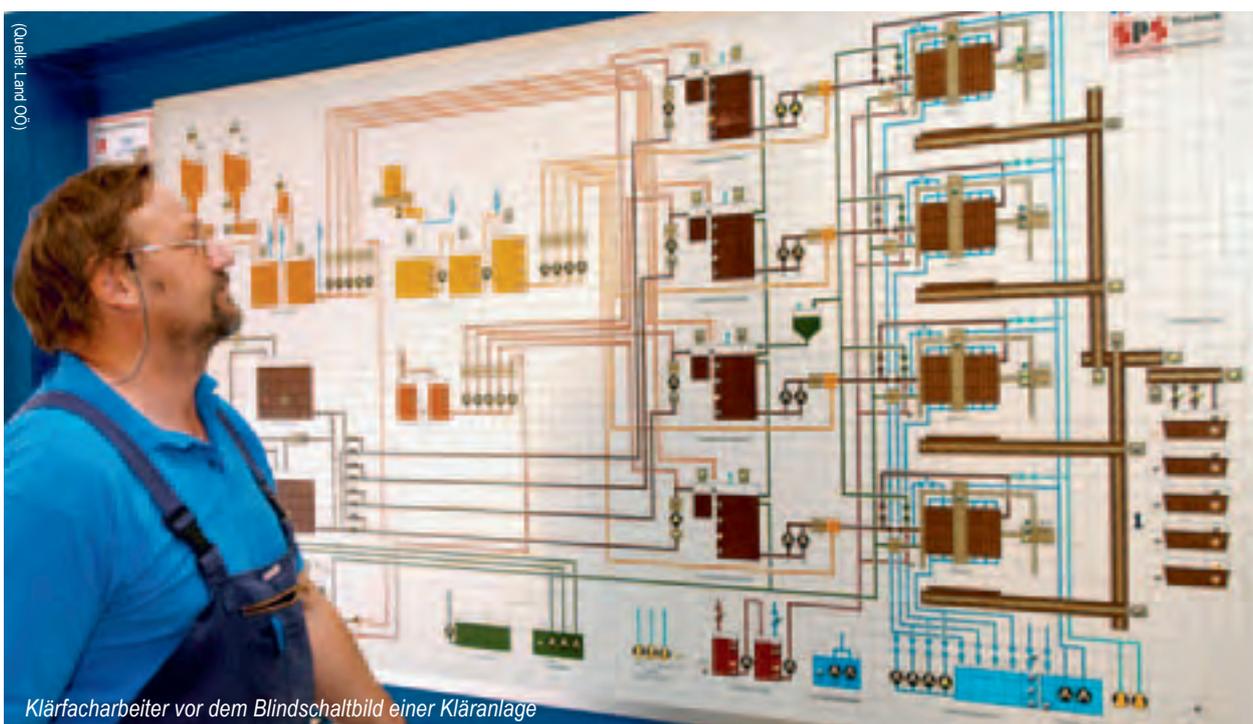
- Überwacht die Anlagenfunktion mithilfe der Visualisierung des Prozessleitsystems und durch Anlagenrundgänge
- Überwacht und verändert Betriebsparameter zur Sicherstellung eines optimalen Anlagenbetriebs
- Behebt Störungen und wirkt bei der Instandhaltung mit

Ausbildung:

Berufsbegleitende Ausbildung. Voraussetzung ist jedoch der Lehrabschluss in einem der vier nachfolgend angeführten Berufe.

Mechaniker

- Wartet und repariert vorwiegend Maschinen, wie z. B. Gasmotoren, Gebläse, Getriebe etc.
- Überwacht den Zustand der Maschinen und sichert durch entsprechende Einstellungen den optimalen Betrieb
- Führt auch Installateur- und Schlosserarbeiten durch



Installateur (Gas, Wasser, Heizung)

- Wartet und repariert vorwiegend Prozessleitungen (Schlammleitungen, Gasleitungen, Wasserversorgung, Heiztechnik) mit allen Einbauten (Armaturen, Kupplungen etc.)
- Werkstattarbeiten
- Montage- und Demontagetätigkeiten
- Mechaniker- und Schlosserarbeiten

Schlosser

- Schweiß- und Dreharbeiten
- Wartet und repariert vorwiegend Pumpen, maschinelle Einrichtungen (Rechen, Räumler, Förderanlagen, Pressen, Sicherheitseinrichtungen etc.)
- Werkstattarbeiten
- Montage- und Demontagetätigkeiten
- Mechaniker- und Installateurarbeiten



Elektriker (Betriebselektriker)

- Neuinstallation, Wartung und Reparatur von elektrotechnischen Anlagen (Motoren, Frequenzumrichter, Armaturentriebe, Schalttechnik etc.), Messinstrumenten und Teilen der Automatisierung (Grundkenntnisse selbstprogrammierbare Steuerung)
- Überwacht und kalibriert Messinstrumente
- Führt Störungsbehebungen im Normalbetrieb, aber auch im Zuge eines Erreichbarkeitsdienstes durch

Kaufmännischer Sachbearbeiter (Bürokaufmann)

- Materialeinkäufe (Bestellanforderungen, Bestellungen, Wareneingänge, Rechnungsfreigaben)
- Assistent bei Projektabwicklungen bei kaufmännischen und organisatorischen Themen



Sekretärin

- Verwaltungsarbeiten
- Schriftverkehr

Ausbildung:

Abgeschlossene Lehre (Bürokaufmann)

Technischer Zeichner

- Mitarbeit bei Planung und Umsetzung von Bauprojekten
- Katasterarbeiten

Ausbildung:

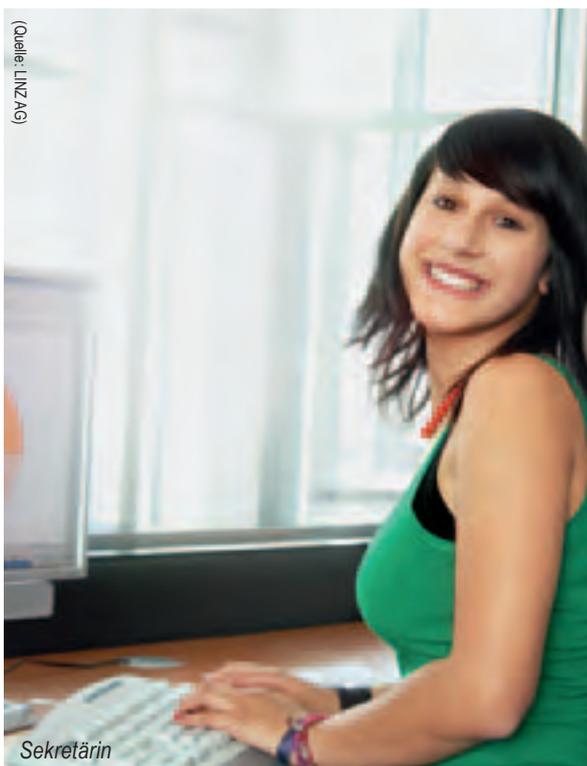
Abgeschlossene Lehre oder vierjährige HTL

Projektleiter Planung und Bau

- Planung und Errichtung von Abwasseranlagen (Kanäle, Pumpwerke und Bauwerke auf der Kläranlage) – finanzielle, qualitative und terminliche Verantwortung

Ausbildung:

HTL-Tiefbau



Projektleiter Indirekteinleiter

- Zuständig für betriebliche Abwässer aus Gewerbebetrieben mit Abwasservorreinigungsanlagen (z. B. Flotationsanlage, Ölabscheider, Fettabscheider usw.)
- Erstellt Indirekteinleiterverträge (=Zustimmungen) für die Abwassereinleitung und überwacht die Einhaltung von Auflagen dieser Verträge

Ausbildung:

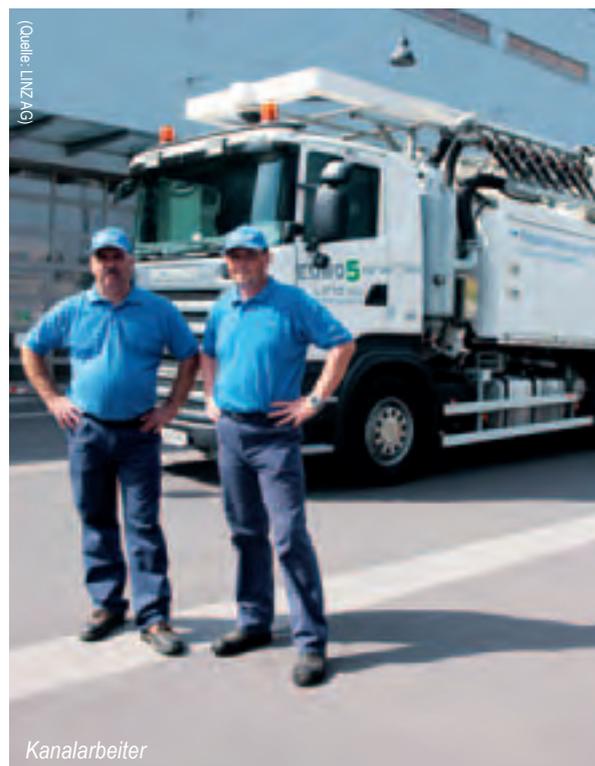
HTL für chemische Betriebstechnik

Projektleiter Grundstücksentwässerung

- Zuständig für Beratung und Einleitgenehmigung von häuslichen Abwässern
- Ermittelt Kanalanschluss- und Kanalbenützungsentgelt und schreibt diese vor
- Vorschreibung und Kontrolle von Bauauflagen
- Sachverständigentätigkeit

Ausbildung:

HTL-Tiefbau



Laborant

- Analysiert Wasserproben von Kläranlagenzu-
lauf bzw. -ablauf, überwacht den Reinigungs-
prozess auf der Kläranlage
- Führt Probenahmen und Analysen der Einlei-
tungen von Industrie und Gewerbe durch

Ausbildung:

HTL für chemische Betriebstechnik

Leiter der Kläranlage, Betrieb Kanalnetz bzw. Leiter Abwasser

Ausbildung:

Technisches Studium in den Studienrichtungen:
Bauingenieur, Kulturtechnik und Wasserwirtschaft
oder Betriebswirtschaft



Tipp

Vielleicht ist etwas dabei, das dich interessiert – dann kann dir diese Auflistung eine kleine Hilfestellung für deine weitere Ausbildung geben.

Wenn du und deine Klassenkameraden noch mehr Interesse an der Abwasserwirtschaft haben, so wendet euch an euren Klassenlehrer, ob er nicht eine Exkursion zu einer Kläranlage oder zu einer anderen Abwasseranlage organisieren kann.

Die LINZ AG ABWASSER, Regionalkläranlage Asten, Ipfdorferstraße 7, bietet solche Exkursionen gerne an (Terminvereinbarungen: Tel. 0732/3400-6138) oder ihr sucht euch die für euch nächstgelegene Kläranlage und fragt dort an.



Laborantin

(Quelle: LINZ AG)



LAND

OBERÖSTERREICH

Anhang

Abwasser-Abc,
Fachwörterlexikon 1 – 8

Kontaktadressen 9

Nützliche Links 10

DVD – Film „Mikrokosmos
Kläranlage“ 11



oö.
AKADEMIE FÜR
UMWELT UND NATUR

LINZ AG
ABWASSER



Abwasser-Abc, Fachwörterlexikon

A

- Ablauf der Kläranlage** Jenes gereinigte Abwasser, das von der Kläranlage in das Gewässer abgeleitet wird.
- Absorption** Aufnahme eines Stoffes in das Volumen eines Körpers oder einer Flüssigkeit.
- Abwasser** Gebrauchtes und verunreinigtes Wasser aus unseren Haushalten und der Industrie. Jedes Abwasser soll gereinigt werden, bevor es in Gewässer eingeleitet wird.
- Abwasserentsorgung** Sammeln und Ableiten des Abwassers durch die Kanalisation und anschließende Reinigung des Abwassers in einer Kläranlage.
- Abwasserreinigung** Entfernung / Umwandlung / Reduzierung von Schadstoffen aus dem Abwasser (in einer Kläranlage).
- Adsorption** Anreicherung von Stoffen an der Oberfläche eines Körpers.
- Aerob** Lebensweise von Organismen, die zum Überleben Sauerstoff brauchen oder chemische Reaktionen, die nur unter Zufuhr von Sauerstoff ablaufen können.
- Ammonium** Säure zur Base Ammoniak; Ammonium entsteht beim Abbau von Proteinen. Ammoniak ist für Fische schon in geringen Konzentrationen giftig.
- Anaerob** Lebensweise von Organismen, die ohne freien Sauerstoff auskommen oder chemische Reaktionen, die unter Sauerstoffausschluss möglich sind.

B

- Bakterien** Winzig kleine Lebewesen, die nur unter dem Mikroskop sichtbar sind. Sie werden in Kläranlagen zur Reinigung des Abwassers eingesetzt.
- Belebtschlamm** In der biologischen Abwasserreinigung anfallender Schlamm. Er besteht unter anderem aus Bakterien, Pilzen und Protozoen (= Biomasse).
- Belebungsbecken** Behälter, in dem mithilfe von Mikroorganismen Wasserinhaltsstoffe umgewandelt werden. Damit der Vorgang schneller abläuft, wird in das Becken Sauerstoff eingeblasen.

- Belebungsverfahren**..... Verfahren zur Abwasserreinigung mithilfe von Mikroorganismen, das der natürlichen Selbstreinigung im Fluss entspricht. Die Mikroorganismen bilden im Belebungsbecken frei schwimmende Flocken (Belebtschlamm) und verbrauchen Sauerstoff, der durch Belüftungseinrichtungen zugeführt wird. Im Nachklärbecken wird der Belebtschlamm vom gereinigten Abwasser durch Absetzen getrennt.
- Biogas**..... Methan, auch Klärgas oder Faulgas genannt; wird in der Kläranlage aus Klärschlamm gewonnen. Dieses Gas ist sehr giftig und explosiv! Es wird zur Erzeugung von Wärme und elektrischer Energie verwendet.
- Biologische Abwasserreinigung**..... Reinigung des Abwassers durch Bakterien und andere Lebewesen (Mikroorganismen).
- Blei**..... Sehr giftiges Metall, das durch Abschwemmungen von Straßen und Dächern in das Abwasser gelangen kann.
- Brunnen**..... Technische Anlage zur Gewinnung von Wasser. Brunnen sind manchmal nur einige Meter tief, können aber auch tiefer als 100 Meter sein.
- BSB₅ – Biochemischer (biologischer) Sauerstoffbedarf**..... Dieser Wert gibt an, welche Menge Sauerstoff die Mikroorganismen in einer Wasserprobe innerhalb von fünf Tagen bei 20 Grad Celsius im Dunkeln verbrauchen, um die Wasserinhaltsstoffe abzubauen. Er ist das Maß für den Abbau von Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen in der Abwasserreinigung.

C

- Chemische Abwasserreinigung**..... Behandlung des Abwassers mit Chemikalien. Durch die zugesetzten Chemikalien können bestimmte Wasserinhaltsstoffe entfernt werden.
- CSB – Chemischer Sauerstoffbedarf**..... Dieser Wert gibt an, welche Menge an Sauerstoff zur Oxidation aller organischen Substanzen (auch durch Bakterien nur schwer abbaubare Stoffe) verbraucht wird.

D

- Dezentrale Abwasserentsorgung**..... Die anfallenden Abwässer werden in kleinen, oftmals in Randgebieten gelegenen Kläranlagen (Kleinkläranlagen) gereinigt und dann über kurze Ableitungsstränge in ein Gewässer eingeleitet oder in Einzelfällen zur Versickerung gebracht.
- Direkteinleiter**..... Betriebe, die ihre Abwässer keiner öffentlichen Kanalisation zuführen, sondern ihre Abwässer direkt über eine eigene Reinigungsanlage einem Gewässer zuführen.

Druckleitung Mittels Pumpen wird das Abwasser aus tiefer liegenden Gebieten in höher liegende Gebiete in Druckleitungen transportiert.

Düker Unterführung eines Rohres unter einem Hindernis. Hat die Eigenschaften von kommunizierenden Röhren. So können Flüsse, Straßen etc. auch ohne Pumpen überwunden werden.

E

Eindicker Anlage zur Trennung des Wassers vom Schlamm.

Einwohnerwert Entspricht der von einem Einwohner eingeleiteten Schmutzmenge in das Abwasser pro Tag.

Eutrophierung Überdüngung von Bächen, Flüssen und Seen mit Nährstoffen (Phosphor- und Stickstoffverbindungen). Ausgelöst durch Nährstoffe im Abwasser und durch Düngemittel, die von Äckern und Wiesen in die Gewässer abgespült werden. Eutrophierung führt meist zu einer starken Vermehrung von Algen.

F

Fallleitung Senkrechte Leitung in einem Gebäude, durch die das häusliche Abwasser einer Sammelleitung zugeführt wird.

Faulturm Behälter für Klärschlamm, der nach der Reinigung des Abwassers anfällt. Durch die Faulprozesse im Faulturm entsteht das sogenannte Faulgas bzw. Biogas.

Fäkalien Meist feste Ausscheidung des Darms.

Fermentation Chemische Umwandlung von Stoffen durch Bakterien und Enzyme (Gärung).

Flotation Physikalisches Trennverfahren, um feinkörnige Feststoffmengen in einer wässrigen Aufschlämmung mithilfe von Luftblasen zu trennen.

Freispiegelkanal Kanalrohr zum Transport von Abwasser im freien Gefälle.

Fremdwasser Zumeist sauberes Wasser, das ungewollt in den Kanal eindringt. Z. B.: Grundwasser, das in undichte Kanäle gelangt oder Wasser, das durch falsche Anschlüsse in den Kanal geleitet wird.

G

Gewässerschutz Alle Maßnahmen, die getroffen werden, um der Beeinträchtigung von natürlichen Gewässern entgegenzuwirken.

- Gewerbliches Schmutzwasser**..... Schmutzwasser aus gewerblichen Betrieben (Schlachthof, Molkerei, Wäscherei, ...)
- Grenzwert** Gesetzlich vorgeschriebene Werte für Wasserinhaltsstoffe, die nicht überschritten werden dürfen. Grenzwerte gibt es sowohl für Trinkwasser als auch für gereinigtes Abwasser.
- Grundwasser** Wasser, das sich in unterschiedlichen Gesteinsschichten unterirdisch gesammelt hat. Es kann entweder als unterirdischer Fluss oder als Speicher vorhanden sein.
- Gülle**..... Kot und Urin von landwirtschaftlichen Nutztieren zur Düngung; Wasser und Einstreu können beigemischt werden. Gülle weist hohe Gehalte an Phosphor und Stickstoff auf.
- Güteklassen**..... Gewässer werden in vier Qualitätsklassen unterteilt. Güteklasse 1 steht für sauberes, unbelastetes Wasser, Güteklasse 4 für stark verschmutztes Wasser, in dem weder Fische noch Wasserpflanzen leben.

H

- Häusliches Schmutzwasser** Abwasser, das im Haushalt anfällt.
- Hydraulik** Lehre vom Strömungsverhalten der Flüssigkeiten.

I

- Indirekteinleiter** Abwassererzeugender Gewerbebetrieb, der das Abwasser in einen öffentlichen Kanal und weiter in eine zentrale Kläranlage einleitet.
- Industrielles Schmutzwasser** Abwasser aus der Industrie (chem. Industrie, ...).

J

- Jauche** Flüssige Exkremente von Nutztieren, die gesammelt und als Dünger eingesetzt werden.

K

- Kanal** Künstlich erbaute, unterirdische „Wasserstraße“; dient dem Transport des Abwassers.

- Kanalisation**..... Unterirdisch verlegtes Kanalsystem zur Ableitung des anfallenden Abwassers.
- Kläranlage** Abwasserreinigungsanlage
- Klärschlamm** Fällt bei der Abwasserreinigung an. Klärschlamm ist einerseits sehr nährstoffreich, andererseits kann er aber hohe Konzentrationen an Schwermetallen aufweisen (Blei usw.).
- Klärschlammentsorgung** ... Klärschlamm kann wegen seines hohen Nährstoffgehaltes in der Landwirtschaft als Düngemittel eingesetzt werden. Andere Entsorgungsmöglichkeiten: Kompostierung, Deponierung, Verbrennung.
- Kommunizierende Röhren (Gefäße)**..... Gefäße, die miteinander verbunden sind und nach oben hin offen sind. Da der Luftdruck und die Schwerkraft konstant sind, stehen homogene Flüssigkeiten in verbundenen Röhren gleich hoch.
- Korrosion**..... Reaktion eines Werkstoffs mit seiner Umgebung, die eine Veränderung des Werkstoffs bewirkt und zu einer Beeinträchtigung der Funktion eines Bauteils oder Systems führen kann.

L

- Leitungswasser** Trinkwasser, das in unseren Häusern und Wohnungen aus der Wasserleitung kommt.

M

- Mechanische Reinigung** ... Entfernung von grobem Schmutz (Sand, Papier, ...) aus dem Abwasser.
- Mikroorganismen** Winzig kleine Lebewesen, die nur mit dem Mikroskop sichtbar sind; z. B.: Bakterien, Pilze, Einzeller usw.
- Mischsystem** Kanalnetz, das so betrieben wird, dass Schmutz- und Niederschlagswasser im selben Kanal transportiert werden.
- Mischwasserkanal**..... Kanal, in dem Schmutz- und Niederschlagswasser gleichzeitig abgeleitet werden. Im Gegensatz dazu gibt es getrennte Schmutzwasserkanäle und Regenwasserkanäle.

N

- Nachklärbecken**..... Letzte Stufe der Abwasserreinigung. Es dient zur Trennung des Belebtschlammes vom gereinigten Abwasser. Der Schlamm setzt sich am Beckenboden ab, das gereinigte Abwasser wird einem Gewässer zugeleitet.

N-Gesamt = Summe der gesamten Stickstoffmenge in einer bestimmten Abwassermenge.
Gesamtstickstoff

NH₄-N Menge an Ammonium-Stickstoff in einer bestimmten Abwassermenge.
Ammonium-Stickstoff

Niederschlag Aus der Atmosphäre abgeschiedenes Wasser, das je nach Temperatur als Regen, Schnee oder Hagel auf die Erde fällt.

O

Oberflächengewässer Seen, Flüsse, Bäche, ...

Oberflächenwasser Niederschlag, der sich auf befestigten Flächen sammelt und abgeleitet werden muss.

Organische Verbindungen Verbindungen aus Kohlenstoff und anderen Elementen.

Oxidation Reaktion von chemischen Verbindungen mit Sauerstoff, bei der Energie freigesetzt wird.

P

Pflanzenkläranlage (bepflanzter Bodenfilter) Biologische Abwasserreinigungsanlage, in der die für die Abwasserreinigung notwendigen Mikroorganismen in einem Filter aus Sand- und Kiesschichten leben. Das Abwasser durchströmt diesen mit Schilf bewachsenen Filter senkrecht. Das am Boden austretende gereinigte Abwasser wird dann zu einem Gewässer abgeleitet. Die angesetzten Pflanzen helfen den Boden locker zu halten und somit die Bodenorganismen mit Sauerstoff zu versorgen.

pH-Wert Gibt an, wie sauer oder basisch eine Lösung ist. Nimmt Werte im Bereich zwischen 0 und 14 an. Saure Lösungen haben einen pH-Wert von kleiner als 7 (z. B. Essig), neutrale Lösungen einen pH-Wert von 7 (z. B. Trinkwasser) und basische Lösungen weisen einen pH-Wert von größer als 7 auf (z. B. Seife).

Q

Quelle An die Oberfläche gelangendes Grundwasser. Im Gegensatz zu Brunnenwasser muss man dieses Wasser nicht mit Pumpen an die Oberfläche befördern.

R

- Rechen**..... Bauwerk bzw. maschineller Teil einer Kläranlage, der der Entnahme von Grobstoffen (Papier, ...) aus dem Abwasser dient.
- Regenbecken**..... Speicherbecken für Regenwasser.
- Regenüberlaufbecken**..... Entlastungsbecken für die Kanalisation, um das Abwasser bei starkem Regen zeitversetzt in die Kläranlage weiterzuleiten. Es verfügt über einen Ablauf zur Kläranlage und einen Überlauf ins Gewässer.
- Regenwasserkanal** Sammelt und leitet ausschließlich Regenwasser ab.
- Reinhalteverband, Reinhaltungsverband, Abwasserverband** Damit nicht jede einzelne Gemeinde eine eigene Kläranlage betreiben muss, schließen sich mehrere Gemeinden zu einem Reinhalteverband zusammen. Seine Aufgabe ist die ordnungsgemäße Reinigung der Abwässer aus den Gemeinden sowie eine umweltgerechte Entsorgung der bei der Reinigung anfallenden Klärschlämme.

S

- Sandfang**..... Anlageteil einer Kläranlage nach der Rechenanlage, um Sand aus dem Abwasser zu entfernen.
- Sauerstoff (O₂)**..... Farb-, geruch- und geschmackloses Gas. 89 % des Wassers und 50 % der Erdkruste bestehen aus Sauerstoff. In der Luft sind 21 % Sauerstoff enthalten. Der Mensch kann eine Verminderung bis auf 12 % ertragen. Unter 10 % Sauerstoff in der Luft besteht Lebensgefahr.
- Schadstoffe** Stoffe, die für Menschen, Tiere und Pflanzen schädlich sind.
- Schlammwässerung** Der Klärschlamm wird gepresst oder getrocknet, um das Wasser, das sich darin befindet, abzuscheiden.
- Schmutzwasser** Überbegriff für verunreinigtes Wasser aus Haushalt, Industrie und Gewerbe.
- Schwebstoffe**..... Feststoffe in der Luft oder im Wasser, die nicht gelöst sind.
- Schwermetalle**..... Metalle, die eine hohe Dichte haben, und deshalb auch sehr schwer sind. Wassergefährdend sind vor allem Quecksilber, Blei, Kupfer und Nickel.

T

- Thermische Verwertung**.... Verbrennung (z. B. von Klärschlamm)

Trennkanalisation..... Zwei verschiedene Kanalrohre zur getrennten Ableitung von Schmutz- und Niederschlagswasser.

Trockensubstanz (TS)..... Konzentration der im Abwasser enthaltenen ungelösten, abfiltrierbaren Stoffe. TS ist ein Maß für die Schlammkonzentration. Dimension: mg/l

U

Umweltschutz..... Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen. Darunter versteht man den Schutz von Wasser, Boden und Luft.

V

Versickern..... Wasser dringt von der Erdoberfläche weiter nach unten in den Boden ein.

Viren..... Winzige Organismen, die Krankheiten übertragen können.

Vorfluter Gewässer (Flüsse, Bäche, ...), in die das gereinigte Abwasser eingeleitet wird.

Vorklärbecken Becken der mechanischen Vorreinigung, das der Abtrennung der festen Bestandteile aus dem Abwasser dient. Diese sinken zu Boden und können dort aus dem Abwasser entfernt werden.

W

Wasser (H₂O) 70 % der Erdoberfläche sind mit Wasser bedeckt. Wasser ist eine durchsichtige, geruch- und geschmacklose Flüssigkeit, die für Menschen, Tiere und Pflanzen lebensnotwendig ist.

Wassergefährdende Stoffe Stoffe, die Gewässer verunreinigen oder ihre Eigenschaften negativ beeinflussen. Zum Beispiel: Schwermetalle wie Blei, Pflanzenbehandlungsmittel, Lösungsmittel, Benzin, Heizöl etc.

Wasserkreislauf..... Weg des Wassers auf unserem Planeten. Zuerst verdunstet das Wasser, anschließend fällt es als Niederschlag wieder auf die Erde und sammelt sich schließlich in Flüssen, Seen und Meeren wieder.

X, Y, Z

Zentrale Abwasserentsorgung..... Die anfallenden Abwässer werden in eine große, öffentliche Kanalisation eingeleitet. Die Reinigung erfolgt in einer großen, zentral gelegenen Kläranlage. Diese Anlagen werden von Gemeinden und Reinhaltverbänden betrieben.

Zentralkläranlage Kläranlage, in die alle Abwässer eines bestimmten Gebietes eingeleitet werden.

Kontaktadressen



OGW



Amt der Oö. Landesregierung
Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft

Abteilung Oberflächengewässerwirtschaft

Kärntnerstraße 12, 4021 Linz

Tel.: 0732/7720-12424, Fax.: 0732/7720-12860

E-Mail: ogw.post@ooe.gv.at



Amt der Oö. Landesregierung
Oö. Akademie für Umwelt und Natur

Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft

Kärntnerstraße 12, 4021 Linz

Tel.: 0732/7720-14402, Fax.: 0732/7720-214420

E-Mail: uak.post@ooe.gv.at



LINZ SERVICE GmbH
für Infrastruktur und kommunale Dienste

Bereich Abwasser

Wienerstraße 151, 4021 Linz

Tel.: 0732/3400-6322

E-Mail: abwasser@linzag.at

Nützliche Links

Seiten für Schüler

www.klasse-wasser.de

www.generationblue.at

www.wasser-macht-schule.com

www.kle.nw.schule.de/kgj/abwasser

www.blinde-kuh.de

→ Suche: Kläranlage

www.kinderrathaus.de/stadtentwaesserung

Seiten für Lehrer und Eltern

www.abwassertechnik.at

www.wassernet.at

www.wasser-wissen.de

www.klaerwerk-online.de

www.klaeranlage-kanal.de

www.land-oberoesterreich.gv.at
unter Themen/Umwelt/Wasser

www.lebensministerium.at
unter Thema Wasser

www.linzag.at/abwasser

www.linzag.at/wassermachtklug.at

Lebendiges Abwasser – „Mikrokosmos Kläranlage“

In diesem etwa 16 Minuten langen, von der TU Wien und dem ÖWAV hergestellten Film wird in einfacher, anschaulicher Weise über den Abwasseranfall bis hin zu den einzelnen Verfahrensschritten auf der Kläranlage ein umfassendes Bild von der biologischen Abwasserreinigung vermittelt. Einen wesentlichen Punkt in dem Film stellen die Organismen im Belebtschlamm und die Verknüpfung der biologischen Vorgänge auf Kläranlagen mit den technischen Einrichtungen dar.

Lassen Sie sich von diesem Film in den Mikrokosmos einer Kläranlage entführen und erleben Sie

die faszinierende Welt derjenigen Organismen, die auf biologischen Kläranlagen unser Abwasser reinigen!

Es wird gezeigt, dass nicht die Technik das Abwasser reinigt, sondern die Organismen des Belebtschlammes, die schlussendlich im Klärschlamm zu finden sind und die technischen, baulichen sowie sichtbaren Teile einer Kläranlage „nur“ den Rahmen für die abwasserreinigende Biologie darstellen. Und schließlich soll dieser Film auch zeigen, was sich im allgemein bekannten Klärschlamm verbirgt.



Weitere Bestellungen bitte unter

Tel.: +43 (0)1/58801-22611

Fax: +43 (0)1/58801-22699

E-Mail: iwag@iwag.tuwien.ac.at

Kennwort: „Mikrokosmos Kläranlage“

