

## Reinigung und Klärung von Abwasser

Dauer: 14 min.

Best.-Nr. 2022449

In den letzten Jahren dieses Jahrhunderts hat der technische und industrielle Fortschritt eine Dimension erreicht, die vor 50 Jahren noch undenkbar gewesen wäre. Doch wir haben auch erkannt, dass Fortschritt in Medizin, Technik, Informationswesen und industrieller Produktion ambivalent ist. Mit dem Fortschritt haben wir uns gleichzeitig Probleme geschaffen, von deren Lösung unsere Zukunft abhängen wird. Die Umweltverschmutzung ist eine große Herausforderung geworden. Treibhauseffekt und globale Erwärmung sind beispielsweise direkte oder indirekte Effekte der Industrialisierung. Ein anderes Beispiel ist die Trinkwasserverschmutzung. Durch chemische, biologische und mechanische Vorgehensweisen gelingt es jedoch, auch unser gebrauchtes und verschmutztes Trinkwasser wieder aufzubereiten und wieder zu verwenden.

Gerade den Schülern der Sekundarstufe 1, aber auch älteren soll in der Schule dieses andere, neue Umweltbewusstsein vermittelt werden. Die Schüler sollen für einen sensibleren Umgang mit ihrer Umwelt erzogen werden. Umwelterziehung sollte so früh wie möglich in der Schule anfangen. Dieser relativ neue Aspekt eines Unterrichts ist fächerübergreifend, kann also in verschiedenen Fächern behandelt werden. Von der Umwelterziehung unserer Kinder wird es abhängen, ob es uns gelingt, die Menschen für einen noch bewußteren Umgang mit der Umwelt zu gewinnen.

Dieses Filmdokument kann entweder als Ersatz für eine Besichtigung einer Kläranlage eingesetzt werden, oder es kann eine Besichtigung ergänzen. Es wird dem Schüler genau gezeigt, wie das verschmutzte Wasser behandelt wird, um es dann wiederum als Trinkwasser nutzen zu können. Der abgetrennte Rest (der Schmutz) wird besonders behandelt.

An dieser Stelle möchte sich CONATEX-DIDACTIC besonders bei der Stadtverwaltung von Straßburg bedanken, die es uns erlaubt hat, in einer der modernsten Kläranlagen Europas (Straßburg) zu drehen. Wir bedanken uns für die fruchtbare Zusammenarbeit bei dem Personal der Anlage sowie der Elsässischen Gesellschaft für Umwelt.

Dieser Film richtet sich an alle Schüler der Sekundarstufe 1. Da er ein fächerübergreifendes Thema behandelt, kann er auch in verschiedenen Fächern (Biologie, Physik, Chemie, Erdkunde etc.) eingesetzt werden. Er wendet sich aber auch an eine interessierte Öffentlichkeit, die sich für eine moderne Umwelterziehung interessiert.

**Nach jedem Abschnitt wird die Dauer in Minuten und Sekunden angegeben.**

## **1. Abschnitt: Die Einleitung** (50 sec.)

Von woher stammt das verschmutzte Wasser? Das Bild eines sich leerenden Spülsteines illustriert das Abwasser individueller Art. Die Ladung eines LKW zeigt die industriellen Abwasser. Der LKW bringt eine Salzlake aus einer Sauerkrautfabrik, Fäkalien sowie Fettemulsionen zur Kläranlage. Das Abwasser stammt zu 60 % aus der Industrie und zu 40 % aus Privathaushalten. Das gesamte Abwasser einer Region findet sich am Eingang der Kläranlage wieder.

## **1. Teil: Die physikalische Behandlung des Schmutzwassers**

### **2. Abschnitt: Die mechanische Reinigung** (1 min. + 5 sec.)

Das Abwasser wird zuerst durch ein Gitter geleitet. Die Maschen lassen nur Teilchen, die kleiner sind als 6 mm hindurch gleiten. Alle organischen oder anorganischen Abfälle, die größer sind bleiben im Gitter hängen. In regelmäßigen Zeitintervallen reinigt ein Rechen das Gitter. Vom Schieber gelangen diese gröberen Abfälle dann auf ein Fließband, welches den Müll zur Weiterverarbeitung abtransportiert. Der Müll wird dann getrennt und recycelt.

### **3. Abschnitt: Fett- und Sandabscheidung** (1 min. + 20 sec.)

Das Abwasser kommt nun in spezielle Becken, in welchen Fette und Öle sowie Sandteilchen abgetrennt werden. Eine Unterwasserbelüftung erleichtert das Aufsteigen von Fetten. Die Öle und Fette steigen mit den Luftblasen an die Wasseroberfläche. Spezielle Schieber ziehen die Öle von der Abwasseroberfläche ab. Die Öle sammeln sich in speziellen Becken an. Von dort wird die zähflüssige Fettmasse in besondere Verbrennungsöfen geleitet, in denen die eingäschert wird. Sand und andere Schmutzteilchen fallen durch ihre Schwere auf den Boden des Beckens. Dort werden sie regelmäßig durch Schieber zusammengeschoben und vom übrigen Abwasser getrennt. Ein Schema illustriert das Funktionsprinzip. Die Sequenz wird mit einer weiteren Illustration beendet, damit der Beobachter das angewandte Prinzip auch nachvollziehen kann.

Es wird ein Becherglas mit Abwasser gezeigt und so noch einmal das Prinzip der Kläranlage erläutert. An dieser Stelle bietet sich die Möglichkeit, den Film anzuhalten und die Schüler noch einmal zum Prinzip der Reinigung zu befragen.

### **4. Abschnitt: Die erste Dekantierung** (1 min. + 20 sec.)

Das Abwasser gelangt nun in die Becken der primären Dekantierung (Vorklärbecken). Das Prinzip wird am Ende der Sequenz durch ein Schema zusammengefasst. Es besteht darin, daß das Abwasser sich beruhigt. Die schwereren Teilchen und Partikel sinken nun langsam auf den Boden des Beckens. Nach einiger Zeit kann man dann das Abwasser abpumpen, das sehr arm an Schweb- und Schmutzstoffen ist.

Die Effizienz der Dekantierung hängt von der Oberfläche des Beckens sowie seines Volumens ab. Dieses Problem hat man in dieser Kläranlage dadurch gelöst, daß man ein hexagonales Becken mit einer Neigung von  $60^\circ$  angelegt hat. So hat man mit einem begrenzten Raum ein maximales Volumen geschaffen. Die Partikel, die auf den Boden des Beckens sinken, werden von einer Bodenpumpe aus dem Becken entfernt. Dieser „Schlamm“ wird weiter entwässert und kann dann später u. U. als Dünger für die Landwirtschaft genutzt werden. Auch am Ende dieses Abschnitts wird den Schülern wieder dieses vorher gezeigte Prinzip im Labor in einem Becherglas illustriert. An dieser Stelle kann der Lehrer wiederum den Film anhalten, um die Schüler wichtige Etappen der Aufbereitung wiederholen zu lassen.

### 2. Teil: Die biologische Reinigung

#### **5. Abschnitt: Die Belüftungsbecken** (1 min. + 15 sec.)

Das physikalisch behandelte Abwasser gelangt nun in den Belüftungsbecken an, die sozusagen das Herz der Kläranlage bilden. Diese speziellen Becken enthalten eine große Menge und Vielfalt von Bakterien und Mikroorganismen. Es werden einige Bilder aus der Perspektive eines Mikroskops gezeigt. Wir erkennen einen Wurm, verschiedene Schalentiere und grüne Algen. Eine Größenangabe am Rande zeigt uns die reale Größe der Organismen (in diesem Falle 0,1 mm). Die Gesamtheit der verschiedenen Mikroorganismen zersetzt die organischen Stoffe, die im Abwasser enthalten sind (Belebtschlamm).

Das Abwasser ermöglicht es den Mikroorganismen zu leben, sich zu entwickeln und sich zu reproduzieren. So wird die organische Substanz (als Lösung) durch die verschiedenen Mikroorganismen in lebende Organismen umgewandelt. Um jedoch diese Zellstoffwechselfvorgänge aufrechtzuerhalten ist es nötig, Sauerstoff zuzuführen. Aus diesem Grund pumpen starke Kompressoren Luft in die Becken. So wird für die Reproduktion der Mikroorganismen (und damit der Zersetzung der organischen Reste) der notwendige Sauerstoff in die Becken geleitet. Am Ende dieser Sequenz wird die Belüftung sowie der Belebtschlamm gezeigt. Dieser biologische „Schlamm“ wird dann wieder im Kreisprozeß in die Belebungs- bzw. Belüftungsbecken gegeben.

#### **6. Abschnitt: Die Klärbecken** (55 sec.)

Die Abwässer, die nun stark durch die Mikroorganismen angereichert wurden, erreichen nun die letzte Serie der Becken. Es handelt sich bei diesem Prozess wieder um eine Dekantierung, d. h. die biologischen Stoffe werden ganz einfach vom Wasser getrennt. Die biologischen Schwebstoffe sinken nach einiger Zeit auf den Grund der Becken, wo sie sich durch Schieber aus dem Becken trennen lassen.

Diese biologische Masse wird dann ganz einfach in die Serie vor diesen letzten Becken wieder eingesetzt, damit die Mikroorganismen in diesen wieder die Stoffumwandlung betreiben.

Ein Teil dieser Masse wird allerdings verdickt. Das aus diesem Prozess gewonnene Wasser wird dann wieder in den Rhein gepumpt. Die verdickte Masse kann nun beispielsweise zu Düngezwecken von der Landwirtschaft genutzt werden. Dieses Stadium der Klärung wird durch das Bild eines Becherglases mit dem fast gereinigten Abwasser illustriert.

### **7. Abschnitt: Die Laborarbeit**

Nach jeder Reinigungsphase werden Abwasserproben entnommen und dann von Kontrollapparaten untersucht. Dadurch soll die Effizienz der einzelnen Reinigungsstufen sowie das Funktionieren der Gesamtheit der Kläranlage gewährleistet sein.

Die Messung erfolgt auf 10 ml einer Probe, die dem Abwasser entnommen wurde. Es handelt sich bei diesen Laboruntersuchungen um eine der geläufigsten chemischen Untersuchungen (CSB = chemischer Sauerstoffbedarf). Diese erlauben, die organische Verschmutzung des Abwassers genau zu bestimmen. Es geht darum, die Menge an Sauerstoff zu bestimmen, die notwendig für eine Zersetzung der organischen Stoffe ist. Man fügt 0,4 g Quecksilbersulfat hinzu, um die Chlorionen als Komplex abzutrennen, dann 5 ml einer Phosphordichromatlösung. Danach kommen 15 ml Schwefelsäure oder die gleiche Menge an Silbersulfatlösung hinzu. Diese Stoffe ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  oder  $\text{AgSO}_4$ ) wirken als Katalysator. Danach bringt man ein Reagenzglas, das der Kühlung der Lösung dient an die Probe an. Das Ganze läßt man dann während 2 Stunden kochen. Nach Abkühlung der Lösung titriert man das Übermaß an Phosphordichromat gegen eine Eisensulfat- und Ammoniumsulfatlösung in Anwesenheit eines farbigen Indikators (Ferroin).

Als nächste wichtige Messung nimmt man die Messung des Sauerstoffgehalts nach 5 Tagen vor (BSB5 = Biochemischer Sauerstoffbedarf). Hier geht es darum, die Menge an Sauerstoff zu bestimmen, die notwendig ist, damit die Mikroorganismen des Wassers die Substanzen gebrauchen können, die im Abwasser enthalten sind. Das ganze wird in einem Gefäß vollzogen, welches man mit einer kleinen Menge der Lösung aus der 1. Messung füllt. Hinzu gibt man dann Abwasser, welches aus dem Netz stammt, nachdem es 24 Stunden belüftet wurde. Das ganze wird in den Trockenschrank deponiert, in welchem die Lösung 5 Tage bei Lichtabschluß steht.

### **3. Teil: Eine Bilanz der Funktionsweise der Kläranlage**

### **8. Abschnitt: Die weitere Behandlung der Rückstände**

Hier sehen wir die Rückstände, die sich nach der 1. Reinigungsstufe vorfinden. Dieser „Schlamm“ wird sich in dem Maße absenken, wie der zähflüssigste Teil der Rückstände vom Boden des Beckens entnommen wird. Danach wird die zähflüssige Masse weiter entwässert. Dann überführt man die Masse in einen speziellen Verbrennungsofen. Dieser enthält hochoverhitzten Sand, der im Ofen in Bewegung gebracht wird. Die Rückstandspartikel werden verbrannt, sobald sie in Kontakt mit dem Sand kommen. Nach

der Verbrennung bleiben lediglich Ascherückstände zurück, die dann - je nach Toxizität - entsorgt werden. Bei geringer Toxizität kann die Asche beispielsweise für den Straßenbau oder die Landwirtschaft dienen.

### **9. Abschnitt: Die Schaltstation** (45 sec.)

Die Kläranlage verfügt über ein ganzes Netz von Informationsdetektoren, die die Vielfalt von Informationen in den Zentralcomputer der Kontrollstation leiten. Ein Techniker überwacht das reibungslose Funktionieren der Kläranlage mit Hilfe einer Reihe von Messungsdaten, die permanent in den Zentralcomputer gespeichert werden. Die Daten werden Tag und Nacht überwacht, denn das Abwasser hört ja leider nicht auf zu fließen. Die gezeigten Zahlen zeigen die großen Mengen von Abwasser, die während eines Tages im Klärwerk ankommen und die dort gereinigt werden.

#### **Einige technische Zusatzdaten**

Grenzwerte der Abwasser, die zurückfließen (bezogen auf die Kläranlage in Straßburg)

-90 ml/l CSB

-30 mg/l BSB 5

Der Tagesdurchschnitt für das Jahr 1992

ungereinigtes Abwasser	gereinigtes Wasser	Umsetzung
CSB 521 mg/l	32 mg/l	94 %
BSB5 219 mg/l	11 mg/l	95 %