

## Energie aus Abwasser

### Didaktisch-methodische Hintergrundinformationen

#### Kurzinformation zum Unterrichtsmaterial

Fach/Fächer	<i>Politische Bildung, Wirtschaft-Arbeit-Technik, Physik</i>
Schulform	<i>Sekundarstufe I</i>
Jahrgangsstufe(n)	<i>7-10</i>
Zeitraum	<i>Unterrichtsstunden</i>
Zentrale BNE-Ziele	 

#### Beschreibung des Unterrichtsmaterials „Energie aus Abwasser“

Bei dem Wasser, das bei der Körperpflege, in der Wasch- oder Geschirrspülmaschine, in der Industrie oder Gewerbe genutzt wird, handelt es sich oftmals um warmes Abwasser. Diese Wärme des Abwassers wird meist ungenutzt in die Kanalisation geleitet. Mit seinen höheren Temperaturen stellt Abwasser allerdings eine regenerative Energiequelle dar, die ganzjährig zur Verfügung steht. Diese Energie kann auf eine so simple wie effektive Weise zum klimafreundlichen Heizen – und umgekehrt zum Kühlen – von Gebäuden genutzt werden.

In der vorliegenden Unterrichtseinheit lernen die Schüler:innen Abwasser als eine regenerative Energiequelle kennen, die bisher unterschätzt und kaum erwähnt wird. Angesichts der aktuellen Diskussion um die Energiewende stellt die Methode des Heizens und Kühlens mit Abwasser mittels Wärmetauscher und Wärmepumpe eine umweltfreundliche und nachhaltige Technologie dar.

**Ablauf der Unterrichtsreihe „Energie aus Abwasser“**

Phase	Inhalt	Sozial- / Aktionsform
1. Stunde Einstieg	<p>Impuls: Lehrkraft notiert den Begriff „Abwasser“ an die Tafel</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Was verbindet ihr mit Abwasser? (schmutzig, stinkt etc.)</li> <li>➔ Welche Eigenschaften hat Abwasser?</li> <li>➔ Bedenkt dabei, wann ihr Abwasser produziert (Kochen von Nudeln etc., Duschen, Wäschewaschen/ Waschmaschine, Geschirrspülen, Waschen)</li> <li>➔ Eine wichtige Eigenschaft: Oft gelangt warmes Abwasser in die Kanalisation ➔ Energiequelle? Unterschätzter Wertstoff?</li> </ul>	Plenum <sup>1</sup>
Erarbeitung	<p>Einführung in die Thematik: Die Schüler:innen bearbeiten das Infoblatt (AB 1) und bearbeiten den Arbeitsauftrag 1. Sie erläutern das Prinzip, wie mithilfe von Wärmetauschern Energie aus Abwasser gewonnen werden kann, um Gebäude zu beheizen bzw. zu kühlen.</p> <p>Hinweis an die Lehrkraft: Das AB 1 ist auch als H5P-Anwendung auf der Website <a href="http://www.blauesklassenzimmer.de">www.blauesklassenzimmer.de</a> für eine interaktive Erarbeitung (bspw. für ein hybrides Lernen) hinterlegt.</p> <p>Binnendifferenzierung: Zur Binnendifferenzierung kann die Lehrkraft ggf. auch den Audiobeitrag des Deutschlandfunks zu Wärme aus Abwasser heranziehen (<a href="http://Heizungstechnik-Wärme aus Abwasser (deutschlandfunk.de)">Heizungstechnik - Wärme aus Abwasser (deutschlandfunk.de)</a>).</p>	Einzel-/ Partnerarbeit
Sicherung	Besprechung der Funktionsweise im Plenum	Plenum

<sup>1</sup>Die Auswahl der Sozialformen ist als Vorschlag zu verstehen und kann von der Lehrperson an die individuellen Lernverhältnisse angepasst werden (die Arbeitsaufträge im Material sollten dementsprechend modifiziert werden).

<p>2. Stunde Erarbeitung</p>	<p>Die Schüler:innen bearbeiten die Arbeitsaufträge 1-2 auf dem AB 2. Sie informieren sich zu Kriterien und Potenzial der Energiegewinnung mithilfe von Wärmetauschern. In einem zweiten Schritt (Arbeitsauftrag 2) arbeiten die Lernenden in Kleingruppen die Vor- und Nachteile dieses Prinzips heraus.</p> <p>Hinweis an die Lehrkraft: Für ein bilinguales Lernen, kann den Schüler:innen statt der deutschen Version auch der englisch-sprache Videobeitrag mitgegeben werden (<a href="#">Energy from Wastewater - How does it work? - YouTube</a>).</p> <p>Vorteile, die erörtert werden sollten (und die, die die Lehrkraft ggf. zu diskutieren in den Raum werfen kann), sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Klimaschutz, Ressourcenschutz: Energie aus Abwasser braucht keine fossilen Brennstoffe.</li> <li>- Verfügbarkeit: Abwasserwärme entsteht überall, wo sie gebraucht wird.</li> <li>- Wirtschaftlichkeit: Energie aus Abwasser ist sogar ohne Förderung konkurrenzfähig.</li> <li>- Akzeptanz: Energie aus Abwasser wird unterirdisch erschlossen. Sie verändert nicht das Landschaftsbild wie Windräder etc.</li> <li>- Unabhängigkeit: Energie aus Abwasser reduziert die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern</li> </ul>	<p>Gruppenarbeit</p>
<p>Sicherung</p>	<p>Präsentation und Sicherung der Beiträge der Schüler:innen</p>	<p>Plenum</p>
<p>Erarbeitung</p>	<p>Lebenswelt- und Berlin-Bezug: Wo wird das Prinzip der Energiegewinnung durch Abwasser in Berlin bereits angewandt? → Die Schüler:innen recherchieren und präsentieren Projekte (AB 2, Arbeitsauftrag 3).</p>	<p>Partnerarbeit</p>
<p>Sicherung</p>	<p>Präsentation der Ergebnisse durch die Schüler:innen in Partnerarbeit</p>	<p>Plenum</p>

Erarbeitung	<p>Zukunftswerkstatt: Energiegewinnung aus Abwasser mittels Mikroorganismen, Bio-Strom aus Abwasser etc.          → Die Schüler:innen bearbeiten hierzu den Arbeitsauftrag 4 (AB 2).</p>	Gruppenarbeit
Binnendifferenzierung	<p>Schnelle Schüler:innen können sich entweder bilingual mit einem Zukunftsprojekt in Singapur oder dem Projekt Ö-Klo eines Freiburger Start-ups beschäftigen:</p> <p>a) <a href="#">Integrierte Abfall- und Abwasser-Anlage in Singapur - Ramboll Deutschland</a></p> <p>b) <a href="#">Ö-Klo: Wertstoffrecycling durch Komposttoiletten - Bioökonomie BW (bioökonomie-bw.de)</a></p>	Einzel-/ Partnerarbeit

## Didaktisch-methodischer Kommentar

### Das Thema „Energie aus Abwasser“ im Unterricht

Die Lerneinheit „Energie aus Abwasser“ lässt sich im Kontext des Nachhaltigkeitsgedankens und des Umgangs mit Ressourcen sehr gut in den Fächern Geografie sowie der Politischen Bildung umsetzen. Auch der Physikunterricht bietet hier Anknüpfungspunkte: Zum einen stellt die Einheit exemplarisch den Zusammenhang zwischen thermischer Energie und Wärme dar, zum anderen bedient sie im Themenfeld „Energieumwandlungen in Natur und Technik“ konkret den im Rahmenlehrplan festgehaltenen Inhalt mit der Frage nach einer nachhaltigen Energieversorgung in der Zukunft.

Die vorliegende Einheit behandelt in erster Linie die Energiegewinnung aus Abwasser mithilfe von Wärmetauschern. Im Abwasser, das oft ungenutzt in der Kanalisation verschwindet, steckt thermische Energie, da es meist warm ist (warmes Dusch-, Koch-, Spül-, Waschwasser etc.). Die Idee ist, dass diese thermische Energie im Winter zum Heizen umliegender Gebäude genutzt wird.

Thematisiert werden darüber hinaus Ideen aus der Forschung für zukünftige Methoden der Energiegewinnung mithilfe von Mikroorganismen und Bio-Strom aus Abwasser. Ein Zukunftsprojekt aus Singapur sowie das Projekt „Ö-Klo“ eines Freiburger Start-ups können optional in einer Binnendifferenzierung behandelt werden.

### Vorkenntnisse

Kenntnisse über Energieumwandlungen bei den Lernenden sind für eine vertiefende Behandlung der Einheit von Vorteil.

### Methodische Analyse

Der Einstieg in die Einheit erfolgt über einen Impuls, indem die Lehrkraft den Begriff „Abwasser“ an die Tafel notiert. Die Schüler:innen äußern erste Impressionen. Typische Eigenschaften von Abwasser (es stinkt, ist schmutzig) sind hier erwartbar. Durch gezieltes Nachfragen (s. Ablaufplan) lenkt die Lehrkraft das Gespräch zum Thema der Stunde über. Die Idee, aus Abwasser Energie zu gewinnen, dürfte – wenn auch simpel – auf Verwunderung bei den Lernenden stoßen. Eben diese Verwunde-

nung weckt das Interesse und regt diverse Fragen bei den Schüler:innen an. Das Bedürfnis nach weiteren Informationen und konkreten Beispielen garantiert eine aktive Teilnahme der Lernenden am Unterrichtsgeschehen.

Wie zum Einstieg beschrieben, dürften die Schüler:innen aufgrund ihrer Verwunderung erste Informationen einfordern. Das AB 1 ist als Informationsblatt gestaltet und erläutert das Prinzip der Energieumsetzung aus Abwasser mithilfe von Wärmetauschern. Die Abbildung auf dem AB 1 bereitet die Funktionsweise visuell auf und unterstützt die Schüler:innen dabei, diese zu begreifen. Die Ergänzung um das Video von FUTUREMAG unterbaut die Erklärungen um die Funktionsweise mit Beispielen aus der Umsetzungspraxis. Auch zeigt es im Video, wie ein Wärmetauscher produziert wird und konkret aussieht. Für ein bilinguales Lernen hat die Lehrkraft die Möglichkeit ein englisch-sprachiges Video heranzuziehen ([Energy from Wastewater - How does it work? - YouTube](#)). Für eine Binnendifferenzierung denkbar wäre, dass leistungsstarke Schüler:innen sich mit dem englischen Videobeitrag befassen, die übrigen mit dem muttersprachlichem.

Haben die Lernenden das Prinzip der Energiegewinnung aus Abwasser mithilfe von Wärmetauschern erfasst, befassen sie sich in einem zweiten Schritt in Gruppenarbeit mit den Kriterien und Potenzial dieser Technik (AB 2, Arbeitsauftrag 1). Übersichtlich und einfach dargelegt werden diese auf der Webseite der Berliner Wasserbetriebe ([Berliner Wasserbetriebe - Heizen und Kühlen mit Abwasser \(bwb.de\)](#)). Sobald Kriterien und Potential erarbeitet wurden, sammeln die Lernenden Vor- und Nachteile der dargelegten Methode (AB 2, Arbeitsauftrag 2). Vorteile, die herausgearbeitet werden sollten, aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit haben, sind:

- a) Klimaschutz, Ressourcenschutz: Die Energiegewinnung aus Abwasser schützt das Klima und spart Ressourcen, da es ohne fossile Brennstoffe auskommt.
- b) Verfügbarkeit: Abwasser entsteht überall und steht dementsprechend auch überall zur Verfügung.
- c) Wirtschaftlichkeit: Energiegewinnung aus Abwasser ist – blickt man auf die Zahlen – (auch ohne Förderung) konkurrenzfähig.
- d) Akzeptanz: Energie aus Abwasser wird unterirdisch erschlossen. Anders als Windräder etc. verändert diese Form der Energiegewinnung nicht das Landschaftsbild.
- e) Unabhängigkeit: Jene beschriebene Form der Energiegewinnung reduziert die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern.

Die Beiträge der Schüler:innen in Gruppenarbeit werden anschließend präsentiert und gesichert. Es ist davon auszugehen, dass keine der Gruppen alle Aspekte berücksichtigt. Auf diese Weise werden unterschiedliche Aspekte nach und nach ergänzt und ein kontinuierlicher Lernzuwachs gefördert. Zu fehlenden Aspekten leitet die Lehrkraft gezielt über, indem sie zunächst die entsprechenden Schlagworte liefert und die Lerngruppe diese dann argumentativ ausführt.

Sobald die Schüler:innen Funktionsweise, Kriterien und Potential sowie Vor- und Nachteile der Energiegewinnung aus Abwasser mithilfe von Wärmetauschern erarbeitet haben, bleibt zuletzt die Frage nach der Praxis offen. Sicherlich dürften Schüler:innen Praxisbeispiele unbekannt sein. Folglich bietet sich hier ein Lebenswelt- und Berlin-Bezug an, um nachhaltiges Lernen zu fördern. In Partnerarbeit recherchieren und präsentieren die Lernenden gemeinsam Projektbeispiele (AB 2, Arbeitsauftrag 3). Für den Fall, dass eine derartige Recherchearbeit erfolglos bleibt, werden auf dem AB 2 zwei Linktipps zur Unterstützung mitgegeben.

Optional kann die Lehrkraft die Praxisbeispiele, die auf der Internetseite der Berliner Wasserbetriebe ([Berliner Wasserbetriebe - Heizen und Kühlen mit Abwasser \(bwb.de\)](http://www.bwb.de)) in einer Bildershow übersichtlich dargestellt werden, in Kleingruppen auf die Klasse in Gruppenarbeit verteilen. Diese informieren sich dann weitergehend zu ihrem zugeteilten Projekt, sammeln und recherchieren Informationen hierzu. Jede Gruppe präsentiert anschließend ihr Beispiel ansprechend.

Abschließend setzen sich die Schüler:innen mit weiteren Möglichkeiten auseinander, die erforscht werden, um zukünftig Energie aus Abwasser zu gewinnen. Hier kommt der Rolle von Mikroorganismen eine zunehmende Bedeutung zu. Forschungsergebnisse zur Gewinnung von Bio-Strom bzw. Kraftstoff aus Abwasser werden hier als Zukunftsmodelle vorgestellt. Da es sich hierbei um eine komplexere Thematik handelt, wird die Auseinandersetzung in Gruppenarbeit empfohlen.

Für eine bilinguale Binnendifferenzierung wird Lehrkräften der Link eines Projektbeispiels in Singapur angeboten ([Integrierte Abfall- und Abwasser-Anlage in Singapur - Ramboll Deutschland](http://www.ramboll.de)). Neben konkreten Projektdaten wird die Umsetzung des Projekts beschrieben. Alternativ bietet sich auch eine weitere binnendifferenzierte Vertiefung mit dem Projekt „Ö-Klo“ eines Freiburger Start-Ups an ([Ö-Klo: Wertstoffrecycling durch Komposttoiletten - Bioökonomie BW \(biooekonomie-bw.de\)](http://www.biooekonomie-bw.de)).

Für eine interaktive Umsetzung der Lerneinheit bzw. für ein hybrides Lernen finden Lehrkräfte auf der Webseite [www.blauesklassenzimmer.de](http://www.blauesklassenzimmer.de) eine interaktive Übung. Dieses können Lehrkräfte gezielt im Unterricht einsetzen und/ oder den Link den Schüler:innen für ein hybrides Lernen von zu Hause aus mitgeben.

## **Didaktische Analyse: Kompetenzen**

### Fachkompetenz

Die Schüler:innen

- kennen die Möglichkeit aus Abwasser Energie zu gewinnen und können deren Prinzipien erläutern.
- erörtern Vor- und Nachteile der Energiegewinnung aus Abwasser.
- kennen konkrete Fallbeispiele aus dem Raum Berlin, wo dieses Prinzip zur Anwendung kommt.
- entwickeln eigene Ideen für die Zukunft, wie Energie aus Abwasser gewonnen werden kann.

### Medienkompetenz

Die Schüler:innen

- arbeiten diszipliniert am PC oder Laptop.
- bereiten eigene Ideen und Visionen gestalterisch und schriftlich auf.
- trainieren das selbstständige Erschließen von Themen und Inhalten.

### Sozialkompetenz

Die Schüler:innen

- trainieren im Rahmen von Partner bzw. Gruppenarbeit ihre Zusammenarbeit mit anderen Personen.
- lernen einander zuzuhören und eigene Ergebnisse zu präsentieren.
- trainieren das kreative Entwickeln und Ausformulieren eigener Ideen.

**Lehrplanbezüge Berlin-Brandenburg**

Jahrgangsstufe	Fach	Themenfeld	Inhalte
7-10	Politische Bildung	Leben in einer globalisierten Welt	- Globale Risiken und Nachhaltigkeit (Konkretisierung: Umgang mit Ressourcen)
7-10	Geografie	Umgang mit Ressourcen	- Ressourcen: Verfügbarkeit, Entstehung, nachhaltige Nutzung - Ressourcenschonung
7-10	Physik	Thermische Energie und Wärme	- Zusammenhang zwischen thermischer Energie und Wärme
		Energieumwandlungen in Natur und Technik	- Energieumwandlungen und Energieübertragungen - Problemlösungen durch quantitative Energiebetrachtungen - Konkretisierung: Sicherung einer nachhaltigen Energieversorgung in der Zukunft