

# Energie aus Abwasser

## Hinweise zur Didaktik und Methodik

### Kurzinformation zum Unterrichtsmaterial

Fach/Fächer	<i>Geografie, Naturwissenschaften, Wirtschaft-Arbeit-Technik, Physik, Politische Bildung</i>
Schulform	<i>Sekundarstufe I</i>
Jahrgangsstufe(n)	<i>7-10</i>
Zeitraum	<i>6 Unterrichtsstunden</i>

### Beschreibung des Unterrichtsmaterials „Energie aus Abwasser“

Abwasser stinkt und muss einfach nur entsorgt werden? Von wegen! Im Abwasser steckt viel Potenzial, etwa für die Gewinnung von Energie. Genau darum geht es in der vorliegenden Einheit: um ein Verständnis für die Nutzung des Klärschlammes, der aus dem Abwasser gewonnen wird.

Angesichts des Klimawandels und der Klimaziele Deutschlands und Berlins, bis 2050 klimaneutral zu werden, gewinnen Erneuerbare Energien immer mehr an Bedeutung, um die Energiewende voranzubringen. Mithilfe der Unterrichtsmaterialien wird Biomasse als eine solche Energiequelle vorgestellt, diskutiert und kritisch reflektiert.

Die vorliegende Einheit bildet eine Serie von verschiedenen Unterrichtssequenzen zu den Themen Energie, Mobilität, Abfall und Wasser. Weitere Unterrichtseinheiten finden Lehrkräfte unter <https://klimamacher.berlin/>.

## Ablauf der Unterrichtsreihe „Energie aus Abwasser“

Phase	Inhalt	Sozial- / Aktionsform
Einstieg (1.+ 2. Stunde)	Impuls durch zwei Fotos: Lehrkraft zeigt der Klasse jeweils ein Foto von einer Toilette und einem Erdgas-Fahrzeug und fragt nach Ideen, worin der Zusammenhang zwischen den Fotos bestehen könnte. <u>Überleitung</u> durch die Lehrkraft: Begriff Klärschlamm wird genannt. („Es geht um Klärschlamm – also um die Reste aus der Toilettenspülung.“)	Plenum <sup>1</sup>
Erarbeitung I	Die Schüler:innen befassen sich mit dem Verfassertext: Was ist Klärschlamm? (s. AB1). Sie erläutern den Begriff „Klärschlamm“ und führen aus, wie dieser entsteht.	Einzel-, Partnerarbeit
Sicherung I	Sicherung und Diskussion der Ergebnisse	Plenum
Erarbeitung II	Die Schüler:innen befassen sich in Gruppen mit unterschiedlichen Möglichkeiten der Klärschlammbehandlung (s. AB2). → Lehrkraft teilt die Klasse in drei Gruppen auf: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gruppe A: Mitverbrennung von Klärschlamm</li> <li>- Gruppe B: Monoverbrennung von Klärschlamm</li> <li>- Gruppe C: Nutzung von Klärschlamm in Landwirtschaft</li> </ul> Jede Gruppe behandelt ihr Thema und recherchiert hierzu, was man in Bezug auf Klärschlamm unter Mitverbrennung/ Monoverbrennung/ Nutzung in der Landwirtschaft versteht. Die Lernenden nennen Vor- und Nachteile der jeweiligen Klärschlammbehandlung.	Gruppenarbeit
Sicherung II	Präsentation der Ergebnisse aus der Gruppenarbeit. Diskussion der unterschiedlichen Möglichkeiten der Klärschlammbehandlung. Mögliche Impulsfragen: Welche Behandlung sollte bevorzugt werden? Wie sinnvoll ist die Reduktion der Klärschlammnutzung für die Landwirtschaft?	Plenum
Erarbeitung III (3.+ 4. Stunde)	Die Schüler:innen erarbeiten in Partnerarbeit die Bedeutung von Phosphor (s. AB3, Arbeitsauftrag 1). Sie betrachten das Erklärvideo unter: <a href="#">Phosphorrecycling - YouTube</a> und erläutern den Phosphorkreislauf.	Partnerarbeit
Sicherung III	Besprechung und Diskussion der Ergebnisse.	Plenum
Erarbeitung IV	EU-Projekte zur Phosphorrückgewinnung:	Partnerarbeit

<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).

	In Partnerarbeit recherchieren und informieren sich die Schüler:innen zur EU-Initiative Phos4you, indem sie ein für sie interessantes Projekt auf der folgenden Website auswählen: <a href="#">Projekte   Deutsche Phosphor-Plattform DPP e.V. : Deutsche Phosphor-Plattform DPP e.V. (deutsche-phosphor-plattform.de)</a> . Anschließend stellen sie das Projekt vor und erläutern dessen Besonderheiten.	
Sicherung IV	Präsentation und Diskussion der Ergebnisse und EU-Projekte aus der Erarbeitung IV.	Plenum
Erarbeitung V	Überleitung in die Erarbeitung V durch die Lehrkraft: Die Rückgewinnung von Phosphor ist ein wichtiger Aspekt – die Nutzung der Energie, die im Klärschlamm steckt, ein anderer. Bei den Berliner Wasserbetrieben werden zwei Verfahren zur Energiegewinnung angewandt: Verbrennung und Vergärung. → Die Schüler:innen informieren sich in Einzelarbeit über Energiegewinnung aus Klärschlamm unter: <a href="#">Strom aus Klärschlamm - Berliner Wasserbetriebe (bwb.de)</a> . Sie skizzieren die beiden Möglichkeiten, aus Klärschlamm Strom zu gewinnen (s. AB3, Arbeitsauftrag 2). → Austausch mit der/dem Nebensitzer:in.	Einzel-, Partnerarbeit
Sicherung V	Zwei Schüler:innen präsentieren ihre Ergebnisse. Sicherung und Diskussion der Rechercharbeit.	Plenum
Vertiefung I (5. Stunde)	Biogasexperiment: Biogas selbst herstellen. → s. KlimaMacher, Projektwoche „Wasser“, S. 60 ( <a href="https://klimamacher.berlin/seid-klimamacher">https://klimamacher.berlin/seid-klimamacher</a> bzw. <a href="#">Biogas Experiment Anleitung Protokollbogen 2016 (bsr.de)</a> ). Alternativ kann auch nur der Film gezeigt werden ( <a href="#">Erklärfilm zum Biogasexperiment - YouTube</a> ).	Gruppenarbeit
Vertiefung II oder Binnendifferenzierung (6. Stunde)	Biogas für Fahrzeuge nutzen: Die Schüler:innen informieren sich über CNG und BioCNG und erläutern den Unterschied zwischen herkömmlichem CNG und BioCNG (s. AB3, Arbeitsauftrag 3).	Einzel-/ Partner-/ Gruppenarbeit

## Didaktisch-methodischer Kommentar

---

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

Alternative Energiequellen spielen für die nachhaltige Energiegewinnung der Zukunft eine wichtige Rolle. Angesichts der Klimaziele Deutschlands, bis 2050 klimaneutral zu werden, gewinnen sie immer mehr an Bedeutung. Zu diesen Energiequellen gehört auch Klärschlamm, aus dessen Faulgas Strom erzeugt werden kann.

Das Thema „Energie aus Abwasser“ bietet zahlreiche Anknüpfungspunkte an die Rahmenlehrpläne für Berlin. Mithilfe der Unterrichtsmaterialien befassen sich die Schüler:innen mit Klärschlamm und dessen Behandlungsmöglichkeiten. Auf diese Weise setzen sie sich mit alternativen Energiequellen auseinander. Auch die Rahmenlehrpläne für Berlin halten eine Auseinandersetzung mit den Themen Klima, Nachhaltigkeit, Energie und Energieversorgung fest. Explizit werden für die Fächer Naturwissenschaften, Wirtschaft-Arbeit-Technik und Physik regenerative Energiegewinnung sowie Energieumwandlungen als verbindliche Inhalte des Unterrichts für die Sekundarstufe festgeschrieben.

### Vorkenntnisse

Die hier vorliegende Unterrichtseinheit kann ohne besondere Vorkenntnisse durchgeführt werden. Im Anschluss bietet es sich an, die Materialien zur *Energieversorgung in der Stadt* und *Mobilität der Zukunft* ergänzend einzusetzen. Materialien und Anregungen finden Lehrkräfte auf der Webseite.

### Methodische Analyse

Der Einstieg in die Einheit erfolgt über einen Bild-Impuls: Die Lehrkraft präsentiert nebeneinander zwei Fotos – eine Toilette und ein Erdgas-Fahrzeug. Anschließend fragt sie die Klasse, ob es Ideen gibt, worin der Zusammenhang zwischen den beiden Abbildungen bestehen könnte. Die Fotos dienen dazu, Impulse zu ersten Überlegungen zum Thema anzustoßen. Nach den Äußerungen der Schüler:innen zu möglichen Verbindungen, leitet die Lehrkraft zum Thema über, indem der Begriff „Klärschlamm“ explizit genannt wird („Es geht um Klärschlamm – also um die Reste aus der Toilettenspülung.“).

In der ersten Erarbeitungsphase werden die Schüler:innen mithilfe des Arbeitsblattes 1 grundlegend informiert, was Klärschlamm ist. Sie erläutern den Begriff „Klärschlamm“ (s. Arbeitsauftrag 1) und führen aus, wie dieser entsteht. In einer weiteren Erarbeitung (Erarbeitung II) befassen sich die Lernenden mit den Verwendungsmöglichkeiten von Klärschlamm. In Gruppenarbeit erarbeiten sie verschiedene Nutzungsoptionen (s. Arbeitsblatt 2) und recherchieren eingehender zu dem ihnen zugeordneten Verfahren.

Die Aktionsform der Gruppenarbeit wird hier aus mehreren Gründen gewählt: Zum einen werden die Lernenden auf diese Weise zu „Experten“ einer Verwendungsoption. Gemeinsam erarbeiten sie Vorteile gegenüber den anderen Optionen, um in der anschließenden Sicherung in eine Diskussion treten zu können. Die Argumentationsfähigkeit wird somit gefördert. Durch diese in Gruppen aufgeteilte Erarbeitung werden die Inhalte spannender und nachhaltiger verfestigt, da sich die Lernenden nicht nacheinander selbstständig mit den unterschiedlichen Behandlungsmöglichkeiten von Klärschlamm befassen. Die Inhalte werden arbeitsteilig erarbeitet und in der Sicherung II präsentiert und diskutiert.

Mögliche Impulsfragen, um eine Diskussion zu beleben – sollten die Lernenden nicht aus eigenem Antrieb diese erzeugen – könnten sein: Welche Klärschlammbehandlung sollte bevorzugt werden? Wie sinnvoll ist die Reduktion der Klärschlammnutzung für die Landwirtschaft?

In der Erarbeitung III bildet Phosphor das zentrale Thema. Ein Erklärvideo erläutert die Bedeutung von Phosphor, die Schüler:innen notieren sich die Kern-Fakten und legen den Phosphorkreislauf dar (s. Arbeitsblatt 3, Arbeitsauftrag 1). In der Sicherung III werden diese im Plenum besprochen und erörtert.

Die Erarbeitung IV dient dazu, das Thema Phosphor-Gewinnung zu vertiefen, indem die Schüler:innen in Partnerarbeit zu verschiedenen EU-Projekte recherchieren, informieren und sich für ein interessantes Projekt unter: [Projekte | Deutsche Phosphor-Plattform DPP e.V. : Deutsche Phosphor-Plattform DPP e.V. \(deutsche-phosphor-plattform.de\)](#) entscheiden. Anschließend stellen sie das ausgewählte Projekt vor und erläutern deren Besonderheiten.

In der Erarbeitung V informieren sich die Lernenden, wie aus Klärschlamm Energie gewonnen werden kann (s. Arbeitsblatt 3, Arbeitsauftrag 2). Als Grundlage dient die Website der BWB unter: [Strom aus Klärschlamm - Berliner Wasserbetriebe \(bwb.de\)](#). Die Schüler:innen skizzieren die beiden vorgestellten Möglichkeiten und tauschen sich untereinander aus. In der Sicherung V präsentiert ein Zweier-Team seine Ergebnisse aus der Recherchearbeit.

Für eine Vertiefung bieten sich folgende Optionen an, die beide oder in einer Auswahl umgesetzt werden können:

Das Biogasexperiment eignet sich insbesondere fächerübergreifend für einen naturwissenschaftlichen Kontext. Durch die Visualisierung und Haptik, sowie das experimentelle Erlebnis sind Spannung und Interesse zu erwarten. Nachhaltiges Lernen wird auf dieser Art in besonderer Weise gefördert. Materialien hierzu finden Lehrkräfte unter: [Infralab Klimamacher: Projektwoche KlimaMacher](#) (s. z. B. Projektwoche „Wasser“, S. 60). Alternativ kann auch nur der Film gezeigt werden ([Erklärfilm zum Biogasexperiment - YouTube](#)).

Für eine weitere Vertiefung oder für eine Binnendifferenzierung informieren sich die Lernenden mittels Rechercheauftrag über CNG und BioCNG und erläutern den Unterschied (s. Arbeitsblatt 3, Arbeitsauftrag 3). Linktipps auf dem Arbeitsblatt dienen als erste Anlaufstelle und erleichtern den Schüler:innen die Recherche geeigneter Websites zum Thema. Hieran anknüpfend bietet sich auch eine Umsetzung der Lerneinheit zur Mobilität der Zukunft an. Materialien hierzu finden Lehrkräfte unter: <https://klimamacher.berlin/medienpakete>.

## **Didaktische Analyse: Kompetenzen**

### Fachkompetenz

Die Schüler:innen

- erklären, was Klärschlamm ist und wie er entsteht.
- kennen unterschiedliche Möglichkeiten der Behandlung von Klärschlamm (Mitverbrennung, Monoverbrennung etc.).
- nennen Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Möglichkeiten der Klärschlammbehandlung.
- erläutern die Bedeutung von Phosphor und den natürlichen Phosphor-Kreislauf.
- legen dar, wie man aus Klärschlamm Energie gewinnt.

### Medienkompetenz

Die Schüler:innen

- arbeiten diszipliniert am PC oder Laptop.
- 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.
- beschaffen in Gruppenarbeit gemeinsam Informationen, werten diese aus, suchen und prüfen Argumente.

### **Lehrplanbezüge Berlin-Brandenburg**

Jahrgangsstufe	Fach	Themenfeld	Inhalte
7-10	Geografie	Umgang mit Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ressourcen: Verfügbarkeit, Entstehung, nachhaltige Nutzung</li> <li>- Ressourcenschonung</li> <li>- Mögliche Konkretisierung: Energierohstoffe (fossil und erneuerbar)</li> </ul>
		Klimawandel und Klimaschutz als Beispiele für internationale Konflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachhaltige Maßnahmen des Klimaschutzes</li> <li>- Mögliche Konkretisierung: Klimaschutz und Nachhaltigkeit, Anpassung an den Klimawandel</li> </ul>
	Naturwissenschaften	Klima im Wandel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Treibhauseffekt: Maßnahmen zur Verringerung des anthropogenen Treibhauseffektes</li> </ul>
		Energie gehört zum Leben – Energieversorgung der Menschheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regenerative Energiequellen und ihre Nutzung (z. B. Biomasse)</li> </ul>
	Wirtschaft-Arbeit-Technik	Mobilität und Energieversorgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieumwandlung, -verteilung, -verbrauch und -speicherung</li> <li>- Regenerative Energiegewinnung</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mobilität und Energienutzung als gesellschaftliches Grundbedürfnis, Chancen und Risiken</li> <li>- Mobilität und Energieversorgung als Teile von Infrastrukturen</li> </ul>
	Physik	Energieumwandlungen in Natur und Technik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieumwandlungen und Energieübertragungen</li> </ul>
	Politische Bildung	Leben in einer globalisierten Welt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Globale Risiken und Nachhaltigkeit</li> <li>- Mögliche Konkretisierung: Fallbeispiele, z. B. Umwelt- und Klimaschutzpolitik, Umgang mit Ressourcen</li> </ul>