Ich packe meinen Wasserkoffer ...

ZUSAMMENFASSUNG

Die Einheit beschäftigt sich im Zuge des übergeordneten Themas "Wasser" vor allem mit dessen Eigenschaften und Bedeutungen für den Menschen. Vor dem Hintergrund der Trinkwasserverfügbarkeit in unterschiedlichen Regionen der Erde sollen die Lernenden ihren eigenen Lebensstil im Umgang mit Wasser reflektieren. Die Lernenden erfahren, welche Eigenschaften Trinkwasser besitzt und ab wann es gesundheitsgefährdend wirkt. Mithilfe des Wasserkoffers führen sie eine chemische Wasseranalyse durch und ermitteln den Gehalt von Nitrat sowie den pH-Wert. In diesem Zuge erkennen sie die Wasserfiltration als wichtige Kulturtechnik an und diskutieren Ursachen für die weltweite Wasserverschmutzung.

ALLGEMEINE ANGABEN

Personenanzahl: ab 4

Zeitbedarf: mind. 70 Minuten

Klassenstufe/Alter: ab Klasse 7

Material: Plakat, Stifte/ Tafel, Kreide, Fußabdruck aus Papier (Anzahl an Teilnehmende anpassen), Wasserkoffer (Kompaktlabor für Wasseruntersuchungen, Merck, 2013), Kunststoff- oder Glasflaschen (dicht verschließbar)





Wasserkoffer Foto: Tina Koslowski

KOMPETENZEN (ZIELE)

Die Lernenden können die wichtigsten Eigenschaften des Wassers nennen. Zudem können sie erklären, was sauberes Trinkwasser ausmacht und ab wann Trinkwasser als gesundheitsgefährdend gilt. Sie sind in der Lage, mithilfe des Wasserkoffers selbstständig eine chemische Wasseranalyse durchzuführen und den pH-Wert sowie den Nitrat-Gehalt einer Wasserprobe zu ermitteln. Die Lernenden reflektieren ihren eigenen Lebensstil und erkennen, an welcher Stelle Ressourcen verschwendet werden.

INHALTE

Nach Sacher und Thoma (2016) ist **Wasser** eine Ressource, die für das gesamte Leben unseres Planeten von Bedeutung ist. Aufgrund seiner Molekülstruktur besitzt es Eigenschaften, die vielen Vorgängen der Natur zugutekommen. So ist Wasser beispielsweise die einzige Verbindung, die auf der Erde natürlicherweise in allen drei Aggregatzuständen vorkommt: als festes Eis, als flüssiges Wasser und als gasförmiger Wasserdampf. Zudem ist Wasser ein exzellentes Lösemittel für Salze, was auf seinen Dipol-Charakter zurückgeführt werden kann. Weiter besitzt es eine hohe Wärmekapazität. Wasser wird im Gegensatz zu vielen anderen Ressourcen nie verbraucht sondern nur gebraucht, dabei jedoch in seiner Qualität stark beeinträchtigt. Das Wasser wird nach seiner Nutzung dem Wasserkreislauf wieder zugeführt. Die Menge an Wasser, die wir für unser tägliches Leben nutzen, ist dennoch begrenzt und in vielen Teilen der Erde sogar knapp.

Wasser hat zahlreiche Bedeutungen. So kann es den Tieren als Lebensraum, Fortpflanzungsraum, zum Nahrungsstoffwechsel oder der Kühlung dienen. Die Bedeutung für den Menschen liegt ebenfalls im Nahrungsstoffwechsel, außerdem benutzen Menschen es zum Kochen, Waschen und im Industriebereich. Im Erdboden dient das Wasser außerdem der besseren Aufnahme von Nährstoffen über die Wurzeln der Pflanzen.

Laut **Trinkwasserverordnung** darf Wasser einen pH-Wert von 6,5 – 9,5 und einen Nitratgehalt von max. 50 mg/l haben. Hartes Wasser schadet dem Körper nicht. Viel mehr sind darin Stoffe enthalten, die der menschliche Körper benötigt. Deshalb ist ein Härtegrad von > 14, was einem Calcium- und Magnesiumgehalt von > 2,5 mmol/l entspricht, ideal.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2017) erklärt, dass Deutschland das Land ist, in dem das meiste **Abwasser** aufbereitet und recycelt wird. Über 96 Prozent des Abwassers aus privaten Haushalten und öffentlichen Einrichtungen werden in nahegelegene Kläranlagen geleitet und gereinigt, heißt es weiter. Die Stern-Autoren (AFP, 2017) schreiben, dass reiche Länder im Schnitt 70 Prozent ihres Abwassers klären. Weltweit jedoch gelangen 80 Prozent des Abwassers ungefiltert zurück in die Umwelt. Dadurch wird diese mit Bakterien, Nitraten, chemischen Lösungsmitteln und Wirkstoffen aus Medikamenten verunreinigt. Kröning (2015) zufolge leiden über 2,7 Milliarden Männer, Frauen und Kinder jährlich für mindestens einen Monat unter Wassermangel. Neben der Gefahr des Verdurstens ist auch das Fehlen von sauberem Wasser zum Händewaschen ein großes Problem. Laut der UN-Wasserorganisation UN Water und der UN-Kultur- und Wirtschaftsorganisation UNESCO sterben jedes Jahr mehr als 800.000 Menschen durch verunreinigtes Wasser oder fehlende Möglichkeit zum Händewaschen.

Laut *Kröning (2015)* versickern 92 Prozent des Trinkwassers jährlich in der Landwirtschaft. So werden beispielsweise für eine Jeanshose 7000 Liter Wasser benötigt, da es sich bei der Baumwollpflanze um eine Pflanze handelt, die sehr viel Wasser benötigt. Aber auch an anderen Produkten und Lebensmitteln, wie Fleisch oder Obst, geht viel Wasser verloren. So werden für 1 kg Rindfleisch 15.500 Liter Wasser benötigt und auch Schweinefleisch hat eine sehr schlechte Wasserbilanz. Die Tiere werden meist mit Soja gefüttert, für dessen Anbau viel Wasser benötigt wird.

Das hohe Maß an landwirtschaftlicher Nutzung führt zu einem weiteren Kernproblem. Trinkwasser wird zum größten Teil aus Grundwasser gewonnen. Laut *Umwelt Bundesamt* (2015) sind es in Deutschland rund 74 Prozent. Durch Düngemittel gelangt Nitrat in das Grundwasser und muss mit speziellen Verfahren wieder entfernt werden. Diese Reinigung erfolgt nicht in allen Regionen der Erde, was zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen kann.

Die Durchführung der Analysen wird im Kompaktlabor für Wasseruntersuchungen von *Merck* (2013) wie folgt beschrieben: Die Wasserproben aus Oberflächengewässern sollten möglichst aus einer Wassertiefe von 20 – 50 cm entnommen werden. Sie sind in sauberen und dicht verschließbaren Glas- oder Kunststoffflaschen aufzubewahren und möglichst schnell nach der Entnahme zu analysieren. Bei dem Nachweis von Nitrat handelt es sich um eine kolorimetrische Methode. Hierbei werden der Probe Reagenzien zugesetzt, die mit dem zu bestimmenden Wasserinhaltsstoff eine Farbreaktion eingehen. Die Farbtiefe ist dem Gehalt der Messproben an dem betreffenden Wasserinhaltsstoff proportional. Deshalb vergleicht man im Anschluss die Farbe der Messlösung mit den Farbfeldern einer Farbkarte, die verschiedenen Konzentrationen entsprechen (Farbabgleich). Die genaue Vorgehensweise ist dem Anhang (Abb. 1) zu entnehmen. Bei der pH-Wert-Bestimmung handelt es sich ebenfalls um die kolorimetrische Methode. Die detailliertere Durchführung ist im Anhang (Abb. 2) dargestellt.

LEHRPLANBEZUG

Biologie Gymnasium (Ministerium für Bildung Land Sachsen-Anhalt, 2016)

Klasse 7/8 (S.19 ff.)

✓ Systemebenen am Beispiel des Menschen unter Einbeziehung seiner Umwelt erklären

Klasse 9 (S.26 ff.)

✓ Wechselwirkungen zwischen Mensch und Umwelt darstellen

Klasse 11/12 (S.34 ff.)

- ✓ Biotechnologische Prozesse erläutern und beurteilen
- ✓ Variabilität und Angepasstheit biologischer Strukturen und die daraus resultierenden technischen Anwendungen erklären

Geographie Gymnasium (Ministerium für Bildung Land Sachsen-Anhalt, 2016)

Klasse 7/8 (S.16 ff.)

✓ Raumnutzung unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit analysieren und erklären

Klasse 9 (S.20 ff.)

✓ Raumstrukturen und -prozesse analysieren und erklären

Klasse 10 (S.22 ff.)

- ✓ Erde als Mensch-Umwelt-System analysieren und bewerten
- ✓ Ausgewählte Kernprobleme des Globalen Wandels analysieren und bewerten

Klasse 11/12 (S.24 ff.)

✓ Kurs 4: Verfügbarkeit und Nutzung von Ressourcen analysieren und bewerten.

Biologie Sekundarschule (Ministerium für Bildung Land Sachsen-Anhalt, 2016)

Klasse 7/8 (S.13 ff.)

✓ System und Systemebenen am Beispiel des Menschen unter Einbeziehung seiner Umwelt erklären

Klasse 9/10 (S.15 ff.)

✓ Wechselwirkungen zwischen Organismen und Umwelt erläutern

Geographie Sekundarschule (Ministerium für Bildung Land Sachsen Anhalt, 2016)

Klasse 7/8 (S.14 ff.)

✓ Räume unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit analysieren

Klasse 9/10 (S.18 ff)

✓ Ausgewählte Kernprobleme des Globalen Wandels erörtern

DIDAKTISCHE BEGRÜNDUNG

Wasser wird von den Lernenden täglich verwendet (**Gegenwartsbezug**). Sie sind in einer Zeit geboren und aufgewachsen, in denen sich in Deutschland niemand Sorgen um Wasserknappheit machen musste. Es soll in dieser Einheit bewusst gemacht werden, dass das jedoch nicht in allen Regionen der Welt so ist. Wieso heißt es eigentlich "Die Erde – ein blauer Planet", wenn trotzdem nicht genügend Wasser zur Verfügung steht? Die Jugendlichen lernen, welche Eigenschaften Trinkwasser besitzt und aus welchen Gründen es in vielen Regionen knapp ist. Sie lernen Methoden, um ihr eigenes Trinkwasser zu überprüfen und somit gesundheitsschädliche Wirkungen auszuschließen. Ziel wäre es, die Lernenden über das neue Wissen hinaus zu befähigen, Wasser als eine wertvolle Ressource wahrzunehmen und es bewusster zu nutzen. Die Einheit kann somit einen wichtigen **Beitrag zu einer Bildung für nachhaltige Entwicklung** leisten.

METHODISCHER ABLAUF

Zeit	Inhalt/Thema	Methodischer Verlauf bzw. Kommentar
30 min	"Wasserfußabdruck"	Anleitung durch Lehrperson
	Die Lernenden finden sich in Gruppen zusammen (höchstens 4). Sie bekommen einen großen Fußabdruck aus Papier und sollen dort aufschreiben, wofür sie in ihrem Alltag Wasser benötigen. Am Ende sollen sie schätzen, wie viel Liter Wasser sie in der Woche verbrauchen. Gegenseitiges Vorstellen der Ergebnisse. Am Computer (http://aquapath-project.eu/calculator-ge/germany/end.html?one=b&two=b&three=b&four=b&five=c&six=c&seven=b&eight=b&nine=a&fourteen=a) kann dann jeder seinen persönlichen Wasserfußabdruck berechnen und mit dem geschätzten Wert vergleichen. Wie sich der biologische Fußabdruck zusammensetzt, kann dem Anhang (Abb. 3) entnommen werden.	Material: Fußabdrücke aus Papier, Stiffe, Computer/ Laptops
30 min	Nicht alle Menschen auf der Welt haben so viel Wasser pro Woche zur Verfügung. 1. Erklärt, warum Deutschland so viel Wasser zur Verfügung hat! - gute Trinkwasseraufbereitung (90%) - Geld - gute Kontrollgremien	Erarbeiten des Problems im SchülerInnen-LehrerInnen-Gespräch

Eigenschaften Trinkwasser:

Laut Trinkwasserverordnung darf Wasser einen pH-Wert von 6,5 – 9,5 und einen Nitratgehalt von max. 50 mg/l haben. Hartes Wasser schadet dem Körper nicht. Viel mehr sind darin Stoffe enthalten, die der menschliche Körper benötigt. Deshalb ist ein Härtegrad von > 14, was einem Calcium- und Magnesiumgehalt von > 2,5 mmol/l entspricht, ideal.

Verunreinigung durch:

- Bakterien
- Nitrate (Düngemittel)
- chemische Lösungsmittel
- Wirkstoffe aus Medikamenten

Chemische Wasseranalyse mithilfe Wasserkoffer (Merck)

- 1. Nitrat
- 2. pH-Wert

10 min

Wassersparendes Leben

In einem Unterrichtsgespräch werden Ideen zum Wassersparen zusammengetragen und an der Tafel oder auf einem Plakat festgehalten. Einige Zeit verstreichen lassen und dann nochmals darüber sprechen und prüfen, ob sich etwas im Leben der Lernenden verändert hat.

Anleitung durch Lehrperson, Durchführung in kleinen Gruppen (2er-Gruppen)

Material: Wasserkoffer (Kompaktlabor für Wasseruntersuchungen, Merck, 2013)

SchülerInnen-LehrerInnen-Gespräch, gemeinsames Zusammentragen von Ideen

Material: Plakat und Stifte oder Tafel und Kreide



LITERATUR

AFP (2017): Unicef warnt vor Folgen der Wasserknappheit für Millionen von Kindern. https://www.stern.de/news/unicef-warnt-vor-folgen-der-wasserknappheit-fuer-millionen-von-kindern-7379518.html (aufgerufen am: 11.11.2017)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2017): Abfall. http://www.bmub.bund.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewaesser/abwasser/ (aufgerufen am: 11.11.2917)

Kröning, Anna (2015): Warum die Deutschen im Wasser schwimmen. https://www.welt.de/wissenschaft/article149751758/Warum-die-Deutschen-im-Wasser-schwimmen.html (aufgerufen am: 11.11.2017)

Merck (2013): Kompaktlabor für Wasseruntersuchungen. Merck KGaA, Darmstadt, S.39 ff.

Ministerium für Bildung Sachsen Anhalt (2016): Fachlehrplan Gymnasium. Geographie. https://www.bildung-

lsa.de/pool/RRL_Lehrplaene/Erprobung/Gymnasium/FLP_Gym_Geographie_LTn.pdf?rl=81 (aufgerufen

am: 11.11.2017)

Ministerium für Bildung Sachsen Anhalt (2016): Fachlehrplan Sekundarschule. Geographie. https://www.bildung-lsa.de/pool/RRL_Lehrplaene/Endfassungen/lp_sks_geo.pdf?rl=81 (aufgerufen

am: 1<mark>1.11.20</mark>17)

Ministerium für Bildung Sachsen Anhalt (2016): Fachlehrplan Gymnasium. Biologie. https://www.bildung-

Isa.de/pool/RRL_Lehrplaene/Erprobung/Gymnasium/FLP_Gym_Biologie_LT.pdf?rl=81 (aufgerufen

am: 11.11.2017)

Ministerium für Bildung Sachsen Anhalt (2016): Fachlehrplan Sekundarschule. Biologie. https://www.bildung-lsa.de/pool/RRL_Lehrplaene/Endfassungen/lp_sks_biologie.pdf?rl=81 (aufgerufen am: 11.11.2017)

Sacher, Frank; Thoma, Astrid (2016): H2O: Ein Molekül mit Bedeutung für das Leben aus Wasser als Quelle des Lebens. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 5 – 16

Umwelt Bundesamt (2015): Daten zur Trinkwasserqualität.

https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/trinkwasser/trinkwasserqualitaet/datenzur-trinkwasserqualitaet (aufgerufen am: 11.11.2017)

WWF Deutschland (2009): Der Wasserfußabdruck Deutschlands. Frankfurt am Main, https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/wwf_studie_wasserfussabdruck.pdf (aufgerufen am: 11.11.2017)

10 Gebrauchsanleitungen für die Bestimmung der der einzelnen Parameter

10.5 Nitrat

Durchführung:











5 m

NO₃-1 1 m

5 mir



	Messprobe	Blindprobe	
Vorbereitete Probe (15 - 25 °C)	5 ml	5 ml	Mit Spritze in Testglas geben.
Reagenz NO ₃ -1	2 gestrichene grüne Mikrolöffel (im Deckel der NO ₂ -1-Flasche)		Zugeben, Testglas fest ver- schließen und 1 min kräftig schütteln.

Testgläser wie abgebildet in Schiebekomparator einsetzen und Komparator so auf die Farbkarte stellen, wie es auf dieser angegeben ist.



5 min stehen lassen.

Komparator auf der Farbskala verschieben, bis bei Draufsicht auf die beiden offenen Testgläser die Farben bestmöglich übereinstimmen.

An der Spitze des Schiebekomparators Messwert in mg/l NO₃ bzw. NO₃-N auf der Farbkarte ablesen.

Hinweise:

- Trübe Wasserproben vor der Bestimmung filtrieren.
- Evtl. in der Messprobe auftretende schwarze Rückstände sind durch den Reaktionsmechanismus bedingt und verursachen keine Verfälschung des Messwerts.
- Bei der Nitrat-Bestimmung werden Nitritkonzentrationen über 0,5 mg/l miterfasst (siehe "Einfluss von Fremdstoffen"). Der dadurch bedingte Fehler kann näherungsweise wie folgt rechnerisch korrigiert werden:

Tatsächlicher Nitratgehalt = Messwert Nitrat - 1,35 x Messwert Nitrit

MColortest™ Kompaktlabor für Wasseruntersuchungen

10 Gebrauchsanleitungen für die Bestimmung der einzelnen Parameter

10.7 pH

Durchführung:









de

Zwei Testgläser mit Schraubkappe mehrmals mit der vorbereiteten Probe spülen.					
	Messprobe	Blindprobe			
Vorbereitete Probe (15 - 25 °C)	5 ml	5 ml	Mit Spritze in Testglas geben.		
Reagenz pH-1	2 Tropfen ¹⁾	-	Zugeben, Testglas verschließen und mischen.		

Testgläser wie abgebildet in Schiebekomparator einsetzen und Komparator so auf die Farbkarte stellen, wie es auf dieser angegeben ist.



Komparator auf der Farbskala verschieben, bis bei Draufsicht auf die beiden offenen Testgläser die Farben bestmöglich übereinstimmen.

An der Spitze des Schiebekomparators pH-Wert auf der Farbkarte ablesen.

Hinweise:

- Um die Erkennung des Indikator-Farbtons nicht zu beeinträchtigen, sollten die Proben farblos und klar bzw. nur schwach gefärbt und leicht trüb sein.
- Testgläser nach der Bestimmung nur mit dest. Wasser reinigen.

¹⁾ Flasche während der Zugabe des Reagenzes senkrecht halten!

Abb. 3: Schematische Darstellung der Komponenten, die in die Berechnung des Wasserfußabdruckes einfließen (WWF Deutschland)



