



Quelle: pixabay, <https://pixabay.com/de/photos/wasser/abgerufen>, Dez. 2018.

5-tägiges Seminar „Wasser“ für Schüler/-innen (ca. 15 Jahre)

Inhaltsverzeichnis

TABELLENVERZEICHNIS	4
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	5
1 WOCHENPROGRAMM - TAGESABLAUF	7
2 EINSTIEGSREFERATE	10
2.1 DAS WELTMEER UND SEINE EIGENSCHAFTEN (PART 1)	10
2.1.1 Gliederung der Weltmeere und Informationen über die Relief-gestaltung	10
2.1.2 Hypsometrische Kurve	10
2.1.3 Die Sphären des Erdinneren	12
2.1.4 Die vertikale Gliederung des marinen Lebensraumes	15
2.2 DER WASSERKREISLAUF (PART 2)	17
2.2.1 Wasserbilanz	17
2.2.2 Niederschlag	19
2.2.3 Abfluss	19
2.2.4 Verdunstung	21
2.2.5 Grundwasser	21
2.2.6 Klimaelemente	22
2.2.7 Trinkwasserverbrauch in deutschen Haushalten	22
2.3 HOCHWASSER	23
2.3.1 Hochwasserrisiken	24
2.3.2 Hochwasserschutz	24
2.4 BEWERTUNG DER OBERFLÄCHENGEWÄSSER	25
2.4.1 Ökologischer Zustand und Ökologisches Potential	27
2.4.2 Saprobienindex	29
2.4.3 Durchführung der Gewässergütebestimmung	33
2.4.4 Verwertung der Gewässergütebestimmung	33
2.4.5 Bestimmung der physikalisch-chemischen Wasserqualität	34
2.4.6 Einflussgrößen bei chemischen Messungen	34
2.5 WAS IST WASSER CHEMISCH GESEHEN?	36
2.5.1 Wasser im menschlichen Körper	36
2.5.2 Anomalie des Wassers	38
2.5.3 Oberflächenspannung von Wasser	38
2.5.4 Dipolcharakter des Wassers	39
2.6 VIRTUELLES WASSER	40
A KENNENLERNSPIELE, ERWARTUNGSABFRAGEN	45
A.1 ERWARTUNGSABFRAGE	45
A.2 BINGO/ RASENDER REPORTER	46
A.3 AUFSTELLEN NACH EIGENSCHAFTEN (DATENVERARBEITUNG):	46
A.4 TEILNEHMER ERRATEN	47
A.5 ROTIERENDES PARTNERGESPRÄCH	47

B	GRUPPENBILDUNGSPROZESSE	49
B.1	FÄDEN ZIEHEN	49
B.2	STUHLTREFFEN	49
B.3	GEGENTEILIGES	49
B.4	GEMEINSAMES	50
B.5	KLEIN-GRUPPENBILDUNG	50
B.6	HOMOGENITÄT	50
C	RECHERCHIEREN, DOKUMENTIEREN, PRÄSENTIEREN, WISSEN FESTIGEN	52
C.1	WELTMEERE ALS GEOGRAFISCHER RAUM – ARBEIT MIT DEM ATLAS UND RECHERCHE IM INTERNET	52
C.2	FRAGENTOMBOLA	53
C.3	FALLBEISPIELE HOCHWASSER SACHSEN AUGUST 2010	54
C.4	ANWENDUNG DER MYSTERY METHODE ZUM THEMA HOCHWASSER	55
C 4.1	<i>Aufbau und Ablauf</i>	56
C.5	FILM SACHSEN TALSPERREN IM KLIMAWANDEL	70
C.6	BEARBEITUNG VON ARBEITSBLÄTTERN ZUM WISSENSSTAND	70
C.7	RADIOBEITRAG LEBENSELIXIER WASSER: ZWISCHEN MANGEL UND VERSCHWENDUNG	78
D	WARM-UP AUFGABEN – SPIELE	79
D.1	BEGRIFFS–IMPULSE	79
D.2	EINSTIEG MIT DER BILDDATEI	79
D.3	AUFGABENKONFLIKT	80
D.4	WELTSPIEL DER VERTEILUNG	80
E	HANDWERKLICHES GESCHICK	83
E.1	BAU VON BOOTEN MIT UNTERSCHIEDLICHEN ANTRIEBSARTEN	83
F	PRAKTISCHE ÜBUNGEN - EXPERIMENTE	87
F.1	MODELL WASSERKREISLAUF	87
F.2	GEWÄSSERGÜTEBESTIMMUNG MIT ZEIGERORGANISMEN	88
F.3	BAU EINER MINIKLÄRANLAGE	93
F.4	BAU EINES UNTERWASSERGUCKERS	94
F.5	CHEMISCHE UNTERSUCHUNG EINER WASSERPROBE	95
F.6	RUNDLAUF EXPERIMENT	96
F.6.1	<i>Experiment „Oberflächenspannung“</i>	97
F.6.2	<i>Wasserdichte/Anomalie des Wassers</i>	98
F.6.3	<i>Kohäsionskraft</i>	99
F.6.4	<i>Stromlinienform</i>	100
F.6.5	<i>Dipolcharakter des Wassers</i>	101
G	KONZEPTIONELLES ARBEITEN, DISKUSSION	102
G.1	ROLLENSPIEL – GORILLA IM KOCHTOPF	102
G.2	GEMEINSAME WASSERRESSOURCEN - VERSCHIEDENE INTERESSEN (MINDMAP)	110
H	ANWENDUNG VON DIGITALEN MEDIEN	116

H.1	HOCHWASSER - UMGANG MIT EINER NATURGEFAHR (INTERAKTIVES LERNMODELL)	116
H.2	AUF DEN SPUREN DES HOCHWASSERS	118
H.3	PRODUKTION EINES STOP MOTION FILMS	119
ANHANG		1
1	WASSER – PHANTASIEREISE.....	1
2	REDEWENDUNGEN	2
3	WASSER-SUCHSPIEL	6

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: ÜBERBLICK WOCHENPLAN	8
TABELLE 1: BIOÖNOTISCH BEDEUTSAME FLIEßGEWÄSSERTYPEN DEUTSCHLANDS	26
TABELLE 2: QUALITÄTSKOMPONENTEN DES ÖKOLOGISCHEN ZUSTANDS NACH WRRL	28
TABELLE 3: DARSTELLUNG DES ÖKOLOGISCHEN ZUSTANDES UND DES ÖKOLOGISCHEN POTENTIALS.	28
TABELLE 4: RECHENBEISPIEL FÜR SAPROBIENINDEX	30
TABELLE 5: VERGLEICH BIOLOGISCHER UND CHEMISCHER METHODEN DER GEWÄSSERZUSTANDS-BESCHREIBUNGEN VON FLIEßGEWÄSSERN	35
TABELLE 6: AUSWIRKUNGEN WESENTLICHER CHEMISCHER MESSGRÖßEN AUF DIE WASSERQUALITÄT DER FLIEßGEWÄSSER	36
TABELLE 7: WASSER AUF EINEM BLICK	39
TABELLE 8: VERGLEICH NORD- UND OSTSEE	53
TABELLE 9: BESTIMMUNGSSCHLÜSSEL FÜR ZEIGERORGANISMEN DER GEWÄSSERGÜTE	91
TABELLE 10: BEWERTUNGSHILFE FÜR CHEMISCHE MESSUNGEN	96

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: HYPSONOMETRISCHE KURVE.....	11
ABBILDUNG 2: HYPSONOMETRISCHE KURVE DER ERDOBERFLÄCHE.....	11
ABBILDUNG 3: DIE SPÄHREN DES ERDINNEREN	13
ABBILDUNG 4: VERTIKALE GLIEDERUNG DES MARINEN LEBENSRAUMES	16
ABBILDUNG 5: DER WASSERKREISLAUF.....	19
ABBILDUNG 6: TRINKWASSERVERBRAUCH DEUTSCHLAND.	23
ABBILDUNG 7: DER VERLAUF DER SELBSTREINIGUNG UND DIE GEWÄSSERGÜTEKLASSE	29
ABBILDUNG 8: WASSER IM MENSCHLICHEN KÖRPER.....	37
ABBILDUNG 9: VERBRAUCH VON VIRTUELLES WASSER BEI KAFFEE.....	40
ABBILDUNG 10: VIRTUELLES WASSER.....	42
ABBILDUNG 11: VIRTUELLES WASSER – WEIZEN	43
ABBILDUNG 12: VIRTUELLES WASSER – FLEISCH	43
ABBILDUNG 13: VIRTUELLES WASSER – OBST	44
ABBILDUNG 14: VIRTUELLES WASSER – BAUMWOLLE	44
ABBILDUNG 15: ROTIERENDES PARTNERGESPRÄCH.....	48
ABBILDUNG 16: WELTKARTE.....	52
ABBILDUNG 17: FRAGENTOMBOLA	53
ABBILDUNG 18: ODERHOCHWASSER MAI 2010	60
ABBILDUNG 19: M 1 MYSTERIE-KARTEN	61
ABBILDUNG 20: M2 ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIET ODER HOCHWASSER, M3 EINZUGSGEBIET ODER	64
ABBILDUNG 21: M4 PEGELSTÄNDE ODER, M5 WASSERSTAND ODER	65
ABBILDUNG 22: DAS ODERBRUCH	66
ABBILDUNG 23: M8 DER ODERBRUCH, M9 TROCKENLEGUNG DES ODERBRUCHS, M 10 QUERSCHNITT ODERBRUCH	67
ABBILDUNG 24: HOCHWASSERKATASTROPHEN 2000-2011	68
ABBILDUNG 25: M 12 BERICHTERSTATTUNG, M13 JOCHWASSER – ALARMSTUFEN	69
ABBILDUNG 26: FILM „SACHSENS TALSPERREN IM KLIMAWANDEL“	70
ABBILDUNG 27: ARBEITSBLÄTTER ZUM HOCHWASSERSCHUTZ.....	77
ABBILDUNG 28: SEGELBOOT AUS KORKEN	83
ABBILDUNG 29: GUMMIMOTOR	84
ABBILDUNG 30: FLOß MIT GUMMIMOTOR	85
ABBILDUNG 31: BALLONBOOT.....	86
ABBILDUNG 32: MODELL WASSERKREISLAUF	88
ABBILDUNG 33: BAU EINER MINI KLÄRANLAGE.....	93
ABBILDUNG 34: UNTERWASSERGUCKER.....	94
ABBILDUNG 35: EXPERIMENT OBERFLÄCHENSpannung	97
ABBILDUNG 36: EXPERIMENT ANOMALIE DES WASSERS.....	98
ABBILDUNG 37: EXPERIMENT „KOHÄSIONSKRAFT“	99
ABBILDUNG 38: EXPERIMENT STROMLINIENFORM	100
ABBILDUNG 39: INFOKARTE PLANSPIEL „GORILLA IM KOPF“	104
ABBILDUNG 40: PLANSPIEL „GORILLA IM KOPF“, INFOKARTEN	105
ABBILDUNG 41: PLANSPIEL „GORILLA IM KOPF“, ROLLENKARTEN.....	106
ABBILDUNG 42: PLANSPIEL „GORILLA IM KOPF“, ROLLENKARTEN.....	107

ABBILDUNG 43: PLANSPIEL „GORILLA IM KOPF“, ROLLENKARTEN	108
ABBILDUNG 44: PLANSPIEL „GORILLA IM KOPF“, ROLLENKARTEN	109
ABBILDUNG 45: AUFLÖSUNG WASSERQUIZ	114
ABBILDUNG 46: INTERAKTIVES LERNMODUL ZUM THEMA HOCHWASSER	118
ABBILDUNG 47: FILMSET FÜR STOP MOTION FILM	122
ABBILDUNG 48: SCREENSHOT MOVIE MAKER VON WINDOWS	123

1 Wochenprogramm - Tagesablauf

Dieser Vorschlag zur Durchführung eines 5-tägigen Seminars für Schüler/-innen im Alter von 15 Jahren ist als Baukastensystem aufgebaut. Die Lehrkräfte können somit je nach Bedarf einzelne Tage übernehmen oder auch nur einzelne Unterrichtseinheiten. Darüber hinaus haben sie die Möglichkeiten, einzelne Tage entsprechend des zur Verfügung stehenden Zeitbudgets anzupassen. Im Anhang befinden sich noch Ergänzungsmöglichkeiten, falls ein Zeitpuffer auftritt.

Zielgruppe : Jugendliche ab 15 Jahren und Erwachsene

Ziele:

- + Kenntnisse rund um das Thema Wasser erlangen
- + unterschiedliche Herangehensweisen an ein Thema kennenlernen
- + Erkenntnisse über Hochwasserschutz, Gewässergüte und Wassereigenschaften gewinnen
- + Diskussion über die Verteilung der Wasserressourcen
- + Erlerntes Wissen festigen
- + kreatives Arbeiten fördern und eigene Ideen entwickeln
- + Forschen als Arbeitsweise kennen und anwenden lernen

Methoden:

- ✓ Klassischer Frontalunterricht
- ✓ Mind Map Methode
- ✓ Mystery Methode
- ✓ Anwendung digitaler Medien
- ✓ Nutzung von Film und Radiobeiträgen mit Auswertung durch Schüler/-innen
- ✓ Durchführung von praktischen Experimenten
- ✓ Anwendung von unterschiedlichen Quizformen
- ✓ Einzel- und Gruppenarbeiten
- ✓ Rollenspiele
- ✓ Konzeptionelles Arbeiten und Diskussionsforen

Im Folgenden ist der gesamte Wochenplan für 5 Tage dargestellt. Die einzelnen Tage können auch getauscht werden (bei z.B. Schlechtwettersituationen).

Tabelle 1: Überblick Wochenplan

Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
		08:00-09:00 Uhr Frühstück		
Anreise, Organisatorisches, Zimmerbelegung Informationen zum Haus und der Unterkunft	Praktischer Einstieg ins Thema „Hochwasser“ (vgl. Kap. D.1) Einstiegsreferat 3: Hochwasser (vgl. Kap. 2.3) Standortbestimmung für ein Unternehmen anhand von Fernerkundungsdaten (vgl. Kap. F.1) Film: „Sachsens Talsperren im Klimawandel“ mit anschließender Diskussion (13 min) (Kap. C.4)	Praktischer Einstieg ins Thema (vgl. Kap. D.2) Einstiegsreferat: Bewertung von Oberflächengewässer (vgl. Kap. 2.4) Bau einer Minikläranlage (vgl. Kap. F.3) Bau eines Unterwasserguckers (vgl. Kap. F.4)	Einstiegsreferat: Was ist Wasser chemisch gesehen? (vgl. Kap.2.5) Besuch eines Wasserwerkes	Auswertung Experiment Wasserkreislauf Durchführung des Rollenspiels „Gorilla im Kopf“ (vgl. Kap. G.1, ca. 90 min) Quiz: Der große Preis Auswertung anhand der Erwartungsmatrix
		12.30 -13:30 Mittagspause		
Gegenseitiges Kennen lernen, Erwartungen der Teilnehmer an die Veranstaltung (vgl. Kap. A), Erläuterung des Seminarprogramms und Vorstellung des Hauses	Warm-up Aufgabe zum Thema Aufgabenkonflikt (vgl. Kap. D.3) Selbstständiges Erarbeiten des Fallbeispiels Hochwasser 2010 in Sachsen mit Präsentation (vgl. Kap. C.3)	Bootsrennen der selbstgebauten Boote Selbstständige Bestimmung der Wassergüte eines Fließgewässers anhand von Zeigerorganismen (vgl. Kap. F.2)	Experimentenparcours (vgl. Kap. F.6) Warm-up Aufgabe zum Thema Verteilung (vgl. Kap. D.4) Einstiegsreferat „Virtuelles Wasser“ mit kleinem	Abreise

Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
1. Einstiegsreferat: Das Weltmeer und seine Eigenschaften (vgl. Kap. 2.1) Eigenständiges Arbeiten mit dem Atlas, Recherche im Internet (vgl. Kap. C.1)	Oder alternativ: Mystery Methode: War das Hochwasserereignis an der Oder 2010 eine Naturkatastrophe? (vgl. Kap. C.4) Bearbeitung von Arbeitsblätter in Gruppen – Wissenswiederholung (vgl. Kap. C.6)	Chemische Wasseruntersuchung (vgl. Kap. F.5)	Einstiegsquiz (vgl. Kap.2.6) Radiobeitrag: Lebenselixier Wasser: Zwischen Mangel und Verschwendung. (vgl. Kap. C.7) Diskussion	
		15:30 – 16:00 Pause		
2. Einstiegsreferat Der Wasserkreislauf, Wasserverbrauch in Deutschland (vgl. Kap. 2.2) Modellbau Wasserkreislauf (vgl. Kap. F.1) Vorbereitung Rollenspiel „Gorilla im Kochtopf“ (vgl. Kap. G.1)	Praxisübung I: Auf den Spuren des Hochwassers (vgl. Kap. H.2) Praxisübung II: Auf den Spuren des Hochwassers (vgl. Kap. H.2) Oder alternativ Produktion eines Stop Motion Films (vgl. Kap. H.3)	Chemische Wasseruntersuchung (vgl. Kap. F.5) Weitere Zeit zur Produktion eines Stop Motion Films (vgl. Kap. H.3)	Anwendung der MindMap Methode mit Einstiegsquiz: Gemeinsame Wasserressourcen – verschiedene Interessen (vgl. Kap. G.1) Weitere Zeit zur Produktion eines Stop Motion Films (vgl. Kap. H.3)	
		18:30-19:30 Abendessen		
Bau von Schiffen mit verschiedenen Antriebsarten (vgl. Kap. E.1)	Präsentation der Ergebnisse Oder alternativ Produktion eines Stop Motion Films (vgl. Kap. H.3)	Nachtwanderung am Gewässer	Abschiedsfeier mit Präsentation der Stop Motion Filme	

2 Einstiegsreferate

2.1 Das Weltmeer und seine Eigenschaften (Part 1)

2.1.1 Gliederung der Weltmeere und Informationen über die Reliefgestaltung

Die Ozeane der Erde und deren Randmeere nehmen zusammen ca. 70 % der Erdoberfläche ein, wobei ca. 177 Mio. km² auf den Pazifik, 106 Mio. km² auf den Atlantik und 77 Mio. km² auf den Indischen Ozean entfallen.

Die Ozeanböden und dessen Randmeere weisen ähnlich wie die Landmassen ein stark gegliedertes Relief auf. Aufgrund der Wasserbedeckung ist dieses Relief jedoch nicht sichtbar. Erst durch diverse Vermessungsmethoden, wie beispielsweise das Echolot, werden die verschiedenen Formungen und Höhenunterschiede des Meeresbodens erkennbar. Der Meeresboden der Ozeane lässt sich allgemein in die Teilbereiche Kontinentalschelf (Flachmeerregion, die sich an die Kontinente anschließt), Kontinentalabhang und Tiefseebereich gliedern. Die dabei häufigsten Reliefformen der Ozeanböden sind ausgedehnte Becken, Schwellen, Rücken und Tiefseegräben. Becken sind weite und ebene Bereiche, die verschiedene Tiefen haben können. Schwellen und Rücken sind ozeanische Gebirgsbereiche oder Erhebungen, welche im Vergleich zu den Beckenbereichen eine geringere Tiefe aufweisen. Besonders ausgeprägte und lang gestreckte Rücken befinden sich entlang der Plattengrenzen, an denen Magma aufsteigt und Ozeankruste neu gebildet wird (z. B. Nordatlantischer Rücken). Tiefseegräben sind ebenfalls an Plattengrenzen zu finden, an welchen ozeanische unter kontinentale Kruste abtaucht (z. B. Perugraben). Diese Gräben können Tiefen bis zu 11.000 m aufweisen. Aufgrund dieser beiden Prozesse von Bildung und Abtauchen hat die ozeanische Kruste im Vergleich zu den Landmassen ein relativ junges Alter (nicht älter als 200 Mio. Jahre).¹

2.1.2 Hypsometrische Kurve

In der hypsometrischen Kurve sind die Höhenstufen des Erdreliefs und ihre Summenhäufigkeiten gegeneinander aufgetragen. Knapp 30 % der Erdoberfläche liegen über dem Meeresspiegel, zwei Drittel dagegen deutlich darunter.

¹ vgl. Terra Lehrer Onlineservice, https://www2.klett.de/sixcms/list.php?page=infothek_artikel&extra=TERRA-Online%20Lehrerservice&artikel_id=105317&inhalt=klett71prod_1.c.1148978.de, abgerufen am 26.11.2018.

Erwartungsgemäß spiegelt die Summenkurve die Variationsbreite des Erdreliefs wider.²

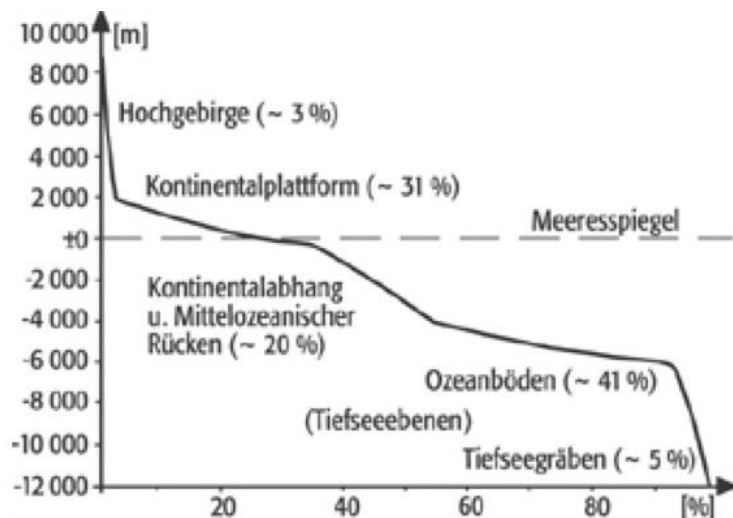


Abbildung 1: Hypsometrische Kurve

Quelle: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, <https://www.spektrum.de/lexikon/kartographie-geomatik/hypsometrische-kurve/2270>, abgerufen Dez. 2018.

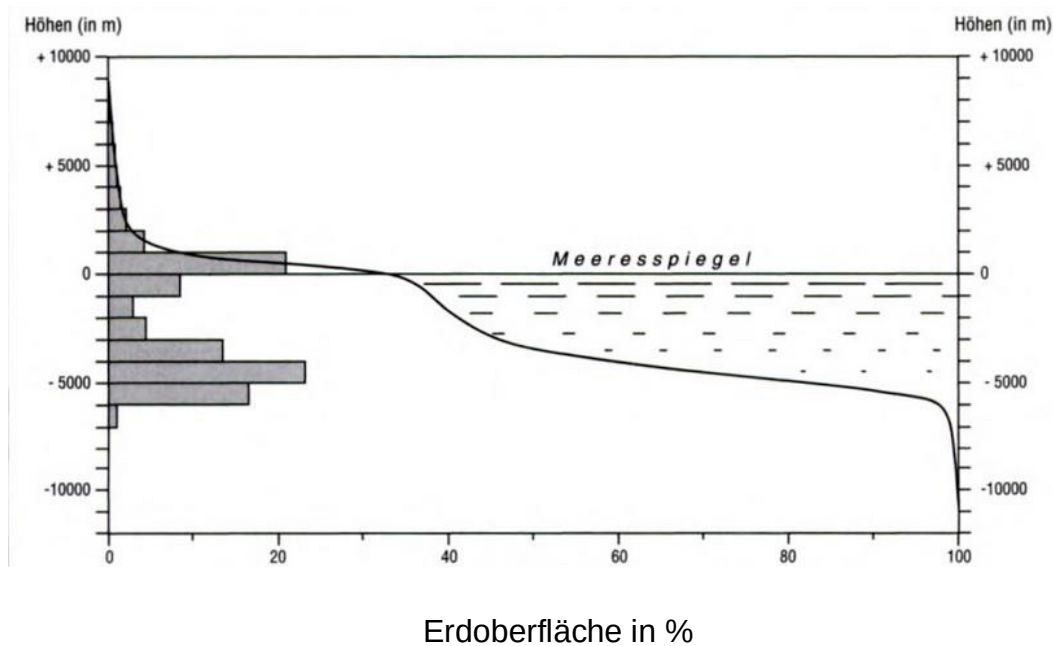


Abbildung 2: Hypsometrische Kurve der Erdoberfläche

Quelle: vgl. E. Grimm, Kreisläufe der Erde, LIT Verlag, S. 76.

² vgl. H. Zepp, Geomorphologie, UTB Verlag, S. 30.

Die Abbildung 2 zeigt, dass die mittlere Landhöhe 870 m ü. NN beträgt, die mittlere Meerestiefe 3.700 m unter NN; die Häufigkeitsverteilung zeigt zwei Maxima, nämlich bei 100 m ü. NN und etwa 4.700 m unter NN. Besäße die Erdoberfläche bzw. die Erdkruste eine einheitliche Form bzw. Struktur und würde sie durch statistisch verteilte Hebungen und Senkungen geformt, so dürfte die Hypsometrische Kurve nur einen Gipfel besitzen.³

2.1.3 Die Sphären des Erdinneren

Die Ursachen für die beschriebene Höhenverteilung sind im Aufbau und in der Entwicklung der Erde, besonders bis 670 km Tiefe, zu suchen.

Die Erde kann man sich aus konzentrischen Schalen vorstellen. Um den Erdkern und Erdmantel legt sich eine chemisch und mineralogisch vielgestaltige Kruste mit mittleren Mächtigkeiten zwischen 10 km unter den Ozeanen und 40 km unter den Kontinenten. Es wird angenommen, dass in einem langen erdgeschichtlichen Prozess, der bereits vor 4,6 Milliarden Jahren begann, Differenzierungsprozesse zu einer Schalen- und Krustengliederung geführt haben. Entsprechend einer gravitativen Stofftrennung, bei der die spezifisch schwereren Komponenten nach unten sinken, nehmen bei der Erde die Gesteinsdichten von oben nach unten, also von außen nach innen, zu. Nicht nur im vertikalen Schnitt durch die Erde trifft man auf Dichteunterschiede, die auf Materialunterschiede beruhen, sondern auch im Nebeneinander von Ozeanen und Kontinenten. Das spezifische Gewicht der kontinentalen Kruste beträgt $2,7\text{g/cm}^3$; die ozeanische Kruste ist mit $3,2\text{g/cm}^3$ deutlich dichter, weil sie vorwiegend aus basischen Magmasteinen besteht. Über lange Zeiträume hinweg betrachtet, verhält sich das Material im Erdmantel plastisch; streng genommen ist es fest obwohl es plastisch reagiert. Zwischen Mantel und Erdkruste stellen sich, ähnlich wie bei einem Floß oder einem Eisberg, die auf dem Wasser schwimmen, Ausgleichsbewegungen ein in Richtung auf ein Gleichgewichtszustand (Isostasie). In der hypsometrischen Kurve finden die Dichte- und Mächtigkeitsunterschiede zwischen ozeanischer und kontinentaler Kruste ihren Ausdruck.

Einen groben Überblick über die größten Formen des Erdreliefs vermitteln bereits moderne Atlaskarten. Untermeerische (besonders mittelozeanische) Rücken – in ihrer Größe vergleichbar den kontinentalen Gebirgsformen – ragen im Mittel aus etwa 2.000 m unter NN auf bis knapp unter dem Meeresspiegel, teilweise auch über den Meeresspiegel. Beispiele bilden der mittelatlantische Rücken mit der auf-sitzenden Vulkaninsel Island und der ostpazifische Rücken; eine andere auffällige Erscheinung sind die Ketten von Tiefseebergen, zu denen die Hawaii-Inseln

³ vgl. E. Grimmel, Kreisläufe der Erde, LIT Verlag, S. 76.

gehören, die sich sogar 4.200 m über den Meeresspiegel heben. Außerdem existieren Tiefseerinnen (z.B. Japangraben, Marianengraben, Philippinengraben), die 10 km und mehr unterhalb des Meeresspiegels eingesenkt sind. ⁴

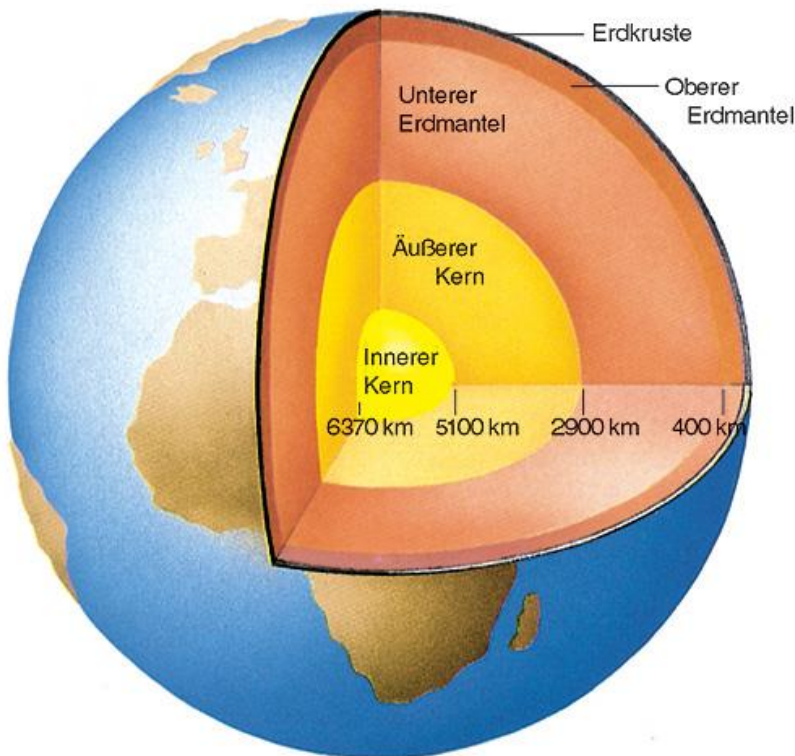


Abbildung 3: Die Spähren des Erdinneren

Quelle: vgl. Dr. U. Knittel, Infoblatt Schalenbau der Erde, Klett Verlag, https://www2.klett.de/sixcms/list.php?page=infothek_artikel&extra=TERRA-Online%20/%20Gymnasium%20/%20neu&artikel_id=104754&inhalt=klett71prod_1.c.831586.de, abgerufen am 26.11.2018.

Die Erforschung des Erdinneren ist nicht auf direktem Wege möglich. Das tiefste Bohrloch der Welt befindet sich auf der Halbinsel Kola und ist nur gut 12 km tief. Vulkane fördern manchmal Bruchstücke des Erdmantels aus 60 - 120 Kilometern Tiefe an die Erdoberfläche. Einige Diamanten enthalten sogar Einschlüsse, die in rund 700 Kilometern Tiefe entstanden sind; aber das ist lediglich der Grenzbereich zwischen dem oberen und unteren Erdmantel (s. u.). Daher bedienen sich Forscher indirekter Methoden, wie z. B. dem Auswerten von Erdbeben, um mehr über den Aufbau der Erde zu erfahren.

Von einem Erdbebenherd gehen starke Erdbebenwellen aus, die horizontal an der Erdoberfläche verlaufen, aber auch quer durch den Erdkörper dringen. Diese Wellen

⁴ vgl. H. Zepp, Geomorphologie, UTB Verlag, S. 30 ff.

werden weltweit von Messstationen und Seismographen aufgezeichnet und ausgewertet. Die Ausbreitung der Wellen ist abhängig von der Dichte des durchquerten Materials. Je höher die Materialdichte, desto schneller bewegen sich die Wellen fort. Mittels der Erdbebenaufzeichnung konnten Wissenschaftler viele Informationen über das Erdinnere erhalten. Dabei wurden mehrere Dichtesprünge nachgewiesen, die zu der Schlussfolgerung führten, dass die Erde schalenförmig aufgebaut ist. Die Schalen besitzen also unterschiedliche physikalische Eigenschaften (z. B. bezüglich Temperatur, Druck, Dichte und Aggregatzustand). Im Allgemeinen steigen mit zunehmender Tiefe Druck und Temperatur an. Man unterscheidet von außen nach innen 3 Hauptschalen: ⁵

1. Erdkruste
2. Erdmantel (unterteilt in Oberen und Unteren Erdmantel)
3. Erdkern (weitere Unterteilung in Äußerer und Innerer Erdkern möglich)

Diskontinuitäten

Die einzelnen Erdschalen werden durch sog. Diskontinuitäten (= Grenzflächen) voneinander getrennt. An diesen Grenzflächen ändern sich die physikalischen Eigenschaften sprunghaft.

Erdkruste

Die äußerste Hülle der Erde ist die Erdkruste, von der es zwei unterschiedliche Bautypen gibt: die kontinentale Kruste, die 30 - 50 Kilometer mächtig ist und vor allem aus Granit und Gneis besteht und die ozeanische Kruste, die 7 - 10 Kilometer dick ist und vor allem aus Basalt und Gabbro besteht. Erstgenannte besitzt eine Dichte von ca. 2,6 g/cm³, letztere eine von ca. 3 g/cm³; dieser Dichteunterschied ist von großer Bedeutung für die Mechanismen der Plattentektonik. Die Temperatur an der unteren Grenze der Erdkruste kann schon bis auf 1.100 °C ansteigen. Der Druck beträgt 10 - 15 kbar.

Oberer Erdmantel

An die Erdkruste schließt sich der Obere Erdmantel an. Der obere Erdmantel ist insgesamt ca. 700 km dick. Die oberste Schicht des Oberen Erdmantels besteht ebenfalls aus festem Gestein und bildet zusammen mit der Erdkruste die Lithosphäre (= äußere Gesteinshülle der Erde). Die Lithosphäre ist nicht starr, sondern in

⁵ vgl. Dr. U. Knittel, Infoblatt Schalenbau der Erde, Klett Verlag, https://www2.klett.de/sixcms/list.php?page=infothek_artikel&extra=TERRA-Online%20/%20Gymnasium%20/%20neu&artikel_id=104754&inhalt=klett71prod_1.c.831586.de, abgerufen am 26.11.2018.

mehrere riesige Platten zerlegt, die sich gegeneinander bewegen.

Unter der Lithosphäre schließt sich die Asthenosphäre an. Hier schmelzen bei Temperaturen um 1.200 - 1.500 °C und einem Druck von 300 - 500 kbar die Gesteine teilweise auf (etwa 1 - 2 % Schmelze) und bilden eine plastische Fließzone. Der obere Erdmantel besteht aus Peridotit, einem Gestein, das vor allem aus den Mineralen Olivin und Pyroxenen besteht. Chemisch gesehen besteht Peridotit zu rund 90 % aus den Elementen Sauerstoff, Silizium und Magnesium. Er hat eine Dichte von 3,1 - 4,2 g/cm³.

Unterer Erdmantel

Der Untere Erdmantel reicht bis zu einer Tiefe von 2.900 km. Durch die enorme Druckzunahme auf 1.000 - 1.400 kbar ist der Untere Erdmantel wieder fest. Der untere Erdmantel hat ungefähr die gleiche Zusammensetzung wie der obere Erdmantel. Allerdings wird er von anderen Mineralen als der obere Erdmantel aufgebaut, da die Minerale bei hohen Drücken und Temperaturen in andere Modifikationen übergehen (die Atome rücken dabei näher zusammen). Er hat daher eine höhere Dichte von 5,6 g/cm³. Die Temperatur steigt auf 1.900 - 3.700 °C an.

Äußerer Erdkern

Unter dem Unteren Erdmantel folgt der flüssige Äußere Erdkern. Dieser reicht bis zu einer Tiefe von 5.100 km und besteht v. a. aus Eisen und 7 - 10 % Nickel, dazu kommen wenig Sauerstoff und Schwefel oder auch andere leichte Elemente. Die Dichte liegt bei 12,1g/cm³. Bei einem Druck von rund 2.500 kbar steigen die Temperaturen bis auf 4.000 °C.

Innerer Kern

Der Äußere Kern umschließt den Inneren Kern. Dieser reicht bis zum Erdmittelpunkt, der bei 6.371 km Tiefe liegt. Im Inneren Erdkern herrscht mit 3.600 kbar der höchste Druck, wodurch sich die Eisen-Nickel-Schmelze wieder verfestigt. Der Innere Erdkern hat eine Dichte von 12,5 g/cm³ und wohl die gleiche chemische Zusammensetzung wie der äußere Erdkern. Die Temperaturen steigen hier bis auf 5.000 °C.

2.1.4 Die vertikale Gliederung des marinen Lebensraumes

Bei der Gliederung des marinen Lebensraumes nach ökologischen Gesichtspunkten kommt dem weltweit in 150 bis 200 m Tiefe verlaufenden Kontinental – oder Schelfrand, der Grenzlinie zwischen dem Kontinentalsockel (=Schelf) und dem Kontinentalabhang, besondere Bedeutung zu. Die Küstenzone, d.h. den kontinentalen (=neritischen) Bereich , von der Grenze Land/Meer bis zum

Kontinentalrand, nennt man das Litoral (=Littoral) im weitesten Sinne; es gehört zu der dem Licht ausgesetzten (=euphotischen) Zone des Meeres und bietet somit Lebensmöglichkeiten für photoautotrophe Organismen. Unterhalb des Kontinentalrandes, in der weitgehend lichtfreien Zone (aphotischen) Zone, unterscheidet man das von Kontinentalabhang umgrenzte Bathyal von dem über dem ozeanischen Meeresgrund gelegenen Abyssal und dem Hadal der Tiefseegräben.

Schelf

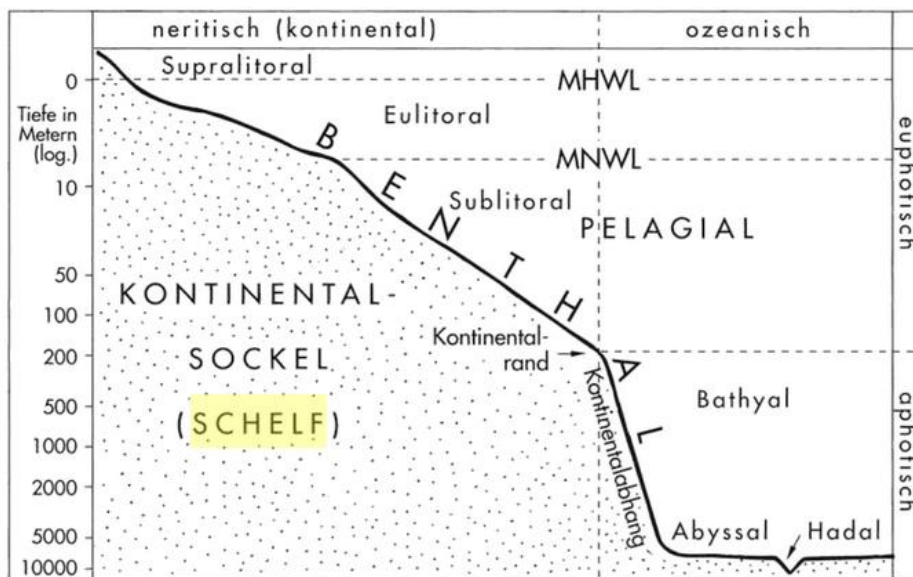


Abbildung 4: Vertikale Gliederung des marinen Lebensraumes

Quelle: P. Enscher mann, O. Hoffrichter, H. Körner et.al., Meeresbiologische Exkursion, Springer Verlag, S. 4 ff.)

Wie kein anderer Lebensraum der Erde ist der an das Festland grenzende Litoralbereich von periodischen Veränderungen des Wasserstandes geprägt. Die durch Gravitations- (Mond, Sonne) und Zentrifugalkräfte hervorgerufen und durch geomorphologische Faktoren beeinflussten Gezeiten (=Tiden) schaffen hier einen amphibischen Lebensraum. Diese Gezeitenzone, das Eulitoral, wird definiert als die Zone zwischen der mittleren Hochwasserlinie (MHWL) und der mittleren Niedrigwasserlinie (MNWL). Weitreichende morphologische und physiologische Anpassungen an die ökologischen Besonderheiten dieses Lebensraumes kennzeichnen die hier lebenden Pflanzen und Tiere. Oberhalb des ständigen Wasserstandsschwankungen ausgesetzten Eulitorals schließt das Supralitoral (=Epilitoral) an, die nur in unregelmäßig vom Meerwasser befeuchtete Spritzwasserzone. Die hier vorkommenden Organismen müssen an zum Teil langandauernde terrestrische und atmosphärische Einflüsse angepasst sein.

Unterhalb des Eulitorals erstreckt sich bis zum Kontinentalrand das Sublitoral. Dieser Bereich ist rein marin, da ständig von Meerwasser bedeckt; er weist im Meer die größte Artenvielfalt auf.⁶

2.2 Der Wasserkreislauf (Part 2)

Das gesamte Wasser bewegt sich in einem ständigen Kreislauf von Verdunstung, Kondensation, Niederschlag, Abfluss und erneuter Verdunstung. Um diesen Kreislauf näher zu analysieren, bedient man sich der Methode der Bilanzierung: Eine (hydrologische) Wasserbilanz kann für jedes beliebige Gebiet aufgestellt werden.

Einnahmeseite:

- Niederschlag,
- Zuflüsse aus angrenzenden Gebieten (sowohl oberirdische Gewässer als auch Grundwasser).

Ausgabeseite:

- Verdunstung,
- Abfluss in angrenzende Gebiete (sowohl in oberirdischen Gewässern als auch im Grundwasser).

Die menschliche Nutzung wird bei einer Wasserbilanz nicht berücksichtigt, da das Wasser nach dem Gebrauch wieder dem System zugeführt wird. Bei der Wasserbilanz wird auch nur die Menge betrachtet, nicht die Qualität. (Daneben wird in der Wasserversorgung auch eine Trinkwasserbilanz ermittelt. Hier wird der in einem Untersuchungsgebiet bestehende Wasserbedarf dem nutzbaren Wasserdargebot gegenübergestellt.)⁷

2.2.1 Wasserbilanz

Die Wasserbilanz ist die datenmäßige Darstellung des Wasserkreislaufs in einem bestimmten Gebiet über einen bestimmten Zeitraum hinweg. Ausgehend von der Grundlage, dass der Wasserkreislauf der Erde ein in sich abgeschlossenes System ist und die Wassermenge, die im Gesamtsystem zirkuliert, konstant bleibt, ergibt sich folgende Gleichung:

⁶ vgl. P. Enscher mann, O. Hoffrichter, H. Körner et.al., Meeresbiologische Exkursion, Springer Verlag, S. 4 ff.

⁷ vgl. R. Wieber et.al., Lernort Gewässer, Hrsg. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung, S. 15 ff.

Niederschlag = Abfluss + Verdunstung

Soll nun die Wasserbilanz für ein bestimmtes Gebiet und einen bestimmten Zeitraum erstellt werden, so müssen dabei auch die Zuflüsse aus den „oberliegenden“ Gebieten (sog. Oberlieger), die Abflüsse in „unterliegende“ Gebiete (sog. Unterlieger) und ein gewisser Rückhalt im betrachteten Gebiet über den Bilanzzeitraum hinaus berücksichtigt werden (z. B. Schneedecke, Grundwasseranreicherung). Den Rückhalt in einem Gebiet genau zu bestimmen ist praktisch nicht möglich. Man versucht daher, Anfang und Ende des Bilanzzeitraums so zu legen, dass keine im Vergleich zur Gesamtmenge ins Gewicht fallenden Änderungen beim gespeicherten Wasser auftreten, um so diese Komponente der Bilanz nicht berücksichtigen zu müssen. Ein solcher Zeitpunkt ist in unserer gemäßigten Klimazone – abgesehen von ausgeprägten Nass- und Trockenjahren – regelmäßig im Frühjahr und im Herbst. Für ein bestimmtes Bilanzgebiet, wie z. B. die Fläche des Bundeslandes Sachsen, ergibt sich dann folgende Bilanzgleichung:

Niederschlag + Zuflüsse von Oberliegern = Verdunstung + Abfluss zum Meer

Damit man für ein bestimmtes Gebiet einen aussagekräftigen Mittelwert bekommt, müssen die einzelnen Komponenten des Wasserkreislaufes über einen langen Zeitraum hinweg kontinuierlich beobachtet werden. Für die Wasserbilanz wird in der Regel eine 30-jährige Zeitreihe verwendet. In diesen langen Jahresreihen gleichen sich ausgeprägte Nass- und Trockenperioden aus.⁸

⁸ vgl. R. Wieber et.al., Lernort Gewässer, Hrsg. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung, S. 15 ff.

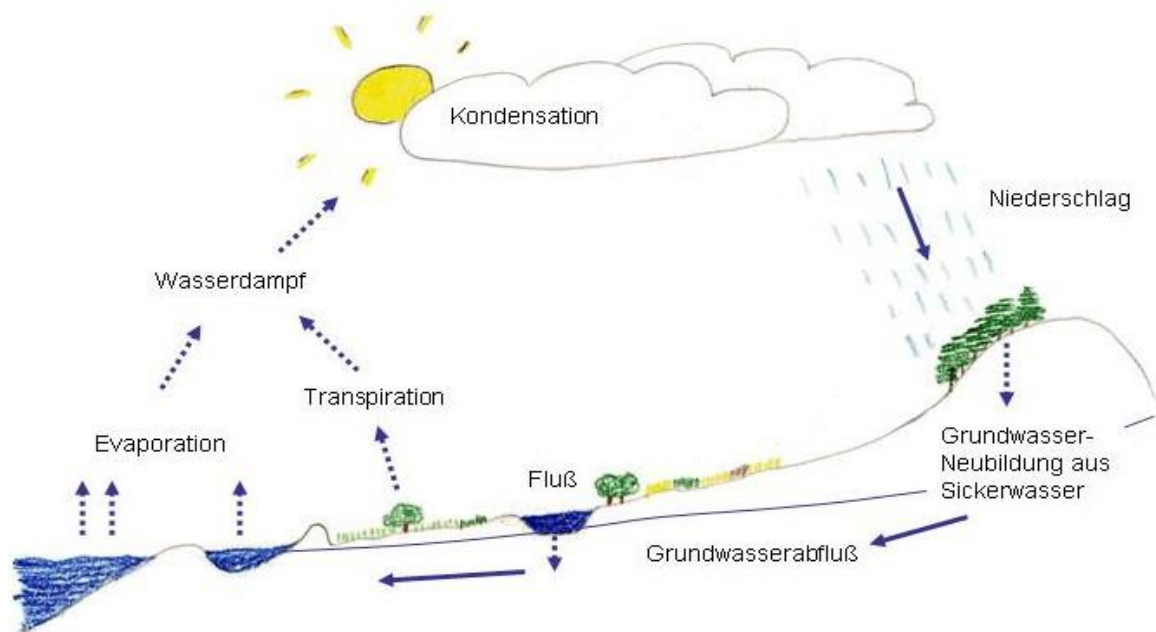


Abbildung 5: Der Wasserkreislauf

Quelle: Eigene Darstellung

2.2.2 Niederschlag

Niederschlag im engeren Sinn sind alle die Kondensationsprodukte, die aus der Atmosphäre bis zum Boden gelangen. Feuchtigkeit, die am Boden entsteht (z. B. Tau, Reif), zählt hier nicht dazu. Niederschläge setzen voraus, dass die Luft sehr feucht ist und dass der Wasserdampf durch Abkühlung zu Tropfen kondensiert, wobei sich Wolken zu mächtigen Schichten oder gewaltigen Türmen aufbauen. Der Aufstieg von feuchter, warmer Luft kann unterschiedliche Ursachen haben. Wird die bodennahe Luft durch die Einstrahlung über Tage aufgeheizt, steigt sie aufgrund ihrer höheren Temperatur und der Verringerung der Dichte auf (Konvektion). Hierdurch können (konvektive) Niederschläge entstehen, die oft mit Gewittern verbunden sind. Solche Konvektionsniederschläge können im Extremfall Regenfälle bis zu 100 Litern pro Quadratmeter (bzw. 100 mm) erreichen. Länger anhaltende Niederschläge entstehen durch das Zusammentreffen kalter und warmer Luftmassen (Wetterfronten). Darüber hinaus spielt – im Zusammenhang mit der Strömungsrichtung der Luft – das Relief für die Niederschlagsverteilung eine wichtige Rolle (Windstau bzw. Luv, Windschatten bzw. Lee).⁹

2.2.3 Abfluss

Bei Regen versickert ein Teil des Wassers im Boden, während sich der übrige Teil auf der Oberfläche sammelt und abfließt. Die Höhe des Abflusses ist abhängig von

⁹ ebd.

den Faktoren Bewuchs, Gelände und Boden. Auch die Versiegelung spielt eine Rolle.

Der Faktor „Bewuchs“: In der freien Natur fällt der Regen zunächst auf Bäume, Sträucher und Pflanzen. Vor allem zu Beginn eines Regens dringt kein Wasser durch das Blätter-oder Nadeldach der Bäume. Erst allmählich beginnt es zu tropfen und nach und nach erreicht mehr Niederschlag den Boden. Das Tropfenkleid der Vegetation kann in einer Wiese zwei, im Wald bis zu fünf Liter Wasser pro Quadratmeter festhalten. Nach dem Regen verdunstet dieses Wasser größtenteils wieder.

Die Vegetation speichert nicht nur Wasser, sondern verbessert auch die Wasserdurchlässigkeit der Oberfläche. Das Wasser kann schneller einsickern. Zum andern verbraucht die Vegetation zusätzlich Wasser und steigert damit die Verdunstung, so dass vegetationsbestandene Böden mehr Wasser aufnehmen können. Die „Infiltrationsrate“ ist unter alten Waldbeständen am höchsten. In einer Stunde können auf ebenem Waldboden 60 bis 75 Liter Wasser pro Quadratmeter einsickern, unter einer mageren Weidefläche dagegen nur um die 20 Liter. Noch geringer sind die Infiltrationsraten unter Hackfrucht-, Getreide- oder Futterpflanzenanbau.

Der Faktor „Gelände“: Auf der Landoberfläche wird das Wasser in Mulden und Furchen gespeichert. Diese füllen sich, wenn mehr Regen fällt, als in gleicher Zeit in den Boden einsickern kann, oder wenn der Boden bereits mit Wasser gesättigt ist. Aus Berechnungsversuchen und Geländebeobachtungen werden Werte genannt, die zwischen einem und fünf Litern pro Quadratmeter liegen. In flachem Gelände ist der Muldenrückhalt höher als in steilem und geneigtem Gelände.

Der Faktor „Boden“: Der Boden ist ein leistungsfähiger Wasserspeicher. Ein Lehmboden kann beispielsweise über einen Meter Tiefe immer noch 150 Liter Wasser pro Quadratmeter aufnehmen. Das ist mehr Wasser, als es gewöhnlich in zwei Monaten regnet. Maßgebend für die Speichereigenschaften sind die Hohlräume im Boden. Ihre Größe und Form ist abhängig von Humusgehalt, Bodenart, Bodenmächtigkeit und Bodendichte. Erst wenn die Hohlräume im Boden mit Wasser gefüllt sind, kann der Boden kein Wasser mehr aufnehmen und es entsteht Oberflächenabfluss. Der Abfluss spielt für die Gewässer und ihre Bewirtschaftung eine ganz wesentliche Rolle. Er ist Grundlage im Interessenausgleich der Gewässerbenutzer und Anlieger, der Gewässerökologie und des Natur- und Artenschutzes.

Der Faktor „Versiegelung“: Von befestigten Flächen kann nahezu alles Wasser unmittelbar abfließen: auf versiegelten Flächen läuft mehr Wasser ab als z. B. auf Waldboden, der es zunächst einmal aufnimmt. In kleineren, stark besiedelten

Flächen kann der Anteil wesentlich größer sein und dann einen deutlichen Beitrag zum Hochwasser leisten.¹⁰

2.2.4 Verdunstung

Die Verdunstung ist eine ganz besonders wichtige Größe in der Wasserbilanz, da sie über 50 Prozent der Ausgabenseite ausmacht. Bei der Verdunstung findet eine Phasenumwandlung vom flüssigen in den gasförmigen Zustand statt. Dabei wird Energie verbraucht. Die Höhe der Verdunstung wird beeinflusst durch den Luftdruck, die Lufttemperatur, das Relief, den Bodenwasserhaushalt, die Vegetation u. a. Bei der Verdunstung spielen der Bewuchs und seine Wasserversorgung die entscheidende Rolle: So transpiriert etwa ein Krautkopf bei durchschnittlicher Witterung zwei bis drei Liter pro Tag, eine Buche sogar rund 50 Liter. Im Gegensatz zu Niederschlag und Abfluss ist die Verdunstung über einem Gebiet jedoch real nicht messbar. Für die Wasserbilanz wird die Verdunstung daher aus der Differenz zwischen Niederschlag und Abfluss ermittelt.¹¹

2.2.5 Grundwasser

In der neuzeitlichen Geschichte der Wasserbewirtschaftung kommt dem Grundwasser eine besondere Bedeutung zu. Eine der wichtigsten Aufgaben der Wasserwirtschaft war und ist es, die Bevölkerung mit Trinkwasser in hygienisch einwandfreier Qualität und ausreichender Menge zu versorgen. Konnte in früheren Zeiten noch Oberflächenwasser aus dünn besiedelten Gegenden gewonnen und in die Städte geleitet werden, so musste man spätestens seit der Industrialisierung, als die Flüsse und Bäche zur Abwasserbeseitigung herangezogen wurden, auf das Grundwasser zurückgreifen. Grundwasser entsteht vor allem aus im Boden versickernden Niederschlägen, daneben auch durch Versickerung aus oberirdischen Gewässern. Dieser Vorgang wird als Grundwasserneubildung bezeichnet. Ihre Größe hängt von der Niederschlagshöhe, der Geländeneigung, dem Bewuchs und der Durchlässigkeit der Böden sowie der weiteren Deckschichten ab. Nach dem Durchdringen der oberen, teilweise mit Luft gefüllten Bodenschichten, sammelt sich das Wasser in den Hohlräumen der tiefer liegenden Gesteine zu einem geschlossenen Grundwasserkörper. Die wasserführenden Gesteine werden als Grundwasserleiter bezeichnet und nach der Art der Hohlräume unterschieden:

- Bilden Klüfte und Spalten in Festgesteinen die Hohlräume, wird von „Kluftgrundwasserleitern“ gesprochen. Sie können eine im Vergleich zum gesamten Gesteinsvolumen geringe Grundwassermenge speichern.

¹⁰ ebd.

¹¹ ebd.

- In den wasserlöslichen Kalkgesteinen können die Klüfte vom durchströmenden Grundwasser zu Gängen und Höhlen erweitert werden. Durch diesen als Verkarstung bezeichneten Vorgang entstehen „Karstgrundwasserleiter“.¹²

2.2.6 Klimaelemente

Zu den Klimaelementen zählen sechs grundlegende, mit meteorologischen Messinstrumenten erfassbaren Wettergrößen: Sonnenstrahlung, Lufttemperatur, Luftdruck, Wind, Luftfeuchtigkeit und Niederschlag.

Klima: Ist der mittlere Zustand der Atmosphäre über einem größeren Gebiet mit ähnlichen Wetterabläufen während einer längeren Zeitepoche.

Wetter: Augenblicklicher, absoluter Zustand der Atmosphäre über einem Ort, wie er durch die Größen der meteorologischen Elemente und ihr Zusammenwirken gekennzeichnet ist.

Witterung: diese umschreibt den allgemeinen Charakter eines kurzzeitigen (Stunden bis Tage) Wetterablaufs über einem Ort.

Klimatologie: Lehre vom Klima der Erde. Sie beschäftigt sich mit der Witterung im Jahresverlauf, um daraus eine Aussage über den mittleren Zustand der Atmosphäre abzuleiten.

So herrschen beispielsweise zur gleichen Zeit in Lausanne, St. Gallen, München, und Hannover vier verschiedene Wetter, während der Klimatyp für alle vier Städte gleich bleibt.¹³

2.2.7 Trinkwasserverbrauch in deutschen Haushalten

Der Trinkwasserverbrauch in Deutschland ist seit 1990 rückläufig. Der Rückgang des Wassergebrauchs ist bundesweit auf ein verändertes Verbraucherverhalten zurückzuführen:

- Im Haushaltsbereich durch Einsatz moderner Technik in Form von Wassersparenden Haushaltsgeräten und Armaturen.
- In der Industrie durch Mehrfachnutzung und Wasserrecycling bei den Produktionsprozessen.

¹² ebd.

¹³ vgl. M.H. Schertenleib, H. Egli-Broz, Globale Klimatologie: Meteorologie, Wetterinformation und Klimatologie, compendio Bildungsmedien, S.16.

Im Jahr 2017 verbrauchten die deutschen Haushalte durchschnittlich 123 Liter am Tag.¹⁴

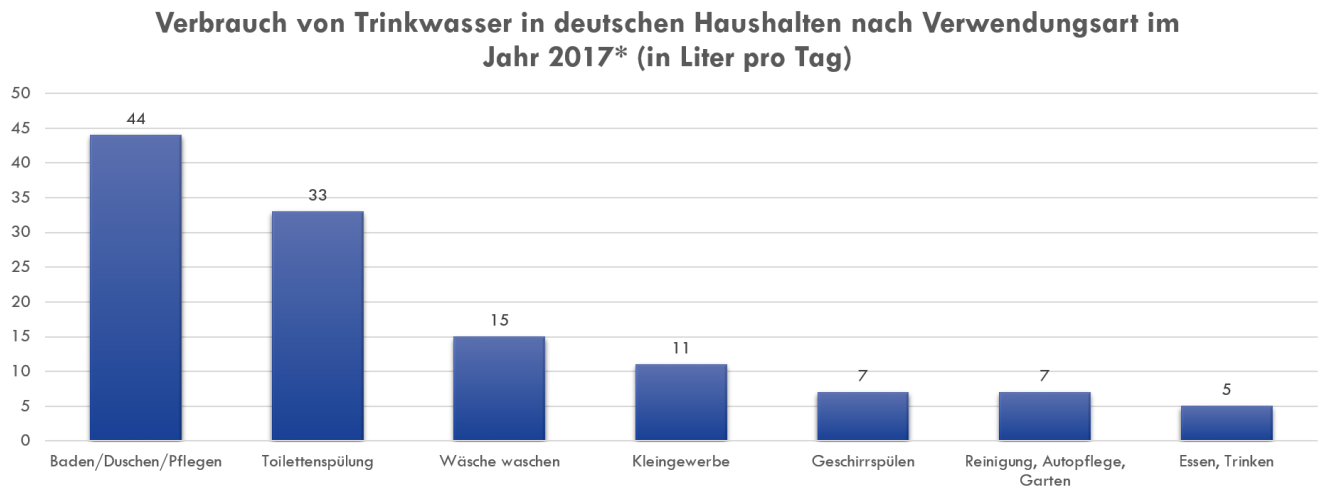


Abbildung 6: Trinkwasserverbrauch Deutschland.

Quelle: vgl. statista, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/12353/umfrage/wasserverbrauch-pro-einwohner-und-tag-seit-1990/>, abgerufen Dezember 2018.

2.3 Hochwasser

Hochwasser entsteht, wenn zu viel Niederschlag in kurzer Zeit vom Boden nicht aufgenommen werden kann, sondern in die Bäche und Flüsse abfließt, die dann über die Ufer treten. Regen, der versickern kann oder zurückgehalten wird, erzeugt kein Hochwasser. Je undurchlässiger der Boden ist, je weniger bewachsen und je steiler das Gelände, desto mehr Niederschlag kann sofort oberflächlich abfließen. Das Hochwassergeschehen wird also vom Wetter und von den Verhältnissen im Einzugsgebiet bestimmt:

Die Wiege des Hochwassers ist nicht das Gewässer, sondern die Landschaft! In Sachsen ist es in den letzten Jahren wiederholt zu größeren Hochwassern mit erheblichen Schäden gekommen, z. B. im August 2002, Frühjahr 2006, August und September 2010, Januar 2011, Juni 2013.¹⁵

¹⁴ vgl. statista, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/12353/umfrage/wasserverbrauch-pro-einwohner-und-tag-seit-1990/>, abgerufen Dezember 2018.

¹⁵ vgl. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/12292.htm>, abgerufen Dezember 2018.

2.3.1 Hochwasserrisiken

Hochwasser treten verstärkt und gehäuft auf, wenn

- der Boden gefroren oder durch tagelangen Regen bereits wassergesättigt ist,
- die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens verringert ist, zum Beispiel durch starke Besiedelung und künstliche Versiegelung, Bodenverdichtung durch landwirtschaftliche Nutzung der umliegenden Flächen,
- in kleinen Flussgebieten örtlich heftige Regen niedergehen,
- beim Ausbau der Flüsse Rückhalteräume beseitigt wurden,
- die Rückhaltung in der Landschaft durch Flussbegradigungen verringert wurde.

Dabei können vor allem kleinere Gewässer mit einem hohen Anteil an versiegelten Flächen sich innerhalb kurzer Zeit in reißende Flüsse verwandeln, bei denen der Wasserstand sich verzehnfacht. Bei großen Einzugsgebieten laufen Hochwasser gedämpfter ab, klingen jedoch länger nach.

Einen absoluten Schutz des Menschen vor Hochwasser kann es aus technischen und ökonomischen Gründen nicht geben. Maßstab für den Ausbau technischer Hochwasserschutzanlagen in besiedelten Bereichen ist deshalb das 100-jährliche Hochwasser, das durchschnittlich nur alle hundert Jahre einmal auftritt.¹⁶

2.3.2 Hochwasserschutz

Ein wirksamer Hochwasserschutz durch natürliche Wasserrückhaltung muss deshalb

- natürliche Überschwemmungsgebiete, Flutmulden und Polder erhalten und ausbauen,
- abflusshemmende Kleinstrukturen wie Feldraine, Böschungen, Geländemulden erhalten oder schaffen und Gewässer naturnah ausbauen,
- Regenwasser verstärkt versickern lassen und Flächenentsiegelungen fördern,
- Bodenverdichtung oder Bodenerosion bei der landwirtschaftlichen Flächennutzung vermeiden und vermindern,
- Überschwemmungsgebiete von Siedlungsaktivitäten freihalten,
- bereits bestehende und gefährdete Gebäude und Anlagen hochwassergerecht einrichten.

Ob auch die Klimaänderungen zu vermehrten Hochwassern führen, lässt sich derzeit noch nicht gesichert beurteilen. Weil Hochwasser (und die dazugehörigen extremen Niederschlagsereignisse) statistisch zufällig auftreten, können sie auch nicht vorhergesagt werden.

Eine möglichst frühzeitige und rasche Warnung der unmittelbar Betroffenen ist deshalb notwendig, um Maßnahmen zur Abwehr von Hochwasser, den Schutz der

¹⁶ ebd.

Anlieger und Einrichtungen und den Schutz der materiellen Güter in den betroffenen Gebieten zu gewährleisten. Gezielt werden dann z. B. Verkehrswege gesperrt, Arbeitsstätten geräumt, Versorgungsanlagen gesichert, Güter aus der Gefährdungszone entfernt.¹⁷

2.4 Bewertung der Oberflächengewässer

Oberflächengewässer unterscheiden sich aufgrund ihrer unterschiedlichen morphologischen, hydrologischen und geochemischen Gegebenheiten in ihren naturraumtypischen Lebensgemeinschaften und der Empfindlichkeit gegenüber anthropogenen Einflüssen. Um dies zu berücksichtigen, werden die Gewässer grobskalig in Ökoregionen und feinskalig in Gewässertypen sowie in Oberflächenwasserkörper eingeteilt. Diese Einteilung stellt eine Voraussetzung für die ökologische Klassifikation dar, wie sie der Artikel 5 und Anhang II der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) fordern. Die Gewässertypen sind in der Anlage 1 der Oberflächengewässerverordnung festgelegt.¹⁸

¹⁷ vgl. R. Wieber et.al., Lernort Gewässer, Hrsg. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung, S. 62 ff.

¹⁸ vgl. Gewässer in Deutschland. Zustand und Bewertung. Hrsg. Umweltbundesamt, S.26 ff.

Tabelle 1: Biozönotisch bedeutsame Fließgewässertypen Deutschlands

Typen der Alpen und des Alpenvorlandes	Subtypen
Typ 1: Fließgewässer der Alpen	Subtyp 1.1 Bäche der Kalkalpen Subtyp 1.2 Kleine Flüsse der Kalkalpen
Typ 2: Fließgewässer des Alpenvorlandes	Subtyp 2.1 Bäche des Alpenvorlandes Subtyp 2.2 Kleine Flüsse des Alpenvorlandes
Typ 3: Fließgewässer der Jungmoräne des Alpenvorlandes	Subtyp 3.1 Bäche der Jungmoräne des Alpenvorlandes Subtyp 3.2 Kleine Flüsse der Jungmoräne des Alpenvorlandes
Typ 4: Große Flüsse des Alpenvorlandes	
Typen des Mittelgebirges	Subtypen
Typ 5: Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	
Typ 5.1: Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	
Typ 6: Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	Subtyp 6_K: Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche des Keupers
Typ 7: Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	
Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	
Typ 9.1: Karbonatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	Subtyp 9.1_K: Karbonatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse des Keupers
Typ 9.2: Große Flüsse des Mittelgebirges	
Typ 10: Kiesgeprägte Ströme	
Typen des Norddeutschen Tieflandes	Subtypen
Typ 14: Sandgeprägte Tieflandbäche	
Typ 15: Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	
Typ 15_g: Große sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	
Typ 16: Kiesgeprägte Tieflandbäche	
Typ 17: Kiesgeprägte Tieflandflüsse	
Typ 18: Löss-lehmgeprägte Tieflandbäche	
Typ 20: Sandgeprägte Ströme	
Typ 22: Marschengewässer	Subtyp 22.1: Gewässer der Marschen Subtyp 22.2: Flüsse der Marschen Subtyp 22.3: Ströme der Marschen
Typ 23: Rückstau- bzw. brackwasserbeeinflusste Ostseezuflüsse	
Ökoregion unabhängige Typen	Subtypen
Typ 11: Organisch geprägte Bäche	
Typ 12: Organisch geprägte Flüsse	
Typ 19: Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern	
Typ 21: Seeausflussgeprägte Fließgewässer	Subtyp 21_N: Seeausflussgeprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes (Nord) Subtyp 21_S: Seeausflussgeprägte Fließgewässer des Alpenvorlandes (Süd)

Quelle: Umweltbundesamt nach Anlage 1 OGewV

Quelle: vgl. Gewässer in Deutschland. Zustand und Bewertung. Hrsg. Umweltbundesamt, S.40 ff

Ein Oberflächenwasserkörper ist in der Regel einem naturräumlichen Gewässertyp zugeordnet. Für jeden Gewässertyp wurden zoologische und botanische Referenzlisten der im natürlichen Zustand vorkommenden Arten und ihrer Häufigkeiten erstellt. Mit diesem Vergleichsmaßstab bewerten die Behörden die in den Gewässern unter heutigen Belastungsbedingungen vorgefundenen Arten und vergleichen ihre Häufigkeiten.

Neben den „natürlichen“ Oberflächenwasserkörpern unterscheidet die WRRL „erheblich veränderte“ und „künstliche“ Oberflächenwasserkörper. Als „erheblich verändert“ gelten Oberflächenwasserkörper deren Gewässerstruktur so verändert ist, dass ihr ursprünglicher Referenzzustand als Bewertungsmaßstab nicht mehr verwendbar ist. So stellen beispielsweise Talsperren in aufgestauten Flüssen „erheblich veränderte“ Wasserkörper dar, weil der Aufstau des Wasserkörpers zu einem Wechsel in der Wasserkategorie von einem Fließgewässer hin zu einem See führt.

Künstliche Oberflächenwasserkörper sind Gewässer, die erst durch den Menschen an Orten geschaffen wurden an denen vorher kein Wasser vorhanden war. Dies sind in Deutschland vor allem Tagebauseen, die im Zusammenhang mit dem oberflächennahen Abbau von Braunkohle entstanden sind und Baggerseen sowie Kanäle und Entwässerungsgräben. Bei den erheblich veränderten und den künstlichen Wasserkörpern bedingt die anthropogene Nutzung, dass das Umweltziel statt des „guten ökologischen Zustandes“ das „gute ökologische Potenzial“ gilt.¹⁹

2.4.1 Ökologischer Zustand und Ökologisches Potential

Die WRRL bewertet die Oberflächengewässer im ökologischen Zustand integrativ, d.h. in der Hauptsache nach dem Vorhandensein der naturraumtypischen Lebensgemeinschaften. Tabelle 2 zählt für die Gewässerkategorien die biologischen Qualitätskomponenten auf, die bei der Bewertung des ökologischen Zustands zu berücksichtigen sind. Hydromorphologische und physikalisch-chemische Merkmale werden dabei unterstützend zur Bewertung verwendet.

Zur Bewertung des ökologischen Zustandes gemäß WRRL wurde eine Vielzahl an Bewertungsverfahren für die biologischen Qualitätskomponenten des ökologischen Zustands entwickelt. Zu den Parametern der Bewertungsverfahren gehören Artenzusammensetzung und Artenhäufigkeiten, Altersstruktur (Fische) und Biomasse (Phytoplankton).

¹⁹ ebd.

Tabelle 2: Qualitätskomponenten des ökologischen Zustands nach WRRL

Qualitätskomponente	Fließgewässer	Seen	Übergangs- gewässer	Küsten- gewässer
Biologische Qualitätskomponenten				
Phytoplankton	X	X	X *	X
Großalgen/Angiospermen			X	X
Makrophyten/Phytohenthos	X	X		
Makroinvertebraten	X	X	X	X
Fische	X	X	X	
Hydromorphologische Qualitätskomponenten				
Durchgängigkeit	X **			
Wasserhaushalt	X	X		
Morphologie	X	X	X	X
Tideregime			X	X
Chemisch-physikalische Qualitätskomponenten				
allgemeine chemisch-physikalische Komponenten	X	X	X	X
flussgebietsspezifische Schadstoffe	X	X	X	X

* nicht verfügbar, aufgrund hoher Trübung ist dieser Parameter in deutschen Übergangsgewässern der Nordsee nicht bewertbar.
 ** Ein Bewertungsverfahren für den Fischaufstieg, den Fischabstieg und die Durchgängigkeit für Sedimente ist in der Entwicklung.

Quelle: Umweltbundesamt nach OGewV

Legende: Bewertung nicht erforderlich; X Bewertungsverfahren vorhanden; X Bewertungsverfahren in Erprobung; X Bewertungsverfahren steht aus

Quelle: vgl. Gewässer in Deutschland. Zustand und Bewertung. Hrsg. Umweltbundesamt, S.26 ff

Der ökologische Zustand umfasst die fünf Klassen: „sehr gut“, „gut“, „mäßig“, „unbefriedigend“, „schlecht“. Die biologische Komponente mit der schlechtesten Bewertung bestimmt den ökologischen Zustand (Worst-Case-Ansatz). Die Qualitätskomponente „spezifische Schadstoffe“ kann zu einer Abwertung des ökologischen Zustands führen. Auch die Bewertung der hydromorphologischen Qualitätskomponenten werden als Indikator für die Belastung aber auch zur Festlegung der Referenzbedingung genutzt.²⁰

Tabelle 3: Darstellung des ökologischen Zustandes und des ökologischen Potentials.

Farbe	Zustand	Potenzial *
	sehr gut	
	gut	gut und besser
	mäßig	mäßig
	unbefriedigend	unbefriedigend
	schlecht	schlecht

* Das Potenzial wird in großmaßstäblicher Darstellung mit einer grauen Schraffur gekennzeichnet.

Quelle: Quelle: vgl. Gewässer in Deutschland. Zustand und Bewertung. Hrsg. Umweltbundesamt, S.26 ff

²⁰ vgl. Gewässer in Deutschland. Zustand und Bewertung. Hrsg. Umweltbundesamt, S.26 ff.

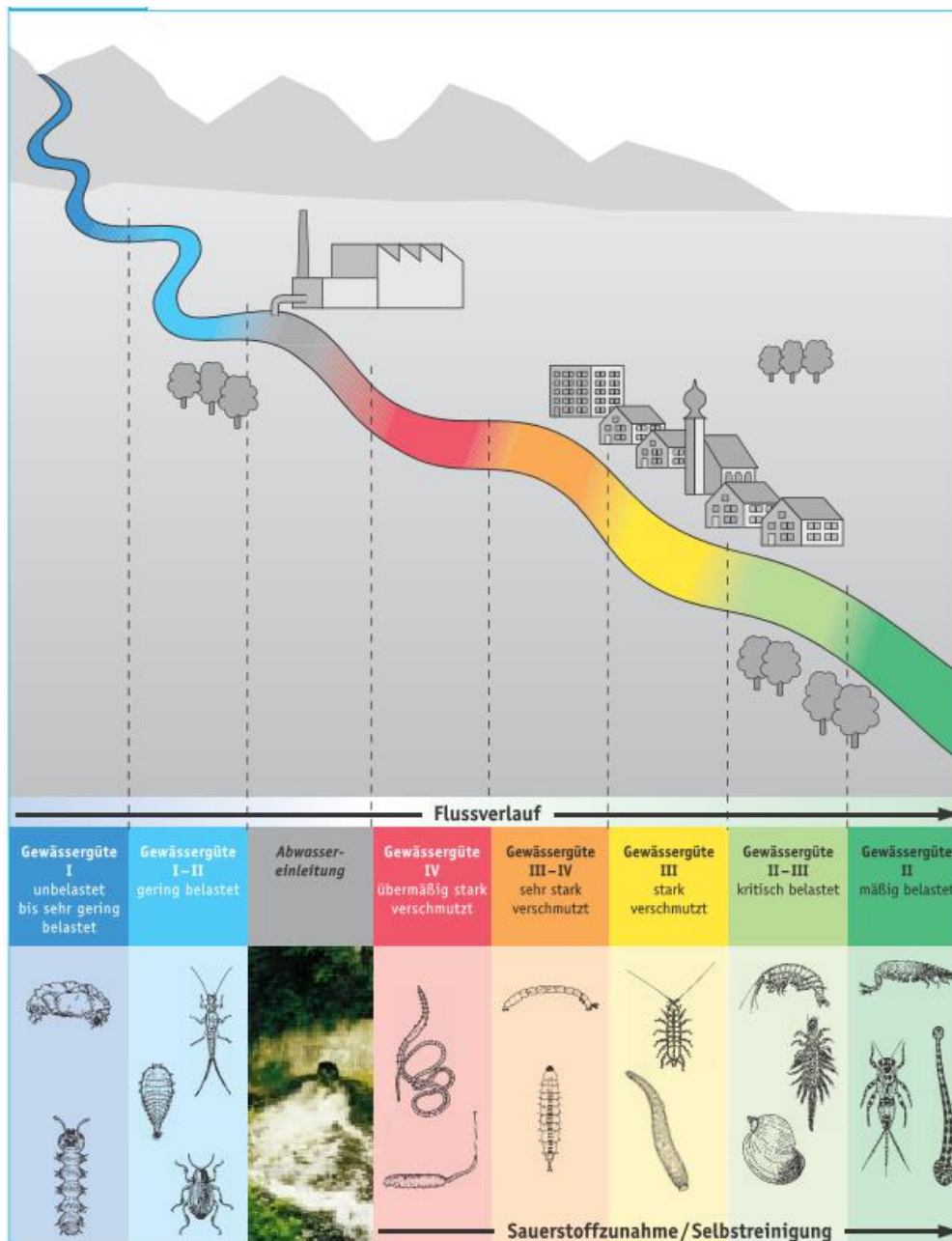


Abbildung 7: Der Verlauf der Selbstreinigung und die Gewässergüteklasse

Quelle: vgl. Lernort Gewässer. Hrsg. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen. S. 122.

2.4.2 Saprobienindex

Durch langjährige Beobachtungen wurden die Tiere ermittelt, die in einem Lebensraum mit optimaler Gewässergüte vorkommen. Und man weiß, bei welchem Belastungsgrad die Tiere dort nicht mehr existieren können. Das Gleiche hat man auch für weitere Lebensgemeinschaften in leicht bis stark belasteten Gewässern festgestellt. Die Tiere können also nach ihrer bevorzugten Gewässergüte und Belastungsgrad unterschiedlichen Gewässergüteklassen zugeteilt werden. Mit Hilfe der Anzahl und der Zusammensetzung der in einem Gewässerabschnitt gefundenen

Arten kann man umgekehrt die Gewässergüte dieses Abschnitts bestimmen. Tierarten, die in diese Klassen eingeteilt sind und zur Bestimmung der Gewässergüte herangezogen werden, nennt man Zeigearten, Indikatororganismen oder Bioindikatoren. Die Einteilung der Gewässergüte anhand der biologischen Eigenschaften nennt man Saprobienindex.

Drei Faktoren spielen neben den vorhandenen Tierarten eine wichtige Rolle bei der Bestimmung des Saprobienindex:

- die Häufigkeit der Tierart (h),
- der Saprobienwert (s), der die Gewässergüte kennzeichnet, in denen die Tierart normalerweise vorkommt,
- das Indikationsgewicht (G) zeigt an, wie stark das Tier auf eine Änderung der Gewässerqualität reagiert.

Zur Untersuchung wird das Gewässer in Bereiche mit ähnlichen Lebensräumen eingeteilt und sorgfältig auf alle darin vorkommenden Lebewesen untersucht. Dann kann man den Saprobienindex berechnen.

Durch regelmäßige Untersuchungen und Errechnung des Saprobienindex kann man Veränderungen und zunehmende Belastungen, aber natürlich auch Verbesserungen der Gewässergüte feststellen.²¹

Tabelle 4: Rechenbeispiel für Saprobienindex

Name	Lat. Name	Häufigkeit	Abundanzzahl	G	s	$\frac{A_i}{G_i}$	$A_i \times G_i \times s$
Schwämme (Porifera)							
Klumpenschwamm	<i>Ephydatia fluviatilis</i>	6	2	8	2,2	16	35,2
Schnecken (Gastropoda)							
	<i>Corbicula fluminalis</i>	30	3	4	2,2	12	26,4
Muscheln (Bivalvia)							
Zebrauschel	<i>Dreissena polymorpha</i>	5	2	4	2,1	8	16,8
Wenigborster (Oligochaeta)							
Glanzwurm	<i>Lumbriculus</i>	323	6	4	3,0	24	72

²¹ vgl. Südwestrundfunk (SWR), Planet Schule (2012), <https://www.planet-schule.de/wissenspool/lebensraeume-im-bach/inhalt/hintergrund/wasserqualitaet.html>, abgerufen Dezember 2018.

	<i>variegatus</i>						
Schlammröhrenwurm	<i>Tubifex tubifex</i>	789	6	8	3,6	48	172,8
Krebse (Crustaceae)							
Bachflohkrebs	<i>Gammarus fossarum</i>	989	6	4	1,5	24	36
Eintagsfliegen (Ephemeroptera)							
Dänische Eintagsfliege	<i>Ephemerella danica</i>	37	4	8	1,8	32	57,6
Steinfliegen (Plecoptera)							
Großer Uferbold	<i>Perla marginata</i>	23	3	8	1,2	24	28,8
Köcherfliegen (Trichoptera)							
Sandhäufchen-Köcherfliege	<i>Agapetus fuscipes</i>	78	4	16	1,0	64	64

Quelle: vgl. SWR, Planet Schule (2012), <https://www.planet-schule.de/wissenspool/lebensraeume-im-bach/inhalt/hintergrund/wasserqualitaet.html>, abgerufen Dezember 2018.

h = Häufigkeit der Tierart

s = Saprobienwert, der die Gewässergüte kennzeichnet, in denen die Tierart normalerweise vorkommt

G = Indikationsgewicht, zeigt an, wie stark das Tier auf eine Änderung der Gewässerqualität reagiert

Somit ergibt sich der folgende Saprobienindex:

$$s = \frac{509,6}{252} = 2,02$$

Wenn diese Liste vollständig ist und wirklich alle vorkommenden Tiere erfasst, dann wäre der Gewässerabschnitt in diesem Beispiel als Gewässergüteklasse II (gering bis mäßig belastet) einzustufen.²²

Gewässergüteklasse I

Das Wasser der Güteklasse I ist von Schadstoffen unbelastet. Es ist klar, nährstoffarm und besitzt das ganze Jahr hindurch einen hohen Sauerstoffgehalt. Der Untergrund besteht aus Kies, Sand und Steinen. Auftretender Schlamm ist höchstens mineralischen Ursprungs und ist kein Faulschlamm. Quellenregionen und

²² Ebd.

gering belastete Oberläufe von Bächen gehören zu dieser Güteklasse. Die Nährstoffarmut dieser Gewässer verhindert eine reiche Pflanzen- und Tierwelt. Hauptsächlich findet man Rot- und Kieselalgen und Bachmoose. An Fischen gibt es Lachse und Forellen, die dieser Region ihren Namen geben. Aber auch Kleintiere kann man unter den Steinen und im Moos antreffen: Steinkrebse, Strudelwürmer, Käfer und Köcherfliegenlarven.²³

Gewässergüteklasse II

Diese Gewässer sind mäßig belastet, aber oftmals noch klar und nur von Zeit zu Zeit durch Algenbildung getrübt. Die Sauerstoffkonzentration unterliegt großen Schwankungen. Wie bei der Güteklasse I ist der Boden kiesig, sandig, steinig und selten schlammig. Aber auch hier findet man keinen Faulschlamm. Durch das etwas höhere Nährstoffangebot wachsen viele Algen und Pflanzen, oftmals sogar flächendeckend. Viele Tiere können hier in großer Anzahl vorkommen, darunter Schnecken, Kleinkrebse, Fliegen- und Mückenlarven und Strudelwürmer.²⁴

Gewässergüteklasse III

Hier ist das Wasser durch Abwassereinleitungen oft stark getrübt. Das Wasser ist mit Nährstoffen übersättigt. Der Sauerstoffgehalt kann unter wenige Milligramm pro Liter fallen. Dadurch kann es zu Fischsterben kommen. Da das Wasser langsamer fließt, lagert sich häufig Faulschlamm zwischen Steinen ab. Obwohl das Nährstoffangebot groß ist, leben kaum Fische in diesem Wasser. Pflanzen- und Kleintiere, die sich an Sauerstoffschwankungen und Nährstoffreichtum angepasst haben, treten in großer Anzahl auf. Hier findet man zum Beispiel Wasserasseln und Rollegel.²⁵

Gewässergüteklasse IV

Übermäßig stark verschmutzte Gewässer zeichnen sich durch häufigen Sauerstoffmangel aus. Die starke Aktivität von Bakterien verringert den Sauerstoffgehalt und führt dazu, dass Fäulnisprozesse ohne Sauerstoffverbrauch ablaufen müssen. Dadurch entstehen giftige Substanzen. Faulschlamm bedeckt den Boden oftmals flächendeckend. Nur wenige Tiere und Pflanzen können in einem solchen Lebensraum überleben. Im Schlamm und Wasser findet man Bakterien, Pilze und Zuckmückenlarven.²⁶

²³ ebd.

²⁴ ebd.

²⁵ ebd.

²⁶ ebd.

2.4.3 Durchführung der Gewässergütebestimmung

Untersuchungen zur Gewässergütebestimmung gliedern sich in folgende Teilschritte:

- a) Wahl des Untersuchungszeitraums: Günstige Bedingungen sind eine stabil niedrige Wasserführung (deutlichere Aussagekraft, Zugänglichkeit), keine unmittelbar vorhergehenden Hochwasser (Abschwemmung der Organismen).
- b) Auswahl des Untersuchungsabschnittes: Untersucht werden sollten jeweils Abschnitte von ca. 100 m bis 200 m Länge oberhalb und unterhalb von Einleitungen oder Einmündungen mit möglichst natürlichen Substraten (Gewässeruntergrund), also keine betonierten Kanäle o. Ä.
- c) Aufsammeln der Organismen möglichst über die gesamte Bachbreite: Günstige Substrate sind Steine, Geröll (auch Unterseiten), Kies, Wasserpflanzen.
- d) Bestimmen der Organismen und Abschätzen der Häufigkeit.
- e) Bewertung und Darstellung der Ergebnisse.²⁷

2.4.4 Verwertung der Gewässergütebestimmung

Die Ergebnisse der biologischen Gewässeruntersuchungen dienen einem Team von Fachleuten als Entscheidungsgrundlage für

- Standortvorgaben bei kommunalen Kläranlagen,
- die Festlegung von (über das gesetzliche Mindestmaß hinausgehenden) Reinigungsanforderungen bei Einleitungen in sensible Gewässer,
- den Nachweis und die Kontrolle von Einleitungen im Rahmen der technischen Gewässeraufsicht.

Sie sind darüber hinaus eine Erfolgskontrolle wasserwirtschaftlicher Maßnahmen und helfen bei der Prüfung, ob die zum Gewässerschutz aufgewendeten Gelder gut angelegt wurden. Als biologische Langzeitdokumentation geben sie Aufschluss darüber, ob die Lebensgemeinschaften sich langfristig verändern (Artenschwund, Artenverschiebung, Einwanderung untypischer Arten). Mögliche Ursachen einer Verschlechterung der Gewässergüte sind

- ungeordnete Abwasserbeseitigung, z. B. aus unzureichend kanalisierten Gemeindeteilen („Bürgermeisterkanäle“),
- nicht ausreichend reinigende Kläranlagen,
- stoßartige (nicht kontinuierliche) Belastungen aus sonstigen Einrichtungen, z. B. Regenüberläufen,
- Einleitungen gewerblicher Betriebe (sog. Direkteinleiter) mit unzureichend arbeitenden eigenen Reinigungsanlagen,
- Einträge von Gülle, Jauche und Silosickersaft,

²⁷ vgl. Lernort Gewässer. Hrsg. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen. S. 123.

- diffuse Einträge aus landwirtschaftlichen Nutzflächen.²⁸

2.4.5 Bestimmung der physikalisch-chemischen Wasserqualität

Physikalisch-chemische Messgrößen sind Merkmale zur Beschreibung der Wasserbeschaffenheit. Die Wassertemperatur und der pH-Wert, organische Stoffe, Nährstoffe wie Phosphor und Stickstoff, aber auch Spuren- und Schadstoffe (z. B. Schwermetalle) gehören beispielsweise dazu. Im Bachwasser sind durchschnittlich etwa 0,5 bis 1 g pro Liter an Salzen, Nährelementen und Spurenstoffen gelöst. Einzelstoffe wie z. B. Nitrat oder Ammonium kommen dabei häufig in der Größenordnung von 0,1 bis 10 mg pro Liter vor.

Physikalisch-chemische Messwerte

- werden zur Bewertung der Wasserqualität in nutzungsorientierten Ansätzen (z. B. bei der Formulierung von Richt- und Grenzwerten) herangezogen,
- erlauben die stoffbezogene Erfassung einzelner Belastungsquellen und der Stoffumsätze im Gewässer,
- sind Grundlage für Bilanzierungen.²⁹

2.4.6 Einflussgrößen bei chemischen Messungen

Eine einmalige chemische Untersuchung liefert jedoch nur ein Augenblicksbild, weil die Gehalte der einzelnen Stoffe nicht konstant bleiben. Für eine Reihe einfach bestimmbarer Messgrößen, listet Tabelle 6 wesentliche Einflussgrößen und ihre Konsequenzen auf.

Die Bedeutung der Wassertemperatur als wesentliche Steuergröße soll im Folgenden exemplarisch erläutert werden. Die Temperatur beeinflusst z. B. die Sauerstoffverhältnisse ganz wesentlich, weil Sauerstoff im Wasser aus physikalischen Gründen nur bis zu einer bestimmten Menge gelöst werden kann. Es ist deshalb wichtig zu wissen, ob ein Gehalt von beispielsweise 7 mg bei 4 ° C oder bei 20 ° C gemessen wurde. Wird neben dem Sauerstoffgehalt zugleich auch die Temperatur bestimmt, kann man mit dem sog. Sauerstoffsättigungswert die Abweichungen vom Optimalwert ermitteln.

- *Sauerstoffdefizite* (Werte unter 100 %) treten in Gewässern dann auf, wenn Abbauprozesse überwiegen. Sie sind häufig ein Hinweis auf eine Belastung mit organischen Schmutzstoffen. Niedermoorbäche („Moosbäche“) können jedoch auch natürlicherweise (durch Abbau der Huminstoffe) sauerstoffuntersättigt sein.
- *Sauerstoffübersättigungen* (Werte über 100 %) treten auf, wenn Aufbauprozesse

²⁸ Quelle: vgl. Lernort Gewässer. Hrsg. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen. S. 120.

²⁹ Ebd.

überwiegen. Wenn Produzenten (Wasserpflanzen, Aufwuchsalgen oder Schwebalgen) die Pflanzennährstoffe verwerten und dabei Sauerstoff produzieren, können Übersättigungen auftreten, die ein Maximum am Nachmittag von Schönwettertagen erreichen. Diese Gewässer sind oft auch durch starke Verkrautungen, glitschige braune Überzüge auf Steinen oder aber hohe Algentrübe gekennzeichnet. Die Temperatur beeinflusst ferner die Geschwindigkeit der Stoffumsetzungen im Gewässer. Sie wirkt sich auch bei Kläranlagen mit einem verminderten Stickstoffabbau im Winter (bei niedrigeren Abwassertemperaturen) aus. Deshalb treten z. B. die höchsten Ammoniumgehalte im Gewässer normalerweise im Winter auf.³⁰

Tabelle 5: Vergleich biologischer und chemischer Methoden der Gewässerzustandsbeschreibungen von Fließgewässern

Vergleichsgrundlage	Biologische Methoden	Chemische Methoden
Datengrundlage	Organismen, Gruppen	Stoffe, Stoffgruppen
Probenahme	Gewässersubstrate (Bäche) Wasserkörper (Seen)	Wasserkörper (Schwebstoffe, Sedimente)
Methode	empirisch-beschreibend	chemisch-analytisch, genormt
Probenhäufigkeit	gering (z. B. einmal pro Jahr)	vielmals erforderlich (Statistik)
Information	Zusammensetzung, Häufigkeiten	Messsignal
Auswertung	Güteklasse, Saprobienindex	Stoffgehalt (Konzentration)
stoffspezifischer Nachweis	gering	hoch
Stoffwechselwirkungen	erfasst	nicht erfasst
zeitliche Gültigkeit (Integration)	groß: Wochen bis Jahre	gering: Stunden bis Tage
Aussage	Gewässergüte	Wasserbeschaffenheit

Quelle: Quelle: vgl. Lernort Gewässer. Hrsg. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen. S. 128.

³⁰ Quelle: vgl. Lernort Gewässer. Hrsg. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen. S. 120.

Tabelle 6: Auswirkungen wesentlicher chemischer Messgrößen auf die Wasserqualität der Fließgewässer

Stoffe	Einflussgröße	Konsequenz
Sauerstoffgehalt	Temperatur	Sauerstoffsättigung
Sauerstoffgehalt	biologische Umsetzungen	Über-/Untersättigung
Ammoniumgehalt	biologische Umsetzungen	Stoffabbau, Sauerstoffverbrauch
Salzgehalt (z. B. Chlorid)	Abfluss	Verdünnung bei Hochwasser
Phosphatgehalt	Abfluss	Zunahme bei Hochwasser

Quelle: vgl. Lernort Gewässer, Hrsg. Bayrisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, S. 128.

2.5 Was ist Wasser chemisch gesehen?

Das Wasservorkommen der Erde belaufen sich auf ca. 1,4 Milliarden km³. 97 % davon ist Salzwasser, 3 % Süßwasser. Jedoch ist nur etwa 1 % des Süßwassers auf der Erde direkt nutzbar. Der Rest ist in großen Eismassen gebunden. Nur etwa 0,3 % der weltweiten Süßwasservorräte sind als Trinkwasser verfügbar. Das sind rund 123.000 km³.³¹

Insgesamt liegen 98,233 % des Wassers in flüssiger, 1,766 % in fester und 0,001 % in gasförmiger Form vor. Auf Antrag Boliviens erklärte die UN Vollversammlung am 28.07.2010 den Zugang zu sauberem Trinkwasser und zu sanitärer Grundversorgung zum Menschenrecht. Es stimmten 122 dafür und 41 enthielten sich der Stimme, darunter die USA, Kanada und 18 EU Staaten.³²

2.5.1 Wasser im menschlichen Körper

Wasser dient im menschlichen Körper als:

- Zellbaustoff
- als Lösungs- und Transportmittel im Stoffwechselgeschehen
- zur Steuerung des Säure-Basen-Haushalts und
- zur Temperaturregulierung des Körpers³³

³¹ vgl. p. Stadler et. al., Wasser - Quelle des Lebens, Hrsg. Unicef.

³² vgl. K. Ehlert, Wasserphänomene, Hrsg. Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, <https://www.smul.sachsen.de/ltv/26920.htm>, abgerufen Dezember 2018.

³³ vgl. Forum Mineralwasser, www.forum-mineralwasser.at, abgerufen Dez.2018.

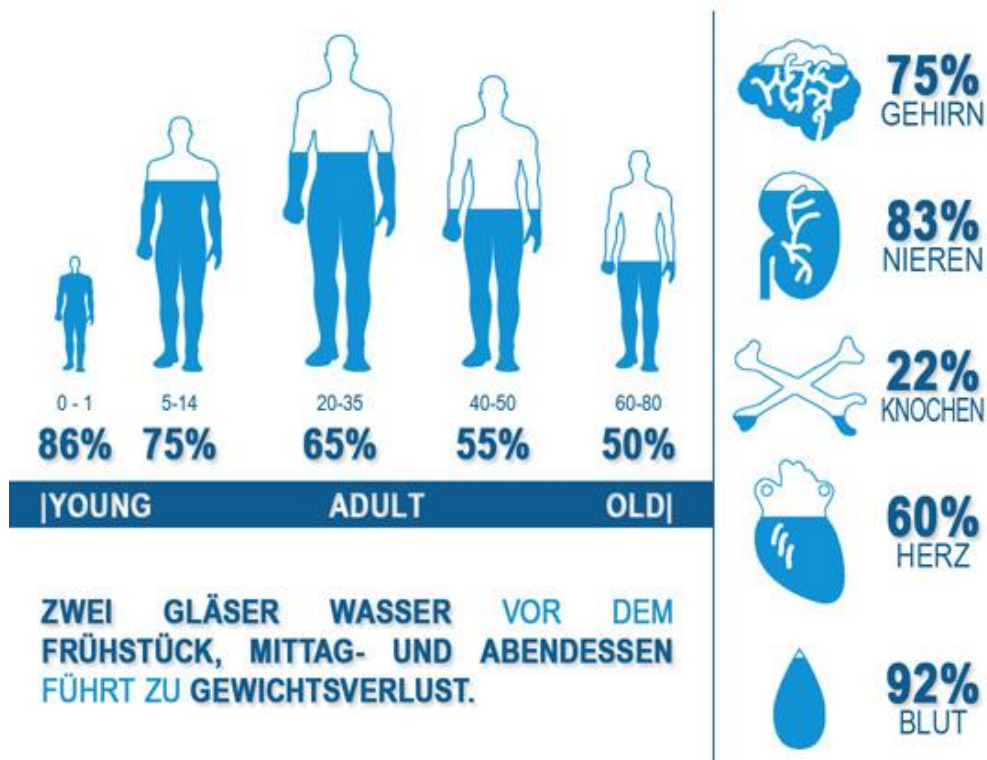


Abbildung 8: Wasser im menschlichen Körper

Quelle: vgl. Forum Mineralwasser, www.forum-mineralwasser.at, abgerufen Dez.2018.

Obwohl Wasser immer wieder als Element bezeichnet wird, wie z. B. in der Vier-Elementen-Lehre von Aristoteles (neben Feuer, Luft und Erde) oder in der taoistischen Fünf-Elementen-Lehre (neben Holz, Feuer, Erde und Metall), ist es chemisch gesehen jedoch kein Element, obwohl dies sehr lange angenommen wurde. Tatsächlich ist Wasser eine Verbindung von zwei Elementen, nämlich Wasserstoff und Sauerstoff (H_2O).

Die kleinst mögliche Form von Wasser ist das Wassermolekül, welches an einem Ende positiv und am anderen Ende negativ geladen ist. Die einzelnen Wassermoleküle ziehen einander an und bilden schließlich Tropfen. Die Anziehungskraft der Wassermoleküle wirkt jedoch nur nach innen in alle Richtungen gleich. Nach außen hin bildet sich eine Art „Haut“, die sogar Insekten wie die Wasserspinne oder den Wasserläufer trägt. Dieses Phänomen wird als **Oberflächenspannung** bezeichnet. Darum perlt Wasser auch von einem Regenschirm ab, während Alkohol den Schirm nass macht.

Wasser ist ein ausgezeichnetes **Lösungsmittel**. Daher kommt Wasser natürlich nie in reinem Zustand vor. Es hat je nach dem Ort der Herkunft die unterschiedlichsten Stoffe in sich gelöst. Darum enthält unser Trinkwasser immer auch viele gesunde Mineralien wie Magnesium oder Kalzium.

Wasser ist die einzige chemische Verbindung auf der Erde, die natürlich in allen **drei Aggregatzuständen** vorkommt (fest als Eis, flüssig und gasförmig als Dampf). Wasser hat bei 3,98 °C die größte Dichte, ist also bei dieser Temperatur am schwersten (1000 kg/m³), so dass Eis auf Wasser schwimmt. ³⁴

2.5.2 Anomalie des Wassers

Die unregelmäßige Wärmeausdehnung von Wasser mit dem Dichtemaximum bei 4°C wird als Anomalie bezeichnet. Alle Stoffe ziehen sich bei Kälte zusammen und gewinnen an Dichte, wobei in einer Flüssigkeit kalte Schichten nach unten und warme Schichten nach oben wandern. Wäre das Wasser normal, würde es sich im Winter durch die Zirkulation so lange abkühlen, bis es bei extrem kühler Witterung vom Grunde her gefriert. Das wäre der Tod für Wassertiere und -pflanzen. Bei 4°C hat Wasser jedoch bereits seine größte Dichte und Schwere.

Wird es unter 4°C abgekühlt, beginnt es sich wieder auszudehnen. Das Wasser verliert beim Übergang vom flüssigen in den festen Aggregatzustand sprunghaft an Dichte. Sein Volumen dehnt sich um 10 % aus, d.h. seine Dichte verringert sich. Deshalb geht Eis auch nicht unter sondern schwimmt auf dem Wasser. Dort bildet es eine wärmende, schützende Schicht auf der Oberfläche.

Im Vergleich zu anderen Flüssigkeiten erwärmt sich Wasser äußerst schlecht. Ein Glück, sonst würden im Sommer sämtliche Gewässer auf dem Lande austrocknen und der Regen an heißen Tagen schon in der Luft verdunsten und nicht bis zur Erde gelangen. ³⁵

2.5.3 Oberflächenspannung von Wasser

Wasser hat eine außerordentlich hohe Oberflächenspannung. Diese Eigenschaft ermöglicht dem Wasser unter anderem, sich in Kapillaren hochzuziehen, was einmalig ist. Jede Pflanze wird durch Kapillargefäße versorgt. Befindet sich Wasser in Kapillaren, scheint es sich von sämtlichen physikalischen Gesetzmäßigkeiten zu lösen. Bei Versuchen stellte sich heraus, dass Wasser in Kapillaren bei -30°C noch nicht gefror, sondern in einen dickflüssigen Zustand überging. Sogar bei -70°C bildete sich in der Kapillare kein Eis, sondern eine glasartige Masse. Ein fantastischer Überlebensaspekt für alle Frühblüher und überwinternden Pflanzen.³⁶

³⁴ vgl. K. Ehlert, Wasserphänomene Hrsg. Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, <https://www.smul.sachsen.de/ltv/26920.htm>, abgerufen Dezember 2018.

³⁵ ebd.

³⁶ ebd.

2.5.4 Dipolcharakter des Wassers

Wassermoleküle sind aufgrund der Ladungsverteilung (O-Atom ist negativer Pol, H-Atome sind positiver Pol) Dipole, die auch elektrische Eigenschaften besitzen. Durch Elektrostatik und Ladungstrennung kann Wasser daher verbogen werden.

Durch seinen Dipolcharakter ist Wasser in der Lage, fast alle Stoffe in sich zu lösen und ist Reaktionspartner bei chemischen Prozessen. Das funktioniert so:

Ein Atom mit einer positiven Ladung hat einen Mangel an Elektronen. Ein Atom mit einer negativen Ladung hat einen Überschuss. Das Ziel aller Atome ist eine ausgeglichene Anzahl von Elektronen. Deshalb gehen sie Bindungen ein. Wasser besteht aus zwei positiv geladenen Wasserstoffatomen und einem negativ geladenen Sauerstoffatom. Wird ein Stoff ins Wasser gegeben, der ebenfalls ein Dipol ist, verbinden sich die negativ geladenen Atome mit dem Wasserstoff. Die positiv geladenen Atome verbinden sich mit dem Sauerstoff. Die ursprüngliche Bindung wird aufgelöst. Übrigens: Stoffe, die keine Dipole sind, sind nicht oder nur schwer in Wasser löslich (z.B. Öl).³⁷

Tabelle 7: Wasser auf einem Blick

Eigenschaften	Einheit	Effekt
größte Dichte bei:	3,98°C (bei normalen Druckverhältnissen)	Bei kühleren Temperaturen wird Wasser wieder leichter – deshalb schwimmt Eis.
höchste Wärmekapazität aller Flüssigkeiten:	75,366 J/(mol·K) = 4,18 kJ/(kg·°K ⁻¹)	Dadurch sind große Wasserkörper – wie Ozeane – gute Wärmespeicher.
größte <u>Oberflächenspannung</u> aller Flüssigkeiten (außer Quecksilber):	72mN/n (bei +20°C und feuchter Luft)	Durch die große <u>Oberflächenspannung</u> können manche Insekten auf der <u>Wasser-oberfläche</u> laufen. <u>Durchstößt es jedoch die Oberfläche</u> , gibt die Spannung an dieser Stelle nach und das Insekt kann untergehen.
größte Verdampfungswärme aller Flüssigkeiten:	40,7 kJ/mol = 2256 kJ/kg	Wasser verdampft nur langsam. Um Wasser in Dampf zu verwandeln, muss sehr viel Energie zugegeben werden, die beim Kondensieren wieder frei wird. Auf dieser Verdunstungskälte basiert der kühlende Effekt der Transpiration.
hohe Schmelzwärme:	6,01 kJ/mol = 333 kJ/kg	Wasser schmilzt nur langsam. Um Eis in Wasser zu verwandeln, muss sehr viel Energie zugegeben werden. Ohne diesen Effekt würden Eis und Schnee so schnell schmelzen, dass enorme Hochwasserkatastrophen entstehen.
sehr geringe Wärmeleitfähigkeit:	0,6 W/(m·K)	Daher ist Wasser ein gutes Isolier- und Kühlmittel.

Quelle: Leopold Lukschanderl (1991): Wasser: der Stoff, der zwar gewöhnlich aussieht, aber ganz außergewöhnliche Eigenschaften besitzt. Wien.

Quelle: Vgl. K. Ehlert, Wasserphänomene Hrsg. Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, <https://www.smul.sachsen.de/ltv/26920.htm>, abgerufen Dezember 2018.

³⁷ ebd.

2.6 Virtuelles Wasser

Zum Einstieg dient ein Wasserquiz: Die Lehrkraft bringt verschiedene Lebensmittel mit, zum Beispiel Orangensaft, Reis, Tee, Bananen, Kaffee. Die Klasse rät: In welchem Lebensmittel "steckt" das meiste Wasser? Danach erläutert der/die Moderator/in die Bedeutung des virtuellen Wassers und gibt anhand der unten stehenden Grafiken die Ergebnisse zu dem Quiz.

„Virtuelles Wasser“ beschreibt, welche Menge Wasser in einem Produkt oder einer Dienstleistung enthalten ist oder zur Herstellung verwendet wird. Mit der Berechnung des virtuellen Wasserfußabdrucks, den ein Produkt oder eine Dienstleistung hat, lässt sich die ökologische Situation der Produktionsbedingungen bewerten. Der Anbau von Obst im Wüstenklima erfordert beispielsweise mehr Wasser als in gemäßigten Zonen. Zum anderen können über den Wasserfußabdruck internationale Wasserbeziehungen abgebildet werden.³⁸

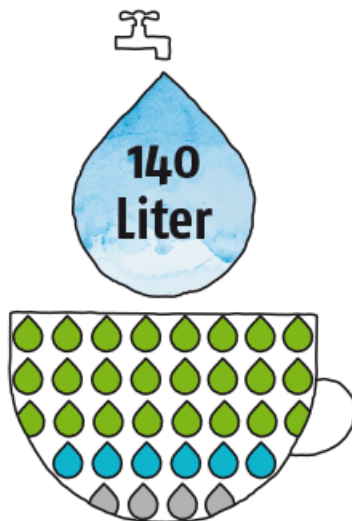


Abbildung 9: Verbrauch von virtuelles Wasser bei Kaffee

Quelle: Vereinigung Deutscher Gewässerschutz, www.vdg.durstige-gueter.de/virtuelles_wasser.html, abgerufen Dez. 2018.

Ein Beispiel aus dem Garten

Karin hat in ihrem Garten ein Tomatenbeet angelegt. Im Juni und Ende Juli regnete es wenig und sie musste öfter gießen. Jetzt kann sie ihre eigenen Tomaten essen. Aus der Größe ihres Beetes und der Menge der geernteten Früchte lässt sich

³⁸ Vgl. Vereinigung Deutscher Gewässerschutz, www.vdg.durstige-gueter.de/virtuelles_wasser.html, abgerufen Dez. 2018.

berechnen, wie viel Regen und wie viel Gießwasser für jedes kg Tomaten nötig waren. Diese Anteile an Regen- und Gießwasser kann man auch grafisch als Balken darstellen: Ein langer grüner Balken für den Regen, ein kleinerer blauer für das Bewässerungswasser. Zusammen bilden sie das „virtuelle Wasser“.

Selbstverständlich ist dieses Wasser nicht komplett verschwunden, als Wasserdampf ist es durch die Pflanzen in die Atmosphäre gelangt und kehrt irgendwo als Regen auf die Erde zurück. Zunächst wurde es aber verbraucht, weil es für diesen und nicht für einen anderen Zweck genutzt wurde.

Was sich für das Tomatenbeet berechnen lässt, kann man prinzipiell für alle Produkte ermitteln. So erhält man einen „Wasserfußabdruck“.³⁹

³⁹ ebd.

Der **Wasserfußabdruck** eines Produkts ist das Quantum Wasser, das zur Herstellung einer bestimmten Menge des Produkts genutzt wurde. Unterschieden werden drei Wasseranteile.

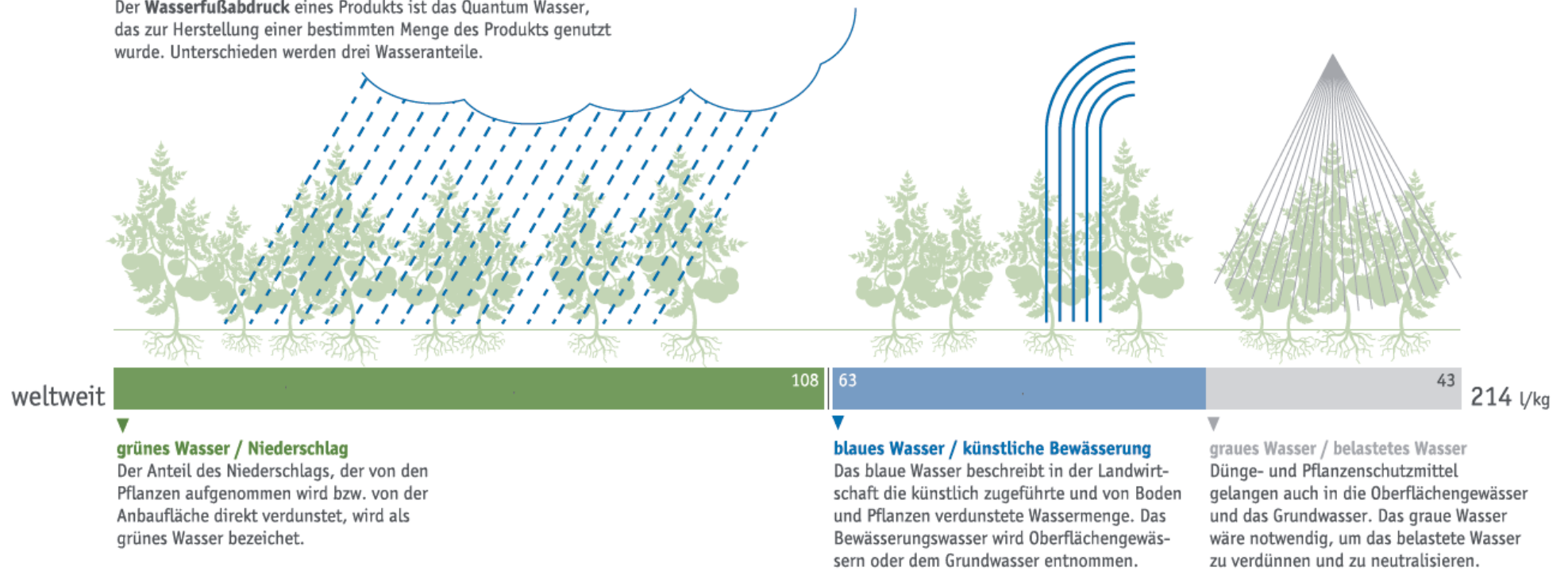


Abbildung 10: Virtuelles Wasser

Quelle: vgl. Vereinigung Deutscher Gewässerschutz, Virtuelles Wasser <http://vdg.durstige-gueter.de/einfuehrung.html>, abgerufen Dez. 2018.

Im Folgenden werden der Verbrauch von virtuellem Wasser bei unterschiedlichen Produktgruppen dargestellt:

Weizen

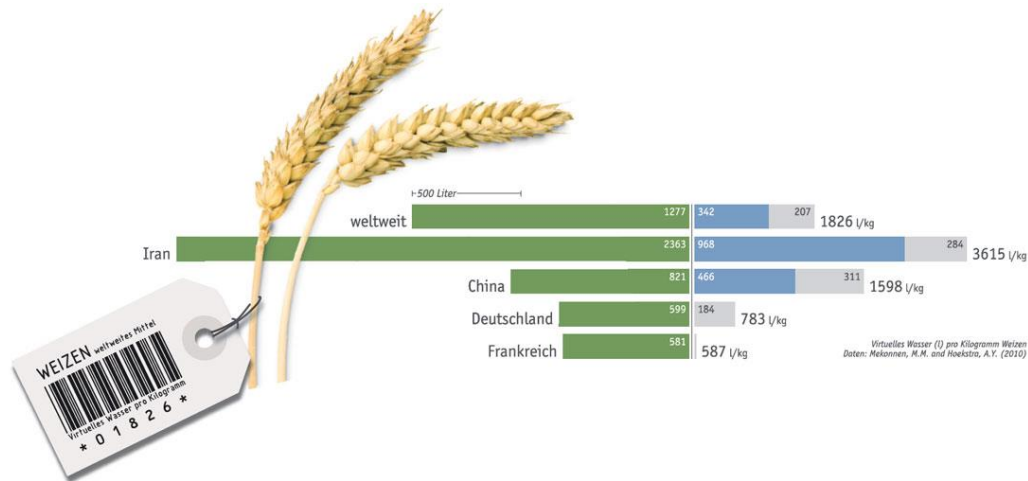


Abbildung 11: Virtuelles Wasser – Weizen

Vgl. Vereinigung Deutscher Gewässerschutz, Virtuelles Wasser, <http://vdg.durstige-gueter.de/getreide.html>, abgerufen Dez. 2018.

Fleisch



Abbildung 12: Virtuelles Wasser – Fleisch

vgl. Vereinigung Deutscher Gewässerschutz, Virtuelles Wasser, <http://vdg.durstige-gueter.de/fleisch.html>, abgerufen Dez. 2018.

Obst

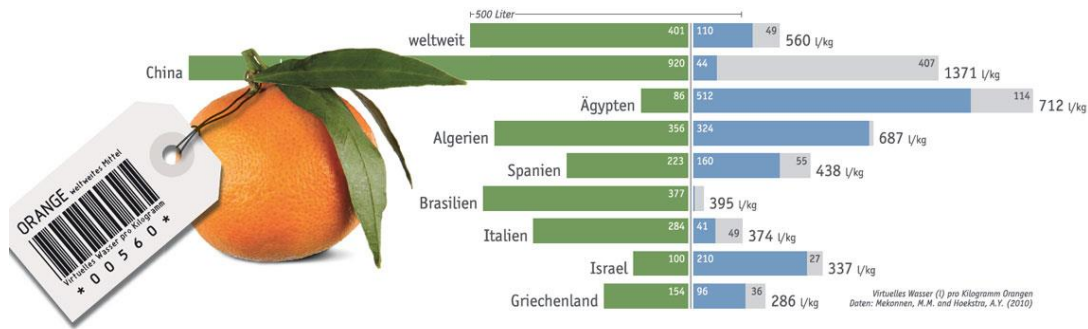


Abbildung 13: Virtuelles Wasser – Obst

vgl. Vereinigung Deutscher Gewässerschutz, Virtuelles Wasser, <http://vdg.durstige-gueter.de/obst.html>, abgerufen Dez. 2018.

Baumwolle

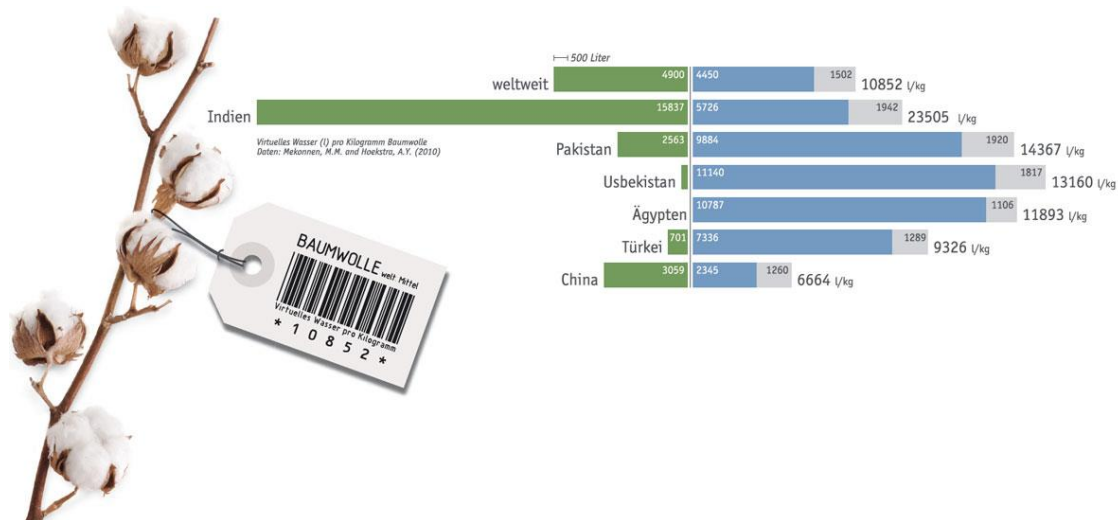


Abbildung 14: Virtuelles Wasser – Baumwolle

vgl. Vereinigung Deutscher Gewässerschutz, Virtuelles Wasser, <http://vdg.durstige-gueter.de/baumwolle.html>, abgerufen Dez. 2018.

A Kennenlernspiele, Erwartungsabfragen

A.1 Erwartungsabfrage

Dauer: ca. 10 – 15 min.

Gruppengröße: 5 – 35 Personen

Alter: ab ca. 12 Jahre

Material: Flipchart, Stifte

An einer Wandzeitung äußern die Teilnehmerinnen und Teilnehmer in Schlagworten ihre Erwartungen an die Veranstaltung. Die Anfangsbuchstaben entsprechen den Buchstaben eines Impulsbegriffs.

Verlauf / Beschreibung:

1. Die Lehrkraft bereitet einen Flipchart vor. Als Überschrift steht "Meine Erwartungen ..." zu lesen. Darunter wird ein Impulsbegriff zum Thema der Veranstaltung (z.B. Wasserstoff, Wasser, Meer, Wasserhaushalt, Hochwasser, Schwimmen etc.) in Großbuchstaben geschrieben (senkrecht oder waagerecht - aber mit genügend Abstand zwischen den Buchstaben).
2. Die ankommenden Teilnehmerinnen und Teilnehmer werden nun gebeten, ihre Erwartungen aufzuschreiben. Die Begriffe oder auch Halbsätze müssen mit einem der Buchstaben des Impulsbegriffs beginnen und werden in die zum Buchstaben gehörigen Spalten bzw. Zeilen geschrieben.
3. Es ist nicht notwendig (und auch nicht immer möglich), dass jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer eine Erwartung notiert. Die Lehrkraft sollte die Teilnehmerinnen und Teilnehmer anregen, sich auszutauschen und ihre Erwartungen miteinander zu vergleichen und gemeinsame Begriffe zu finden.
4. Anschließend wird das Flipchart gemeinsam angeschaut und kurz ausgewertet.

Hinweise zur Durchführung:

- Es ist möglich, die Wandzeitung am Ende oder auch nach Beendigung eines Arbeitsabschnitts wieder anzuschauen und zu überprüfen, ob die geäußerten Erwartungen sich erfüllt haben, hinfällig geworden sind oder sogar übertroffen wurden.

- Gerade bei größeren Gruppen kann die Erwartungsfrage einige Zeit in Anspruch nehmen. Es ist möglich, gleichzeitig mehrere Plakate anzubringen und diese dann zu einem Plakat zusammenzuführen.
- Der Impulsbegriff kann „lebendig“ angebracht werden, wie z.B. wellenförmig, im Halbkreis oder diagonal, so dass die Buchstaben nicht immer am Anfang stehen, sondern auch mal in End- oder Mittelstellung.

A.2 BINGO/ Rasender Reporter

Dauer: je nach Gruppengröße ca. 15 min.

Gruppengröße: 10 - 35 Personen

Alter: ab ca. 10 Jahren

Material: Stifte, Papier

Es werden fünf Fragen vorgegeben, die die Teilnehmer/-innen einzeln für sich zu beantworten haben. Hat jeder die Fragen für sich beantwortet, gehen alle Teilnehmer durch den Raum und suchen eine andere Person, welche genau diese Frage ebenso für sich beantwortet hat. Hat man diese Personen gefunden, muss man sich dies mit einer Unterschrift auf seinem Zettel bestätigen lassen und gleichzeitig auch der anderen Person für die Übereinstimmung der Antworten eine Unterschrift geben. Wer als erstes hinter jeder Frage eine Unterschrift hat, ist Gewinner. Welche Fragen zur Auswahl stehen, ist nicht vorgegeben. Beispiel: Wie viele Geschwister hast du? Oder was ist deine Lieblingsfarbe...usw. Themenbezogene Fragen könnten sein:

- Trinkst Du Wasser aus der Leitung?
- Gehst Du lieber Baden statt Duschen?
- Schwimmst Du lieber im Meer als im See?

Es macht sicherlich Sinn eine Mischung aus themenbezogenen und allgemeinen Fragen zu wählen.

A.3 Aufstellen nach Eigenschaften (Datenverarbeitung):

Dauer: je nach Gruppengröße ca. 10-15 Minuten

Gruppengröße: 10-35 Personen

Alter: ab ca. 10 Jahren

Material: So viele Stühle wie Teilnehmer oder besser eine niedrige kleine Mauer im Freien.

Alle Teilnehmer/-innen stellen sich auf Stühle bzw. eine Mauer. Nun werden vom Spielleiter Aufgaben gestellt. Die Teilnehmer/-innen sollen sich zum Beispiel der Größe nach aufstellen. Da es auf den Stühlen der Mauer ziemlich eng ist, gibt es ein paar Regeln. Keiner darf den Boden berühren oder sich an irgendeinem Gegenstand festhalten (Baum, Wand). Sollte das dennoch passieren, muss die gesamte Gruppe nochmals von vorne beginnen. Man kann nach allem möglichen sortieren (Alter, Geburtsmonat, Haarfarbe...)

Anmerkung: Die Teilnehmer kommen bei diesem Spiel zu einem Körperkontakt. Außerdem kann man durch gezielte Fragen erreichen, dass die Teilnehmer miteinander ins Gespräch kommen.

A.4 Teilnehmer erraten

Dauer: je nach Gruppengröße 15 – 25 min.

Gruppengröße: 10 - 20 Teilnehmer

Material: Klebeband, Stifte, Blätter

Die Gruppe hockt sich zusammen in einen Stuhlkreis oder ähnliches. Dann lässt man das Klebeband herumgehen und jeder soll sich ein Stück abreißen, seinen Namen darauf schreiben und auf seine Brust kleben.

Danach werden Blätter ausgeteilt, auf die die Teilnehmer ihre z.B. Hobbies, Lieblingessen, Lieblingsmusik, Schuhgröße, etc. schreiben. Danach legt jeder seinen Zettel in die Mitte in eine Box (eventuell Zettel mischen)...

Dann holt sich ein Teilnehmer ein Blatt und liest es laut vor. Anschließend versucht er zu erraten, welcher Teilnehmer/-innen es sein könnte...(andere Teilnehmer/-innen können ihm helfen)... die erratene Person kommt nun nach vorne und nimmt sich auch ein Blatt... selber Vorgang... bis jeder mal dran war...

Anmerkung: Problem ist, dass am Ende nicht viele Teilnehmer/-innen übrigbleiben und somit das Raten immer leichter wird.

A.5 Rotierendes Partnergespräch

Dauer: ca. 10 - 20 min.

Gruppengröße: 5 – 40 Personen

Alter: ab ca. 12 Jahre

Material: nicht notwendig

Eine Methode, Gedanken, Meinungen, Ergebnisse oder auch Hausaufgaben untereinander auszutauschen, ist das so genannte „Rotierende Partnergespräch“ oder auch „Kommunikatives Stühlerücken“.

Dazu bilden die Teilnehmer/innen am besten einen großen Stuhlkreis. Jetzt zählt die Lehrkraft der Reihe nach ab: A – B, A – B, A – B,... Die „B's“ nehmen nun ihren Stuhl, tragen ihn in den Innenbereich und setzen sich den vormals rechts von ihnen sitzenden „A's“ gegenüber.

Zuerst beginnen die im Innenbereich sitzenden Teilnehmer/-innen, den ihnen gegenüber im Außenbereich sitzenden Teilnehmer/-innen z. B. Arbeitsergebnisse vorzutragen. Danach fassen die außen sitzenden Teilnehmer/-innen das zusammen, was sie gehört haben und tragen im Anschluss daran ihre Arbeitsergebnisse dem Gegenüber vor.

Auf ein Zeichen der Lehrkraft rücken nun die im Innenbereich sitzenden Teilnehmer/-innen zwei Plätze nach links. Sie sitzen nun einer anderen Person gegenüber. Jetzt beginnen zuerst die außen sitzenden Teilnehmer/-innen ihre Ergebnisse vorzutragen.⁴⁰

Anmerkung: Das rotierende Partnergespräch kann auch ohne Stühle im Stehen durchgeführt werden.

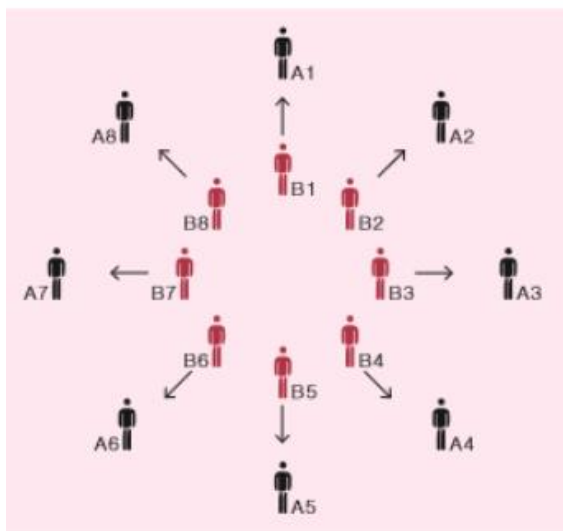


Abbildung 15: Rotierendes Partnergespräch

Quelle: vgl. L. Scholz, Hrsg. Bundeszentrale für politische Bildung / bpb, S4. Ff.

⁴⁰ vgl. L. Scholz, Hrsg. Bundeszentrale für politische Bildung / bpb, S4. ff.

B Gruppenbildungsprozesse

In diesem Kapitel werden verschiedene Möglichkeiten zur neutralen Gruppenbildung vorgestellt. Diese Methode ist oft notwendig, da sich ansonsten immer wieder die gleiche Gruppenzusammensetzung bildet.

B.1 Fäden ziehen

Dauer: ca. 5 min.

Gruppengröße: 5 – 40 Personen

Alter: egal

Material: nicht notwendig

Der Spielleiter/-in hält ein Bündel Fäden in der Hand. Jeder nimmt sich ein Fadenende. Der Leiter/-in lässt nun das Bündel los. Die Personen, die jeweils denselben Faden in den Händen halten, bilden ein Paar für das nächste Spiel. Werden Gruppen mit mehreren Personen gebildet, dann kann das Spiel mehrmals wiederholt werden, bis die Gruppeneinteilung zusammengestellt wurden.

B.2 Stuhltreffen

Dauer: ca. 5 min.

Gruppengröße: 5 – 40 Personen

Alter: egal

Material: Stühle

Es werden im Gruppenraum verschiedene (stabile) Stühle aufgestellt, je nach Anzahl der geplanten Gruppen. Zunächst laufen alle bei Musik im Raum umher. Bei Musikstopp versuchen die Mitspieler sich auf die Stühle zu stellen. Dabei wird zuvor die maximale Anzahl an Spielern pro Stuhl vorgegeben. Die jeweils auf einem Stuhl stehenden Spieler bilden anschließend eine Mannschaft. (In der Regel können 5-7 Personen auf einem stabilen Stuhl Platz finden).

B.3 Gegenteiliges

Dauer: ca. 5 min.

Gruppengröße: 5 – 40 Personen

Alter: egal

Material: nicht notwendig

Es sollen sich immer Paare bilden, die etwas Gegenteiliges haben. Junge – Mädchen, blonde Haare – dunkle Haare, Groß – Klein. Dies kann auch mit Gruppengrößen für 3 bis 4 Personen durchgeführt werden.

B.4 Gemeinsames

Dauer: ca. 5 min.

Gruppengröße: 5 – 40 Personen

Alter: egal

Material: nicht notwendig

Es sollen sich immer Paare bilden, die etwas Gemeinsames haben. Junge – Junge, blonde Haare – blonde Haare, Groß – Groß. Dies kann auch mit Gruppengrößen für 3 bis 4 Personen durchgeführt werden.

B.5 Klein-Gruppenbildung

Dauer: ca. 5 min.

Gruppengröße: 5 – 30 Personen

Alter: egal

Material: nicht notwendig

In einem undurchsichtigen Behälter, besser noch einem hübschen Säckchen befinden sich z.B. Tierfiguren oder Legosteine. Je nach Anzahl der Anwesenden müssten Figuren oder Steine enthalten sein.

Beispiel: Es sind 40 Personen zu einem Wochenende zusammen gekommen, die sich größtenteils nicht kennen. Im Säckchen befinden sich jeweils 5 Pferde, 5 Kühe, 5 Hunde etc. oder 10 rote, 10 blaue, 10 gelbe und 10 grüne Legosteine. Wenn jeder seine Figur oder Legofarbe hat, gruppieren sich die Pferde, Kühe etc. bzw. Roten, Blauen, etc. zu Kleingruppen. In der Kleingruppe kann man dann weitere nachgeordnete Kennenlernspiele machen oder schon in die Workshop-Situation mit einzelnen Aufgaben gehen.

B.6 Homogenität

Dauer: ca. 5 min.

Gruppengröße: 5 – 40 Personen

Alter: egal

Material: nicht notwendig

Bei Themenabenden kann es sinnvoll sein, zunächst nach der Meinung zu dem ein oder anderen Thema zu fragen. Jede Person sucht sich eine Ecke aus, oder stellt sich je nach „Übereinstimmungsgrad in einer Linie auf, die „Zustimmung“, „teilweise Zustimmung“ oder „strikte Ablehnung“ darstellt. Daraufhin werden die Gruppen gebildet, indem in der Mitte, oder je nach einem Drittel geteilt wird.

C Recherchieren, Dokumentieren, Präsentieren, Wissen festigen

C.1 Weltmeere als geografischer Raum – Arbeit mit dem Atlas und Recherche im Internet

Dauer: ca. 1 – 1,5 Stunden

Gruppengröße: 5-40 Teilnehmer

Material: Atlanten, Internetzugang

Die Schüler/-innen sollen in dieser Übung Informationen aus Atlanten herausarbeiten sowie diese durch eigene Recherche im Internet ergänzen. Falls kein Internetanschluss vorhanden ist, kann die Aufgabe auch auf die Dokumentation der Information aus den Atlanten beschränkt werden.

Die Schüler/-innen sollen sich in Gruppen mit 2-3 Personen zusammenschließen (vgl. hierzu Kap. B.4). Sie erhalten folgende Aufgabe:

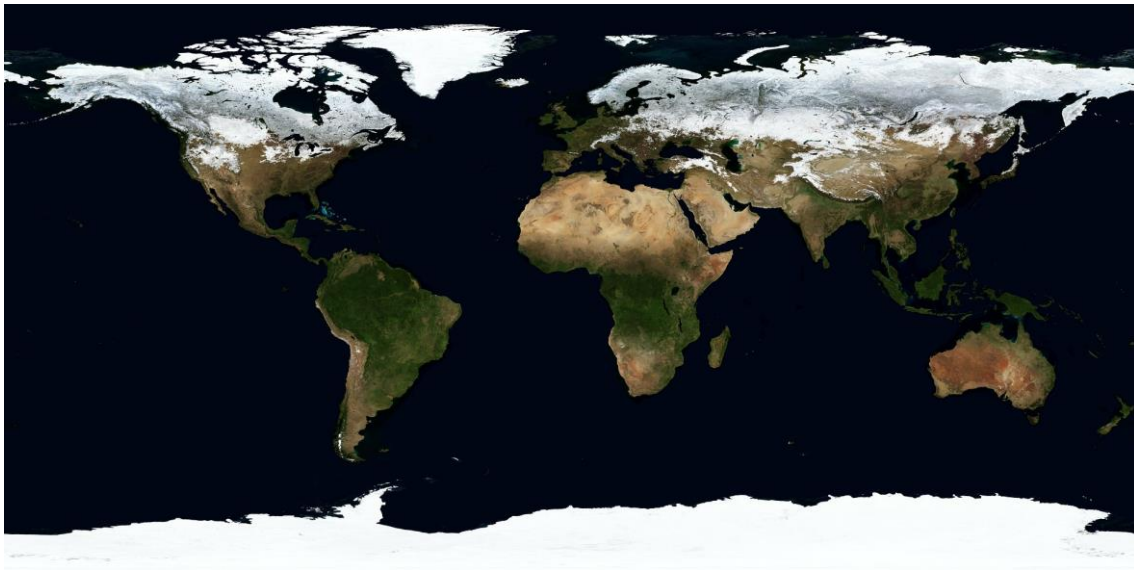


Abbildung 16: Weltkarte

Quelle: pixabay, <https://pixabay.com/de/erde-landkarte-winter-karte-januar-11047/>, abgerufen Dez.2018.

- Trage in die obere Karte ein, wo welches Meer liegt. Suche in der Karte eines Atlas, die Lage der weltweit tiefsten Meeresstellen heraus und markiere diese in der Karte.
- Trage zu den Ozeanen einzelne Informationen zusammen: Größe, Lage, mittlere Tiefe, tiefste Meeresstelle, Besonderheiten (z.B. Datumsgrenze), Meeresströmungen etc.

- Vergleiche die Nord- und Ostsee anhand folgender Kriterien:

Tabelle 8: Vergleich Nord- und Ostsee

	Nordsee	Ostsee
Fläche		
größte Meerestiefe		
Ausmaß der Gezeiten- einflusses		
auftretende Küstenformen		
Einfluss von Meeresströmungen		
nacheiszeitliche Entstehung		
Nutzung als Wirtschaftsraum		

Die Schüler/-innen haben insgesamt eine Stunde Zeit für die Recherche und das Zusammentragen der Information. Die Präsentation der Ergebnisse wird auf die Gruppen verteilt, so dass jede Gruppe ein oder zwei Punkte präsentiert. Die anderen Gruppen haben im Anschluss die Möglichkeit, die Ergebnisse bei Bedarf zu ergänzen. Für die Präsentation ist es äußerst wichtig, dass die Schüler/-innen die Informationsquellen genau benennen.

C.2 Fragentombola

Dauer: ca. 30 Minuten je nach Gruppengröße

Gruppengröße: 10-30 Teilnehmer, ab 15 Teilnehmer wird eine Gruppenbildung empfohlen.

Material: 1 Gefäß für die Blätter



Abbildung 17: Fragentombola

Jeder Teilnehmer, jede Teilnehmerin schreibt auf ein Papier eine Frage. Diese muss mit einem Fragewort beginnen und die Tagesthematik aufgreifen, sodass man nicht mit „Ja/Nein“ antworten kann. Alle Teilnehmer/-innen falten diesen Fragenzettel genau gleich und stecken diesen in ein Gefäß, in dem nicht zu erkennen ist, von wem welche Frage ist. Dann zieht jeder Teilnehmer und jede Teilnehmerin eine Frage und muss diese beantworten. Je nach Gruppengröße können sich auch Gruppen aus 2-3 Teilnehmern/-innen bilden. Wer seine eigene Frage zieht, muss den Zettel wieder zurücklegen.

C.3 Fallbeispiele Hochwasser Sachsen August 2010

Dauer: ca. 1 – 1 ½ Stunden.

Gruppengröße: 5 – 25 Personen

Alter: ab ca. 12 Jahre

Material: Flipchart, Stifte, Blätter

Ziel: Eigenständige Bearbeitung eines Sachtextes mit Informationen zum Hochwasser im August 2010, Herausarbeiten der wichtigen Informationen, Präsentation der Ergebnisse.

Anfang August 2010 war das Einzugsgebiet der Lausitzer Neiße von einer Hochwasserkatastrophe betroffen. Insbesondere im oberen Einzugsgebiet der Lausitzer Neiße auf tschechischem und polnischem Gebiet entstanden durch die intensiven Starkregen am 07. und 08. August 2010 Sturzfluten mit verheerenden Auswirkungen. Es traten Wasserstände auf, die in dieser Höhe seit über 100 Jahren nicht beobachtet worden sind.

Im Rahmen der Arbeitsgruppe „Hochwasser“ (G 2) der Internationalen Kommission zum Schutz der Oder (IKSO) wurde vereinbart, dass ein Bericht zunächst von einer externen trilateralen polnisch-deutsch-tschechischen Arbeitsgruppe erarbeitet wird. Im Bericht erfolgte eine erste Analyse des Hochwassergeschehens von Anfang August 2010 in der Lausitzer Neiße. Innerhalb kürzester Zeit wurden alle vorhandenen Informationen zusammenfassend dargestellt und der weitere Untersuchungsbedarf aufgezeigt.

Der Bericht stellt den Einstieg in die Umsetzung der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL) für das Einzugsgebiet der Lausitzer Neiße dar. ⁴¹

⁴¹ vgl. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/12292.htm>, abgerufen Dez. 2018.

Der Bericht kann unter folgenden Link aufgerufen werden:

https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/download/06-12-10_LN_dt.pdf

Die Teilnehmer erarbeiten anhand des zugrundeliegenden Berichtes eine kurze Ereignisdarstellung zu folgenden Fragen:

1. Welche Regionen waren vom Hochwasser besonders betroffen?
2. Welche Voraussetzungen waren für das Hochwasser gegeben?
3. Welche Ursachen hatte das Hochwasser?
4. Welche Maßnahmen wurden ergriffen?
5. Eigenes Fazit.

Es werden je nach Teilnehmerzahl Gruppen gebildet (ca. 4 Personen pro Gruppe, vgl. hierzu Kapitel B.5). Jede Gruppe erarbeitet eine kleine Präsentation anhand der oben dargestellten Fragen. Die Bearbeitungszeit ist ca. 60 min. Haben alle Gruppen ihre Präsentation fertig erstellt, trägt jede Gruppe ein Kapitel/Frage den anderen Teilnehmern vor. Die Darstellung der Präsentation wählt jede Gruppe selber. Es werden den Teilnehmer/-innen ein Präsentationskoffer und Flipcharts zur Verfügung gestellt. Jede Gruppe hat einen Zeitrahmen von 5 Minuten zur Präsentation. Die Gruppen müssen sich an die Zeiten halten.

Anmerkung: Die Teilnehmer/-innen lernen das selbstständige Erarbeiten von Themen und unterschiedliche Präsentationsformen kennen. Zudem erlernen sie das Präsentieren in einem vorgegeben Zeitrahmen.

C.4 Anwendung der Mystery Methode zum Thema Hochwasser

Dauer: ca. 1 – 2 Stunden.

Gruppengröße: 5 – 35 Personen

Alter: ab ca. 12 Jahre

Material: Stifte, Blätter, MysteryKarte (siehe Kopiervorlage), Briefumschläge, Pergamentpapier

Die Anforderungen einer immer komplexer werdenden Welt und die zunehmend abstrakter werdenden Themen verlangen auch neue problemorientierte Lernmethoden, die Alltagsnähe, Motivation und eine ganzheitliche Betrachtung mit in ihr Konzept einbeziehen. Mysteries vollbringen genau dieses: sie machen neugierig,

stellen eine Herausforderung dar und motivieren, sich mit neuem Lernstoff zu befassen.⁴²

Mysterys sind eine Lernmethode, die selbstständiges Denken fördern sollen. Das Konzept wurde in England Mitte der 1990er Jahre von David Leat entwickelt und „Thinking Through Geography“ (TTG) genannt. Durch das Mystery wird problemlösendes Denken initiiert. TTG-Lernmethoden berücksichtigen die konstruktivistische Lerntheorie. Zentral ist, dass Lernen ein individueller Prozess ist, der durch die Auseinandersetzung mit einem Sachverhalt angestoßen wird. Eigene Vorstellungen werden konstruiert, und zwar von jedem Schüler und jeder Schülerin in der Gruppe, die Konstruktionen werden verglichen, ggf. modifiziert und neu konstruiert.

Dem Mystery liegt das Prinzip des Scaffolding zugrunde, das heißt, es wird für die Schülerinnen und Schüler ein „Gerüst“ gebaut, das ihnen bei der Lösung der Aufgabe hilft. Bei der Aufgabe handelt es sich nicht um eine offene Aufgabe, denn die Mystery-Karten schränken die Offenheit ein und geben durch die Informationen eine Eingrenzung. Dieses „Gerüst“ gibt Hilfestellung und ermöglicht erfolgreiche Lernprozesse beim Einstieg in die Lernaufgabe bzw. das Thema. Bei der Präsentation der Ergebnisse durch die Gruppen ist es wichtig, genug Zeit für eine Reflexion einzuplanen, denn die Lernstrategien sollen verglichen und optimiert werden. Dem Mystery liegen authentische Quellen zugrunde. Es handelt sich um ein interaktives Material, das den Schülerinnen und Schülern ermöglicht, Zusammenhänge zu erkennen. Es gibt nicht nur einen Lösungsweg, die Lerngruppe muss sich abstimmen und gemeinsam eine Antwort auf die Frage finden. Durch die Arbeit in Gruppen wird erreicht, dass geographische Sachverhalte sprachlich diskutiert und dargestellt werden. Alle Schülerinnen und Schüler sind aktiv, wenn die Mystery-Karten geordnet werden.

C 4.1 Aufbau und Ablauf

Das Mystery besteht aus folgenden Bestandteilen: einer Leitfrage, die ein Konfliktfeld aufwirft, ein Ausgangsgeschichte (Text), welche die Schüler zum Thema hinleitet und Mystery-Kärtchen, die ungeordnete Informationen beinhalten. Zusätzlich können den Lernenden Kontextmaterialien als visuelle Unterstützung gereicht werden. Das Grundgerüst des Mysterys bildet die Leitfrage, die so gestellt werden sollte, dass sie den komplexen Zusammenhang erfasst und zwei Elemente miteinander verbindet, die unvereinbar erscheinen. Für die Beantwortung dieser Leitfrage, werden den

⁴² vgl. Rendel, Andrea: Mystery. Der Lösung auf der Spur. In: Unterrichtspraxis TERRA. KlettMagazin. 3/2007, S. 2.

Schülern Mystery-Kärtchen, die in der Anzahl zwischen 16 und 30 liegen sollten, zu einem speziellen Fallbeispiel gereicht. Die Inhalte auf den Kärtchen sind ungeordnet und unterschiedlicher Gewichtung für die Lösung des aufgeworfenen Konfliktes und beinhalten auch irrelevante Sachverhalte.⁴³

Im Folgenden wird anhand des Hochwasserereignisses im Mai 2010 ein Mystery durchgeführt. Diese wurde von dem Leibniz Institut für Länderkunde entwickelt.⁴⁴ Zur Bearbeitung des Mysterys müssen vorab Gruppen mit 3 Personen gebildet werden (vgl. hierzu Kapitel B.1)

⁴³ vgl. Nationalatlas aktuell – für die Schule, Hrsg. S. Lentz, Leibniz Institut für Länderkunde, http://aktuell.nationalatlas.de/wp-content/uploads/13_09_Hochwasser.pdf, abgerufen Dez. 2018.

⁴⁴ ebd.

Hochwasserereignisse in Flusslandschaften nach Starkregen im Quellgebiet oder als Folge der Schneeschmelze treten regelmäßig auf, werden jedoch durch die Umgestaltung der Landschaft durch den Menschen zur Bedrohung für die in den Flusslandschaften lebenden Menschen. Begradigte und eingedeichte Flüsse sind die Ursache dafür, dass Hochwasserwellen schneller abfließen. Sind die Deiche nicht hoch genug, weicht das überfließende Wasser die Deiche von hinten auf, was zu Deichbruch führt. Hält das Hochwasser über einen längeren Zeitraum an, werden die Deiche aufgeweicht und können brechen. Hinzu kommt, dass durch Biber die Deiche durchlöchert und instabil werden.

Die Flusslandschaft der Oder ist ein „durch extreme Hochwasserereignisse gefährdetes Gebiet“ (vgl. Karte **M11**). Besonders gefährdet sind Ratzdorf am Zufluss der Neiße in die Oder sowie das Oderbruch, ein ehemaliges Feuchtgebiet im Thorn-Eberswalder Urstromtal, das in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts trockengelegt wurde. Gleichzeitig wurde die Oder begradigt. Die geplante Besiedlung erfolgte ab 1753. Durch diese Maßnahmen wurde der Lauf der Oder verkürzt und Überflutungsflächen für regelmäßig auftretende Hochwässer entfielen.

Ende Mai 2010 wurde die Lage für die Menschen an der Oder nach Starkregenfällen im Quellgebiet der Oder und Warthe bedrohlich. Auf polnischer Seite brachen Deiche, auf deutscher Seite hielten die Deiche stand, Teile von Ratzdorf und Frankfurt/Oder wurden jedoch überschwemmt. Nach der „Jahrhundertflut 1997“ waren die meisten Deiche entlang der Oder auf deutscher Seite verstärkt und erneuert worden. Nur zwei jeweils rund fünf Kilometer lange Deichabschnitte waren aufgrund von kontrovers geführten Diskussionen über die Notwendigkeit und den Eingriff in die Naturlandschaft nicht saniert worden. Diese Abschnitte waren nun besonders gefährdet. Von den angekündigten 600 Hektar Überflutungsflächen, die nach 1997 angelegt werden sollten, waren nur 60 Hektar realisiert worden.

Im August 2010 folgte ein erneutes Hochwasserereignis, dieses Mal durch Hochwasser der Neiße und ihrer Zuflüsse verursacht. Zittau und Görlitz wurden überflutet.

Naturereignis, Naturgefahr oder Naturkatastrophe?

Eine Naturgefahr ist ein natürlicher Prozess. Der Begriff Naturgefahr wird von Naturwissenschaftlern in der Naturgefahrenforschung verwendet, während Sozialwissenschaftler Naturrisikoforschung betreiben. Hier liegt der Fokus auf der Auseinandersetzung des Menschen mit Naturrisiken. Ein Naturereignis wird zu einer Naturkatastrophe, wenn es verheerende Auswirkungen auf den Menschen hat.

Betrachtung eines Naturereignisses aus verschiedenen Perspektiven (4 Raumkonzepte)

Bei der Betrachtung eines Naturereignisses oder einer Naturkatastrophe kommt es auf die Perspektive an, wie die praxisbezogene Theoriediskussion der Arbeitsgruppe Curriculum 2000+ der Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGfG) verdeutlicht. Die Neue Kulturgeographie geht von vier Raumkonzepten aus, also vier Perspektiven: Die landschaftsgeographische Perspektive (Raum als Container), die raumwissenschaftliche Perspektive (Raum als System von Lagebeziehungen), die wahrnehmungsgeographische Perspektive (Raum als Kategorie der Sinneswahrnehmung) und die konstruktivistische Perspektive (Raum als Konstruktion).

Die landschaftsgeographische Perspektive beleuchtet in Bezug auf das Hochwasserereignis an der Oder das Wirkungsgefüge der Geofaktoren. Hier sind insbesondere die Hydrologie, die Böden und das Klima in der anthropogen gestalteten Flusslandschaft von Bedeutung. Für die raumwissenschaftliche Perspektive ist eine Analyse der regionalen Zusammenhänge notwendig, die das Hochwasserereignis verursacht haben, in diesem Fall der Verlauf des Tiefdruckgebiets, das die Starkniederschläge verursacht hat, die Niederschlagsverteilung im Untersuchungszeitraum, Zuflüsse, Flussverbauungen usw. Für die wahrnehmungsgeographische Perspektive ist die Frage zu untersuchen, wie das Hochwasserereignis subjektiv wahrgenommen und bewertet wird. Die Wahrnehmung eines betroffenen Anwohners ist eine andere als die eines Politikers oder eines Touristen. Die konstruktivistische Perspektive schließlich verdeutlicht, wie – zum Beispiel durch die Berichterstattung in den Medien – eine Naturkatastrophe „konstruiert“ wird.

Problemerarbeitung:

Zentrale Frage: War das Hochwasserereignis an der Oder 2010 eine Naturkatastrophe?

Einstieg:

Bild vom Oderhochwasser im Mai 2010 (Hoffen auf die Kraft der Deiche)





Abbildung 18: Oderhochwasser Mai 2010

Quelle: vgl. Nationalatlas aktuell – für die Schule, Hrsg. S. Lentz, Leibnitz Institut für Länderkunde, http://aktuell.nationalatlas.de/wp-content/uploads/13_09_Hochwasser.pdf, abgerufen Dez. 2018.

Mysteryfrage:

Warum hat Bürgermeisterin Ute Petzel ein mulmiges Gefühl?

Ziel ist es, die Schülerinnen und Schüler durch das Mystery (Lösen einer Rätselaufgabe) für das Thema zu motivieren. Gleichzeitig wird ihr Denken angeregt, weil die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Textinformationen erkannt werden müssen. Das Mystery wird in Dreiergruppen bearbeitet. Durch die Arbeit in der Gruppe wird ein hohes Maß an Kommunikation, Diskussion und Abstimmung erreicht.

Vorbereitung:

Für jede Gruppe ist ein Mystery zu kopieren, zu zerschneiden und in einem Briefumschlag der Gruppe zur Verfügung zu stellen. Die Mysteryfrage wird auf dem Briefumschlag notiert.



Anfang Mai 2010 regnete es in den Sudeten, den Karpaten und im Süden Polens tagelang heftig.	Im Odergebirge, einem Ausläufer der Sudeten, entspringt die Oder. Die Warthe entspringt im Jura-Gebirge bei Krakau.	Die Hochwasserwelle aus Polen wird am 28. Mai 2010 im Grenzort Ratzdorf an der Oder erwartet.
In Brandenburg waren die Deiche an der Oder nach dem Jahrhunderthochwasser 1997 von Grund auf saniert worden.	Zwei rund 5 km lange Deichabschnitte an der Oder in Brandenburg sind trotz der Sanierung gefährdet.	Familie Ullrich hat das Oderhochwasser 1997 miterlebt. Ihr Haus stand kniehoch unter Wasser. Keine Toilette, kein Strom, keine Heizung gab es.
Am 27. Mai 2010 werden die Anwohner von Slubice, der Stadt am polnischen Ufer der Oder gegenüber von Frankfurt, evakuiert.	Familie Ullrich wohnt im Buschmühlenweg, einem besonders gefährdeten Teil von Frankfurt (Oder).	Die Stadt stellt den Anwohnern des Buchmühlenwegs Jutebeutel und Sand zur Verfügung. Das Füllen der Säcke und das Aufsichten muss Familie Ullrich selbst erledigen.
Bei Küstrin mündet die Warthe in die Oder. Auch die Warthe führt Hochwasser. Deshalb wird die Lage hier besonders gefährlich.	Erst drei Monate nach dem Oderhochwasser von 1997 waren die Schäden an den meisten Häusern beseitigt.	Am Deich bei Ratzdorf herrscht Alarmstufe 4. Schaulustige tummeln sich in Ratzdorf.
Alarmstufe 4 bedeutet Katastrophenalarm. Der Wasserstand bei Ratzdorf erreicht 6,30 m.	Der Deich bei Ratzdorf wurde nach 1997 erneuert. Zusätzlich werden nun Spundwände montiert, um ein Überschwappen des Oderwassers zu verhindern.	Zwischen Ratzdorf und Frankfurt (Oder) wird gerade erst ein Deich erneuert, die Bauarbeiten sind noch nicht beendet.
Nach der Flutkatastrophe 1997 sollten 600 Hektar natürliche Rückhalteflächen angelegt werden, tatsächlich gebaut wurden jedoch nur 60 Hektar.	Ute Petzel ist Bürgermeisterin von Ratzdorf.	Solange kein Ostwind aufkommt, der Wasser an den Damm drückt, müssen die Deiche zwischen Ratzdorf und Frankfurt (Oder) halten.
Seit 10 Jahren wird der neue Verlauf des Deichs zwischen Ratzdorf und Frankfurt (Oder) geplant, um dem Fluss mehr Raum zu geben.	Durch Einwände von Naturschützern und betroffenen Anwohnern verzögerten sich die Arbeiten am neu geplanten Deich immer wieder.	Ute Petzel beobachtet die Arbeiten am Deich, wo Spundwände montiert werden. Wenn alles gut geht, wird Ratzdorf nicht überschwemmt.
Der Holzmarkt in Frankfurt (Oder) steht bereits knietief unter Wasser. Das Wasser war von unten durch das Kopfsteinpflaster gekommen.	Aus Rücksicht auf den Naturschutz hatte man auf den Ausbau des Deichs am Buschmühlenweg verzichtet.	Im Buschmühlenweg steht das Wasser, das von unten hochdrückt, aber der Deich hält. Auch die Sandsäcke an Familie Ullrichs Haus haben bisher dem Wasser standgehalten.

Abbildung 19: M 1 Mysterie-Karten

Quelle: vgl. Nationalatlas aktuell – für die Schule, Hrsg. S. Lentz, Leibnitz Institut für Länderkunde, http://aktuell.nationalatlas.de/wp-content/uploads/13_09_Hochwasser.pdf, abgerufen Dez. 2018.

Arbeitsauftrag 1

Löst das Mystery und notiert die Antwort auf die folgende Mystery-Frage:

Warum hat Bürgermeisterin Ute Petzel ein mulmiges Gefühl?

Geht dabei so vor:

- Nehmt die Mystery-Karten aus dem Briefumschlag.
- Legt die Karten auf den Tisch.
- Lest die Mystery-Frage auf dem Briefumschlag.
- Ordnet die Karten in einer sinnvollen Anordnung an, indem ihr die Informationen lest und die Zusammenhänge durch das Auslegen verdeutlicht. Findet dadurch die Lösung auf die Mystery- Frage.

Arbeitsauftrag 2

1. Lokalisiert die im Mystery genannten Orte in der Karte.
2. a) Sucht aus dem Mystery die Karten heraus, die Hinweise auf die Ursache des Hochwassers 2010 bei Ratzdorf geben.
b) Erklärt die Ursache des Hochwassers bei Ratzdorf, indem ihr auch die Materialien M2 und M3 auswertet.
c) Nicht nur Ratzdorf war vom Hochwasser betroffen, sondern insbesondere auch das Oderbruch. Wertet die Materialien M4 bis M10 aus und erklärt, warum das Oderbruch besonders hochwassergefährdet ist.

Arbeitsauftrag 3

1. Lege Transparentpapier auf die Karte.
2. Erkläre, welche Gebiete in Deutschland besonders hochwassergefährdet sind. (M11)
 - Zeichne den Umriss von Deutschland nach.
 - Zeichne die hochwassergefährdeten Gebiete mit den jeweiligen Flüssen ein.
 - Klebe das Transparentpapier auf ein weißes Blatt Papier.
 - Male die hochwassergefährdeten Gebiete in Blau aus.

Arbeitsauftrag 4:

1. Arbeite zunächst allein. Untersuche den Text im Hinblick auf die Berichterstattung. Gehe dabei so vor:
 - Markiere Textstellen, die zeigen, wie über das Hochwasserereignis an der Oder berichtet wird (sachlich, unsachlich, Perspektive der Anwohner, Perspektive der ...)
 - Notiere die markierten Textstellen geordnet in einer Tabelle.
2. Vergleiche deine Ergebnisse mit einem Lernpartner. Gehe dabei so vor:

- Wenn du fertig bist, stehe auf und warte auf einen Mitschüler/eine Mitschülerin, die als nächstes fertig wird.
- Setzt euch zusammen und vergleicht eure Ergebnisse. Ergänzt ggf. eure Tabellen.

3 a) Lest nochmals die Informationen auf den Mystery-Karten und notiert, was ihr über die Anwohner des Buschmühlenwegs, Familie Ullrich, die Anwohner von Slubice und Schaulustige (Hochwassertouristen) erfahrt.

Teilt unter euch folgende Rollen auf: Ein Mitglied der Familie Ullrich, ein Schaulustiger aus Berlin. Bearbeitet arbeitsteilig die nächsten beiden Aufgaben:

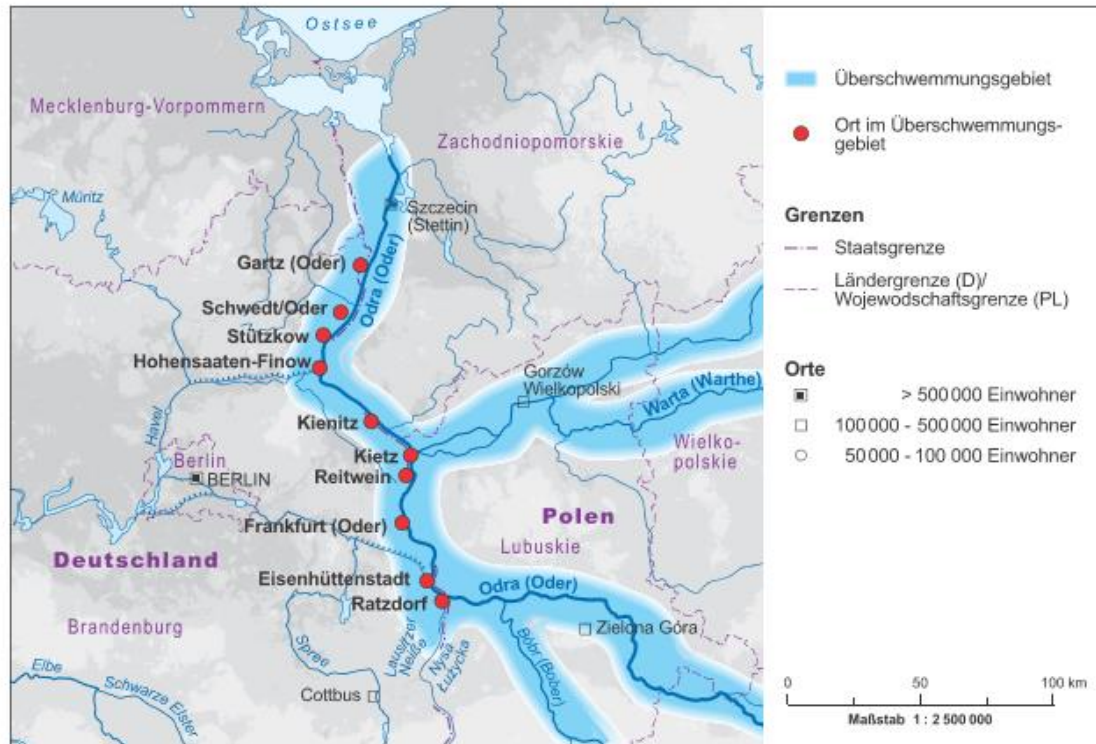
b) Versetze dich in die Lage von Familie Ullrich. Schreibe auf, was ein Mitglied der Familie Ullrich einem Reporter berichtet.

c) Versetze dich in die Lage eines Schaulustigen, der aus Berlin angereist ist und sich die Überschwemmungen ansieht. Notiere, was er dem Reporter sagt.

Arbeitsauftrag 5:

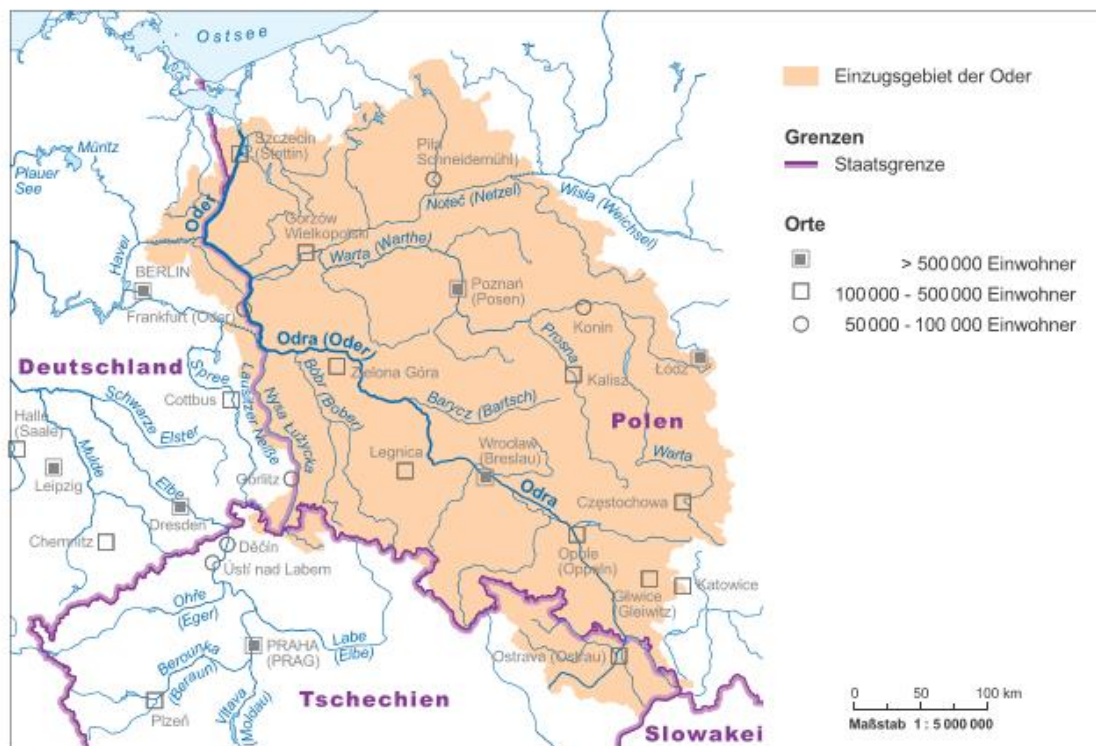
1. Stelle die Hochwasser-Alarmstufen stichpunktartig in einer Tabelle dar (M 13).
2. Hochwasserschutz und Hochwasservorsorge sind eine länderübergreifende Aufgabe. Begründe diese Aussage am Beispiel der Oder.

M2 Überschwemmungsgebiete beim Oder-Hochwasser im Mai 2010



Kartengrundlage: Leibniz-Institut für Länderkunde, Quelle: Der Tagesspiegel (27.5.2010, S. 1)

M3 Einzugsgebiet der Oder



Kartengrundlage: Leibniz-Institut für Länderkunde, Quelle: <http://de.academic.ru> (Seiteabruf im Januar 2012)

Abbildung 20: M2 Überschwemmungsgebiet Oder Hochwasser, M3 Einzugsgebiet Oder

Quelle: vgl. Nationalatlas aktuell – für die Schule, Hrsg. S. Lentz, Leibniz Institut für Länderkunde, http://aktuell.nationalatlas.de/wp-content/uploads/13_09_Hochwasser.pdf, abgerufen Dez. 2018.

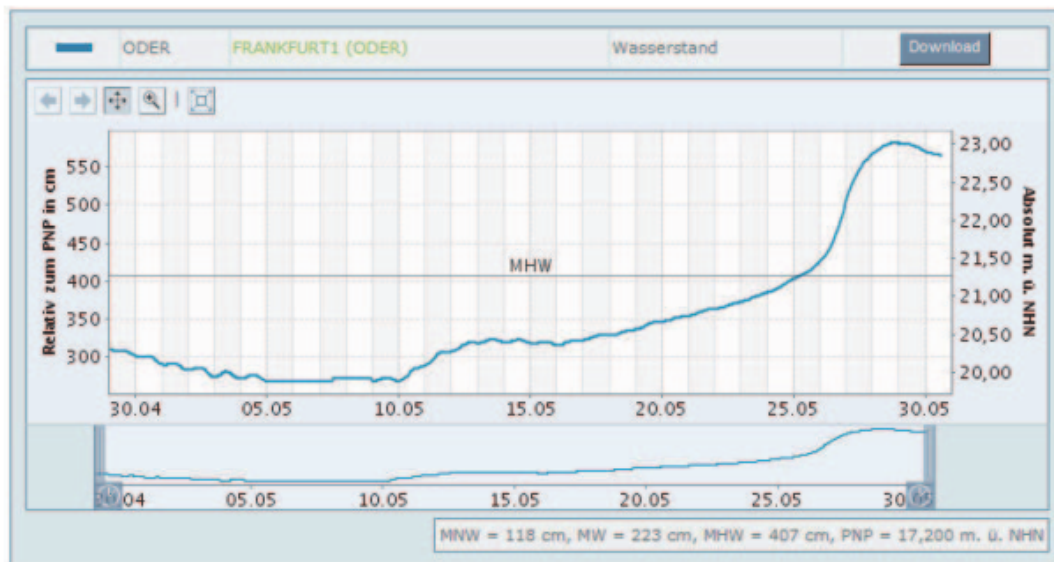
M4 Pegelstände an der Oder im Mai 2010

Messstation	Freitag 21.5.		Samstag 22.5.		Sonntag 23.5.		Montag 24.5.		Dienstag 25.5.	
	Alle Angaben in cm.									
	cm	+/-	cm	+/-	cm	+/-	cm	+/-	cm	+/-
Eisenhüttenstadt	443	+9	454	+11	469	+15	490	+21	530	+40
Frankfurt (Oder)	364	+9	373	+9	385	+12	403	+18	423	+20
Kienitz	428	+6	436	+8	443	+7	453	+10	464	+11
Hohensaaten	442	+7	451	+9	459	+8	469	+10	480	+11
Stützkow	776	+7	784	+8	792	+8	803	+11	814	+11
Schwedt/Oder	776	+7	784	+8	792	+8	803	+11	814	+11

Alle Angaben sind Richtwerte, um 5:00 Uhr morgens von offizieller Stelle gemessen.

Quelle: www.wetterbote.de (Seitenabruf im Mai 2010)

M5 Wasserstand der Oder in Frankfurt (Oder) vom 30.4.2010 bis 30.5.2010



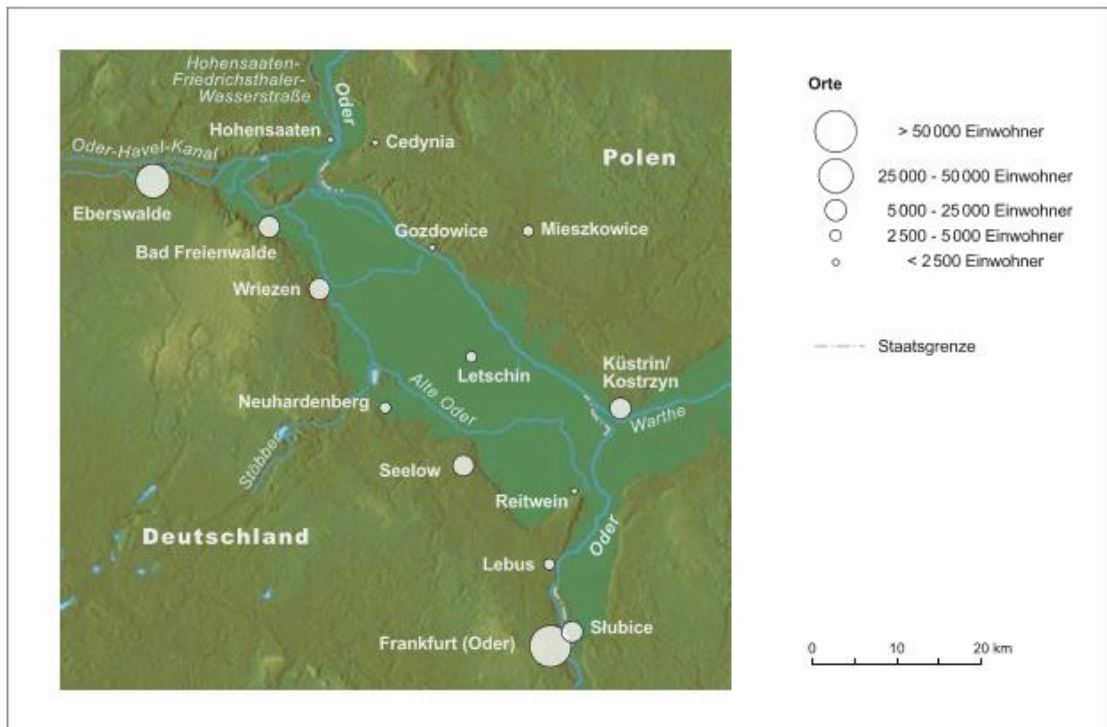
MHW ...mittlerer höchster Wert der Wasserstände in einer Zeitspanne
 MNW ...mittlerer niedrigster Wert der Wasserstände in einer Zeitspanne
 m. ü. NHN ...Meter über Normalhöhennull (Bezugspegel Amsterdam)
 MW ...Mittelwert der Wasserstände in einer Zeitspanne
 NHN ...Normalhöhennull
 PNP ...Höhenlage des Nullpunktes der Pegellatte bezogen auf ein amtlich festgelegtes Höhensystem

Quelle: http://nachrichtenlandkarten.blogspot.com/2010_05_01_archive.html (Screenshot 04.01.2012)

Abbildung 21: M4 Pegelstände Oder, M5 Wasserstand Oder

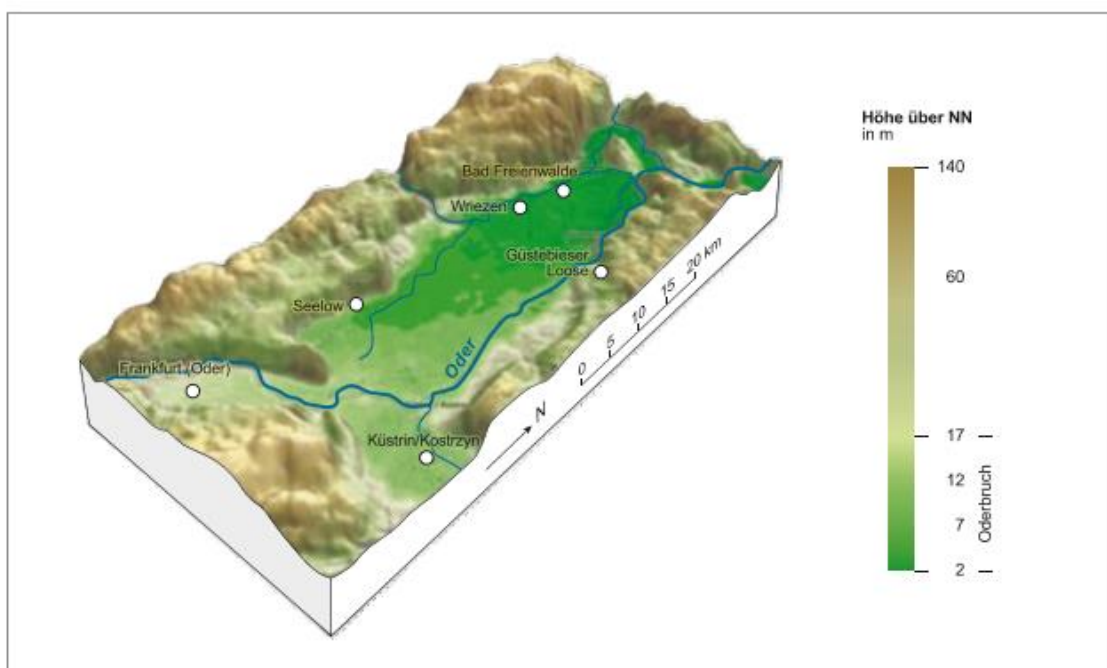
Quelle: vgl. Nationalatlas aktuell – für die Schule, Hrsg. S. Lentz, Leibnitz Institut für Länderkunde, http://aktuell.nationalatlas.de/wp-content/uploads/13_09_Hochwasser.pdf, abgerufen Dez. 2018.

M6 Das Oderbruch



Quelle: <http://de.academic.ru> (Seitenabruf im 16.1.2012)

M7 Das Oderbruch – Blockbild

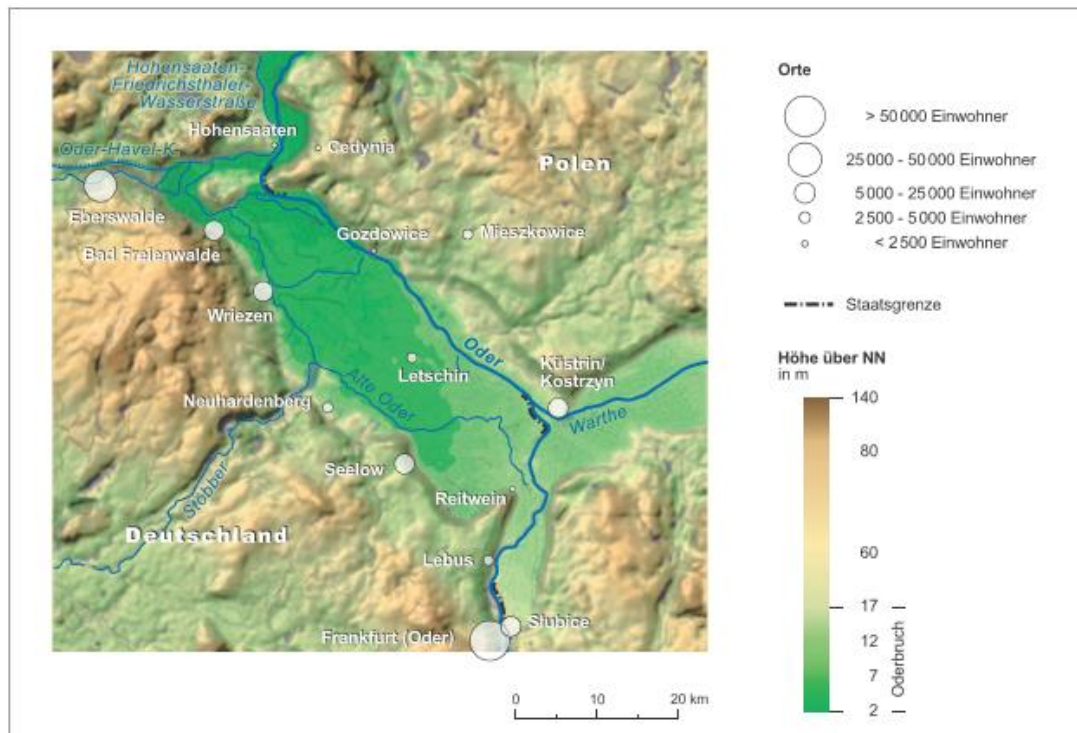


Quelle: <http://oderbruchpavillon.de>

Abbildung 22: Das Oderbruch

Quelle: vgl. Nationalatlas aktuell – für die Schule, Hrsg. S. Lentz, Leibniz Institut für Länderkunde, http://aktuell.nationalatlas.de/wp-content/uploads/13_09_Hochwasser.pdf, abgerufen Dez. 2018.

M8 Das Oderbruch – Relief



Quelle: <http://oderbruchpavillon.de>

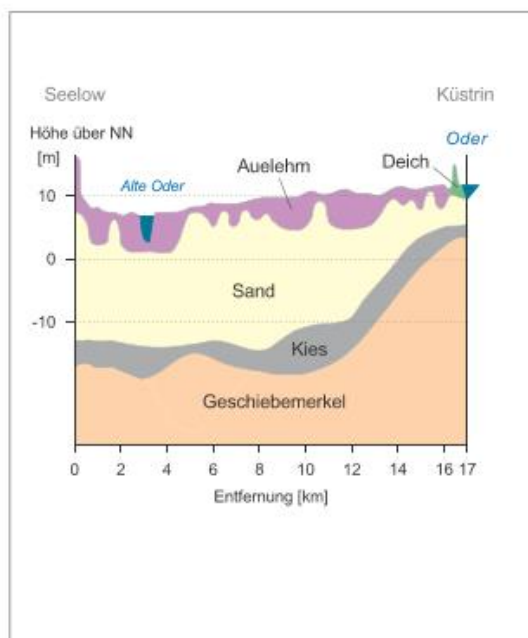
M9 Trockenlegung des Oderbruchs

Bis vor 250 Jahren floss die Oder in vielen Flussschlingen und vielen kleinen Nebenarmen durch das Gebiet des heutigen Oderbruchs. Das Oderbruch wurde regelmäßig überschwemmt, es entstanden fruchtbare Schwemmlandböden. Die Menschen legten ihre Siedlungen am Rand des Oderbruchs auf höher gelegenem Gelände an.

Zwischen 1747 und 1753 wurde das Oderbruch auf Anordnung des preußischen Königs Friedrich II. trockengelegt. Die Oder wurde in ein neues Bett verlegt und eingedeicht. Auf den trocken gelegten Flächen konnten Menschen angesiedelt werden, neue Ackerflächen waren entstanden.

Das Oderbruch wird nur durch die Deiche vor Hochwasser geschützt. Bricht ein Deich, dann läuft das Oderbruch voll wie eine Badewanne.

M10 Querschnitt durch das Oderbruch



Quelle: <http://oderbruchpavillon.de>

Abbildung 23: M8 Der Oderbruch, M9 Trockenlegung des Oderbruchs, M 10 Querschnitt Oderbruch

Quelle: vgl. Nationalatlas aktuell – für die Schule, Hrsg. S. Lentz, Leibnitz Institut für Länderkunde, http://aktuell.nationalatlas.de/wp-content/uploads/13_09_Hochwasser.pdf, abgerufen Dez. 2018.

M11 Hochwasserkatastrophen 2000-2011

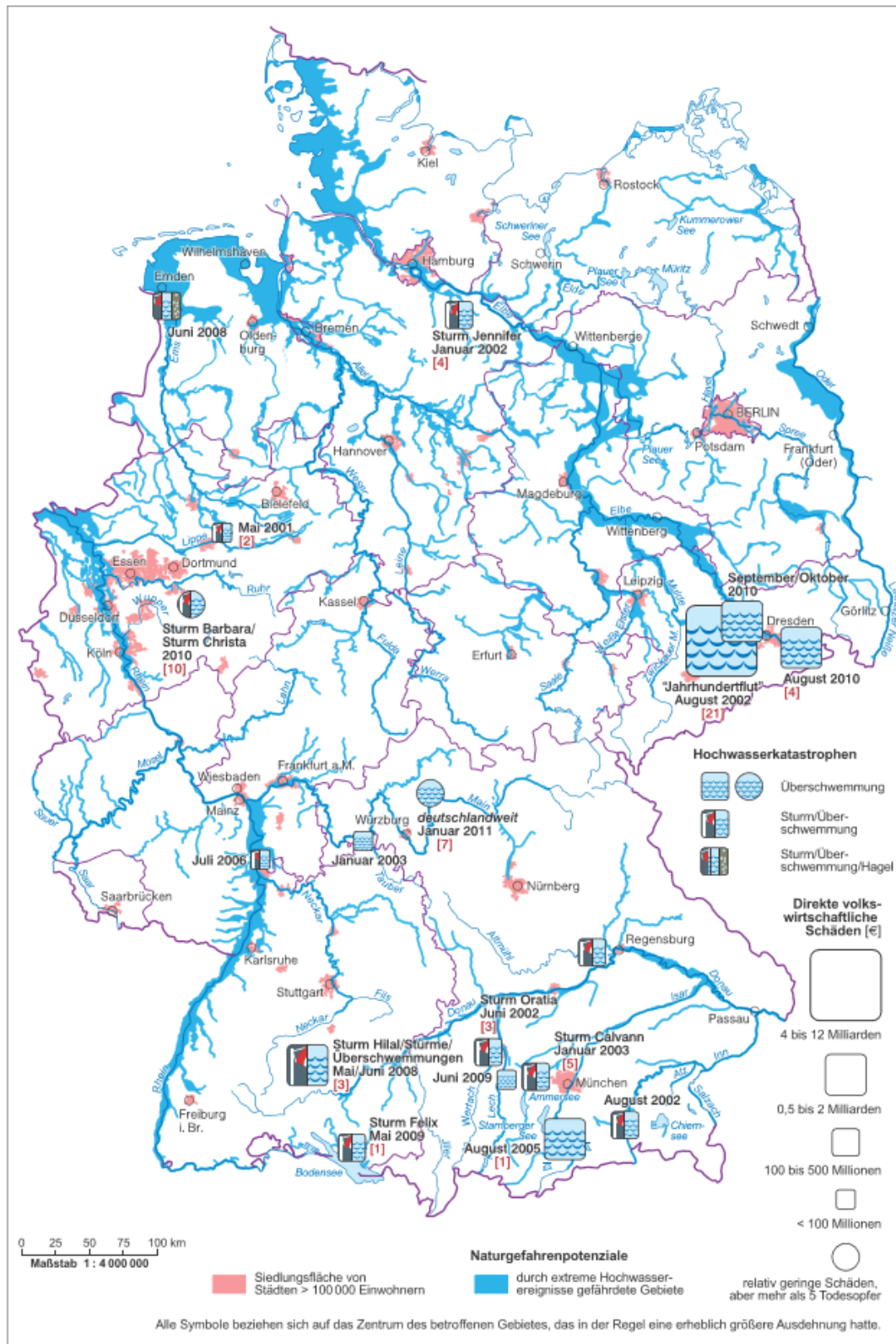


Abbildung 24: Hochwasserkatastrophen 2000-2011

Quelle: vgl. Nationalatlas aktuell – für die Schule, Hrsg. S. Lentz, Leibniz Institut für Länderkunde, http://aktuell.nationalatlas.de/wp-content/uploads/13_09_Hochwasser.pdf, abgerufen Dez. 2018.

M12 Berichterstattung über das Oder-Hochwasser 2010

Jetzt wird's eng

Innerhalb einer Minute steigt das Wasser um mehrere Zentimeter. Die Oderflut ist da – fast wie 1997. Und wieder hoffen alle, dass die Deiche halten. Viele werden noch immer saniert und jetzt schnell mit Sandsäcken befestigt. Denn der Fluss findet jede Schwachstelle.

Er ist ein Mann, dem man starke Nerven nachsagt, der nicht leicht aus der Ruhe zu bringen ist. Aber kurz hinter Eisenhüttenstadt, wo unten am Ufer schon die ersten Keller unter Wasser stehen, bei einer seiner täglichen Kontrollfahrten über den Deich, wird selbst Rainer Speer nachdenklich. Zur Linken sieht er aus dem Autofenster dies urgewaltige Oder, Wasser, so weit das Auge reicht, Baumkronen, die herausragen. Zur Rechten die Wiesen hinter dem Deich, sie sind schon überschwemmt. „Es drückt ganz schön durch“, sagt Speer.

Es, das Wasser der Oder, das sich gurgelnd und gluckernnd wehrt, sich in kein Flussbett mehr zwängen lassen will und in den vergangenen Tagen anstieg, Zentimeter um Zentimeter, bis die Behörden die höchste Hochwasseralarmstufe ausriefen. Es ist der Tag, an dem die Flutwelle, die nach starken Regenfällen schon Tschechien, Ungarn und Polen flutete, auch in Brandenburg ankommen soll.

(...)

In Frankfurt, wo das Wasser seit dem Morgen um einen Meter stieg, wo es am Mittag 5,42 Meter hoch ist und durch die Spundwände drückt, wachsen die Sorgen. Das Flussbett ist hier besonders eng, ein Nadelöhr, was den Druck auf die Deiche erhöht. „Das muss alles durch“, sagt Speer.

Quelle: Der Tagesspiegel, 28.5.2010

M13 Hochwasser-Alarmstufen

„Bei Hochwasser können je nach Höhe der Fluten vier Alarmstufen ausgelöst werden. Bei *Stufe 1 (Wasserstandsmeldedienst)* werden die Pegel in bestimmten Zeitabständen gemessen sowie Deiche und Kaimauern überprüft. Ab *Alarmstufe 2 (Kontrolldienst)* erfolgt eine tägliche Kontrolle der Schutzanlagen. Beginnend mit *Alarmstufe 3 (Wachdienst)* werden die Deiche rund um die Uhr bewacht, beschädigte Dämme repariert und mit Sandsäcken verstärkt. Bei *Alarmstufe 4 (Katastrophenabwehr Hochwasser)* werden Evakuierungen vorbereitet und die Deiche bei Bedarf erhöht.

Nach der Brandenburgischen Hochwassermeldedienstverordnung vom September 1997 werden die Alarmstände bei bestimmten Wasserständen ausgelöst, die von Ort zu Ort unterschiedlich sind.

Alarmstufe 1 wird in der Regel ausgerufen, wenn die Gewässer über die Ufer zu treten beginnen. *Stufe 2* folgt, wenn das Wasser den Deichfuß erreicht oder Grünland in Überschwemmungsgebieten überflutet wird.

Steigt das Wasser auf halbe Deichhöhe oder werden einzelne Grundstücke und Straßen überflutet, kann *Stufe 3* verhängt werden. Bei *Alarmstufe 4* steht das Wasser fast bis zur Oberkante der Schutzanlagen und droht überzuströmen. Auch bei Beschädigung der Deiche sowie bei Gefahr für Menschen und Tiere wird diese Stufe ausgerufen.“ (ddp)

Quelle: <http://www.tagesspiegel.de>

Abbildung 25: M 12 Berichterstattung, M13 Hochwasser – Alarmstufen

Quelle: vgl. Nationalatlas aktuell – für die Schule, Hrsg. S. Lentz, Leibnitz Institut für Länderkunde, http://aktuell.nationalatlas.de/wp-content/uploads/13_09_Hochwasser.pdf, abgerufen Dez. 2018.

C.5 Film Sachsen Talsperren im Klimawandel

Der Film fasst kurz die Folgen des Klimawandels auf Sachsen zusammen und erläutert die Funktionen und Vorkommen der Talsperren in Sachsen. Er gibt somit auch einen kurzen Überblick über Maßnahmen zum Hochwasserschutz.

Den Film kann man über folgende Links aufrufen:

Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=YM_gLQKhc7A

Landestalsperrenverwaltung Sachsen: <https://www.smul.sachsen.de/ltv/36213.htm>



Abbildung 26: Film „Sachsens Talsperren im Klimawandel“

C.6 Bearbeitung von Arbeitsblättern zum Wissensstand

Dauer: ca.45 min. - 1 Stunde

Gruppengröße: 5 – 35 Personen

Alter: ab ca. 12 Jahre

Material: Stifte, Blätter, ggfs. Internetanschluss, Atlanten

Im Folgenden sollen die Schüler das bisher Erlernte kurz in Arbeitsblättern zusammenfassen. Dazu bilden sie Gruppen bis zu 6 Personen. Innerhalb der Gruppe sollen jeweils 2 Personen ein Themengebiet bearbeiten.

Die folgenden Unterlagen können auch auf der Seite www.sachsen.de unter dem Link <https://www.smul.sachsen.de/ltv/26920.htm> abgerufen werden.



1. Begründen Sie die These: „Kein Tropfen Wasser geht jemals verloren“ und stellen Sie den Wasserkreislauf in einem Schema dar.

2. Wasser in Zahlen

Ergänzen Sie aus Ihren Kenntnissen, dem Atlas und Internet und dem Buchstabenlösungssalat die richtigen Lösungen. Streichen Sie alle gefundenen Lösungen durch, die sich waagerecht, senkrecht und diagonal sowie vorwärts und rückwärts im Buchstabenlösungssalat verstecken.

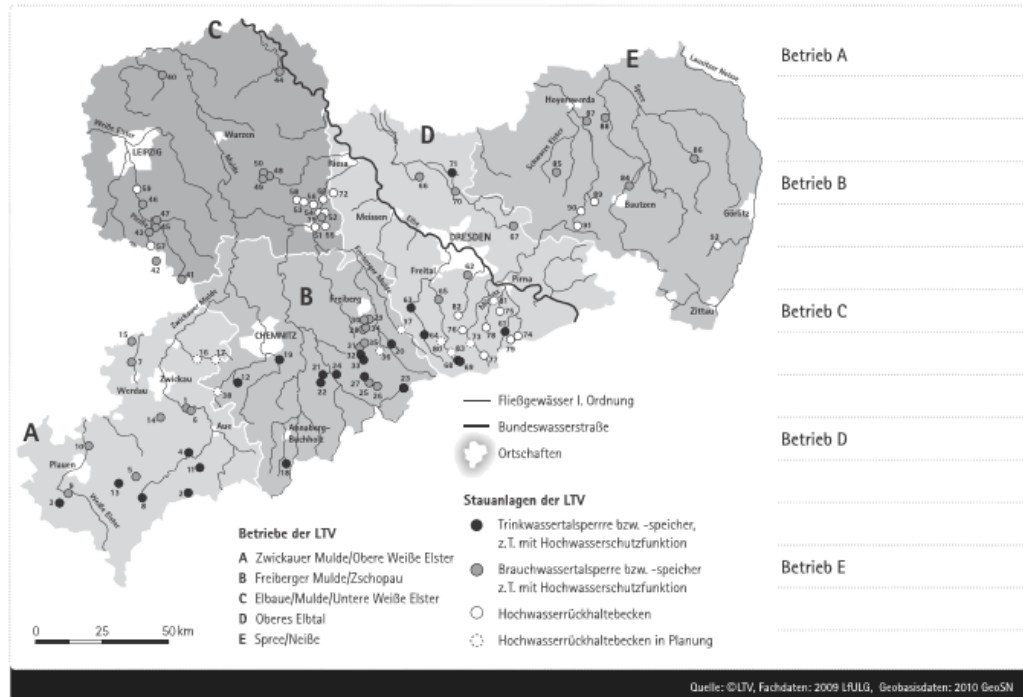
Wie viele Flüsse I. Ordnung* gibt es in Sachsen?	Welcher sächsische Fluss ist der längste?
.....	
*Gewässer I. Ordnung sind alle größeren Flüsse in Sachsen, die vom Freistaat unterhalten werden. Sie sind im Sächsischen Wassergesetz aufgelistet. Gewässer II. Ordnung sind kleinere Bäche, die von den Kommunen unterhalten werden.	Nennen Sie 6 weitere große Flüsse Sachsens:
	1
	2
	3
	4
	5
	6
Wie viele Trinkwassertalsperren gibt es in Sachsen?	
.....	
Wo befindet sich die größte Talsperre Sachsens und was für Wasser liefert sie?	Wo befindet sich die zweitgrößte Talsperre Sachsens und was für Wasser liefert sie?
E	V
.....	

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

Quelle: ©LTV, Rätsel: Kati Ehler



- 3.a Suchen Sie sich aus der Abbildung für jeden Betrieb der Landestalsperrenverwaltung zwei Stauanlagen aus und nummerieren Sie diese. Bestimmen Sie die Stauanlagen mit Hilfe Ihres Atlases und ordnen Sie die Namen der jeweiligen Nummer zu.



- 3.b Begründen Sie mithilfe der Abbildung die Standortwahl der meisten sächsischen Talsperren.

4. Definieren Sie die Begriffe Rohwasser, Brauchwasser und Trinkwasser und ordnen Sie diesen die aufgeführten Wörter zu.

Lebensmittel	unbelastet	Industrie	aufbereitet	Haushalt	pH-neutral
Landwirtschaft	geruchlos	unbehandelt	Flussaufhöhung	Trinken	Kochen

Rohwasser

Brauchwasser

Trinkwasser



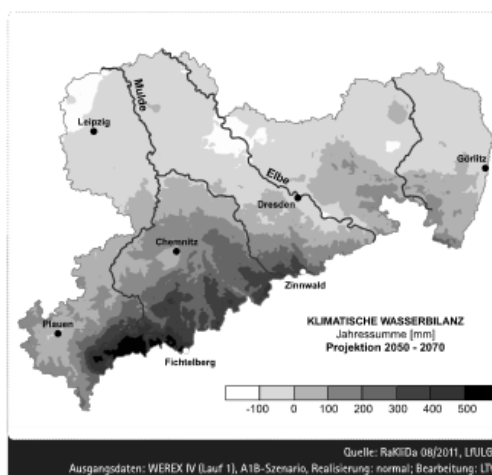
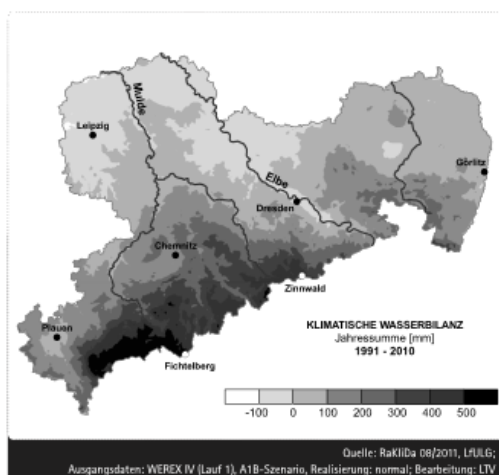
1.a Vervollständigen Sie die Tabelle. Tragen Sie dazu die im Film genannten Angaben zu Temperaturprojektionen und Wetterextremen ein und werten Sie die Grafik zur Phänologie aus. Schlussfolgern Sie aus Ihren Ergebnissen auf die Veränderungen der potenziellen Verdunstung.

Temperatur:	allgemein: Erhöhung um °C bis °C
Niederschlag:	allgemein: Sommer: Winter:
Wetter- extreme:	
Vegetations- periode:	
potenzielle Verdunstung:	



1.b Ermitteln Sie aus den zwei Abbildungen die derzeitige und die projizierte klimatische Wasserbilanz für die sächsischen Regionen.

Klimatische Wasserbilanz = Niederschlag – potenzielle Verdunstung



Region	derzeitige klimatische Wasserbilanz		projizierte klimatische Wasserbilanz	
	in mm	positiv, ausgeglichen, negativ	in mm	positiv, ausgeglichen, negativ
Leipziger Tieflandsbucht				
Vogtland				
Erzgebirge				
Elbtal				
Elbsandsteingebirge				
Lausitz				



1.c Formulieren Sie aus all Ihren Ergebnissen ein prägnantes Fazit zu den Folgen des Klimawandels für die Ressource Wasser in Sachsen.

Fazit:

2. Überlegen Sie, wie sich die Veränderungen der Niederschläge und Temperatur auf den Wasserhaushalt, die Wassermenge, die Wasserqualität und die Gewässerökologie auswirken und stellen Sie diese in einer Gedankenkarte dar.



3. Gesicherte Wasserversorgung trotz Klimawandel

a) Erklären Sie, wodurch in Sachsen die Wasserversorgung für zwei bis drei aufeinanderfolgende Trockenperioden gesichert ist.

b) Nennen Sie Anpassungsmaßnahmen der Landestalsperrenverwaltung an die Szenarien des Klimawandels.



1. Welche Faktoren können zur Entstehung von Hochwasser führen? Beantworten Sie diese Frage mit Hilfe der Fotos.



Nennen Sie weitere Ursachen:

2. Nennen Sie potentielle Überflutungsgebiete in Sachsen. Benutzen Sie dafür einen Atlas.

sächsische Überflutungsgebiete

3.a Nennen Sie private und staatliche Möglichkeiten der Vorsorge vor Hochwasserschäden.

private Vorsorge	staatliche Vorsorge

3.b Nennen Sie Maßnahmen des naturnahen und des technischen Hochwasserschutzes.

naturnaher Hochwasserschutz	technischer Hochwasserschutz

3.c Erklären Sie, welche Funktion Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken für den Hochwasserschutz haben.



Funktion und Aufbau einer Talsperre



Die Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen bewirtschaftet nahezu alle sächsischen Stauanlagen (aktuell fast 140 Talsperren und Wasserspeicher). Sie kümmert sich außerdem um den Ausbau, die Unterhaltung und den Hochwasserschutz an allen Fließgewässern I. Ordnung*.

*Gewässer I. Ordnung sind alle größeren Flüsse in Sachsen, die vom Freistaat unterhalten werden. Gewässer II. Ordnung sind kleinere Bäche, die von den Kommunen unterhalten werden.

1. Nennen Sie Gründe für den Bau von Talsperren und leiten Sie daraus Aufgaben der sächsischen Talsperren ab. Erklären Sie, welche Nutzungen gegenteilige Ziele verfolgen.

Gründe für den Bau von Talsperren:

Konkurrierende Nutzungen:

Aufgaben von Talsperren

2. Erläutern Sie, wie eine Talsperre funktioniert.



3. Erläutern Sie, wodurch die Sicherheit einer Talsperre gewährleistet wird.



1. Nennen Sie die Komponenten des Wasserhaushaltes und erstellen Sie die Wasserhaushaltsgleichung.

Komponenten des Wasserhaushaltes	Wasserhaushaltsgleichung
• • • •	

2.a Erläutern Sie, warum Frühjahr und Sommer die kritischsten Jahreszeiten für Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft sind.

Frühjahr	Sommer

2.b Erläutern Sie, durch welche Maßnahmen Talsperren auf das variierende Wasserdargebot (Trockenheit, Hochwasser) und Veränderungen im Wasserbedarf vorbereitet sind.

Maßnahmen:

3.a Erklären Sie, was man unter Talsperrenbewirtschaftung versteht und welche Faktoren Bewirtschaftungspläne berücksichtigen.

3.b Lösen Sie die Rechenaufgabe.

Eine Trinkwassertalsperre musste aufgrund von Sanierungsarbeiten bis auf den Reserveraum geleert werden. Nun soll sie wieder angestaut werden. Die Talsperre hat einen Stauraum von 5,77 Millionen m³. 17 Prozent davon entfallen auf den Reserveraum und 15 Prozent auf den Hochwasserrückhalteraum, der immer freigehalten wird. Der durchschnittliche Zufluss liegt bei 0,307 m³/s. An den Fluss unterhalb der Talsperre müssen mindestens 0,025 m³/s abgegeben werden.
Nachdem die Talsperre angestaut ist, kann auch das Wasserwerk wieder mit 0,06 m³/s Rohwasser beliefert werden. Das Wasserwerk verteilt das aufbereitete Trinkwasser in eine Region mit 100.000 Einwohnern. Ein Einwohner verbraucht in dieser Region durchschnittlich 85 Liter Wasser pro Tag.

a) Berechnen Sie, nach wie vielen Tagen das reguläre Stauziel frühestens erreicht ist.

b) Ermitteln Sie, wie viel Prozent des Trinkwassers in der Region aus Talsperrenwasser stammt und wie viel Prozent aus anderen Quellen wie etwa Grundwasser.

Abbildung 27: Arbeitsblätter zum Hochwasserschutz

Quelle: vgl. Landestalsperrenverwaltung des Landes Sachsens, <https://www.smul.sachsen.de/ltv/26920.htm>, abgerufen Dez. 2018.

C.7 Radiobeitrag Lebenselixier Wasser: Zwischen Mangel und Verschwendung

Dieser Radiobeitrag aus dem Jahr 2013 beschäftigt sich mit dem Thema Wassermangel und Wassernutzung. Jeden Tag verbrauchen wir pro Kopf 123 Liter Wasser in Deutschland. Dazu muss man nur den Hahn aufdrehen. Anderswo auf der Welt aber ist Wasser ein extrem knappes Gut. So leiden 2,7 Milliarden Menschen für mindestens einen Monat im Jahr unter Wassermangel. Green Radio spricht mit WWF-Experte Philipp Wagnitz und Jörg Rechenberg vom Umweltbundesamt über den Wasserfußabdruck von Produkten und den sparsamen Umgang mit dem kühlen Nass.

Den Beitrag kann man unter folgenden Link abrufen: Umweltbundesamt:
<https://www.umweltbundesamt.de/service/green-radio/lebenselixier-wasser-zwischen-mangel-verschwendung>, abgerufen Dez.2018.

D Warm-up Aufgaben – Spiele

D.1 Begriffs-Impulse

Dauer: ca. 20 - 30 min.

Gruppengröße: 5 – 30 Personen

Alter: ab ca. 12 Jahre

Material: Flipchart, Stifte, Blätter

Die Lehrkraft gibt einen Satzanfang mit einem zentralen Begriff des vorgesehenen Unterrichtsthemas, z. B. „Hochwasser“, „Sauberes Trinkwasser“, „Verteilung des Wassers in der Welt“ als Impuls vor. Die Teilnehmer/-innen vollenden diesen Satz, indem sie ihre Gedanken zu dem Begriff aufschreiben. Beispiele für solche Aufgaben können sein:

- a) Zum Thema „Hochwasser“ fällt mir ein....
- b) „Sauberes Trinkwasser“ ist für mich
- c) „Die Verteilung des Trinkwassers“ bedeutet....

Die Gruppe soll sich auf eine Impulsfrage einigen oder die Lehrkraft gibt sie direkt vor. Jeder „assoziiert“ nun zu dem Impulssatz oder dem Impulswort weitere Wörter und Sätze und führt mit eigenen Gedanken den Satzanfang weiter oder schreibt die Wörter zu den Impulsbegriffen auf, die ihm dazu einfallen. Anschließend können die Teilnehmer mit der Methode des „Rotierenden Partnergesprächs“ (vgl. Kap. A.5) die Begriffe oder Sätze austauschen. Nach zwei bis drei Durchgängen setzen sich die Teilnehmer/-innen in einer Kleingruppe (vier bis fünf Personen) zusammen. Dabei einigen sich die jeweiligen Gruppen auf Begriffe, die in Bezug auf das Thema von Bedeutung sind. Diese Begriffe werden aus allen Gruppen zusammengetragen und können dann Grundlage für die weitere Bearbeitung des Themas der Unterrichtseinheit sein.

D.2 Einstieg mit der Bilddatei

Dauer: ca. 15 -20 min.

Gruppengröße: 5 – 30 Personen

Alter: ab ca. 12 Jahre

Material: Zeitungen, Bilder, Zeitschriften etc.

Benötigt wird eine kleine Sammlung von Bildern (Fotos, Zeichnungen, Karikaturen, Symbolen...), z. B. zum Thema „Hochwasser“, „Wasserverschmutzung“, „Zugang zum Trinkwasser“. Eine Bildkartei kann auch von den Teilnehmer/-innen

zusammengestellt werden – aus Illustrierten und Tageszeitungen oder aus dem Internet. In der ersten Unterrichtsstunde in Bezug auf das Thema werden die Bilder in der Mitte des Raumes ausgelegt. Nun sucht sich jeder Teilnehmer/-in ein Bild aus, das ihn besonders anspricht und bestimmte Gedanken, Vorstellungen, Erfahrungen oder Meinungen auslöst.

Jeder stellt nun mit der Methode des „Rotierenden Partnergesprächs“ (vgl. Kap. A.5) seinem gegenüberstehenden Partner sein Bild vor und erläutert, warum gerade dieses Bild ihn besonders angesprochen hat.

D.3 Aufgabenkonflikt

Dauer: ca.10 min.

Gruppengröße: 12-35 Teilnehmer

Alter: ab 10 Jahren

Material: ausreichend Stühle

Dieser kleine Aufwärmer verdeutlicht sehr schön, wie scheinbar in Konflikt stehende Ziele, doch gleichzeitig gemeinsam verfolgt werden können.

Die Teilnehmer/-innen werden in 4 Gruppen eingeteilt. Jede Gruppe erhält verdeckt eine Aufgabe, die die anderen Gruppen nicht mitbekommen dürfen. Daraufhin müssen alle ihre Aufgabe verfolgen und gewonnen hat die Gruppe, welche als erste ihre Aufgabe erfüllt hat.

Die Aufgaben der Gruppen sind folgende:

1. Alle Stühle mit der Lehne zum Fenster drehen.
2. Alle Stühle in die Mitte stellen.
3. Alle Stühle aufeinander stapeln.
4. Alle Stühle auf den Kopf stellen.

Zu Beginn wird es ein ziemliches Durcheinander sein, doch nach und nach werden die Gruppen feststellen, dass sich ihre Aufgaben gar nicht widersprechen und beginnen zusammen zu arbeiten.

D.4 Weltspiel der Verteilung

Dauer: ca. 20-25 Minuten

Gruppengröße: Mindestens 20 Teilnehmer. Je mehr Spieler mitmachen, desto eindrucksvoller.

Alter: 12 Jahren

Materialien: 5 große Zettel mit den Namen der Kontinente Nordamerika, Südamerika, Afrika, Europa und Asien (ohne Antarktika und Australien, das in dieser Aktivität mit zu Asien gehört) und für jeden Teilnehmer einen Stuhl. Für die Darstellung weiterer

Sachverhalte (Energieverbrauch, Wasservorkommen, etc.) entsprechende zusätzliche Materialien, z. B. Bonbons, 1-Liter-Meßbecher, 5 Messbecher, xls. Tabelle mit Zahlen zur Weltbevölkerung etc. zum Herunterladen:
<http://bildungsagenten.org/weltspiel-der-verteilung/>

Große Zahlen sind meistens sehr abstrakt und schwer vorstellbar. Mit diesem Spiel gelingt es, die Verteilung der Weltbevölkerung, des Weltreichtums (BSP – Bruttosozialprodukt), der Wasserressourcen oder des Energieverbrauchs auf die verschiedenen Kontinente – wenn auch vereinfacht – darzustellen und zu erleben. Es ist auch eine gute Methode, um generell in das Thema Ressourcenverteilung einzusteigen. Das Spiel ist ab ca. 20 Leuten spielbar. Mit weniger Teilnehmer werden die Ergebnisse zu sehr durch die Rundung verzerrt.

Alle Teilnehmer gehen mit ihren Stühlen in die Mitte des Raumes und repräsentieren die Weltbevölkerung. Im Folgenden sollen sich die Teilnehmer einigen, wie die Weltbevölkerung auf die fünf Kontinente aufgeteilt werden kann, damit sie der tatsächlichen Anzahl von Menschen auf den Kontinenten entspricht. Haben sich die Teilnehmer geeinigt, verteilen sie sich entsprechend auf den ausgelegten Kontinenten im Raum, ohne ihre Stühle mitzunehmen.

> Die Verteilung der Teilnehmer mit den Zahlen der Tabelle vergleichen.

Jetzt kommen die Stühle ins Spiel. Die Stühle repräsentieren das Welteinkommen (es müssen so viele Stühle wie Teilnehmer sein). Sie sollen nun so auf die Kontinente verteilt werden, wie die Teilnehmer die tatsächliche Verteilung des Welteinkommens schätzen. Alle Stühle werden dafür benutzt.

> Die Verteilung des Einkommens mit den Zahlen der Tabelle vergleichen.

Die „Weltbevölkerung“ setzt sich auf die aufgestellten Stühle, die das Welteinkommen und die Verteilung des Reichtums symbolisieren. Auf einigen Kontinenten sitzen nun viele Teilnehmer auf wenigen Stühlen und auf den anderen sitzen wenige Teilnehmer auf vielen Stühlen. Dadurch wird das Verhältnis zwischen Bevölkerung und Verteilung des Welteinkommens bildhaft verdeutlicht. Es schließt sich eine weitere Visualisierung zum Ressourcenverbrauch / Energieverbrauch an. Ebenso möglich ist die Darstellung des zur Verfügung stehenden erneuerbaren Süßwassers für die einzelnen Kontinente.

Wichtig ist, im Anschluss die Spieleindrücke und eigenen Erfahrungen zu reflektieren und die persönlichen Meinungen zur Wertsituation zu besprechen.

- Habt ihr andere Zahlen im Kopf gehabt? Wenn ja, warum?

- Was denkt ihr über das Missverhältnis zwischen Bevölkerung, Reichtum und Ressourcenverbrauch bzw. zur Verfügung stehendem Süßwasser?
- Wie kommt es dazu?

Abschließende Fragen können sein:

- Was bedeutet diese Weltlage für uns und für mich persönlich?
- Was können wir/was kann ich tun?

Anmerkung: Zahlentabelle kann separat heruntergeladen werden:

<http://bildungsagenten.org/weltspiel-der-verteilung/>

E Handwerkliches Geschick

Im Folgenden werden zum Thema passend praktische und handwerkliche Übungen einbezogen.

E.1 Bau von Booten mit unterschiedlichen Antriebsarten

Die Schüler/-innen bauen in Gruppen zu jeweils 2 Personen ein Schiff/Boot. Die Boote sollen im Laufe der Woche an einem Bootsrennen teilnehmen. Das schnellste Boot gewinnt natürlich. Die Teilnehmer/-innen haben die Möglichkeit, zwischen unterschiedlichen Antriebsformen auszuwählen:

- Das Segelboot
- Floß mit Gummimotor
- Ballonboot

Das Segelboot

Material: mindestens 12 gleich große Korken, 2 Holzschaschlikspieße, 1 Stück, dünnes Styropor, Papier, Schere, UHU-Klebstoff oder Heißklebepistole, Buntstifte

Arbeitsschritte

1. Klebe die Korken so zusammen, dass sie ein Floß ergeben: jeweils 4 nebeneinander, 3 Reihen. Die Klebseiten musst du dazu beidseitig mit Klebstoff bestreichen, leicht aneinanderdrücken und dann gut trocknen lassen.
2. Für den Mast (siehe Bild) steckst du einen Holzspieß der Länge nach und den anderen quer (im oberen Drittel) in das Styroporstück.
3. Das fertige Segel steckst du dann auf das Korkenfloß. Beachte dabei, dass es nicht genau in der Mitte, sondern etwas weiter vorne befestigt wird.
4. Für die Fahne schneidest du ein Stück Papier zurecht, das du dann anmalst und oben am Segel an den Holzspieß klebst.



Abbildung 28: Segelboot aus Korken

Floß mit Gummimotor

Material: 11 Korken, 5 Holzschaschlikspieße, 1 Joghurtbecher, 2 lange Gummibänder, 1 Papierschachtel, 1 Plastiksachtel oder Plastikfolie, Messer, Schere, kleiner Handbohrer oder Schraube

Arbeitsschritte

1. Zuerst steckst du je 5 Korken der Länge nach auf einen Holzspieß. Um das Zusammenstecken zu erleichtern, werden die Korken vorher vorgebohrt.
2. Dann verbindest du die beiden Korkenreihen durch die übrigen drei Spieße miteinander: die ersten beiden Korken, die mittleren beiden und die hinteren miteinander. So erhältst du Querachsen.
3. Nun nimmst du den elften Korken und bohrst ein Loch der Länge nach hinein. Dann schneidest du in denselben Korken 4 Schlitz. Dort steckst du dann später die Flügel aus Joghurtbecher ein.
4. Aus dem Joghurtbecher schneidest du nun vier gleich große Flügel aus und steckst sie so in die Schlitz des Korkens, dass die Rundungen in eine Richtung zeigen.
5. Die beiden Gummibänder ziehst du dann zusammen mit einer Drahtschlinge durch das Korkenloch hindurch, so dass die Schlingen auf beiden Seiten gleich lang sind.
6. Um den Korken und durch die Gummibänder schlingst du nun einen Draht, welcher dann das Aufdrehen des Motors ermöglicht.
7. Nun ziehst du den Gummimotor über die beiden Korkenreihen.
8. Aus der Plastiksachtel baust du eine kleine Schiffskajüte, welche du mit Filzstiften anmalen kannst. Setze das kleine Haus dann in eine Plastiksachtel oder klebe an den Hausboden eine Plastikfolie.
9. Schließlich klemmst du das Haus zwischen zwei Spießen fest.



Abbildung 29: Gummimotor

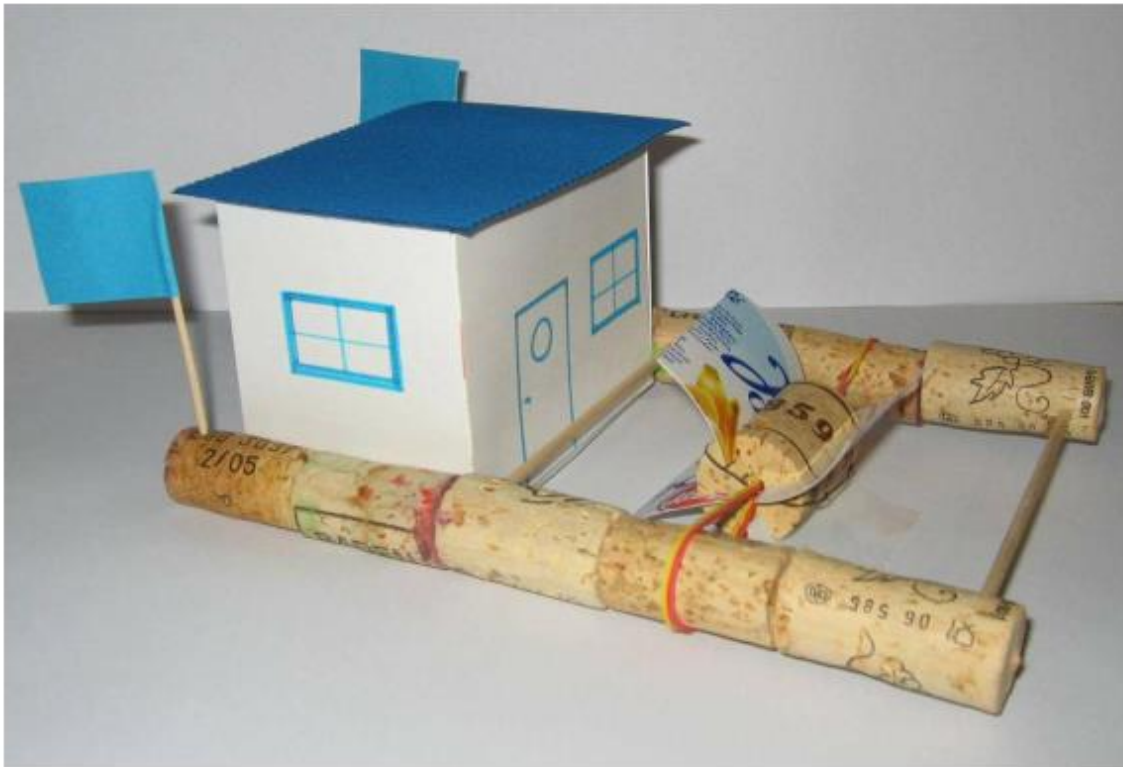


Abbildung 30: Floß mit Gummimotor

Ballonboot

Material: Luftballon, Korken, Styroporplatte, Strohalm mit Knick, Draht, Bleistift, Säge, Bohrer

Arbeitsschritte

1. Zeichne mit einem Bleistift die Form eines Bootes auf die Styroporplatte.
2. Säge dann die vorgezeichnete Form aus.
3. Nimm nun den Bohrer und bohre ein Loch durch den Korken, so dass der Strohalm durchpasst (nicht zu groß!). Bohre dann ein weiteres Loch durch die Styroporplatte an der Stelle, wo der Korken dann aufgesetzt wird.
4. Setze nun den Korken auf die Platte und stecke den Strohalm hindurch, so dass der kurze Teil im Korken steckt und der längere Teil nach hinten hinaus steht.
5. Befestige den Strohalm noch mit dem Stück Draht, damit er nicht hin und her rutscht.
6. Gib nun den Luftballon über den Korken.



Abbildung 31: Ballonboot

F Praktische Übungen - Experimente

F.1 Modell Wasserkreislauf

Dauer: mindestens 4 Tage

Gruppengröße: bis zu 35 Personen (je nach technischer Ausstattung)

Alter: ab ca. 10 Jahre

Materialien: je Gruppe

✓ zwei Einweckgläser (1,5 l)

✓ Pflanzenerde

✓ Messbecher

✓ Kresse

✓ Einweckgummi

✓ Küchenfolie

Aufgabe: Simulation des Wasserkreislaufs mit Hilfe eines Modells.⁴⁵

Ablauf:

1. Füllt beide Gläser bis ca. 1/3 der Höhe mit Pflanzenerde.
2. Bedeckt nun in einem der Gläser die Erdoberfläche mit Kressepflanzen.
3. Gießt in beide Gläser die gleiche Menge Wasser (ca. 100 ml). Das Wasser sollte vollständig von der Erde aufgesogen werden.
4. Verschließt die Gläser luftdicht mit Hilfe durchsichtiger Küchenfolie und Einweckgummis.

⁴⁵ vgl. R. Wieber et.al., Lernort Gewässer, Hrsg. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung, S. 15 ff.

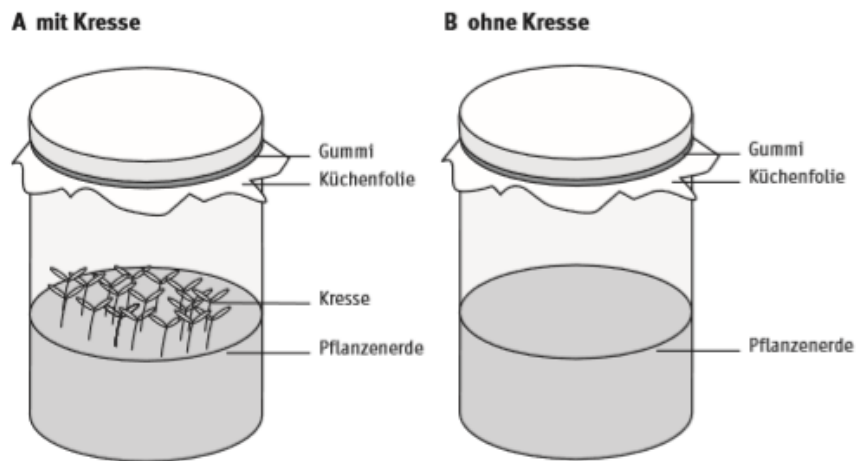


Abbildung 32: Modell Wasserkreislauf

Quelle: vgl. R. Wieber et.al., Lernort Gewässer, Hrsg. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung, S. 15 ff.

Auswertung:

- Stellt beide Gläser an den gleichen Standort im Raum. Jede Gruppe sollte einen anderen Standort (schattig, kühl, sonnig, warm) wählen; spricht euch deshalb mit den anderen Gruppen ab.
- Beobachtet und vergleicht die Gläser über den Zeitraum des Aufenthaltes. Protokolliert eure Beobachtungen.
- Jede Gruppe stellt am Ende des Beobachtungszeitraums ihre Ergebnisse der Klasse vor.
- Interpretiert die Ergebnisse. Verwendet dazu die Skizze des Wasserkreislaufs.

F.2 Gewässergütebestimmung mit Zeigerorganismen

Dauer: 2 - 3 Stunden

Gruppengröße: 5 – 40 Personen (je nach Gegebenheiten)

Alter: ab ca. 12 Jahre

Material: Gummistiefel, feinmaschiger Kescher (Haushaltssieb), mehrere flache weiße Plastikschalen (Fotogeschäft!), Plastik-Partyteller, verschließbare Marmeladengläser, Spritzflasche mit Bachwasser, Pipetten mit weiter Öffnung, Pinzette, weicher Pinsel, Löffel, Lupe und/oder Binokular, Bestimmungshilfe, Schreibunterlage, Bleistift

Die Einleitung von Abwässern oder das Eindringen von Düngemitteln von benachbarten Feldern führen dazu, dass ein Fließgewässer verunreinigt wird. Ob es

einem Bach "gut" oder "dreckig" geht, kann man mit einer Fließgewässeruntersuchung bestimmen. Man muss kein Chemiker sein, um die Gewässergüte eines Baches zu bestimmen: Die Bachbewohner helfen dabei.

Folgende Aufgabe wird an die Teilnehmer/innen herangetragen:

Auswahl des Untersuchungsortes und Zeitraum der Untersuchung:

- Wählt im Bach Abschnitte zur Untersuchung aus, die weniger als ca. 0,5 m tief sind. Im Sommer könnt ihr auch etwas größere Tiefen bis etwa Hüfthöhe (Badehose, Badeschuhe) untersuchen. Der Bach sollte natürlich nicht begangen werden, wenn durch Verschmutzungen Gesundheitsschäden möglich sind.
- Führt die Untersuchung bei stabil niedriger Wasserführung, keinesfalls jedoch unmittelbar nach einem Hochwasser durch! Wählt dazu die Untersuchungsabschnitte nach folgenden Gesichtspunkten aus:
 - Lage ober- und unterhalb von Einleitungen oder Einmündungen,
 - möglichst natürliche Beschaffenheit des Gewässergrundes,
 - Vergleichsmessung in einem kanalisierten Abschnitt, falls vorhanden.
- Setzt die entnommenen Tiere und Pflanzen nach der Untersuchung in den Bach zurück!

Vorgehen

1. Die Probenahme

Füllt vor Beginn an der Untersuchungsstelle die weiße Plastikschaale ca. 2 cm hoch mit Bachwasser. Sammelt in den Untersuchungsabschnitten auf einer Länge von ca. 100 m die Gewässerorganismen auf und untersucht dabei nach Möglichkeit die gesamte Bachbreite. Geht dabei mit dem Kescher (Sieb) wie folgt vor:

1. Schüttelt vorhandene Wasserpflanzen kräftig durch (nicht ausreißen!) und sammelt die dabei freischwimmenden Tiere mit dem Kescher.
2. Spült den Siebinhalt mit der Spritzflasche in die Sammelschale.
3. Sucht die Tiere heraus und füllt sie in die mit etwas Wasser gefüllten Marmeladengläser.
4. Geht bei steinigem und kiesigem Untergrund in gleicher Weise vor: Entnimmt einzelne größere Steine aus dem Gewässer und hält das Sieb in Fließrichtung direkt hinter den Stein, um mit der Strömung flüchtende Tiere ebenfalls aufzufangen.

5. Spült mit der Spritzflasche oder sortiert mit Pinzette bzw. nassem Pinsel vorsichtig die an den Steinen (Unterseite!) sitzenden Tiere ab. Gebt sie in die weißen Schalen, die Party-Teller oder die Marmeladengläser.
6. Gebt die verschiedenen Tiere in einzelne Gefäße und versucht, sie mit der Bestimmungshilfe grob zuzuordnen (Tabelle 9). Nehmt dazu auch die Lupe (das Binokular) zu Hilfe.
7. Schätzt ihre Häufigkeiten nach folgender Skala:
1 = Einzelfund 2 = selten bis mäßig häufig 3 = sehr häufig 4 = massenhaft
8. Tragt die Ergebnisse in einer Tabelle zusammen und protokolliert eure Beobachtung.

Tabelle 9: Bestimmungsschlüssel für Zeigerorganismen der Gewässergüte

Gewässergüteklasse	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
Saprobienindex (SI)	unbelastet bis gering belastet 1,0 bis < 1,5	gering belastet 1,5 bis < 1,8	mäßig belastet 1,8 bis < 2,3	kritisch belastet 2,3 bis < 2,7	stark belastet 2,7 bis < 3,2	sehr stark verschmutzt 3,2 bis < 3,5	übermäßig verschmutzt 3,5 bis 4,0
Zeigerorganismen s = Indexwert des Zeigerorganismus	Steinfliegenlarve (s = 1,0)  Köcherfliegenlarve (s = 1,0)  Lidmückenlarve (s = 1,0)  Vielaugenstrudelwurm (s = 1,0) 	Steinfliegenlarve (s = 1,5)  Köcherfliegenlarven (s = 1,5)  Eintagsfliegenlarven (fisch) (s = 1,5)  Hakenkäfer (s = 1,5) Larve  Dreieckskopfstudelwurm (s = 1,5) 	Eintagsfliegenlarven (lund) (s = 2,0)  Köcherfliegenlarven (s = 2,0)  Bachflötkrebs (s = 2,0)  Flußmuschel (s = 2,0)  Flußnapfschnecke (s = 2,0)  Bachtaumelkäfer (s = 2,0) Larve 	Schlammfliegenlarve (s = 2,5)  Flußflohkrebs (s = 2,2)  Kugelmuschel (s = 2,5)  Egel (s = 2,5) 	Stechmückenlarven (s = 2,7) Larve  Puppe  Wasserassel (s = 2,8)  Wimperterchen (s = 3,0) (wattig-graue Kolonie)  Rotegel (s = 2,8) 	Zuckmückenlarve (rot) (s = 3,5)  Abwasserpilz (s = 3,5) (bräunlich-graue Zotten)  Schlammstreifenwürmer (s = 3,5) 	Rattenschwanzlarve (s = 4,0)  Schwefelbakterien (s = 4,0) (weißlich-grauer Belag über schwarzen Faulschlamm) 

Quelle: vgl. Wieber et.al., Lernort Gewässer, Hrsg. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung, S. 120 ff.

Protokoll zur Untersuchung eines Fließgewässers:

Name des Gewässers: _____ Wassertemperatur: _____

Ort der Untersuchungsstelle: _____ Lufttemperatur: _____

Datum und Uhrzeit: _____ Wind: _____

Wetterlage: _____

Tiefe: _____

Breite: _____

Pflanzen am Ufer: _____

Pflanzen im Wasser: _____

menschliche Einflüsse (Begradigung, Beton...): _____

Trage in diese Tabelle die Tiere ein, die du gefunden hast:

Tier	Anzahl der Tiere	Hinweis auf Güteklasse...	Wieviele Arten konntest du unterscheiden?

Zeichne wie der Bach fließt und wie seine Umgebung aussieht:

--

Was ist dir an dem Bach aufgefallen? _____

Quelle: Umweltdetektive. Hrsg. Naturfreundejugend Deutschland.

https://www.naturfreunde.de/sites/default/files/attachments/umweltdetektive_wasser_2014.pdf, abgerufen Dez 2018.

F.3 Bau einer Minikläranlage

Dauer: 30 Minuten

Gruppengröße: 5 – 40 Personen

Alter: ab ca. 10 Jahre

Material: kleine Kieselsteine, feinen Sand, Aktivkohle (aus der Apotheke), einen Kaffeefilter, eine Plastikflasche, eine Schere.

Dieser kleine Versuch kann in Gruppen von 2-4 Personen durchgeführt werden (vgl. Kap. B.1). Sobald die Gruppen eingeteilt sind, erhalten sie die folgende Versuchsanleitung. Für die Durchführung haben sie ca. 30 Minuten Zeit.

Versuchsanleitung für Teilnehmer/innen:

1. Schneide den Boden der Flasche ab.
2. Gib nun in folgender Reihenfolge die verschiedenen Filter in die Flasche (Kaffeefilter, Aktivkohle, Sand, Kies).
3. Stelle die Flasche so auf ein Einmachglas, dass das Wasser aufgefangen wird.
4. Gieße nun dreckiges Wasser in die Flasche (z.B. aus einer Pfütze oder Wasser mit Schlamm). Schüttele das gefilterte Wasser mehrmals durch deine Mini-Kläranlage (etwa 5-mal).
5. Protokolliere deine Beobachtung auf einem Protokollzettel.

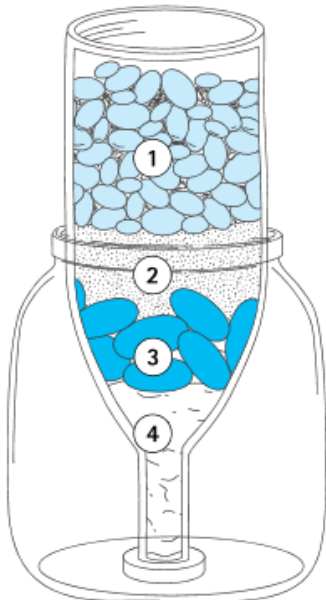


Abbildung 33: Bau einer Mini Kläranlage

Quelle: Umweltdetektive. Hrsg. Naturfreundejugend Deutschland,

https://www.naturfreunde.de/sites/default/files/attachments/umweltdetektive_wasser_2014.pdf, abgerufen Dez 2018.

F.4 Bau eines Unterwasserguckers

Dauer: 15-20 min

Gruppengröße: bis zu 35 Personen

Alter: ab ca. 10 Jahre

Material: eine leere Blechdose, einen Dosenöffner, eine Metallfeile oder einen Hammer, Gummiringe, durchsichtige Plastikfolie

Damit die Teilnehmer bei ihrer Feldforschung auch unter Wasser schauen können, bauen sie sich einen eigenen Unterwassergucker. Jeder Schüler, jede Schülerin baut sich einen eigenen. Folgender Fertigungsschritte müssen die Schüler/innen umsetzen:

Aus der Blechdose musst du Boden und Deckel vollständig entfernen. Scharfe Kanten solltest du mit der Metallfeile oder dem Hammer glätten. Ein Stück durchsichtige Plastikfolie, etwas größer als der Durchmesser der Dose, wird großzügig über eine der Öffnungen gezogen und mit den Gummiringen befestigt. Fertig!

Die Seite der Dose mit der Folie kannst du nun leicht ins Wasser eintauchen. Von der Wasseroberfläche aus lässt sich nun mit Hilfe dieses Wasserguckers das Leben unter Wasser beobachten. Durch die Folie wird die Lichtbrechung an der Wasseroberfläche aufgehoben. Die durch den Wasserdruck einsetzende Wölbung erzeugt zusätzlich einen vergrößernden Effekt.

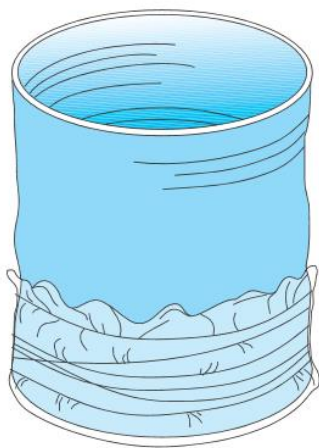


Abbildung 34: Unterwassergucker

Quelle: Umweltdetektive. Hrsg. Naturfreundejugend Deutschland.

https://www.naturfreunde.de/sites/default/files/attachments/umweltdetektive_wasser_2014.pdf, abgerufen Dez 2018.

F.5 Chemische Untersuchung einer Wasserprobe

Dauer: 1 - 2 Stunden

Gruppengröße: 5 – 30 Personen

Alter: ab ca. 12 Jahre

Material: Gummistiefel, Analysenkoffer oder Reagenziensätze, Probenglas
(Plastikeimer mit einem Stein beschwert an einer Leine)

Die Teilnehmer/-innen bilden Gruppen mit jeweils 2-3 Personen (vgl. Kap. B). Jede Gruppe erhält die notwendigen Materialien sowie die Arbeitsaufgabe. Folgende Infos erhalten die Teilnehmer/-innen vorab:

Regeln für Wasserproben:

- Keine Probenahme bei Gewitter, starkem Regen und böigem Wind.
- Keine Probenahme an Stellen, die nicht sicher begehbar sind.
- Probenahme möglichst immer an der gleichen Stelle.
- Bei zugefrorenen Gewässern aus Sicherheitsgründen keine Probenahme.
- Probenahmegefäß entgegen der Fließrichtung 10 cm tief in das Wasser eintauchen.
- Probennahme auch von einer Brücke aus möglich.
- Bei Proben aus einer Wasserleitung mindestens 10 Minuten lang den Hahn aufdrehen, bis die Temperatur des Wassers sich nicht mehr ändert. Dadurch wird das in der Leitung stehende Wasser entfernt.
- Probeflaschen luftblasenrein schließen.

Aufgabe

Bestimmt den Gehalt an Nährstoffen und den Sauerstoffgehalt.

Vorgehen

1. Entnimmt eine Wasserprobe und führt die mit dem Analysenkoffer möglichen Untersuchungen durch.
2. Protokolliert die Ergebnisse in einer Tabelle ein.
3. Bewertet die Ergebnisse (verwendet dazu die Bewertungshilfe).

Tabelle 10: Bewertungshilfe für chemische Messungen

Messgröße	Einheit	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	häufige Ursachen bei erhöhten Belastungen
		B e l a s t u n g				
		Unbelastet	Mäßig belastet	Erhöht belastet	Sehr hoch belastet	
Nitrat	mg/l	< 5	< 10	< 40	> 80	landwirtschaftliche Düngung
Phosphat	mg/l	0,05	< 0,3	< 1,2	> 2,5	landwirtschaftliche Düngung, Bodenabtrag, Einschwemmung, Abwassereinleitung
Sauerstoff	mg/l	> 8	> 6	> 4	< 2	Abwasser: organische Schmutzstoffe
Sauerstoff-sättigung	%	90 – 105	80 – 90 120 – 135	60 – 80 170 – 250	< 50 > 350	< 100: organische Schmutzstoffe > 100: Düngewirkung von Nährstoffen und Pflanzenwachstum
Ammonium	mg/l	< 0,05	< 0,5	< 1,5	> 3,0	Abwasser, frische Gülle, Jauche
Nitrit	mg/l	< 0,03	< 0,3	< 1,5	> 2,5	Abwasser, Gülle, Jauche
pH-Wert		7,0 – 8,0 (4,0 – 6,0*)	8,3 – 8,5	8,8 – 9,0	> 9,5	Wirkung von Nährstoffen und Pflanzenwachstum; * Versauerung

Quelle: vgl. Wieber et.al., Lernort Gewässer, Hrsg. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung, S. 120 ff.)

F.6 Rundlauf Experiment

Dauer: 1 Stunden

Gruppengröße: 5 – 15 Personen (bei größeren Gruppen müssten die Stationen erweitert werden)

Alter: ab ca. 12 Jahre

Material: siehe jeweils Experiment

Im Raum wird ein kleiner Experimentenparcours aufgebaut. Die Teilnehmer/-innen schließen sich jeweils zu einer Gruppe von 2-3 Personen (vgl. Kap. B) zusammen. Es gibt insgesamt 5 Experimente. Jede Gruppe kann zwei Experimente durchführen. Eine Person führt den Versuch durch, eine andere Person beobachtet den Versuch und eine dritte Person schreibt die Beobachtung auf. Bei der nächsten Station werden die Aufgaben getauscht. Hat jede Gruppe zwei Experimente durchgeführt, werden der Versuchsaufbau, der Versuchsablauf sowie die Ergebnisse der Gruppe an der jeweiligen Station allen Teilnehmern vorgestellt.

Die folgenden Experimente können auch unter folgendem Link nachgelesen werden:

Wasserunternehmen in Sachsen und Ostthüringen, Aqualino, https://www.wasser-aqualino.de/fileadmin/sites/TYPO3CMS.AQUALINO/UserFiles/Dokumente/downloads/worksheets/Arbeitsblatt_Experiment_Oberflaechenspannung.pdf, abgerufen Dez.2018

F.6.1 Experiment „Oberflächenspannung“

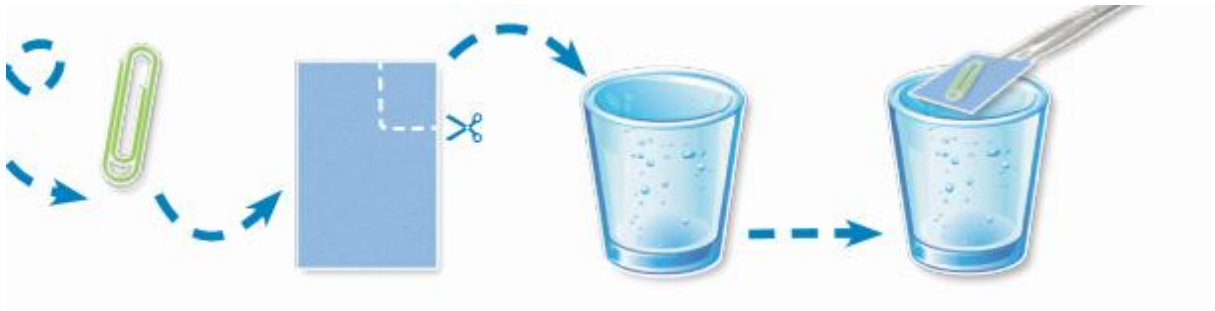


Abbildung 35: Experiment Oberflächenspannung

Quelle: vgl. Wasserunternehmen in Sachsen und Ostthüringen, Aqualino, https://www.wasser-aqualino.de/fileadmin/sites/TYPO3CMS.AQUALINO/UserFiles/Dokumente/downloads/worksheets/Arbeitsblatt_Experiment_Oberflaechenspannung.pdf, abgerufen Dez.2018.

Ablauf:

Fülle das Glas genau bis zum Rand mit Wasser. Es darf aber noch nicht überlaufen!

Die Büroklammer legst du auf ein kleines Stück Löschpapier und beides mit einer Pinzette vorsichtig auf die Wasseroberfläche. Nun wartest du bis das Löschpapier sich vollsaugt und langsam

Wasserunternehmen in Sachsen und Ostthüringen, Aqualino, https://www.wasser-aqualino.de/fileadmin/sites/TYPO3CMS.AQUALINO/UserFiles/Dokumente/downloads/worksheets/Arbeitsblatt_Experiment_Oberflaechenspannung.pdf, abgerufen Dez.2018 versinkt. Was passiert mit der Büroklammer?

Protokolliere deine Beobachtung!

Erklärung:

Bis zu einem gewissen Grad kann sich Wasser sogar „zum Berg“ wölben. Das liegt an seiner Oberflächenspannung. Zwischen den Wassermolekülen wirken Anziehungskräfte aus allen Richtungen. Weil an der Wasseroberfläche keine Anziehungskräfte nach oben wirksam werden können, entsteht an der obersten Schicht eine ins Flüssigkeitsinnere gerichtete Kraft der Moleküle, die man sich wie

eine ganz dünne „Haut“ eines Plastikbeutels vorstellen kann. Die ist so stabil, dass sie eine Büroklammer aus Metall trägt oder ein Wasserläufer auf ihr laufen kann.⁴⁶

F.6.2 Wasserdichte/Anomalie des Wassers

Material: eine kleine Glasflasche (Fläschchen für Kaffeesahne, Tabasco, Leinöl o.ä.), Lebensmittelfarbe oder Tinte, eine große Schüssel, eine Schaumkelle oder einen Kochlöffel.

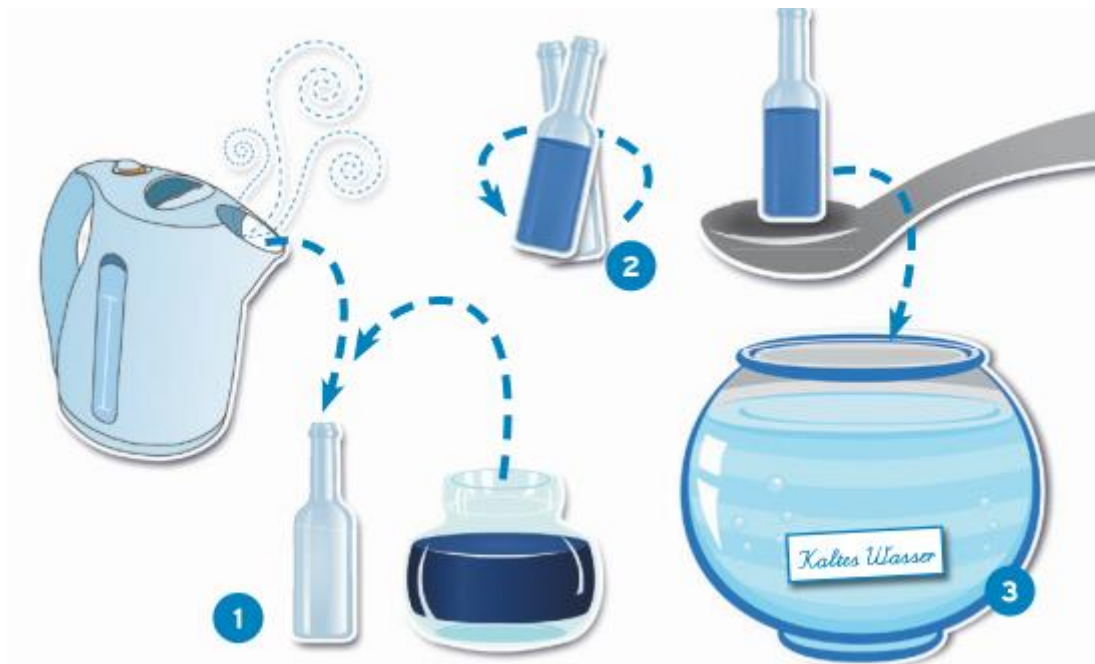


Abbildung 36: Experiment Anomalie des Wassers

Quelle: Wasserunternehmen in Sachsen und Ostthüringen, Aqualino, https://www.wasser-aqualino.de/fileadmin/sites/TYPO3CMS.AQUALINO/UserFiles/Dokumente/downloads/worksheets/Arbeitsblatt_Experiment_Oberflaechenspannung.pdf, abgerufen Dez.2018.

Ablauf:

Fülle die Schüssel dreiviertel voll mit kaltem Wasser. Fülle jetzt in die kleine Flasche heißes Wasser und gib etwas Tinte oder Lebensmittelfarbe dazu. Rühre das Wasser um oder schüttle vorsichtig die Flasche bis es sich gleichmäßig gefärbt hat. Lege nun die kleine Flasche geöffnet auf den Boden der großen Schüssel mit kaltem Wasser. Dazu kannst du die Schaumkelle oder einen großen Kochlöffel benutzen.

Beobachte was passiert und achte auf die Bewegung des gefärbten warmen Wassers.

⁴⁶ vgl. Wasserunternehmen in Sachsen und Ostthüringen, Aqualino, https://www.wasser-aqualino.de/fileadmin/sites/TYPO3CMS.AQUALINO/UserFiles/Dokumente/downloads/worksheets/Arbeitsblatt_Experiment_Oberflaechenspannung.pdf, abgerufen Dez.2018.

Versuche zu erklären, warum sich das warme Wasser so verhält.

Erklärung:

Das warme Wasser dehnt sich aus und steigt wolkenartig im kalten Wasser nach oben. Es mischt sich nur sehr langsam mit dem kalten Wasser. Erst wenn die Temperatur von beiden Flüssigkeiten gleich ist, vermischen sich beide Flüssigkeiten problemlos. Das liegt daran, dass warmes Wasser eine geringere Dichte hat als kaltes Wasser. Es ist praktisch „leichter“ als kaltes Wasser. ⁴⁷

F.6.3 Kohäsionskraft

Material: 2 Gläser, eine kleine Dose, 1 Knick-Strohalm

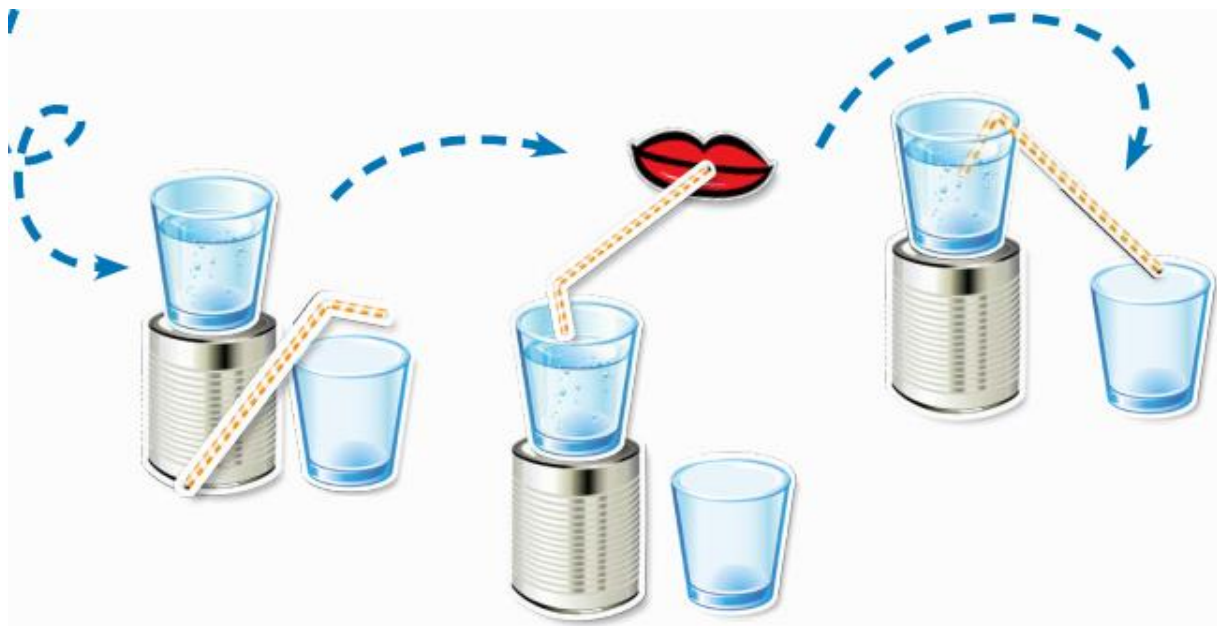


Abbildung 37: Experiment „Kohäsionskraft“

Quelle: Wasserunternehmen in Sachsen und Ostthüringen, Aqualino, https://www.wasser-aqualino.de/fileadmin/sites/TYPO3CMS.AQUALINO/UserFiles/Dokumente/downloads/worksheets/Arbeitsblatt_Experiment_Oberflaechenspannung.pdf, abgerufen Dez.2018.

Ablauf:

Stelle die Dose auf den Tisch. Ein Glas füllst du mit Wasser und stellst es oben auf die Dose. Das andere Glas stellst du leer zu Füßen des vollen Glases auf den Tisch. Jetzt hältst du den Knick-Strohalm mit dem kurzen Ende in das volle Glas und saugst am anderen Ende langsam. Sobald etwas Wasser in deinem Mund ankommt, drückst du deine Zunge auf das Ende und nimmst schnell einen Finger, um die Öffnung weiter zuzuhalten. Das geknickte Ende des Strohhalmes hängst du in das

⁴⁷ ebd.

obere, volle Wasserglas, das lange Ende in deiner Hand nach unten über das leere Glas. Jetzt kannst du den Finger von der Öffnung nehmen. Was passiert? Beschreibe, was du feststellen konntest. Wohin fließt das Wasser?

Erklärung:

Das Wasser aus dem oberen Glas fließt nicht - wie vielleicht erwartet - an beiden Enden des Strohhalmes heraus, sondern zunächst ein Stück bergauf und dann hinunter in das leere Glas, ohne dass du daran saugen musst. Möglich wird das durch die Kohäsionskraft. Die sorgt dafür, dass das Wasser zusammen bleibt. Die Wasserteilchen im längeren Teil des Strohhalmes ziehen sozusagen das Wasser aus dem kürzeren Teil hinterher, denn das Gewicht des Wassers im zweiten, etwas längeren Teil des Strohhalmes ist größer als im kurzen Teil des Strohhalmes.

F.6.4 Stromlinienform

Material: einen Standzylinder (Mindesthöhe 30 cm), Wasser, Knetmasse (oder Ähnliches), Waage, Stoppuhr

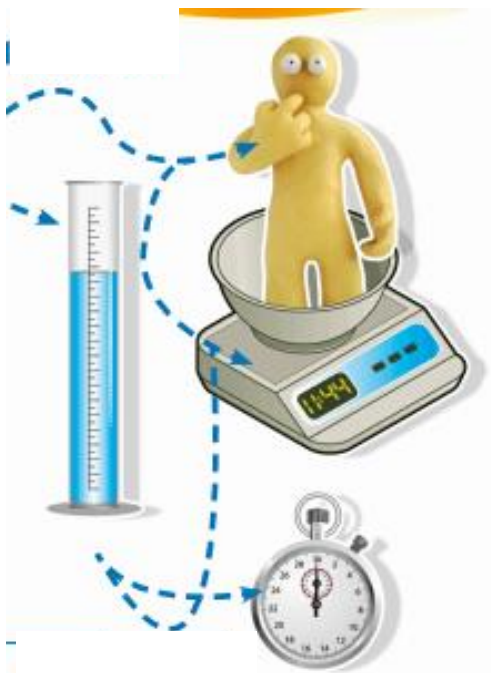


Abbildung 38: Experiment Stromlinienform

Quelle: Wasserunternehmen in Sachsen und Ostthüringen, Aqualino, https://www.wasser-aqualino.de/fileadmin/sites/TYPO3CMS.AQUALINO/UserFiles/Dokumente/downloads/worksheets/Arbeitsblatt_Experiment_Oberflaechenspannung.pdf, abgerufen Dez.2018.

Ablauf:

- Fülle das Wasser in den Standzylinder. Wiege von der Knetmasse drei leichtschwere Klumpen ab und forme daraus: 1 Würfel · 1 Kugel · 1 Zylinder
- Lasse die verschiedenen Knetformen nacheinander im Standzylinder nach unten sinken und miss die Zeit, die jede Form benötigt, bis sie auf dem Boden ankommt.
- Führe den Versuch mit jeder Form dreimal durch!
- Fertige eine Tabelle mit den Ergebnissen an.
- Vergleiche sie anschließend!
- Welche Schlussfolgerungen lassen sich bezüglich des Wasserwiderstandes ziehen?
- Formuliere einen Aussagesatz!

Erklärung:

Die Kugel sinkt am schnellsten nach unten, da ihre Form der idealen Stromlinienform (diejenige Form eines festen Körpers, die einer Flüssigkeits- oder Gasströmung den kleinsten Widerstand entgegensetzt und bei der keine Wirbelbildung erfolgt) am ähnlichsten ist. Den größten Wasserwiderstand erzeugt der Würfel. Er braucht am längsten, um nach unten zu sinken. Je stromlinienförmiger ein Körper ist, desto weniger Widerstand erzeugt er im Wasser und umso schneller kann er sich durchs Wasser bewegen.⁴⁸

F.6.5 Dipolcharakter des Wassers

Material: entweder ein Hartgummistab oder Luftballon oder Plastiklineal, Wollschal, Wasserstrahl

Versuchsanleitung:

Ein Hartgummistab, Luftballon oder Plastiklineal wird mit Hilfe eines Wollschals elektronisch aufgeladen und in die Nähe eines Wasserstrahls gebracht.

Ergebnis:

Der Wasserstrahl wird durch den aufgeladenen Hartgummistab, Luftballon bzw. das Lineal abgelenkt und verbiegt sich. Auch die Entstehung von Blitzen beruht auf der elektrischen Eigenschaft von Wasser.

⁴⁸ ebd.

G Konzeptionelles Arbeiten, Diskussion

G.1 Rollenspiel – Gorilla im Kochtopf

Dauer: 2 - 4 Stunden (über die Woche verteilt)

Gruppengröße: mind. 20 – 40 Personen (je nach Rollenverteilung)

Alter: ab ca. 12 Jahre

Material: Rollenspielanleitung, Rollenkarten, Internetanschluss zur Recherche

Die Schüler/-innen sollen anhand des Rollenspiels lernen, unterschiedliche Perspektiven und Positionen wahrzunehmen und zu argumentieren. Das hier vorgestellte Rollenspiel wurde vom Westdeutschen Rundfunk (WDR) entwickelt.

Weitere Informationen können auf der Seite

<https://www.planet->

[schule.de/fileadmin/dam_media/wdr/globalisierung/pdf/AB5_Planspiel.pdf](https://www.planet-schule.de/fileadmin/dam_media/wdr/globalisierung/pdf/AB5_Planspiel.pdf)

abgerufen werden.

In diesem Planspiel sind die Schüler/-innen Teilnehmer/-innen einer Weltumweltkonferenz. Tagesordnungspunkt ist der weltweite Tropenholzhandel. Die Schüler/-innen übernehmen die vorgeschlagenen Rollen während des Gipfels und diskutieren und entscheiden mit.

Folgendes Szenario bildet die Grundlage:

Die Reduzierung der Regenwälder trägt zur globalen Erderwärmung bei. Beispielsweise könnte der Regenwald an Brasiliens Atlantik-Küste bis 2050 vollständig verschwunden sein. Deswegen muss der derzeitigen Zerstörung Einhalt geboten werden. Auch die Tropenholzindustrie trägt hierfür eine große Verantwortung: die Holzkonzerne selber, die Länder, die das wertvolle Gut importieren und weiterverarbeiten und die Länder, die die Ausbeutung ihrer Regenwälder zulassen.

Das Ziel der Umweltkonferenz ist die Ausarbeitung einer Richtlinie über den Tropenholzhandel. Damit sich die Abgeordneten ein umfassendes Bild machen können, werden neben den in den Tropenholzhandel involvierten Ländern auch Vertreter von Umwelt- und Tierschutzorganisationen und der Industrie sowie Klimaforscher angehört.

Folgende Beteiligte nehmen an der Konferenz teil:

Länderdelegationen aus den USA, Deutschland, Brasilien und der Republik Kongo, in denen Politikerinnen und Politiker vertreten sind. Die folgenden Fachleute treten während der Konferenz als Gutachterinnen und Berater auf:

– Vertreter einer Nichtregierungsorganisation (NGO) aus der Republik Kongo

- Umweltaktivist von der internationalen NGO Greenpeace
- Tierschutzaktivist von der internationalen NGO WWF
- Vertreter des Holzkonzerns Danzer
- Wirtschaftsexperte aus den USA
- unabhängiger Klimaexperte

Ablauf:

Alle Schülerinnen und Schüler teilen sich in die vier Länderdelegationen sowie die internationalen Gutachter auf und vergeben in der Gruppe die verschiedenen Rollen. Sie bereiten sich gemeinsam auf die Konferenz vor. Dazu helfen die Informationen, die im Unterricht erarbeitet wurden bzw. werden sowie die Info- und Rollenkarten auf diesem Arbeitsblatt.

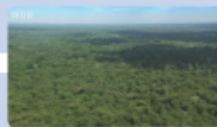
Zwei Schüler oder die Lehrkraft übernehmen die Moderation der Konferenz, zwei andere Schüler die der Klimaexperten. Die unabhängigen Klimaexperten treten am Sitzungstag vor die Konferenz und referieren in einem dreiminütigen Vortrag die Auswirkungen der Abholzung der Regenwälder auf den Klimawandel. Alle Konferenzteilnehmer/-innen können Fragen stellen. Anschließend stellen die Fachleute ihren Standpunkt in je etwa 90 Sekunden dar. Auch hier können Fragen gestellt werden.

Danach diskutieren Politiker und Fachleute über die Zukunft der Tropenholzindustrie. Die Gipfelteilnehmerinnen und -teilnehmer arbeiten gemeinsam eine globale Richtlinie für den Tropenholzhandel aus.

Die Schüler/-innen erhalten am Anfang der Woche diese Aufgabenbeschreibung und teilen sich in Gruppen ein. Sie haben während der nächsten vier Tage Zeit, ihren Standpunkt zu erarbeiten. Dabei können sie Informationen aus der ganzen Woche sammeln. Am Ende des Seminars wird das Rollenspiel durchgeführt.

Infokarte: Die Auswirkungen der Abholzung der Regenwälder auf den Klimawandel

Die Regenwälder spielen eine wichtige Rolle für das Weltklima. Zwei ihrer Funktionen sind besonders entscheidend. Erstens funktionieren die Wälder wie riesige Klimaanlage. Der Wald kann die auf ihn einstrahlende Sonnenenergie durch Verdunstung in riesige Mengen Wasserdampf umwandeln. Dadurch entstehen Wolken und es kommt zu Niederschlägen, die den Wasserkreislauf des Regenwalds versorgen. Dieser Prozess hat auch einen wichtigen kühlenden Effekt für das Weltklima. Zweitens sind die tropischen Wälder gigantische Speicher für organischen Kohlenstoff. Verschwinden sie, entweicht der Kohlenstoff und verbindet sich in der Luft mit Sauerstoff zu dem Treibhausgas CO₂. Die Umweltorganisation WWF schätzt in einer Studie, dass beispielsweise allein in Amazonien bis zum Jahr 2030 55 Prozent des Regenwalds vernichtet sein könnten. Werden alle tropischen Regenwälder der Erde abgeholzt, würde sich die Kohlenstoffdioxid-Konzentration in der Atmosphäre vermutlich um 25 Prozent erhöhen, warnen Experten. Außerdem würde dies eine Verringerung der Niederschlagsmenge in der ganzen Welt zur Folge haben. Schon jetzt kommt es in vielen Ländern zu heftigen Dürreperioden. Beispielsweise waren Anfang 2012 mehr als elf Millionen Menschen am Horn von Afrika vom Hungertod bedroht. Ausgelöst wurde diese Hungerkatastrophe von der schlimmsten Dürre seit sechzig Jahren. Die andauernde Vernichtung der grünen Lungen schadet also nicht nur der Tier- und Pflanzenwelt, sondern auch den Menschen. Eine der effizientesten Methoden, den CO₂-Anstieg in der Luft zu drosseln und den Klimawandel einzudämmen, ist laut Experten der Erhalt der Regenwälder. Es muss schnell gehandelt werden. Das komplexe Ökosystem Regenwald ist über Millionen von Jahren entstanden. Einmal zerstört, bleibt es für immer verschwunden.



Infokarte: Tropenholzindustrie

Das Geschäft mit dem Tropenholz boomt, weil die begehrten Baumriesen meistens preiswerter sind als qualitativ vergleichbare heimische Arten. Die Bäume im Regenwald müssen nicht erst angepflanzt werden, weil der Lebensraum Regenwald uralt ist. Er entwickelte sich schon vor Millionen von Jahren. Außerdem sparen sich die Holzfäller und Firmen meistens eine teure Wiederaufforstung. Die Schäden an der Natur müssen also nicht bezahlt werden und es werden im Zuge der zunehmenden Verflechtung der Weltwirtschaft, der Globalisierung, viele Holzprodukte aus den Tropenländern importiert. Dort sind die Löhne niedrig und die Arbeiter haben nicht die gleichen Rechte wie hier in Deutschland. Deswegen sind die Tropenholzprodukte oft günstig. Die wahren Kosten tragen die Natur und die in diesen Gebieten lebenden Menschen. Die Tropenholzindustrie schafft zwar kurzfristig Arbeitsplätze, aber langfristig zerstört sie ihre Lebensgrundlage wie zum Beispiel in Ghana und der Elfenbeinküste. Dort ist der Wald fast verschwunden, die Holzfirmen sind in lukrativere Regionen weiter gezogen und es gibt keine Arbeit mehr.

Alarmierend ist das Eindringen vieler Holzunternehmen in unberührte Gebiete, weil nur noch dort die wirklich begehrten Edelhölzer wachsen. Bagger und riesige Forstschlepper bahnen sich ihren Weg durch den grünen Dschungel und zerstören so den Lebensraum für Tausende von Tier- und Pflanzenarten. Die vorher unzugänglichen Regionen werden mit Straßen durchzogen, was auch Buschfleisch-Wilderern den Weg freimacht. Experten befürchten, dass die illegale Wilderei für kommerzielle Zwecke innerhalb der nächsten Jahrzehnte zur vollständigen Ausrottung einiger gefährdeter Tierarten führen könnte. Auch die Gorillas sind vom Aussterben bedroht.

Deutschland wie die gesamte Europäische Union waren bisher einer der Haupt-Importeure von illegal gefälltem Tropenholz. Beim illegalen Holzeinschlag werden die größten Umweltschäden angerichtet und die grünen Lungen der Erde unwiderruflich zerstört. Seit 2012 gilt in der Europäischen Union ein Importverbot für illegal eingeschlagenes Tropenholz.

Gorilla im Kochtopf

© WDR Planet Schule 2012, Stand: Februar 2012

Abbildung 39: Infokarte Planspiel „Gorilla im Kopf“

Quelle: vgl. SWR/WDR, [https://www.planet-](https://www.planet-schule.de/fileadmin/dam_media/wdr/globalisierung/pdf/AB5_Planspiel.pdf)

[schule.de/fileadmin/dam_media/wdr/globalisierung/pdf/AB5_Planspiel.pdf](https://www.planet-schule.de/fileadmin/dam_media/wdr/globalisierung/pdf/AB5_Planspiel.pdf), abgerufen Dez. 2018.

Infokarte Zahlen, Daten, Fakten:

- Vor etwa 200 Jahren waren rund 16 Millionen Quadratkilometer der Erdoberfläche mit tropischem Regenwald bedeckt.
- Heute sind es nur noch rund sieben Millionen Quadratkilometer.
- Über die Hälfte des Bestandes wurde vernichtet, das meiste davon in den vergangenen 30 Jahren.
- In jeder Minute werden 6000 Bäume gefällt.

Wofür wird der Regenwald abgeholzt?

- Für Rinderweiden und Sojafelder: Beispielsweise werden pro Jahr in Brasilien 30.000 Quadratkilometer Waldfläche umgewandelt.
- Für die Gewinnung von Biodiesel: Landflächen werden in Plantagen für Agrarsprit-Pflanzen umgewandelt. Aus ihnen werden Biodiesel aus Ölpalmen und Soja sowie Ethanol aus Mais und Zuckerrohr hergestellt.
- Für die Tropenholzgewinnung
- Abbau von Rohstoffen (Eisenerz, Gold, Coltan etc.)
- Errichtung von Staudämmen (zum Beispiel der Staudamm von Belo Monte in Amazonien, für den große Regenwaldflächen verschwinden mussten)
- Brandrodung für Landgewinnung

Zahlen:

- Laut einer Studie isst jeder Deutsche 60,5 Kilo Fleisch im Jahr. Für jeden einzelnen Fleischkonsumenten wird pro Jahr eine Futteranbaufläche von 1000 Quadratkilometern benötigt. Der Jahresverbrauch an Kartoffeln zum Beispiel beläuft sich lediglich auf 15 Quadratmeter Acker.
- Würden die tropischen Wälder gar komplett von der Erde verschwinden, wäre die Kohlendioxid-Konzentration um bis zu 25 Prozent erhöht.
- Der Amazonas ist mit einer Fläche so groß wie die Vereinigten Staaten das größte tropische Urwaldgebiet der Welt.
- In Zentralafrika liegt knapp ein Fünftel der weltweiten Regenwälder.
- Auch die Regenwälder Südostasiens sind akut gefährdet.

Ist der Regenwald erst einmal abgeholzt, lässt er sich nicht wieder aufforsten. Dieses vielseitige Ökosystem ist über Millionen von Jahren entstanden. Wird dieser Lebensraum zerstört, ist er für immer verschwunden.



Quellen:

http://www.planet-wissen.de/natur_technik/naturschutz/artensterben/regenwald.jsp (Stand: 15.1.2010)
http://www.welt.de/dieweltbewegen/oekologische_verantwortung/article13696054/Brasiliens-Regenwald-koennte-vollstaendig-austrocknen.html (Artikel 3.11.2011)
<http://www.welt.de/dieweltbewegen/article13657493/Die-Flaeche-Oesterreichs-fuer-deutschen-Fleischhunger.html> (Artikel von 13.10.2011)
<http://www.faszination-regenwald.de/info-center/zerstoerung/landverteilung.htm> (Stand: 15.02.2012)

Gorilla im Kochtopf

© WDR Planet Schule 2012, Stand: Februar 2012

Abbildung 40: Planspiel „Gorilla im Kopf“, Infokarten

Quelle: vgl. SWR/WDR, https://www.planet-schule.de/fileadmin/dam_media/wdr/globalisierung/pdf/AB5_Planspiel.pdf, abgerufen Dez. 2018.

■ Rollenkarten

Ein Klimaexperte hält die Auftaktrede des Gipfels:

Ihr stellt die Auswirkungen der Abholzung der Regenwälder auf den Klimawandel dar. Da die grünen Lungen eine so entscheidende Rolle für das Weltklima spielen, plädiert ihr für einen Stopp des Tropenholzhandels. Nutzt die Infokarten für euren Vortrag und lest den Artikel auf www.planet-wissen.de, Stichwort: Klimawandel. Überlegt euch überzeugende Argumente, die für ein Verbot sprechen.



Politiker aus der Republik Kongo

Die Republik Kongo gehört wie die anderen Staaten Zentralafrikas zu den ressourcenreichsten Ländern des Kontinents. Bisher hat das Land jedoch kaum nennenswerte Entwicklungsimpulse aus dem Rohstoffreichtum ziehen können. Die Republik Kongo zählt nach wie vor zu den ärmsten Ländern der Welt. Von dem Geschäft mit dem Tropenholz profitieren besonders die internationalen Holzfirmen im Kongo und nicht die Bevölkerung des Landes. Trotzdem möchtet ihr auf die Einnahmen aus diesem Wirtschaftszweig nicht verzichten. Überlegt euch Argumente für eure Position und welche Aspekte in die Richtlinie aufgenommen werden müssen, damit euer Land stärker von dem internationalen Tropenholzhandel profitieren können.



Gorilla im Kochtopf

Politiker aus den USA

Ihr vertretet die Interessen eures Landes. Zentral sind besonders die wirtschaftlichen Aspekte. Der Handel mit Tropenholz floriert auch in den USA, die Abnehmer von legalen aber auch von illegal gefälltem Tropenholz sind. Ihr möchtet also nicht auf diesen lukrativen Markt verzichten. Außerdem möchtet ihr nach wie vor keine großen Zugeständnisse im Kampf gegen den Klimawandel machen. Die USA sind nach China der zweitgrößte Produzent von Treibhausgasen. Die USA haben das Kyoto-Protokoll bisher nicht unterzeichnet. Der geplanten Richtlinie steht ihr eher skeptisch gegenüber.

Politiker aus Deutschland

Ihr vertretet die Interessen eures Landes und der Europäischen Union. Deutschland wie die gesamte Europäische Union waren bisher einer der größten Importeure von illegal gefälltem Tropenholz. Seit 2012 gilt in der Europäischen Union ein Importverbot für illegal eingeschlagenes Tropenholz. Ihr möchtet aus wirtschaftlichen Interessen nicht vollständig auf den Handel mit Tropenholz verzichten, ihn aber stärker regulieren. Dafür setzt sich Deutschland während dieses Gipfels ein. So ist es wichtig, Lösungen zu finden, die den Klimawandel nicht weiter vorantreiben. Deutschland und die EU haben eine Vorreiterrolle in Sachen Klimaschutz eingenommen. Von 1990 bis 2007 hat Deutschland seinen CO₂ Ausstoß um 21,3 Prozent gesenkt und will bis 2020 weitere drastische Einsparmaßnahmen vornehmen. Überlegt euch Aspekte, die ihr in die Richtlinie aufnehmen wollen.

© WDR Planet Schule 2012, Stand: Februar 2012

Abbildung 41: Planspiel „Gorilla im Kopf“, Rollenkarten

Quelle: vgl. SWR/WDR, https://www.planet-schule.de/fileadmin/dam_media/wdr/globalisierung/pdf/AB5_Planspiel.pdf, abgerufen Dez. 2018.

Politiker aus Brasilien

Brasilien ist ein aufstrebendes Schwellenland, dessen Wirtschaft boomt. Das hat das südamerikanische Land auch dem größten Regenwaldgebiet der Welt zu verdanken. Über 6.000 Quadratkilometer Regenwald wurden in Brasilien zuletzt pro Jahr abgeholzt. Die Rohstoffpreise steigen weltweit und damit wird es immer lukrativer Wälder zu roden, um Platz zu schaffen für Sojaanbau als Futter für Rinder oder Ölpalmen für die Gewinnung von Biodiesel.

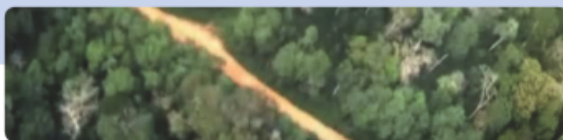
Auf der anderen Seite möchte Brasilien die Abholzung der Regenwälder bremsen. Dadurch will die Regierung einen freiwilligen Beitrag zum Klimaschutz leisten und den CO₂-Ausstoß bis 2020 um 39 Prozent senken. Das Land will trotzdem nicht auf den wichtigen Wirtschaftsfaktor Tropenholz verzichten. Es herrscht also ein Konflikt zwischen der aufstrebenden Wirtschaft und der weltweiten Sorge um den Amazonas als Klimareserve. Ihr vertretet diese Interessen eures Landes. Überlegt euch Kompromisslösungen und überzeugende Argumente für eure Vorschläge und Ideen. Informationen findet ihr im Film „Ausverkauf im Regenwald“ auf der Internetseite von www.planet-schule.de. Sucht auch selbst Zusatzinformationen.



NGO-Vertreter und Experten:

Umweltaktivist von der internationalen NGO Greenpeace:

Ihr argumentiert mit den dramatischen Folgen, die das Verschwinden der grünen Lungen des Planeten mit sich bringen. Die Konsequenzen der globalen Erderwärmung betreffen alle Menschen. Schon jetzt sind diese für euch dramatisch. Menschen verhungern, als Konsequenz extremer Dürreperioden. Tsunamis und Wirbelstürme verwüsten ganze Landstriche. Überlegt euch, welche Aspekte aus der Perspektive des Umweltaktivisten in die Richtlinie aufgenommen werden müssen. Die Einhaltung von Umweltstandards bei der Tropenholzgewinnung? Eine FSC-Siegel-Pflicht für alle legal zu verkaufenden Tropenholzprodukte? Oder sogar ein Verbot des Tropenholzhandels? Argumentiert mit diesen Informationskarten und lest den Artikel auf www.planet-wissen.de, Stichwort: Klimawandel. Informiert euch außerdem bei Greenpeace im Internet.



Gorilla im Kochtopf

Tierschutzaktivist von der internationalen NGO WWF:

Ihr argumentiert mit den dramatischen Folgen, die das Verschwinden der grünen Lungen des Planeten mit sich bringen. Die Konsequenz ist eine drastische Reduzierung der Artenvielfalt. Die Holzunternehmen machen unberührten Regenwald erst erschließbar. So kommt es zu einer verstärkten Wilderei. Beispielsweise zählen die Berggorillas zu den am meisten bedrohten Säugetieren der Welt. Überlegt euch, welche Aspekte aus der Perspektive des Tierschutzaktivisten in die Richtlinie aufgenommen werden müssen. Größere Flächen in Nationalparks umwandeln, in denen die Tropenholzgewinnung verboten ist? Der Einsatz von ECO-Guards zum Erhalt der Artenvielfalt als Pflicht für alle Holzunternehmen? Oder sogar ein Verbot des Tropenholzhandels? Informiert euch beim WWF im Internet und überlegt euch aussagekräftige Argumente.



© WDR Planet Schule 2012, Stand: Februar 2012

Abbildung 42: Planspiel „Gorilla im Kopf“, Rollenkarten

Quelle: vgl. SWR/WDR, https://www.planet-schule.de/fileadmin/dam_media/wdr/globalisierung/pdf/AB5_Planspiel.pdf, abgerufen Dez. 2018.

Mitglied einer Nichtregierungsorganisation aus der Republik Kongo, das die Interessen der (indigenen) Bevölkerung im Regenwald vertritt:

Ihr habt im eigenen Land erlebt, wie die Bevölkerung nur kurzfristig von einer Anstellung bei den Holzfirmen profitiert. Langfristig wird ihr die Lebensgrundlage entzogen. Ihr seid davon überzeugt, dass die Reduzierung der Artenvielfalt in erster Linie durch die Vernichtung des Regenwaldes vorangetrieben wird. Erläutert auch die Traditionen, die sich hinter dem Konsum von Buschfleisch verbergen.

Überlegt euch, welche Aspekte aus der Perspektive des Menschenrechtsaktivisten in die Richtlinie aufgenommen werden müssen. Den Zugang zu Gebieten, in denen die Urbevölkerung lebt, verbieten? Alle Holzkonzerne zu einer nachhaltigen Forstwirtschaft verpflichten, damit den indigenen Völkern nicht der Lebensraum gestohlen wird? Oder sogar ein Verbot des Tropenholzhandels? Nutzt das im Unterricht erworbene Wissen und recherchiert im Internet.



Ein Vertreter des Holzkonzerns Danzer

Ihr sprecht euch vehement gegen ein Verbot und eine Regulierung des Geschäftes mit Tropenholz aus. Ihr verweist auf euer Tochterunternehmen IFO, das in der Republik Kongo eine nachhaltige Forstwirtschaft betreibt. Auch ohne internationale Vorschriften hätten sie sich für diesen umweltfreundlichen Weg entschieden und ihr seid optimistisch, dass viele weitere Holzfirmen eurem Beispiel folgen werden.

Argumentiert mit dem Wissen aus dem Hintergrundfilm „Kongo – Gorillaschutz mit Kettensägen“ von Planet Schule.

Welche Gegenargumente könnten kommen und wie könntet ihr diese entkräften?



Wirtschaftsexperte aus den USA

Ihr seid begeistert von den positiven Entwicklungen der Globalisierung, die auf der ganzen Welt zu mehr Wirtschaftswachstum geführt hat. Der Produktionskreislauf der Tropenholzprodukte vernetzt die ganze Welt miteinander. Das deutsche Holzunternehmen schlägt das Holz im Kongo. Von da aus wird das Edelholz nach China gebracht, wo es dann zu luxuriösen Möbeln verarbeitet wird. Dann geht die Reise weiter in die USA oder in die Europäische Union, wo die edlen Stücke in deutschen oder spanischen Wohnzimmern wieder zu finden sind. Ihr seid der Meinung, dass man diese Prozesse nicht aufhalten kann. Ein Verbot würde nur zu noch mehr illegalem Holzeinschlag führen. Letztendlich profitierten Statistiken zufolge alle von dem Wirtschaftswachstum.

Sucht selbst Zusatzinformationen und überlegt euch weitere Argumente für eure Position.

Gorilla im Kochtopf

© WDR Planet Schule 2012, Stand: Februar 2012

Abbildung 43: Planspiel „Gorilla im Kopf“, Rollenkarten

Quelle: vgl. SWR/WDR, https://www.planet-schule.de/fileadmin/dam_media/wdr/globalisierung/pdf/AB5_Planspiel.pdf, abgerufen Dez. 2018.

■ Moderation:

Die Moderation:

Diese Position wird am besten doppelt besetzt, weil ihr eine Schlüsselrolle zukommt. Beim Gipfel treffen wirtschaftliche Interessen auf Umwelt- und Tierschutzinteressen. Für den Tropenholzhandel ein unlösbarer Gegensatz? Es ist die Aufgabe der Moderatorinnen und Moderatoren, die Diskussion zu leiten und auf eine Kompromisslösung zu drängen. Das Ziel des Gipfels ist die Verabschiedung einer globalen Richtlinie für den Handel mit Tropenholz. Diese kann verschiedene Aspekte beinhalten:

- unter welchen Umständen Holzfirmen in den Tropen Holzwirtschaft betreiben können,
- welche Auflagen sie erfüllen müssen (Siegel-Pflicht, Umweltstandards etc.),
- Gebiete festlegen, in denen die Tropenholzgewinnung verboten wird,
- ein weltweites Importverbot für illegal eingeschlagenes Tropenholz,
- oder sogar ein Verbot des Tropenholzhandels generell etc.

Zu den Aufgaben der Moderation zählen im Einzelnen:

- Begrüßung
- Ziel des Gipfels vorstellen
- Teilnehmern das Wort erteilen
- auf die Redezeit achten
- gegebenenfalls auch selber Fragen stellen
- die Diskussion leiten und zu einem Kompromiss führen



Hinweis: Die Positionen aller Vertreterinnen und Vertreter sind genauso fiktiv wie die Konferenz selbst. Alle Fakten und Informationen stimmen aber und wurden im Februar 2012 recherchiert.

Abbildung 44: Planspiel „Gorilla im Kopf“, Rollenkarten

Quelle: vgl. SWR/WDR, https://www.planet-schule.de/fileadmin/dam_media/wdr/globalisierung/pdf/AB5_Planspiel.pdf, abgerufen Dez. 2018.

Vorbereitung:

Ziel des Planspiels ist es, dass die Schüler lernen abzuwägen und nicht vorschnell in Gut oder Böse unterteilen. Entscheidend ist nicht unbedingt das Ergebnis der Konferenz, sondern wie argumentiert wurde. Folgende Rollen sind zu verteilen.

- die vier Länderdelegationen
- die Gutachterinnen und Berater der NGOs, Wirtschaftsvertreter und Klimaexperten
- Moderation der Konferenz

Am komplexesten sind sicherlich die Rollen der Gutachter und der Moderation der Konferenz. Dies sollte bei der Besetzung der Rollen bedacht werden. Es empfiehlt sich, auch die Rollen der Experten und Moderation mit mehreren Schülerinnen und Schülern zu besetzen, damit sie sich gemeinsam vorbereiten und beim Planspiel eventuell abwechseln können. Die Rollen werden in Gruppen vorbereitet. Dazu helfen die Info- und Rollenkarten auf diesem Arbeitsblatt. Für die Vorbereitung sollten sie eine Woche Zeit haben. In einer Gruppensitzung besprechen sie vorher alle Statements, die vorgetragen werden sollen.

Ablauf der eigentlichen Konferenz:

Für das Rollenspiel selbst benötigt man mindestens eine Doppelstunde.

In der ersten Stunde wird die Sitzung eingeleitet und die einzelnen Parteien werden angehört. Es sollte für alle die Möglichkeit geben, Fragen zu stellen. Die Sitzung muss moderiert werden, um die Redezeitbegrenzungen einzuhalten. In der zweiten Stunde haben die Delegations-Gruppen etwa fünf Minuten Zeit, um untereinander zu diskutieren, wie sie sich nach der ersten Diskussion gegenüber dem weltweiten Tropenholzhandel positionieren. Danach hält jede Länderdelegation ein kurzes Statement und die Diskussion über die Inhalte einer Vereinbarung beginnt. Hier haben alle Rederecht, die Länderdelegationen und die Experten.

Fünf Minuten vor Ende der Stunde wird abgestimmt. Zunächst wird gruppenweise abgestimmt, jede Delegation muss ein Votum abgeben. In einer zweiten Abstimmung wird das Abstimmungsverhalten freigegeben und jeder Schüler kann abstimmen, wie er unabhängig von seiner Rolle abstimmen würde. Dabei können je nach Zeitbudget einige Schüler/-innen ihre Meinung begründen.

G.2 Gemeinsame Wasserressourcen - verschiedene Interessen (MindMap)

Dauer: 1,5 – 2,5 Stunden

Gruppengröße: 5 – 40 Personen (je nach Gegebenheiten)

Alter: ab ca. 12 Jahre

Material: Aufbauend auf den bisher erarbeiteten Wissen, sollen nun die Schüler/-innen mit der Methode MindMap das o.g. Thema er- und bearbeiten:⁴⁹

Vorgehen:

Zum Einstieg stellt die Lehrkraft das Motto des Weltwasserjahres 2013 beziehungsweise des Weltwassertags der Vereinten Nationen am 22. März 2013 vor: „Wasser und Zusammenarbeit“. (vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, <https://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/gewaesserschutzpolitik/international/weltwassertag/>, abgerufen Dez. 2018).

Die zentralen Fragen der Unterrichtseinheit können u.a. folgende sein:

- Warum können durch die Nutzung von Wasser Konflikte entstehen?
- Wie können diese durch Zusammenarbeit gelöst werden?
- Was können wir in Deutschland dazu beitragen?

Um die eigenen Vorstellungen der weltweiten Wasserverteilung und -nutzung zu reflektieren, lösen die Schüler/-innen zunächst ein illustriertes Wasserquiz mit ausgewählten Fakten zur Wasserversorgung, entweder gemeinsam in der Klasse oder in Partnerarbeit. Die Illustration kann dazu entweder als Arbeitsblatt gedruckt werden; die Schüler/-innen ordnen dann eine Reihe von Aussagen den Visualisierungen auf dem Blatt zu. Oder das Quiz wird am Smartboard per Beamer durchgeführt. Dabei fragt die Lehrkraft nach der möglichen Bedeutung der einzelnen Visualisierungen und stellt gegebenenfalls ergänzend konkretere Fragen, um die Interpretation zu unterstützen. Anschließend werden die Ergebnisse reflektiert: Welche Fakten sind besonders auffällig?

⁴⁹ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, <https://www.umwelt-im-unterricht.de/medien/dateien/wasserquiz-wassernutzung-weltweit-sek/>, abgerufen Dez. 2018.

Das Wasserquiz

Wasser ist auf der Welt sehr ungleich verteilt. Die folgenden Sätze und die Illustrationen auf dem nächsten Blatt enthalten Aussagen zu Wasserressourcen. Ordne die zehn Sätze den Illustrationen zu. Trage die passenden Zahlen in die Felder neben den Illustrationen ein.

1) Wem fehlt Wasser?

Trotz großer Fortschritte in den letzten Jahrzehnten leben 1,8 Mrd. Menschen ohne sauberes Trinkwasser und 2,5 Milliarden ohne sanitäre Basisversorgung.

Quelle: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ):
<https://www.giz.de/fachexpertise/html/3722.html>, abgerufen Dez. 2018

2) Gibt es nicht genug Wasser auf der Welt?

Nur etwa 1 % des Süßwassers auf der Erde ist direkt nutzbar. Der Rest ist in großen Eismassen gebunden. Nur etwa 0,3 % der weltweiten Süßwasservorräte sind als Trinkwasser verfügbar. Das sind rund 123.000 km³.

Quelle: vgl. p. Stadler et. al., Wasser - Quelle des Lebens, Hrsg. Unicef.

3) Wofür wird das meiste Wasser gebraucht?

Weltweit werden 69 Prozent des Wassers in der Landwirtschaft verbraucht, 19 Prozent in der Industrie und 12 Prozent in den privaten Haushalten.

Quelle: Vereinte Nationen http://www.fao.org/nr/water/aquastat/tables/WorldData-Withdrawal_eng.pdf, abgerufen Dez 2018.

4) Wer braucht das meiste Wasser?

In Deutschland verbraucht eine Person täglich im Schnitt 123 Liter Wasser. In Äthiopien liegt der durchschnittliche Verbrauch bei 1,5 Liter am Tag. Wird das virtuelle Wasser einberechnet, liegt der Verbrauch in Deutschland bei rund 4.000 Liter täglich. Virtuelles Wasser ist das Wasser, das bei der Herstellung von Produkten benötigt wird.

Quellen: Statista, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/12353/umfrage/wasserverbrauch-pro-einwohner-und-tag-seit-1990/>, abgerufen Dez. 2018
Virtuelles-wasser.de <http://www.virtuelles-wasser.de/wasserfussabdruck.html>, abgerufen Dez. 2018.

5) Ist es nicht einfach, an Wasser zu gelangen?

In Senegal verbringen Frauen durchschnittlich 16 Stunden pro Woche, um Wasser zu holen.

Quelle: Viva con Agua. <https://www.vivaconagua.org/index.htm?post&id=1347>, abgerufen Dez. 2018.

6) Wie viel Wasser wird gebraucht, um Dinge herzustellen?

Die Produktion eines Baumwoll-T-Shirts benötigt etwa zwischen 2.000-15.000 Liter Wasser (je nach Färbung und Verarbeitung). Die Produktion von einem Kilo Rindfleisch benötigt mehr als 15.000 Liter Wasser.

Quelle: <http://virtuelles-wasser.de/fleisch.html>, <http://virtuelles-wasser.de/baumwolle.html>, http://virtuelles-wasser.de/schwein_rind.html, angerufen Dez.2018

7) Warum ist Zusammenarbeit beim Schutz der Wasserressourcen wichtig?

Weltweit durchfließen 276 Flüsse mehrere Staaten. Allein vom Nil sind 10 Staaten abhängig.

Quelle: <http://www.unwater.org/water-cooperation-2013/water-cooperation/facts-and-figures/en/>

8) Wie viel geht verloren?

In vielen Städten geht die Hälfte des Wassers ungenutzt verloren, zum Beispiel durch Lecks.

Quelle:

http://www.un.org/waterforlifedecade/swm_cities_zaragoza_2010/pdf/facts_and_figures_long_final_eng.pdf

9) Wie schlimm ist verschmutztes Wasser?

Jeden Tag sterben fast 1.000 Kinder unter fünf Jahren an Durchfallerkrankungen, verursacht durch verschmutztes Trinkwasser, fehlende Toiletten und mangelnde Hygiene.

Quelle: Unicef, <https://www.unicef.de/informieren/aktuelles/presse/2015/weltwassertag-2015/73998>, abgerufen Dez.2018.

10) Gibt es nicht überall Kläranlagen?

In den Entwicklungsländern werden etwa 90 Prozent der städtischen Abwässer ohne jegliche Behandlung den Flüssen und Seen zugeführt

Quelle: Bundeszentrale für politische Bildung,

<http://www.bpb.de/veranstaltungen/netzwerke/teamglobal/67335/wasser>

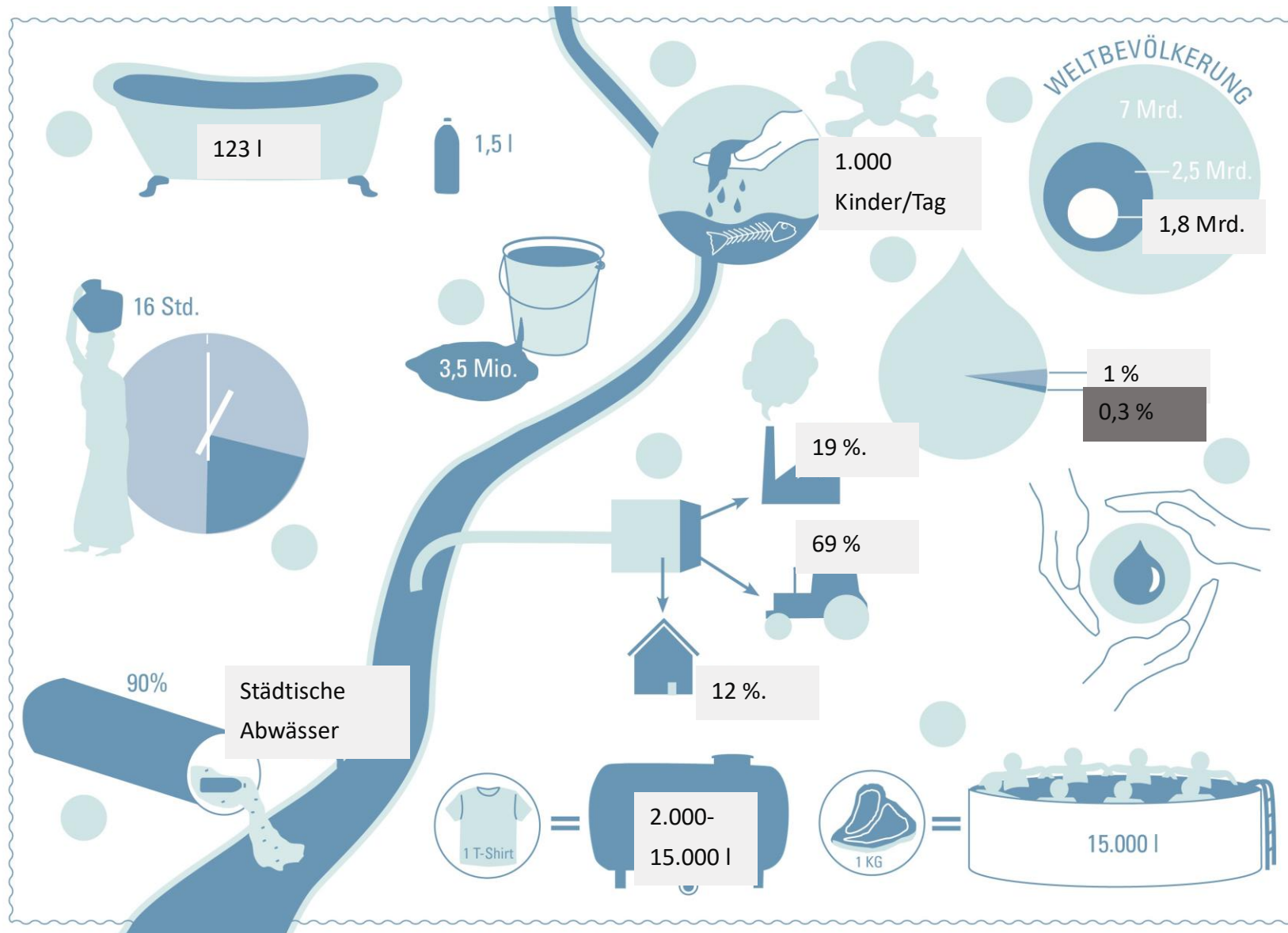


Abbildung 45: Auflösung Wasserquiz

Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, <https://www.umwelt-im-unterricht.de/medien/dateien/wasserquiz-wassernutzung-weltweit-sek/>, geändert und angepasst, abgerufen Dez. 2018.

Im Folgenden entwickeln die Schüler/-innen gemeinsam eine Mind-Map zu der Leitfrage „Welche Folgen hat die Wassernutzung weltweit?“. (Allgemeine Hinweise zur Mind-Map-Methode finden sich auch auf der Seite der Bundeszentrale für politische Bildung: <http://www.bpb.de/lernen/grafstat/grafstat-bundestagswahl-2013/148879/mindmap-erstellen>). An der Tafel beziehungsweise am Smartboard werden dazu rund um den Begriff „Wasser“ im Zentrum folgende Hauptstränge angeordnet:

1. Landwirtschaft
2. Industrie/ Wirtschaft
3. Haushalte in industrialisierten Ländern
4. Haushalte in Entwicklungsländern

Jeweils eine Gruppe von Schülern/-innen bearbeitet dann einen Hauptstrang. Die Gruppen sammeln Informationen anhand von Leitfragen:

- Wie wird Wasser in diesem Sektor genutzt?
- Welche Probleme können dabei entstehen?
- Wie wird mit Wassermangel umgegangen?

Je nach Vorwissen können Hintergrundinformationen in Textausschnitten aus Unterrichtsmaterialien des Bundesumweltministeriums und der Bundeszentrale für politische Bildung u.a. recherchiert werden. Die Ergebnisse werden an der Tafel beziehungsweise am Smartboard als Unterstränge der Mind-Map ergänzt und der Klasse vorgestellt. Gemeinsam wird erörtert:

- Wo können Nutzungskonflikte auftreten?
- Wo wird das Menschenrecht auf sauberes Wasser und sanitäre Versorgung verletzt?
- Welche Sektoren beziehungsweise Akteure sind beteiligt?

Die entsprechenden Äste der Mind-Map werden markiert (gegebenenfalls auch Länder auf einer Weltkarte).

In Partnerarbeit wird nun jeweils ein Lösungsszenario entwickelt. Dabei werden die Beteiligten und mögliche Kooperationen benannt, zudem werden eigene Handlungsmöglichkeiten untersucht:

1) Wenn ... mit ... und ... gemeinsam an einer Lösungsstrategie für das Problem ... arbeiten würde, könnte....

2) Wenn ich ... wäre / könnte / wüsste, dann würde...

Die Ergebnisse werden im Plenum vorgestellt oder gut sichtbar aufgehängt und besprochen.

H Anwendung von digitalen Medien

H.1 Hochwasser - Umgang mit einer Naturgefahr (interaktives Lernmodell)

Dauer: 1 -2 Stunden

Gruppengröße: 5 – 25 Personen (je nach technischer Ausstattung)

Alter: ab ca. 10 Jahre

Material: Computer, ggfs. Internetzugang (auch offline möglich)

Die Universität Bonn hat ein interaktives Modellprojekt zum Thema Hochwasser erarbeitet. Die Schüler/-innen können hier innerhalb eines computergestützten und interaktiven Lernmoduls eine Standortbestimmung für ein Unternehmen anhand von Fernerkundungsdaten durchführen.⁵⁰

Das Lernmodul „Hochwasser – Umgang mit einer Naturgefahr“ kann entweder als eigenständiges Programm ausgeführt oder innerhalb des FIS-Lernportals (<http://www.fis.uni-bonn.de>) durchgeführt werden. Im ersten Fall wird auf Windows-PCs das Programm „Hochwasser.exe“ ausgeführt. Unter anderen Betriebssystemen wird die Datei „Hochwasser.html“ in einem Webbrowser geöffnet. Hierfür wird der Flash-Player benötigt (<http://get.adobe.com/de/flashplayer/>). Wichtig ist in beiden Fällen, dass die heruntergeladene Ordnerstruktur erhalten bleibt.

Online Version:

Wird das Lernmodul innerhalb des FIS-Lernportals ausgeführt („Online-Version“) erscheint zunächst ein kurzes Begrüßungsfenster. Als normaler Besucher des Lernportals erhält man den Hinweis, dass Fortschritte innerhalb des Lernmoduls nicht gespeichert werden. Die Funktionen sind dann dieselben, wie in der „Offline-Version“. Angemeldete Besucher haben den Vorteil, dass ihre Fortschritte im Modul gespeichert werden und zu einem späteren Zeitpunkt wieder aufgerufen werden können. Auf diesen Umstand wird bei angemeldeten Nutzern im Begrüßungsfenster hingewiesen. Zusätzlich haben Lehrer/-innen die Möglichkeit, die Ergebnisse der von ihnen angemeldeten Schüler/-innen im Bereich „Meine Klasse“ auszuwerten.

Die interaktiven Arbeiten der Schüler/-innen finden im Hauptfenster des Lernmoduls statt. In der grauen Leiste am linken Rand des Lernmoduls befinden sich

⁵⁰ vgl. Universität Bonn, <http://fis.uni-bonn.de/unterrichtsmaterial/hochwasser-umgang-mit-einer-naturgefahr>, abgerufen Dezember 2018.

Schaltflächen, mit denen man zu den einzelnen Kapiteln springen kann. Noch nicht bearbeitete Kapitel sind ausgegraut und nicht auswählbar. Sie werden aktiviert, sobald man das entsprechende Kapitel betreten hat. In den weiteren Kapiteln des Lernmoduls befinden sich neben den Funktionen im Hauptfenster zudem Bereiche, mit denen die Erarbeitung der Inhalte strukturiert wird:

Hier befinden sich Hintergrundinformationen, die für die Arbeit mit dem Lernmodul unerlässlich sind. Manche Aufgaben lassen sich erst richtig lösen, wenn die Informationen aus diesem Bereich verinnerlicht wurden. Die Aufgaben bilden den Kern eines jeden Kapitels.

Anhand der gestellten Fragen wird die Erarbeitung der Inhalte strukturiert.





Abbildung 46: Interaktives Lernmodul zum Thema Hochwasser

Quelle: vgl. Universität Bonn, <http://fis.uni-bonn.de/unterrichtsmaterial/hochwasser-umgang-mit-einer-naturgefahr>, abgerufen Dezember 2018.

H.2 Auf den Spuren des Hochwassers

Dauer: 2 - 3 Stunden

Gruppengröße: 5 – 40 Personen (je nach technischer Ausstattung)

Alter: ab ca. 12 Jahre

Material: Computer, ggfs. Internetzugang (auch offline möglich), Fotoapparat oder mobiles Endgerät

Mit der folgenden praktischen Übung sollen die Teilnehmer/-innen lernen zu recherchieren, zu beobachten und zu dokumentieren sowie das bisher Gelernte anzuwenden.

Die Schüler/-innen erhalten die Aufgabe, in der Stadt Ostritz (kann natürlich auch überall anders durchgeführt werden, wo eine Hochwassergefahrenzone ist) sowie im Kloster St. Marienthal Spuren rund um das Thema Hochwasser zu finden. Das können unter anderem Pegelstandsmarkierungen, Informationstafeln oder Hochwasserschutzanlagen sein. Zudem sollen sie den folgenden Fragen nach gehen:

1. Warum ist diese Region vom Hochwasser betroffen?
2. Welche Schäden hat das Hochwasser in der Stadt/Region/Kloster verursacht?
3. Welche Schutzmaßnahmen wurden dazu umgesetzt?
4. Was könnte darüber hinaus noch getan werden?

Die Teilnehmer/-innen sollen dabei mit aktuellen selbstgemachten Fotos sowie einer Internetrecherche eine 10 min. Präsentation erarbeiten. Zudem erhalten die Schüler folgendes Informationsmaterial:

- Ereignisanalyse. Hochwasser im August und September 2010 und im Januar 2011 in Sachsen. (vgl.

https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/download/Ereignisanalyse-2010_gesamt_120dpi.pdf, abgerufen Dezember 2018)

- Landkarte von der Region rund um Ostritz

Je nach Zeitbudget besteht darüber hinaus die Möglichkeit, statt der Präsentation die Schüler/-innen einen Stop Motion Film produzieren zu lassen (vgl. hierzu Kapitel H.3).

H.3 Produktion eines Stop Motion Films

Dauer: 3 - 4 Stunden (über die Woche verteilt)

Gruppengröße: 5 – 40 Personen (je nach technischer Ausstattung)

Alter: ab ca. 12 Jahre

Material: Kamera, Stativ, Speicherkarte, Schreibtischlampen, Figuren, Computer und Bildbearbeitungssoftware (z.B. Movie Maker von Windows)

Stop Motion ist eine Filmtechnik, die verwendet wird, um reglosen Objekten Leben einzuhauchen. Dabei kann man vor laufender Kamera Plastikpuppen bewegen, LEGO® Figuren die wildesten Abenteuer erleben lassen und spektakuläre Effekte erzielen. Viele Kinofilme wurden mit dieser Technik realisiert.

Jede normale Filmkamera nimmt viele einzelne Bilder auf, meistens zwischen 24 und 30 pro Sekunde. Werden diese Bilder schnell hintereinander abgespielt, sieht es für das menschliche Auge aus wie eine durchgehende Bewegung. Um einen Stop Motion Film zu drehen, beginnt man mit einem Foto. Nachdem das Motiv fotografiert worden ist, wird eine Kleinigkeit verändert und neu fotografiert. Das wird nun oft genug wiederholt. Die Bilder sehen aneinandergereiht aus wie ein normaler Film. Man kann sich das so wie ein Daumenkino vorstellen, nur eben digital und mit Fotos. Als Erfinder dieser Technik gilt der französische Theaterbesitzer und Regisseur Georges Méliès. Im 19. Jahrhundert entdeckte er durch Zufall den sogenannten Stoptrick, als seine Filmkamera während der Aufnahme kurz hängen blieb. Als er sich den Film später anschaute, sah es so aus als ob die Schauspieler wie von Zauberhand an einen anderen Ort "teleportiert" waren. Méliès nutzte diese neue

Entdeckung vor allem für Zaubertricks, die Technik wurde aber weiterentwickelt und ermöglichte unzählige Spezialeffekte und neue Filmgenres wie den Zeichentrickfilm.

Die Schüler/-innen erhalten nun die Aufgabe einen kurzen ca. 1-3 minütigen Stop Motion Film zu drehen. Sie haben dafür die gesamte Woche Zeit (siehe Wochenplan). Der Stop Motion Film soll die am Tage bearbeitete Information behandeln – in dem Fall das gesammelte Wissen über Hochwasser. Die Schüler konnten sich zudem ein Bild über die Situation vor Ort machen (siehe „Auf den Spuren des Hochwassers“). Mit diesen Informationen können sie beispielsweise eine Hochwasserszene nachstellen oder den Bau eine Hochwasserschutzmaßnahme oder auch die Hochwassergefahren in anderen Ländern. Der Phantasie sind da keine Grenzen gesetzt.

Folgende Arbeitsschritte müssen dabei bedacht werden:

- Benötigtes Material
- Ideenfindung
- Das Drehbuch schreiben
- Das Set
- Der Dreh
- Bilder zusammenfügen
- Nachbearbeitung
- Veröffentlichung

Anmerkungen zu den einzelnen Punkten:

Benötigtes Material

Hier ist wichtig zu beachten, dass das Set gut ausgeleuchtet ist. Bei einem Stop Motion Film ist es besonders wichtig, dass nur künstliches Licht verwendet wird. Natürliches Licht, das durch die Fenster hereinscheint, verändert sich dauernd. Im fertigen Film würde das zu einem unangenehmen Flackern führen. Um das zu verhindern wird der Raum verdunkelt und mit zwei bis drei gewöhnlichen Schreibtischlampen ausgeleuchtet.

Ideenfindung

Stop Motion mit LEGO Figuren entwickelte sich in letzter Zeit zu einem regelrechten Internet Trend, an Inspiration mangelt es auf den bekannten Videoportalen wie YouTube und Vimeo also nicht. Um sich ein erstes Bild zu machen, haben die Schüler/-in die Möglichkeit, im Internet dazu zu recherchieren bzw. die gesamte Gruppe kann sich dazu zwei Beispielfilme anschauen.

Drehbuch schreiben

Hier ist die Planung das A und O. Deshalb ist es wichtig, sich genau zu überlegen, wie der Film aufgebaut ist und welche Szenen er darstellen soll.

Welche Szenen soll der Film enthalten? Wie kann man dem Zuseher die Geschichte glaubhaft vermitteln? Bei kleineren Projekten genügt es, wenn die Szenen stichwortartig notiert werden. Danach muss der Handlungsstrang in einzelne Szenen unterteilt werden. Es ist wichtig darauf zu achten, dass der geplante Film auch realisierbar ist.

Das Set

Bevor man überhaupt mit dem Aufbau beginnen kann, braucht man zuerst einmal einen geeigneten Ort dafür. Die wichtigste Voraussetzung ist, dass der Raum verdunkelt werden kann. Warum? Der Filmdreh wird mehrere Stunden bis Tage dauern, und während dieser Zeit verändert sich das Tageslicht ständig. Wenn also das Tageslicht auf den Stop Motion Set fällt, verändert sich dort zwischen den einzelnen Bildern ständig die Lichtsituation, was im fertigen Film zu einem unangenehmen Flackern führt. Aus diesem Grund darf die Beleuchtung nur aus Lampen und Scheinwerfer bestehen.

Der zweite wichtige Faktor bei der Standortwahl ist, dass man in dem Raum ungestört sein sollte. Für das Set selber solle man das selbe "Grundgerüst" verwenden, das man auf einem kleinen Tisch aufbauen kann. Der Tisch wird im Raum so platziert, dass man von drei Seiten frei darauf zugreifen kann. Auf der vierten Seite baut man mit einer Schachtel eine Rückwand. Diesen Aufbau überdeckt man dann mit einem Bogen weißem Papier.

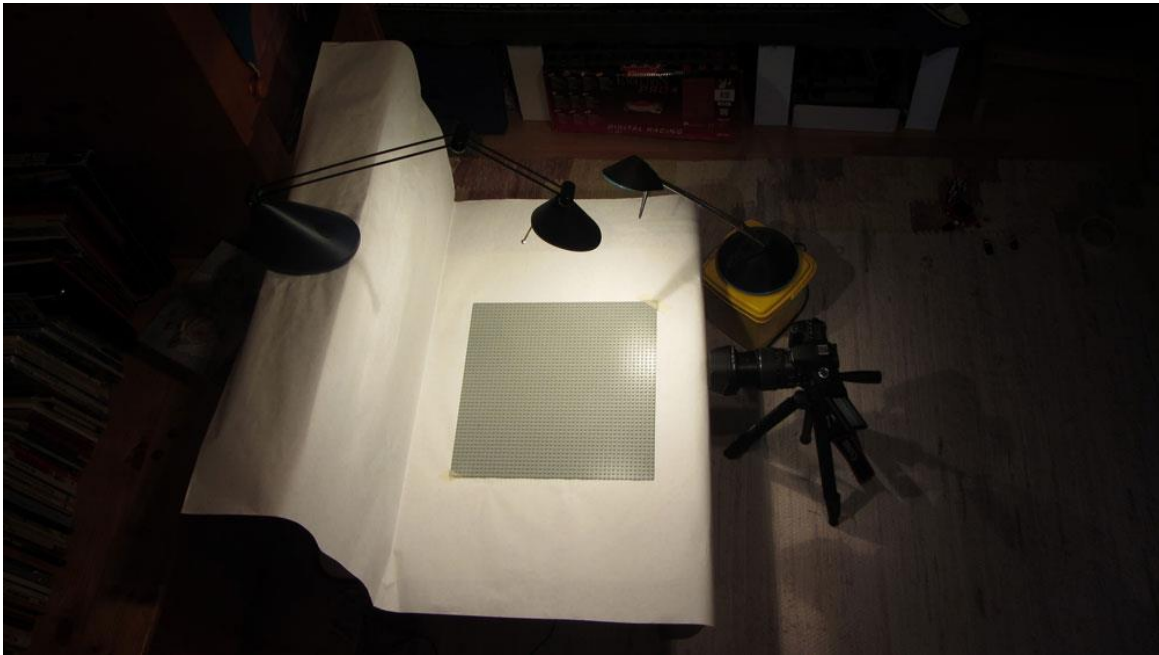


Abbildung 47: Filmset für Stop Motion Film

Der Dreh

Empfohlene Einstellung der Kamera: Wenn man schon vor Drehbeginn auf der Kamera die richtigen Einstellungen vornimmt, kann man sich bei der Nachbearbeitung viel Arbeit ersparen:

Wenn der Film im 16:9 Format mit der Full HD Auflösung von 1920x1080 Pixel gedreht wird, erreicht man wahrscheinlich die höchste Kompatibilität. Das ist das Standardformat für Filme, das bei fast allen Fernsehern und Computermonitoren in perfekter Qualität und ohne schwarze Balken angezeigt wird.

Bei vielen Kameras kannst man diese Einstellungen im Menü vornehmen. Falls die Auflösung 1920x1080 nicht verfügbar ist, wähle einfach die nächstgrößere Option.

Das Prinzip

Wenn man mit dem Bildausschnitt, dem Set und der Belichtung zufrieden bist, kann endlich das erste Bild gemacht werden. Nachdem man abgedrückt hat, musst man das Set für das nächste Bild vorbereiten. Bei der Stop Motion Technik unterteilst man eine Bewegung, wie zum Beispiel das Heben einer Hand, in viele einzelne Bilder. Dazu werden die Figuren nach jedem Bild vorsichtig ein kleines Stück bewegt und danach wieder ein Bild gemacht. Das wiederholt man so lange, bis die Figur die Bewegung fertig ausgeführt hat.

Wie groß genau die Bewegungen zwischen den Bildern sein müssen, hängt davon ab, wie schnell man die Bilder dann später wiedergeben willst.

Bilder mit Microsoft Windows Movie Maker zusammenfügen

Das Standard-Videoschnittprogramm unter Windows ist der Windows Movie Maker. Er ist meistens schon auf deinem PC vorinstalliert, wenn nicht, kannst man ihn herunterladen.

Wenn man Movie Maker gestartet hat, musst man zuerst die Bilder importieren. Wenn die Fotos geladen sind, werden sie in der Zeitleiste angezeigt. Standardmäßig wird jedes Standbild 7 Sekunden angezeigt, für den Stop Motion Film braucht man aber eine viel kürzere Dauer. Um die Dauer zu ändern, wählt man zuerst einmal alle Bilder aus, indem man **STRG + A** drückt. Dann klickt man in der oberen Leiste auf **Bearbeiten** und stellt bei "Dauer" den gewünschten Wert ein.

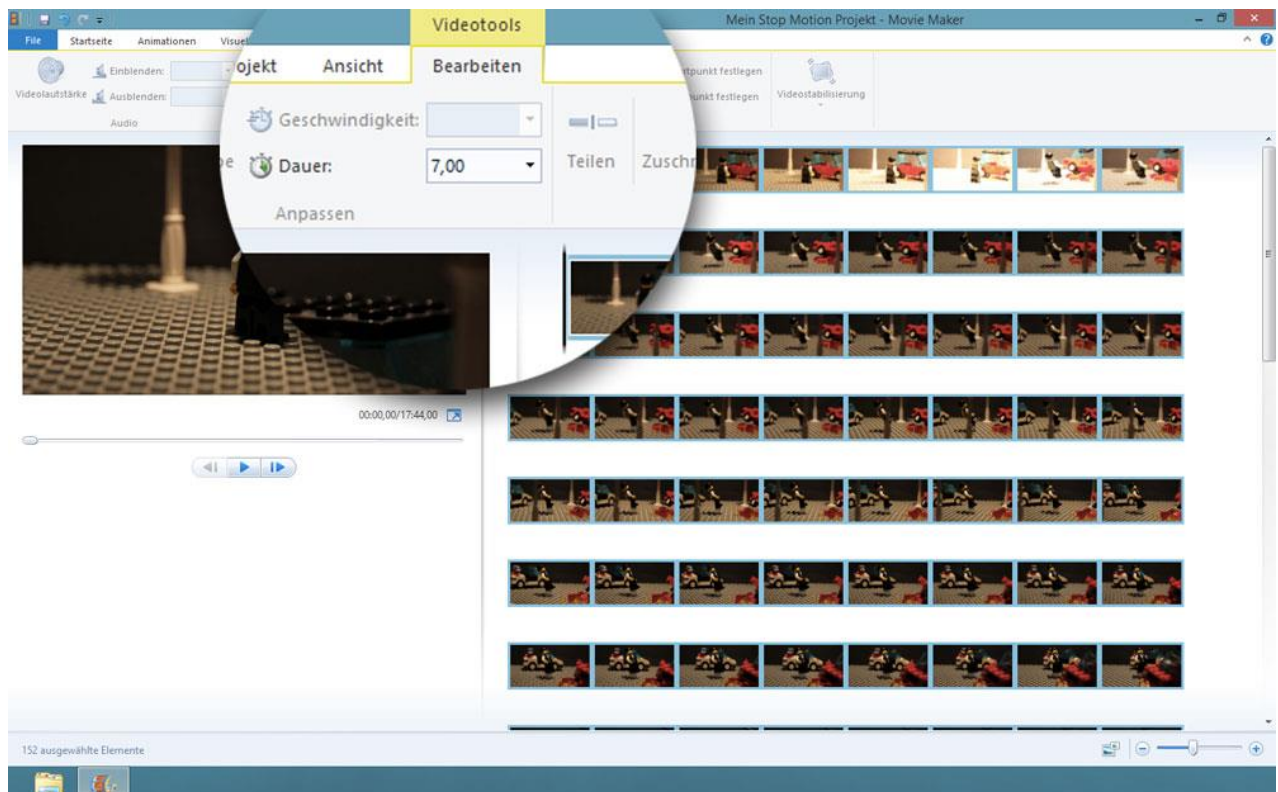


Abbildung 48: Screenshot Movie Maker von Windows

Quelle: <https://www.stopmotiontutorials.com/stop-motion-anleitung-nachbearbeitung.php>

Nachbearbeitung

Im Programm Movie Maker können nun Titel, Abspann und wenn gewünscht Musik hinzugefügt werden.

Weitere Informationen dazu erhält man auf:

<https://www.stopmotiontutorials.com/stop-motion-anleitung-nachbearbeitung.php>

Anhang

1 Wasser – Phantasiereise

Setze dich bequem auf deinen Stuhl, die Füße stehen auf dem Boden.

Lege deine Hände auf ganz ruhig auf deine Beine.

Atme gleichmäßig und ruhig.

Du bist ganz ruhig und entspannt.

Du befindest dich auf einer Wiese. Die Frühlingssonne scheint angenehm warm auf deinen Körper. Am blauen Himmel ziehen weiße Wolken vorüber. Ein kleiner Bach schlängelt sich durch die Wiese. In der Nähe muss ein Fluss sein. Du hörst seine Geräusche. Du folgst dem Bachlauf. Lustig plätschert das Wasser über die Steine. Du siehst schon den Fluss. Gemächlich fließt er durch die Landschaft. Am Ufer findest du einen flachen Stein. Du nimmst ihn und lässt ihn über das Wasser hüpfen. Dort zieht er weite Kreise.

Auf dem Fluss schwimmen Enten und Schwäne. Du begleitest sie ein Stück flussaufwärts. Ein gewaltiges Tosen kündigt einen Wasserfall an.

Das Wasser stürzt sich laut in die Tiefe. Ein feiner Nebel hüllt dich ein. Du spürst die zarten Tröpfchen auf deiner Haut.

Die Wassertröpfchen glitzern in der warmen Sonne. Ein farbenprächtiger Regenbogen spannt sich wie eine Brücke über den Wasserfall.

Du bekommst Durst und möchtest etwas trinken.

Am Wegesrand ist eine Quelle. Ihr klares und reines Wasser sprudelt aus dem Boden. Du bückst dich und schöpfst mit deinen Händen das klare Wasser und löschst deinen Durst. Das Wasser ist angenehm kühl und erfrischend.

Du bleibst noch eine Weile am Flussufer sitzen. Du bist ganz ruhig und entspannt.

Eine große Ruhe durchströmt dich. Du träumst noch ein wenig weiter. Nun ist es Zeit wieder in den Klassenraum zurückzukehren. Du reckst deine Arme und streckst dich.

Atme tief durch und öffne langsam deine Augen.

2 Redewendungen

Redewendungen rund ums Wasser Aufgabenblatt

<u>Redewendung</u>	<u>Bedeutung</u>
1.) Wasser hat keine Balken	a) Jemand bekommt großen Appetit auf oder großes Verlangen nach etwas.
2.) Etwas ist Wasser auf jemandes Mühle.	b) Jemand beraubt jemand seiner Wirkungsmöglichkeiten, seiner Existenz- oder sonstigen Grundlage
3.) Jemandem läuft das Wasser im Munde zusammen.	c) Jemand vollbringt auch keine Wunder, ist nichts besser; an einem Ort werden auch keine Wunder vollbracht, es geht dort nicht anders zu als überall.
4.) Jemandem steht das Wasser bis zum Hals, bis zur Kehle.	d) Das dauert noch eine lange Zeit.
5.) Jemand ist ein stilles Wasser.	e) Wasser ist gefährlich, weil man darin untergehen und ertrinken kann.
6.) Stille Wasser sind tief.	f) Jemand unterstützt, beflügelt jemanden.
7.) Bis dahin fließt noch viel Wasser den Rhein / den Berg hinunter.	g) Verwandtschaftliche Bindungen sind stärker als alle anderen.
8.) Jemand gießt jemandem Wasser in den Wein.	h) Jemand beteuert, dass er an einer Sache nicht beteiligt war und deshalb nicht zur Verantwortung gezogen werden kann.
9.) Jemand predigt Wasser und trinkt (selbst) Wein.	i) Äußerlich ruhige, zurückhaltende Menschen zeigen oft überraschende Eigenschaften.
10.) Jemand schöpft Wasser mit einem Sieb.	j) Jemand dämpft die Begeisterung eines anderen.
11.) Jemand gräbt jemandem das Wasser ab.	k) Jemand ist völlig harmlos.
12.) Jemand kann jemandem nicht das Wasser reichen.	l) Jemand ist oft den Tränen nahe.
13.) Jemand ist zu blöd / zu dumm, einen Eimer Wasser umzustößen.	m) Jemand ruft andere zur Genügsamkeit, zur Sparsamkeit, zum Verzicht o.ä. auf, unterwirft sich aber

	selbst nicht diesen Einschränkungen.
14.) Jemand hat nahe am / ans Wasser gebaut.	n) Jemand befindet sich im Gefängnis
15.) Jemand sitzt bei Wasser und Brot.	o) Jemand ist gesund und vergnügt
16.) Etwas fällt ins Wasser.	p) Jemand ist sehr gerissen, kennt alle Tricks.
17.) Jemand geht ins Wasser.	q) Jemand ist sehr dumm, ungeschickt.
18.) Jemand springt ins kalte Wasser, wird ins kalte Wasser geworfen.	r) Jemand kann an die Leistungen eines anderen nicht heranreichen.
19.) Jemand kocht auch nur mit Wasser, an einem Ort wird auch nur mit Wasser gekocht.	s) Etwas fällt aus, findet nicht statt.
20.) Jemand ist mit allen Wassern gewaschen.	t) Jemand nimmt sich das Leben, indem er sich in einem Gewässer ertränkt.
21.) Jemand hält sich über Wasser.	u) Jemand weint laut und heftig.
22.) Jemand schwitzt Blut und Wasser.	v) Jemand / etwas macht jemandem Lust, Appetit auf etwas.
23.) Blut ist dicker als Wasser.	w) Jemand ist völlig, uneingeschränkt gesund.
24.) Zwei Menschen / Dinge sind ein Gegensatz wie Feuer und Wasser.	x) Jemand müht sich mit etwas Aussichtslosem ab.
25.) Jemand ist gesund wie ein Fisch im Wasser.	y) Etwas ist ergebnislos, ein Misserfolg.
26.) Jemand ist / fühlt sich wie ein Fisch im Wasser	z) Jemand erhält seine Existenz, erfüllt die Grundanforderungen.
27.) Der Krug geht so lange zum Wasser, bis er bricht	ä) Jemand ist angsterfüllt in großer Aufregung, hat große Befürchtungen um Misserfolg / unangenehmen Ausgang.
28.) Jemand heult Rotz und Wasser.	ö) Fragwürdiges Tun scheitert eines Tages. Irgendwann reicht`s.
29.) Etwas ist ein Schlag ins Wasser.	ü) Zwischen zwei Menschen / Dingen besteht ein unüberbrückbarer Gegensatz.
30.) Jemand kann kein Wässerchen trüben.	ß) Jemand ist ein ruhiger Mensch.
31.) Jemand / etwas macht jemandem den Mund wässrig.	€) Jemand muss sich in einer für ihn neuen Situation, bei einer neuen Aufgabe bewähren.
32.) Jemand wäscht seine Hände in	%) Jemand ist in größten

Unschuld.	Schwierigkeiten.
-----------	------------------

Zuordnungen:

1e – 2f – 3v – 4% – 5ß – 6i – 7d – 8j – 9m – 10x – 11b – 12r –
13q – 14l – 15n – 16s – 17t – 18€ – 19c – 20p – 21z – 22ä – 23g – 24ü –
25w – 26o – 27ö – 28u – 29y – 30k – 31a – 32h

➔ ausschneiden, zuordnen, aufkleben, Szene spielen- Ratespiel, kurze Geschichte schreiben, Bilder malen

Lösungen:

1.)Wasser hat keine Balken	e)Wasser ist gefährlich, weil man darin untergehen und ertrinken kann
2.)Etwas ist Wasser auf jemandes Mühle.	f)Jemand unterstützt, beflügelt jemanden.
3.)Jemandem läuft das Wasser im Munde zusammen.	v)Jemand bekommt großen Appetit auf oder großes Verlangen nach etwas.
4.)Jemandem steht das Wasser bis zum Hals, bis zur Kehle.	%)Jemand ist in größten Schwierigkeiten.
5.)Jemand ist ein stilles Wasser.	ß)Jemand ist ein ruhiger Mensch.
6.)Stille Wasser sind tief.	i)Äußerlich ruhige, zutückhaltende Menschen zeigen oft überraschende Eigenschaften.
7.)Bis dahin fließt noch viel Wasser den Rhein / den Berg hinunter.	d)Das dauert noch eine lange Zeit.
8.)Jemand gießt jemandem Wasser in den Wein.	j)Jemand dämpft die Begeisterung eines anderen.
9.)Jemand predigt Wasser und trinkt (selbst) Wein.	m)Jemand ruft andere zur Genügsamkeit, zur Sparsamkeit, zum Verzicht o.ä. auf, unterwirft sich aber selbst nicht diesen Einschränkungen.
10.)Jemand schöpft Wasser mit einem Sieb	x)Jemand müht sich mit etwas Aussichtslosem ab.
11.)Jemand gräbt jemandem das Wasser ab.	b)Jemand beraubt jemand seiner Wirkungsmöglichkeiten, seiner Existenz- oder sonstigen Grundlage.
12.)Jemand kann jemandem nicht das Wasser reichen.	r)Jemand kann an die Leistungen eines anderen nicht heranreichen.

13.)Jemand ist zu blöd / zu dumm, einen Eimer Wasser umzustoßen.	q)Jemand ist sehr dumm, ungeschickt.
14.)Jemand hat nahe am / ans Wasser gebaut.	l)Jemand ist oft den Tränen nahe.
15.)Jemand sitzt bei Wasser und Brot.	n)Jemand befindet sich im Gefängnis.
16.)Etwas fällt ins Wasser.	s)Etwas fällt aus, findet nicht statt.
17.)Jemand geht ins Wasser.	t)Jemand nimmt sich das Leben, indem er sich in einem Gewässer ertränkt.
18.)Jemand springt ins kalte Wasser, wird ins kalte Wasser geworfen.	€)Jemand muss sich in einer für ihn neuen Situation, bei einer neuen Aufgabe bewähren.
19.)Jemand kocht auch nur mit Wasser, an einem Ort wird auch nur mit Wasser gekocht.	c)Jemand vollbringt auch keine Wunder, ist nichts besser; an einem Ort werden auch keine Wunder vollbracht, es geht dort nicht anders zu als überall.
20.)Jemand ist mit allen Wassern gewaschen.	p)Jemand ist sehr gerissen, kennt alle Tricks.
21.)Jemand hält sich über Wasser.	z)Jemand erhält sich seine Existenz, erfüllt die Grundanforderungen.
22.)Jemand schwitzt Blut und Wasser.	ä)Jemand ist angsterfüllt in großer Aufregung, hat große Befürchtungen um Misserfolg / unangenehmen Ausgang.
23.)Blut ist dicker als Wasser.	g)Verwandschaftliche Bindungen sind stärker als alle anderen.
24.)Zwei Menschen / Dinge sind ein Gegensatz wie Feuer und Wasser.	ü)Zwischen zwei Menschen / Dingen besteht ein unüberbrückbarer Gegensatz.
25.)Jemand ist gesund wie ein Fisch im Wasser.	w)Jemand ist völlig, uneingeschränkt gesund.
26.)Jemand ist, fühlt sich munter wie ein Fisch im Wasser.	o)Jemand ist gesund und vergnügt.
27.)Der Krug geht so lange zum Wasser, bis er bricht.	ö)Fragwürdiges Tun scheitert eines Tages. Irgendwann reicht`s.
28.)Jemand heult Rotz und Wasser.	u)Jemand weint laut und heftig.
29.)Etwas ist ein Schlag ins Wasser.	y)Etwas ist ergebnislos, ein Misserfolg.
30.)Jemand kann kein Wässerchen trüben.	k)Jemand ist völlig harmlos.
31.)Jemand / etwas macht jemandem den Mund wässrig.	a)Jemand / etwas macht jemandem Lust, Appetit auf etwas.

32.)Jemand wäscht seine Hände in Unschuld.	h)Jemand beteuert, dass er an einer Sache nicht beteiligt war und deshalb nicht zur Verantwortung gezogen werden kann.

3 Wasser-Suchspiel

Hier findet man zwölf Wörter, die etwas mit Wasser zu tun haben. Wenn man ein Wort gefunden hat, bitte umkreisen!

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

Lösung:

Duschen, Schwimmen, Bach, Kochen, Waschen, Tauchen, Teich, Regen, Fluss,
Schiff, Meer, Eis