EMSCHER LIPPE
GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

Schulmaterialien für
Klasse 5 bis 10
mit interaktiver CD-ROM

Wasserwelten

Lebendiger Unterricht zwischen Emscher und Lippe

Inhalt

Vorwort **E 5**

Einführung **E 6**
Anwender-Leitfaden für den Schulordner E 7
Anwender-Leitfaden für die CD-ROM E 9
Feedback zum Schulmaterial: Ihre Meinung ist uns wichtig E 9

Unterrichtsthemen **1**
1 Grundwissen „Wasser“ – das Lebenselixier unseres blauen Planeten 1
1.1 Die Eigenschaften des Wassers 3
1.2 Wasser auf unserer Erde 21
1.3 Wasser und Boden – saubere Arbeit Hand in Hand 27

2 Wasser als Lebensraum – alles im Fluss 33
2.1 Lebensbedingungen im Fließgewässer 35
2.2 Lebewesen der Fließgewässer 43
2.3 Lebensraum Aue 53

3 Mensch und Wasser – ohne Wasser läuft nichts 59
3.1 Rohstoff Wasser – Wasserverbrauch und Wasserverschmutzung 61
3.2 Vielfältige Gewässernutzung 77

4 Nachhaltigkeit – Zukunft für unsere Flüsse und Bäche 95
4.1 Gewässerschutz und Gewässergüte – natürlich gut 97
4.2 Aktiv werden! 129

5 Flussgebietsmanagement – es gibt viel zu tun 155
5.1 Die Aufgaben der Wasserwirtschaftsverbände 157
5.2 Flusslandschaften im Wandel der Zeit 193

Anhang **A 1**
Emschergenossenschaft und Lippeverband – ein Kurzporträt A 2
Außerschulische Aktivitäten mit Emschergenossenschaft und Lippeverband A 3
- Exkursion: Besichtigung von Kläranlagen A 3
- Exkursion: Besichtigung von Pumpwerken A 4
- Exkursionen zu renaturierten Bachläufen A 5
- Bachpatenschaften A 6

Ausbildungsmöglichkeiten bei Emschergenossenschaft und Lippeverband A 7
Medienauswahl A 8
Stichwortverzeichnis A 9
Impressum A 11

Vorwort

Liebe Pädagoginnen, liebe Pädagogen,

Wasser ist ein faszinierendes Element. Es will immer wieder von uns mit allen Sinnen neu entdeckt werden. Es bahnt sich Wege, es sammelt sich, es plätschert und gluckst. Es fühlt sich kühl und feucht an. Es schmeckt je nach Herkunft erfrischend, mineralhaltig oder salzig. Wasser hat ein großes gestalterisches Potential und gibt unserer Fantasie viel Freiraum.
Das Element Wasser bietet viele Möglichkeiten, Kindern und Jugendlichen wichtige Lebenserfahrungen zu vermitteln, sowohl in den elementaren Erlebnissen des Alltags als auch im naturwissenschaftlichen Unterricht in der Schule. Deshalb entstand in Zusammenarbeit mit Pädagogen weiterführender Schulen sowie Fachleuten der Emschergenossenschaft und des Lippeverbandes der vorliegende neue Schulordner. Mit Hilfe der fachlichen Beratung durch das Landesinstitut für Schule konnten wir zudem die aktuellen Entwicklungen des Kernlehrplans für die Fächer Biologie, Chemie und Physik einbeziehen. Ziel der Neuauflage des bisherigen Unterrichtsmaterials aus dem Jahre 2000 ist es, Sie, die Pädagogen, und Ihre Schüler gleichermaßen mit den aktuellen Wasserthemen der Region praxisbezogen anzusprechen. Mit dem Ordner oder der beiliegenden CD-ROM können Sie Ihren Unterricht zielgerichtet und schnell vorbereiten.
Die fünf Themenbausteine des Ordners heben sich durch ihren regionalen Bezug eindeutig von bisherigen Schulbuchtexten ab. Tauchen Sie ein in die regionalen Wasserwelten: vom einzelnen Molekül und Lebensraum Wasser über Mensch und Nachhaltigkeit bis hin zur impulsgebenden Wasserwirtschaft. Lassen Sie sich von unserem Angebot zu außerschulischen Aktivitäten inspirieren. Wie schon Herbert Spencer, englischer Philosoph und Sozialwissenschaftler, im 19. Jahrhundert bemerkte: „Der eigentliche Zweck des Lernens ist nicht das Wissen, sondern das Handeln."

Auch als Flussgebietsmanager handeln wir tagtäglich. Mit moderner Technik verschwinden offene Abwasserläufe unter der Erde. Renaturierte Fließgewässer und neue Wegeverbindungen durchs Grüne verwandeln zwei Flusslandschaften in spannende Erlebnisräume. Eine Jahrhundertchance der besonderen Art bietet uns der Umbau des Emschersystems. Er ist der Schlüssel für die positive Entwicklung der Region.

Mit unserem Engagement möchten wir als Wasserwirtschaftsverband bei der jungen Generation erreichen, dass sie sich mit ihrer direkten Umwelt, insbesondere den Fließgewässern, identifiziert. Auf diese Weise werden vielleicht auch Vandalismusschäden minimiert und Müllansammlungen in Gewässern vermieden.

In diesem Sinne danken wir auch allen Fachleuten, Pädagogen und Schülern, die an der Erarbeitung des neuen Schulordners mitgewirkt haben. Erst durch ihr Engagement konnte das Gesamtprodukt so speziell auf Ihre aktuellen Bedürfnisse zugeschnitten werden. Viel Spaß beim Blättern, Forschen und Ausprobieren!

Essen, im Dezember 2006

Ihr

Dr. Jochen Stemplewski

Vorsitzender des Vorstandes von Emschergenossenschaft/Lippeverband

Einführung

Lebendiger Unterricht rund um die Themen „Wasser – Wasserwirtschaft – Emscher und Lippe“
Als Lehrerin oder Lehrer wissen Sie am besten, wie hilfreich es ist, wenn Sie Unterrichtsstoff nicht trocken und theoretisch, sondern anschaulich und lebendig vermitteln wollen. Mit dieser Materialsammlung – der zweiten und erweiterten Auflage unseres bekannten Schulordners – möchten wir Sie dabei unterstützen, Themen rund um Wasser und Fließgewässer, Wasserwirtschaft sowie Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der Emscher-Lippe-Region zu vermitteln – und zwar praxisbezogen, lebendig und interaktiv.

Warum diese Themen gerade im Raum zwischen Emscher und Lippe so wichtig sind? Weil die Menschen in der Region, also auch Ihre Schüler und Schülerinnen, in zwei ungewöhnlichen Flusslandschaften aufwachsen. In kaum einem anderen Landstrich haben Natur- und Gewässerschutz, Hochwasserschutz, Abwasserreinigung, Kanalisierung und Renaturierung eine so große Relevanz. Die Beeinträchtigungen durch die Industrialisierung und die durch den Bergbau bedingten Landschaftsveränderungen stellen besondere Ansprüche an den dauerhaft notwendigen Einsatz von Kläranlagen, Pumpwerken und Deichen.

Erkunden Sie zusammen mit Ihren Schülerinnen und Schülern die „Wasserwelten“:

- Bringen Sie ihnen das Medium Wasser näher, und sensibilisieren Sie sie für den vernünftigen, schonenden Umgang damit.

- Wecken Sie bei ihnen das Interesse für die Belange des Umweltschutzes und die ökologische Bedeutung der (regionalen) Fließgewässer.

- Vermitteln Sie durch spezifische Angebote der beiden Wasserwirtschaftsverbände Emschergenossenschaft und Lippeverband einen lebendigen Eindruck von den „Wasserwelten vor der eigenen Haustür“.

Grundsätzlich haben wir den Ordner und die CD-ROM für Lehrerinnen und Lehrer sowie Schülerinnen und Schüler der Klassen 5 bis 10 entwickelt. Hier kann er insbesondere in den Fächern Biologie, Chemie und Physik eingesetzt werden. Der Ordner bietet aber auch die Möglichkeit, je nach Bedarf Teilinhalte hieraus, zum Beispiel einzelne Kapitel oder bestimmte Experimente, in anderen Klassen oder Unterrichtsfächern, wie beispielsweise in Erdkunde oder Geschichte, zu verwenden.

Wie Sie beim Durchblättern des Schulordners erkennen können, eignen sich viele Themen auch für einen fächerübergreifenden Unterricht. Widmen Sie doch mal eine Projektwoche dem Lebenselixier „Wasser“. Besichtigen Sie mit Ihren Schülerinnen und Schülern eine Kläranlage, oder begeistern Sie junge Menschen für eine Bachpatenschaft. Das ist Anschauungsunterricht „aus erster Quelle“. Natürlich stehen wir Ihnen bei der Umsetzung gern mit Rat, Tat und viel Erfahrung zur Seite.
Informationen im Anhang des Schulordners helfen Ihnen bei der Planung von außerschulischen Aktivitäten und bei der Besprechung der Ausbildungswünsche Ihrer Schüler. Hier erfahren Sie auch, wo Sie während der Vor- oder Nachbereitung des Unterrichtes verschiedene Medien der Emschergenossenschaft und des Lippeverbandes anfordern können.

Anwender-Leitfaden für den Schulordner

Wir haben unseren Beitrag zum Unterricht „Wasserwelten“ genannt, weil wir einen Bogen spannen: vom Element Wasser über Fließgewässer bis zur Wasserwirtschaft und zum Hochwasserschutz. Unseren Streifzug durch die Wasserwelten haben wir in fünf Kapitel unterteilt, die thematisch aufeinander aufbauen, aber auch als eigenständige Blöcke im Unterricht abgearbeitet werden können:

Das erste Kapitel handelt von den Eigenschaften des faszinierenden Elementes „Wasser“, das zweite gibt Auskunft über die vielfältigen Lebensräume, die es den Organismen bietet. Kapitel drei zeigt auf, auf welche unterschiedliche Art und Weise wir Menschen das Wasser in unserem Lebensalltag nutzen. Das vierte Kapitel hat die Nachhaltigkeit zum Thema, also die Frage, wie wir das Wasser für kommende Generationen sauber halten und schützen können. Im fünften und letzten Kapitel werden die mannigfaltigen Aufgaben, die die Wasserwirtschaftsverbände im Rahmen des Flussgebietsmanagements zu erfüllen haben, vorgestellt. Und es wird beschrieben, wie sich das Gesicht der Flusslandschaften in unserer Heimat, der Emscher-Lippe-Region, im Wandel der Zeit verändert hat.

Zu jedem Kapitel finden Sie im Ordner:

eine **Kapitelseite** mit folgenden Inhalten

- Thema: Titel des Kapitels und eine Unterzeile, die Appetit macht auf das, was kommt
- Themeneinstieg: In einem kurzen Intro erfahren Sie, worum es in diesem Kapitel geht
- Inhaltsangabe mit Seitenzahlen für die Kapitel und Unterkapitel, damit Sie sich schnell in dem Kapitel zurechtfinden

Unterkapitelseiten, denen Sie folgende Angaben entnehmen können

- Thema: Titel des Unterkapitels
- Themeneinstieg: Auch zu jedem Unterkapitel finden Sie einen kurzen Einführungstext über die Inhalte, die Sie hier erwarten
- Lehrerlexikon und Unterrichtsmaterialien

Hierbei handelt es sich um ein Inhaltsverzeichnis, das Ihnen auf einen Blick zeigt, auf welcher Seite Sie Hinweise oder Materialien finden, die Sie für einen lebendigen Unterricht gebrauchen können, wie Arbeitsblätter, Folien, Experimente, Bastelanleitungen und Filme.

Textseiten, die Ihnen das notwendige Hintergrundwissen für die jeweiligen Themen vermitteln. Dabei sind die Informationstexte so geschrieben, dass sie den Schülerinnen und Schülern gleichzeitig als Unterrichtsmaterial (Kopiervorlage) dienen können. Darüber hinaus finden Sie im „Lehrerlexikon“ – einer zusätzlichen Spalte parallel im Textteil – eine Fülle von Anregungen und Informationen für Ihren Unterricht. Ikons erleichtern Ihnen die Übersicht:

- Hinweise auf **Arbeitsblätter**
- Hinweise auf **Folien**
- Hinweise auf Lernspiele auf der **CD-ROM**
- **Querverweise** auf themenverwandte Kapitel im Schulordner
- Verweise auf themenbezogene **Internet**seiten
- Ideen zum „**Selbermachen**“: mögliche Schüleraktivitäten
- Hinweise auf spannende **Experimente**
- Tipps zu themenvertiefenden **Filmen**
- Zusatz-**Infos** wie
  vertiefende Sachinformationen zum jeweiligen Thema
  Ausflugsziele und Besichtigungsmöglichkeiten
  Hinweise auf zusätzliches Unterrichtsmaterial oder weiterführende Unterrichtsthemen

Unser Tipp: Decken Sie die Spalte „Lehrerlexikon“ beim Kopieren einfach mit der Folie „Abdeckhilfe“ ab, damit Ihren Schülerinnen und Schülern die dort vermerkten Hinweise verborgen bleiben. Diese Folie finden Sie am Ende der Einführung.

Die im Lehrerlexikon genannten Hinweise sind leider nicht alle „zeitlos“. Dies gilt besonders für die Internetadressen. Wir bitten Sie deshalb an dieser Stelle um Verständnis, wenn sich ein Hinweis als nicht mehr aktuell erweist.

Folien und **Arbeitsblätter** zum entsprechenden Thema finden Sie am Ende eines jeden Unterkapitels. Ein Teil der Folien wurde so gestaltet, dass sie auch gut als Kopiervorlagen dienen können.

Anwender-Leitfaden für die CD-ROM

Damit den Schülerinnen und Schülern das selbständige Erarbeiten von Unterrichtsthemen Spaß macht, haben wir eine besondere CD-ROM entwickelt – für das Erarbeiten der Themen allein oder in Gruppen, zu Hause oder auch im Unterricht. Eine Mischung aus Infotainment, Stoffsammlung und interaktivem Übungsmaterial.

Für einen „leichteren Zugang“ zu den sachlichen Themen ist Seika zuständig. Sie ist schlau, frech, amüsant, total informiert und sagt, was Sache ist. In kurzen, vor die jeweiligen Kapitel vorgeschalteten Filmsequenzen macht sie die Schülerinnen und Schüler auf verschiedene inhaltliche Aspekte aufmerksam und neugierig.

Die Aufgabe der CD-ROM liegt darin, alle Schülerinnen und Schüler zu aktivieren. Hierzu wurden die Informationen zum Thema Wasser interessant und interaktiv aufbereitet, „verdaulich“ portioniert, und die zuweilen „schwere Kost“ wurde mit Spielelementen und Quizfragen versüßt.

Bei der Erstellung dieser CD-ROM wurde auf Barrierefreiheit und Zugänglichkeit für Menschen mit Behinderung besonderer Wert gelegt. Die Themenseiten sind nach den Richtlinien der entsprechenden Bundesverordnung (BITV) aufgebaut. Je nach Grad der Behinderung und nach Art der eingesetzten Hilfsmittel können dem Benutzer mit Behinderung eventuell einige Inhalte, wie Animationen, interaktive Lernspiele und Lehrermaterialien, nicht vollständig zur Verfügung stehen. Alternative Grafiken und Texte fördern hier die Verständlichkeit.

Feedback zum Schulmaterial: Ihre Meinung ist uns wichtig

Wir hoffen, Ihnen mit unserem Schulordner hilfreiche Unterrichtsanregungen aus der Praxis zu bieten. Natürlich können Sie das am besten beurteilen. Deshalb freuen wir uns, wenn Sie uns Ihre Meinung zu dem Material und Ihre Erfahrungen beim Einsatz im Schulalltag mitteilen. Richten Sie Ihr Feedback bitte per Post, E-Mail oder Fax an:

Emschergenossenschaft/Lippeverband
Astrid Keune
Stabsstelle Kommunikation/Vorstandsbüro
Kronprinzenstr. 24
45128 Essen

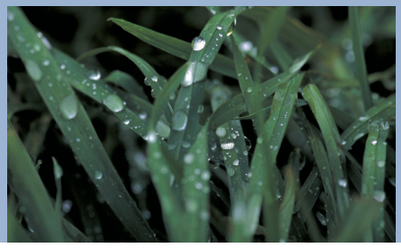
E-Mail: keune.astrid@eglv.de
Fax: 0201/104-2692

EMSCHER LIPPE
GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

1 Grundwissen „Wasser"

Das Lebenselixier unseres blauen Planeten

Im ersten Kapitel geht es darum, den Schülerinnen und Schülern die faszinierenden Eigenschaften und Besonderheiten des Wassers verständlich zu machen. Wir beginnen sinnvollerweise mit dem Grundwissen: Wasser aus dem Blickwinkel der Chemie, der Physik, der Geologie, der Wetterkunde und der Biologie. Sie haben Lust, das Thema fachübergreifend zu unterrichten? Eine gute Idee! Apropos „gute Idee" – ein guter Einstieg ins Thema könnte eine vorangehende Arbeit in Kleingruppen sein. Überschrieben mit: Was mich an Wasser fasziniert. Oder sogar ein Besuch im Schwimmbad, verbunden mit kleinen Experimenten rund ums Wasser, besonders zum Thema Auftrieb.



GRUNDWISSEN „WASSER" Seite

1.1 Die Eigenschaften des Wassers **3**
H-O-H: das Element „Wasser" 5
Die Oberflächenspannung – Wasser hat „Balken" 5
Dichteanomalie – Wasser ist anders 6
Wasser als Lösungsmittel 7
Die Aggregatzustände – Wasser hat viele Gesichter 7
Wärmespeichervermögen – frische Luft an heißen Tagen 7

1.2 Wasser auf unserer Erde **21**
Der Wasservorrat 23
Der Wasserkreislauf 23

1.3 Wasser und Boden – saubere Arbeit Hand in Hand **27**
Boden lebt 29
Der Boden als Wasserfilter 29

Die Eigenschaften des Wassers 1.1

Zuerst wird der Aufbau des Wassermoleküls, sein Dipolcharakter und die Wasserstoffbrückenbindung, erklärt. Dieser ist der Schlüssel für die Eigenschaften und Besonderheiten des Wassers: Oberflächenspannung und Dichteanomalie, das Wasser als Lösungsmittel und die drei Aggregatzustände des Wassers. Sie lassen sich durch einfache Versuche anschaulich vermitteln.

Lehrerlexikon und Unterrichtsmaterialien

Themen Seite

Das Element Wasser

Internet Wasser im Physikunterricht mit virtuellem Materiallabor 5
Selbermachen Bau eines Wassermoleküls 5

Die Oberflächenspannung

Experiment Die Wasserwette 5
Internet Flash-Trickfilm 5
Arbeitsblatt 1.1 Warum kann eine Büroklammer schwimmen? 9
Arbeitsblatt 1.2 Ein Motorboot 11

Dichteanomalie

Internet Flash-Trickfilm 6
Selbermachen Der winterliche See im Karton 6
Arbeitsblatt 1.3 Mehr Wasser oder mehr Eis? 13
Arbeitsblatt 1.4 Nicht normal? Wasser und Eis 15

Wasser als Lösungsmittel

Internet Flash-Trickfilm Lösungsvorgang von Salz im Wasser 7
Arbeitsblatt 1.5 Wasser – nur H_2O? 17

Die Aggregatzustände

Experiment Wärmeausdehnung 7
CD-ROM Lernspiel Wasserlabor – die Aggregatzustände

Wärmespeichervermögen

Arbeitsblatt 1.6 Ein selbst gebauter Kühlschrank ohne Strom 19

Die Eigenschaften des Wassers

H-O-H: das Element „Wasser“

Laut Lexikon ist Wasser eine geschmack- und geruchlose, durchsichtig klare und farblose Flüssigkeit, aber was ist Wasser wirklich? Wasser besteht aus winzigen Wassermolekülen. Jedes Wassermolekül setzt sich aus drei Atomen zusammen, und zwar aus zwei der meistverbreiteten Elemente der Natur, aus einem **Sauerstoffatom** („O“ für Oxygenium) und zwei daran gebundenen **Wasserstoffatomen** („H“ für Hydrogenium): H_2O. Wasser ist ein Stoff mit geradezu wunderbaren Eigenschaften. Das hängt mit einigen Besonderheiten zusammen.

Die Atome eines Wassermoleküls liegen nicht auf einer geraden Linie hintereinander, sondern zwischen den beiden H-Atomen und dem O-Atom liegt ein Winkel von ca. 105 Grad. Außerdem sind die Atome elektrisch unterschiedlich „polarisiert“. Das Sauerstoffatom zieht aufgrund seiner höheren Elektronegativität die negativ geladenen Bindungselektronen stärker an als das Wasserstoffatom.

Durch den gewinkelten Aufbau des Wassermoleküls entsteht so ein **Dipol** (Zweipoligkeit) mit einem negativen Pol am Sauerstoffatom und einem positiven Pol, der von den beiden Wasserstoffatomen gebildet wird. Ein Magnet funktioniert ähnlich. Da sich gleiche Ladungen abstoßen und unterschiedliche Ladungen anziehen, richten sich die Moleküle im Wasser nach gewissen Mustern aus: Zwischen dem Sauerstoffatom eines Wassermoleküls mit negativer Teilladung und einem Wasserstoffatom eines anderen Wassermoleküls mit positiver Teilladung bildet sich eine mehr oder weniger feste Bindung, die sogenannte **Wasserstoffbrücke.** Alle wichtigen Eigenschaften des Wassers sind aus dieser gegenseitigen Anziehung der Wassermoleküle zu verstehen.

Die Oberflächenspannung – Wasser hat „Balken“

Im Wasser gleichen sich die Anziehungskräfte der Teilchen zueinander aus. Jedes Molekül wird von seinen linken und seinen rechten Nachbarn und gleichzeitig von seinen oberen und unteren gleich stark angezogen. An der Wasseroberfläche haben die Moleküle jedoch keinen oberen Nachbarn! Deshalb wirkt auf ein Oberflächenmolekül eine Kraft, die ins Innere der Flüssigkeit gerichtet ist. Sie verleiht der Wasseroberfläche eine besondere Festigkeit, die sogenannte **Oberflächenspannung.** Durch diese Oberflächenspannung verhält sich das Wasser so, als ob es eine dünne, tragfähige Haut hätte. Die Wassermoleküle halten an der Wasseroberfläche so stark zusammen, dass sogar kleine Insekten, wie der Wasserläufer, darauf laufen können oder eine Wasserschnecke mit ihrem Fuß kopfüber unter Wasser an der Wasseroberfläche entlangkriechen kann.

Internet
Zur Vertiefung des Themas Wasser im Physikunterricht: Unter www.wissen.swr.de/warum/schiffe/themenseiten/t2/s1.html können Sie in einem virtuellen Materiallabor das Prinzip des Archimedes ausprobieren.

Selbermachen
Bau eines Wassermoleküls: Die Schüler basteln ein Modell, zum Beispiel aus Styroporkugeln und Zahnstochern.

Experiment
Die „Wasserwette“ als Einstieg in das Thema Oberflächenspannung: Ein Glas wird randvoll mit Wasser gefüllt, dann gewettet – wie viele Zehncentstücke passen in das Glas, bis das Wasser überläuft? Dabei können die Schüler beobachten, wie sich das Wasser über dem Glas wölbt. (2. Versuch: Dem Wasser wird dieses Mal ein Tropfen Spülmittel hinzugefügt und so die Oberflächenspannung zerstört.)

Info
Die Versuche der Arbeitsblätter 1.1 bis 1.5 können Sie auch als experimentelle Lernstationen einsetzen.

Arbeitsblatt 1.1
Warum kann eine Büroklammer schwimmen? Seite 9

Arbeitsblatt 1.2
Ein Motorboot. Seite 11

Internet
Flash-Trickfilm zum Thema Oberflächenspannung: www.rpschmitz.homepage.t-online.de/flashfilme_beschreibung.htm#oberflaeche

Arbeitsblatt 1.3
Mehr Wasser oder mehr Eis?
Seite 13

Arbeitsblatt 1.4
Nicht normal? Wasser und Eis.
Seite 15

Internet
Flash-Trickfilm zum Thema Dichteanomalie: www.rpschmitz.homepage.t-online.de/flashfilme_beschreibung.htm#dichteanomalie

Selbermachen
Der winterliche See im Karton: Eine anschauliche Möglichkeit ist das Basteln eines Modells vom Leben im See unterm Eis. Dafür wird ein Karton (als „See“) an der Längsseite aufgeschnitten. So wird der Blick ins Innere des Sees möglich. Die Oberseite stellt die Eisfläche dar und wird mit einem Loch versehen, an dem aus Papier ausgeschnittene oder aus Knete geformte Enten stehen. Die Unterseite des Kartons symbolisiert den Seeboden, in dem sich ein Frosch eingegraben hat. Im Inneren des „Sees“ können nun die Bewohner angebracht oder auch auf die Rückwand des Kartons gemalt werden.

Dichteanomalie – Wasser ist anders

Wem ist das nicht schon einmal passiert? Man hat eine Flasche mit Wasser im Gefrierfach vergessen, und prompt ist sie geplatzt! Warum?

Normalerweise dehnen sich Stoffe mit steigender Temperatur aus, d. h., ihre Dichte (also das Verhältnis von Masse zu Volumen) nimmt ab, die Stoffe „werden leichter“. Und normalerweise ziehen sie sich beim Abkühlen zusammen und gehen bei genügend tiefen Temperaturen in den festen Zustand über. Sie werden dichter und damit schwerer als ihre Flüssigkeit und gehen darin unter. Bei Wasser verhält es sich tatsächlich anders. Es besitzt die ungewöhnliche Eigenschaft, dass es seine größte Dichte und damit das geringste Volumen bei vier Grad Celsius hat. Wasser dehnt sich also aus, wenn es gefriert, und schwimmt als Eis auf der Wasseroberfläche. Es ist also leichter als Wasser. (Ein Liter Wasser wiegt genau ein Kilogramm, ein Liter Eis jedoch nur 917 Gramm.) Das ist nicht „normal“ und deswegen spricht man von der **Dichteanomalie** des Wassers („anomalos“ ist griechisch und bedeutet „abweichend“).

Wie ist das zu erklären? Im festen Zustand sind die Moleküle eines Stoffes normalerweise Platz sparend in einem geordneten Kristallgitter ausgerichtet. Dieses wird beim Schmelzen aufgelöst. Mit steigender Temperatur bewegen sich die Moleküle immer heftiger und beanspruchen dadurch immer mehr Platz. Deshalb dehnen sich die Stoffe mit steigender Temperatur gewöhnlich aus. Wenn dies beim Wasser anders ist, dann hat das einen einfachen Grund: Im Eiskristall sind die Wassermoleküle zwar auch gitterförmig angeordnet, bilden dabei aber relativ große Hohlräume. Beim Schmelzen bricht diese starre Ordnung auseinander, und die Moleküle können sich dichter aneinanderlagern, obwohl sie sich stärker bewegen. Übrigens: Wasser ist der einzige Stoff, bei dem der feste Zustand auf dem flüssigen schwimmt!

Die Dichteanomalie des Wassers ist sehr wichtig für das Leben im Wasser, denn sie bewirkt, dass ein See immer nur von der Oberfläche her zufrieren kann. Unter dem Eis ergibt sich eine stabile Schichtung mit nach unten zunehmenden Temperaturen. Das vier Grad Celsius warme Wasser sammelt sich schließlich am Boden des Gewässers an, da es die höchste Dichte hat. Außerdem ist das Eis ein hervorragendes Isoliermaterial und schützt die darunterliegenden Wasserschichten vor weiterer Abkühlung. Die Konsequenz: Tiefere Seen und Meere frieren nach unten hin nie ganz zu, und so bleibt den Wasserlebewesen im Winter unter dem Eis eine Rückzugsmöglichkeit. Das Gleiche gilt auch für die Flüsse und Bäche. Hier wird die Eisbildung zusätzlich noch durch die Strömung des Wassers erschwert.

Wasser als Lösungsmittel

Und noch eine wichtige Eigenschaft bringt der „Dipol“ Wasser mit sich. Wasser ist ein wichtiges Lösungsmittel, denn geladene Teilchen wie Salze oder andere polare Stoffe wie Säuren oder Alkohol lösen sich exzellent im Wasser. Andererseits werden Substanzen, deren Molekülstrukturen ungeladen und/oder groß sind, vom Wasser abgestoßen. Sie neigen deshalb dazu, sich zusammenzubündeln, und grenzen sich vom Wasser ab. Zwei Beispiele: Kochsalz besteht aus positiv und negativ geladenen Teilchen, es löst sich gut im Wasser auf, Öl hat dagegen keine „freie Ladung“, besteht aus größeren Teilchen und schwimmt – weil es eine geringere Dichte als Wasser besitzt – auf dem Wasser. Da Wasser viele andere chemische Stoffe, auch gasförmige, aufnehmen (lösen) kann, kommt es in der Natur niemals rein vor. Im Grundwasser sind beispielsweise viele Mineralien wie Calcium (Ca^{2+}), Natrium (Na^{+}) und Magnesium (Mg^{2+}) gelöst. Übrigens dient das Wasser auch im Blut des Menschen als Lösungsmittel.

Internet
Flash-Trickfilm Lösungsvorgang von Salz im Wasser: www.rpschmitz.homepage.t-online.de/flashfilme_beschreibung.htm# loesung_salz_wasser

Arbeitsblatt 1.5
Wasser – nur H_2O? Seite 17

Info
Lassen Sie die Schülerinnen und Schüler recherchieren: Welche Stoffe finden sich im natürlichen Wasser?

Die Aggregatzustände – Wasser hat viele Gesichter

Wasser ist der einzige Stoff auf der Erde, der natürlicherweise in allen drei Zustandsformen (Aggregatzuständen) vorkommt:

- fest als Schnee und Eis
- flüssig als Grundwasser oder Oberflächenwasser in Form von Regen oder Wolken
- gasförmig als unsichtbarer Wasserdampf in der Luft

Am „normalsten“ erscheint uns Wasser flüssig. Das gilt für Temperaturen zwischen null Grad Celsius und 100 Grad Celsius. Unter null Grad **(Gefrierpunkt)** erstarren die Moleküle zu Eiskristallen. Wird das Wasser erwärmt, bewegen sich die Wassermoleküle immer schneller und streben auseinander. Bei 100 Grad Celsius, seinem **Siedepunkt,** wechselt Wasser vom flüssigen zum gasförmigen Zustand, das Wasser verdampft. Dafür ist viel Energie, also Wärme notwendig, denn die Wasserstoffbrückenbindungen, die die Moleküle zusammenhalten, müssen gelöst werden. Wasser hat deshalb die größte **Verdampfungswärme** aller Flüssigkeiten. Den Wärmebedarf kann man spüren: Wenn man den Handrücken mit Wasser oder Spucke befeuchtet und pustet, fühlt sich die Haut kühl an **(Verdunstungskälte).** Da das Wasser verdampft, braucht es Wärme, und die wird der Hand entzogen. Kein Wunder, dass es einem kalt ist, wenn man nach dem Schwimmen aus dem Wasser kommt.

Experiment
Ein einfacher, aber spektakulärer Versuch zur Wärmeausdehnung: Eine leere Getränkedose etwa einen Zentimeter hoch mit Wasser füllen und erhitzen (Herdplatte, Bunsenbrenner), bis das Wasser zu kochen beginnt. Dann die Dose mit Hilfe einer Zange umdrehen und blitzschnell mit der Öffnung nach unten in eine mit kaltem Wasser gefüllte Schale tauchen. Die Dose implodiert unter einem lauten Knack.

CD-ROM
Lernspiel Wasserlabor – die Aggregatzustände.

Info
Der „Handrückenversuch“ zur Verdunstungskälte ist auch als Einstieg in das Thema möglich.

Wärmespeichervermögen – frische Luft an heißen Tagen

Ein heißer Sommertag lädt ein zu einem Spaziergang oder Picknick am Fluss. Hier ist es angenehm kühl. Noch eine „magische Eigenschaft“ des Wassers. Wasser ist ein exzellenter Wärmespeicher. Dadurch wirkt es temperaturausgleichend, denn es erwärmt sich langsamer als das Land und gibt die Wärme auch langsamer wieder ab.

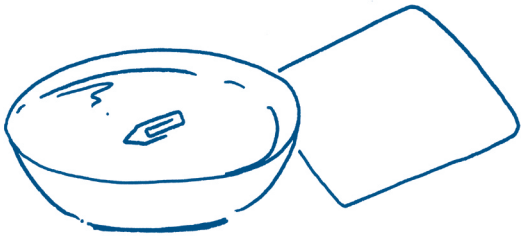
Arbeitsblatt 1.6
Ein selbst gebauter Kühlschrank ohne Strom. Seite 19

Warum kann eine Büroklammer schwimmen?

Eigentlich schwimmt Metall nicht – es kommt aber darauf an, wie geschickt man sich anstellt …

Du brauchst dazu:

- eine Büroklammer
- ein großes Glas oder eine Schüssel mit Wasser
- eventuell ein Stück Löschpapier



Lass zuerst die Büroklammer ins Wasser fallen. Was passiert?

Beobachtung

Erklärung

Versuche nun, die Büroklammer ganz flach auf das Wasser zu legen. Sollte dir das nicht gelingen, kannst du sie auch auf ein Stück Löschpapier und dann auf die Wasseroberfläche legen. Das Löschpapier saugt sich voll und geht unter, aber was passiert mit der Büroklammer?

Beobachtung

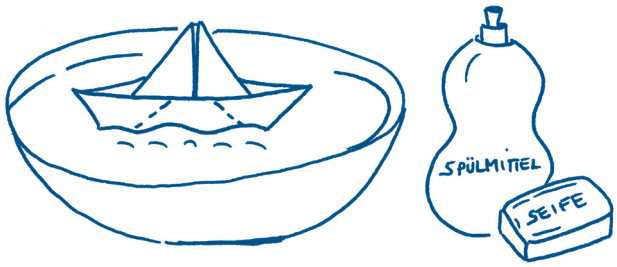
Erklärung

Ein Motorboot

Zugegeben, eine Luxusjacht ist es nicht, aber immerhin …

Du brauchst dazu:

- ein gefaltetes Schiff aus Papier oder ein aus Korken oder Styropor
- ausgeschnittenes Schiff
- eine Schüssel mit Wasser
- etwas Spülmittel
- ein Stück Seife



Lass zuerst das Boot zu Wasser. Feuchte eine Fingerkuppe mit etwas Spülmittel an, und halte den Finger hinter deinem Boot ins Wasser. Was passiert?

Beobachtung

Erklärung

Noch zwei Tipps:
Du kannst auch einen „dauerhaften Antrieb“ für dein Boot bauen: Montiere ein Stückchen Seife an das Heck (hinten). Beim Papierboot ist das etwas schwierig, bei einem Boot aus Kork oder Styropor ganz einfach: Schneide das Heck (hinten) etwas ein, und klemme in den Einschnitt ein kleines Stückchen Seife. Als Rennboote können auch gewöhnliche Streichhölzer dienen, die am hinteren Ende gespalten sind und in die ein Stückchen Seife eingeklemmt wird.

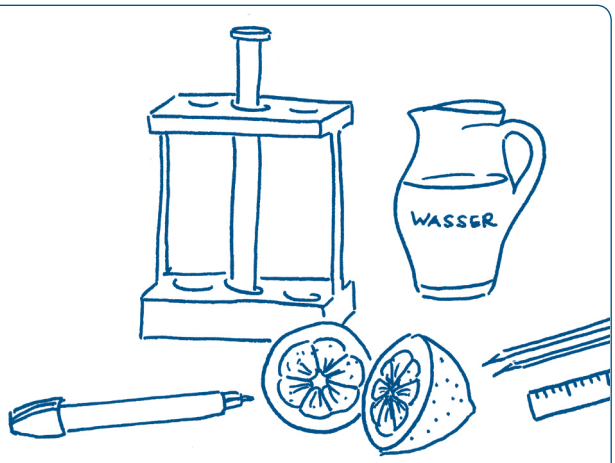
Du kannst dein Motorboot auch als Zaubertrick vorführen, indem du das Spülmittel vorher an deinem Finger trocknen lässt.

Mehr Wasser oder mehr Eis?

Ein Versuch, der auch noch schmeckt. Guten Appetit!

Du brauchst dazu:

- ein sauberes Reagenzglas
- einen Reagenzglasständer (du kannst auch einen möglichst schmalen Becher oder ein Glas nehmen)
- Wasser
- etwas Zitronensaft oder Fruchtsirup
- ein Holzstöckchen (Schaschlikspieß)
- einen wasserfesten Filzstift
- ein Lineal



Zunächst beschriftest du das Reagenzglas mit deinem Namen. Dann füllst du es zu etwa zwei Dritteln mit Wasser. Damit dein Eis auch schmeckt, gibst du etwas Fruchtsirup oder Zitronensaft hinzu und rührst mit dem Holzstab um. Markiere mit dem wasserfesten Filzstift, wie hoch das Reagenzglas jetzt gefüllt ist. Den Holzstab lässt du als „Eisstiel“ drin stecken. Ab ins Gefrierfach.

Bevor du dir dein Eis schmecken lässt …
Wie viel Eis ist im Reagenzglas? Markiere es mit einem wasserfesten Filzstift.

Beobachtung

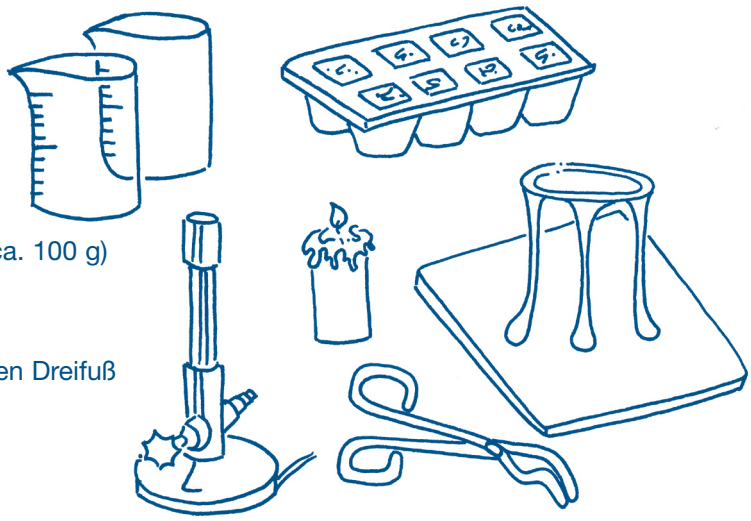
Erklärung

Nicht normal? Wasser und Eis

Was schwimmt oben, was geht unter? Und was ist eigentlich normal?

Du brauchst dazu:

- 2 Bechergläser (feuerfest)
- Reste einer farblosen Kerze (ca. 100 g)
- Wasser
- einen Eiswürfel
- einen Bunsenbrenner und einen Dreifuß oder eine Herdplatte
- eine Tiegelzange
- eine feuerfeste Unterlage



Gib die Kerzenreste (ohne Docht) in ein Becherglas, behalte aber ein walnussgroßes Stück zurück. Erwärme das Becherglas mit dem Wachs (entweder auf der Herdplatte oder auf dem Dreifuß mit dem Bunsenbrenner), bis das Wachs geschmolzen ist. Stelle das Becherglas mit Hilfe der Zange auf die feuerfeste Unterlage und daneben das andere Becherglas mit ungefähr genauso viel Wasser. Gib jetzt das Eis in das Wasser und das walnussgroße Stück Wachs in das geschmolzene Wachs. Was passiert?

Beobachtung

Erklärung

Wasser – nur H_2O?

Kann Wasser Flecken machen?

Du brauchst dazu:

- eine Glasscheibe (ca. 10 x 10 cm)
- ein Becherglas (feuerfest)
- destilliertes Wasser
- Leitungswasser
- Mineralwasser
- einen Bunsenbrenner und einen Dreifuß oder eine Herdplatte
- einen Glasstab
- einen wasserfesten Stift

Zunächst schreibst du die Zahlen 1, 2 und 3 auf die Glasplatte. Dann füllst du das Becherglas ein bis zwei Zentimeter hoch mit Wasser und legst die Glasscheibe obendrauf. Jetzt bringst du das Wasser zum Kochen (entweder auf der Herdplatte oder auf dem Dreifuß mit dem Bunsenbrenner). Mit dem Glasstab gibst du neben die „1“ ein paar Tropfen destilliertes Wasser, neben die „2“ Leitungswasser und neben die „3“ Mineralwasser. Warte, bis die Wassertropfen auf der Scheibe verdunstet sind.

Beobachtung

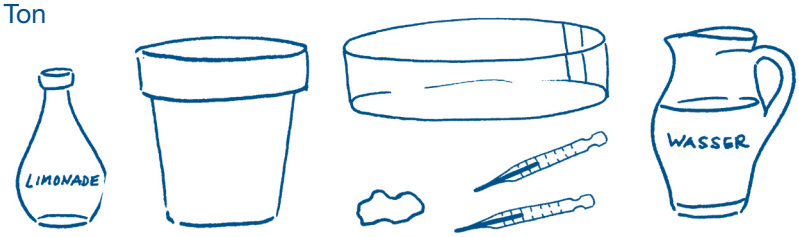
Erklärung

Ein selbst gebauter Kühlschrank ohne Strom

Auch an heißen Tagen etwas Kühles zu trinken griffbereit zu haben, ist eigentlich kein Problem.

Du brauchst dazu:

- einen Blumentopf aus Ton
- eine flache Schüssel
- einen Kieselstein
- eine kleine Limonade
- 2 Thermometer
- Wasser



Überlege dir, wie du daraus einen „Kühlschrank“ bauen kannst, und fertige eine Skizze an:

Mein Kühlschrank

Baue den „Kühlschrank“ auf und platziere ihn in der Sonne. Mit den Thermometern kannst du die Lufttemperatur in der Sonne und im Kühlschrank vergleichen. Wie kannst du die Funktionsweise deines „Kühlschranks“ erklären?

Lufttemperatur außen _____

Lufttemperatur im „Kühlschrank“ _____

Erklärung _____

Wasser auf unserer Erde 1.2

Hier soll den Schülerinnen und Schülern deutlich werden, dass wir auf unserer Erde über einen enormen Wasservorrat verfügen. Wasser gibt es mehr als genug, nur ist es sehr ungleich verteilt, und der größte Teil ist Salzwasser und damit für Trink- und Bewässerungszwecke nicht brauchbar.
Die Wasservorräte stehen in einem direkten Zusammenhang mit dem Wasserkreislauf. Er ist einer der wichtigsten Stoffkreisläufe im Naturhaushalt und beruht auf einem einfachen, für die Schülerinnen und Schüler gut nachvollziehbaren Prinzip. Für unseren Wasserhaushalt und für unser Klima ist er von immenser Bedeutung. Gleichzeitig kann beim Thema Wasserkreislauf das zuvor erworbene Wissen über die Eigenschaften und Besonderheiten des Wassers angewendet und vertieft werden.

Lehrerlexikon und Unterrichtsmaterialien

Themen Seite

Der Wasserkreislauf

Internet Interaktiver Wolkensimulator 23
Selbermachen Wandbild Wasserkreislauf 24
Folie 1.1 Der Wasserkreislauf 25

Wasser auf unserer Erde

Der Wasservorrat

Auf unserer Erde tummelt sich das Wasser in jeder möglichen Gestalt und Form: Als Ozeane, die die zusammenhängende Wasserfläche der Erde bilden, als fließende Gewässer in Flüssen und Bächen, als stehende Gewässer wie Seen, Tümpel, Teiche und Talsperren oder auch versteckt als Grundwasser.

Die Erde erscheint vom Weltraum aus betrachtet als „Blauer Planet“. Kein Wunder, denn ca. 70 Prozent der Erdoberfläche sind mit Wasser bedeckt, das sind zusammengerechnet rund 1,4 Trilliarden (1.400.000.000.000.000.000.000) Liter Wasser, eine gigantische Menge. Zum Vergleich: In einen Putzeimer passen rund zehn Liter Wasser.

Doch von diesem enormen Wasserreichtum sind rund 97 Prozent salzhaltig und nur etwa drei Prozent Süßwasser. Ein Großteil davon ist wiederum entweder in den Eiskappen am Nord- und Südpol und als Gletscher gefroren oder als Grundwasser vorhanden. Das Süßwasser der Flüsse und Seen macht nur 0,01 Prozent der gesamten auf der Erde vorhandenen Wassermenge aus. Da die Süßwasserreserven sehr ungleichmäßig auf der Erde verteilt sind, gibt es viele Länder und Kontinente mit Wasserknappheit.

Querverweis
Kapitel 4. Nachhaltigkeit. Seite 95

Der Wasserkreislauf

Wasser bewegt sich in einem immerwährenden, genialen Kreislauf. Der „Motor“ dafür ist die Sonne: Durch die Wärme der Sonne verdunstet ständig Feuchtigkeit, am meisten aus den Ozeanen, aber auch aus den Flüssen und Seen und über dem Festland. Dabei entsteht Wasserdampf, und da dieser leichter ist als Luft, steigt er nach oben in die Atmosphäre und wird durch den Wind verteilt. In kühleren Höhen kondensiert der Wasserdampf, wird also wieder flüssig, und es entstehen Wolken. Wolken sind demnach nichts anderes als viele kleine Wassertröpfchen, die in der Luft schweben. Ganz so einfach ist das mit dem Kondensieren des Wasserdampfs allerdings nicht, denn Wasserdampf neigt dazu, gasförmig zu bleiben. Erst wenn sogenannte **Kondensationskerne** vorhanden sind, wechselt er tatsächlich vom gasförmigen (Dampf) in den flüssigen Zustand (Tröpfchen). Als Kondensationskerne dienen winzige Staubteilchen, die immer in der Luft vorhanden sind. Bevor ein Wolkentröpfchen als Niederschlag zu Boden fällt, muss es ordentlich wachsen: An dem Wolkentröpfchen kondensiert weiterer Wasserdampf, und so wird es langsam größer. Schließlich wird der Tropfen so schwer, dass er Richtung Erde fällt. Ob es dann regnet, schneit oder auch hagelt, hängt von der Temperatur ab. Der größte Teil des Niederschlags verdunstet wieder oder fließt in Bäche, Flüsse und letztendlich ins Meer. Ein anderer Teil versickert im Boden und kann von den Pflanzen aufgenommen und von

Info
Von James Krüss gibt es ein Gedicht mit dem Titel „Das Wasser“, das sehr schön den Wasserkreislauf beschreibt.

Folie 1.1
Der Wasserkreislauf. Seite 25

Internet
Einen interaktiven Wolkensimulator gibt es beim SWR Wissen-Warum Physik unter www.swr.de/warum/regen/themenseiten/t2/s1.html

Querverweis
Kapitel 5.1. Regenwasser- und Grundwasserbewirtschaftung. Seite 161–162

Selbermachen
Sie können mit den Schülerinnen und Schülern auch ein möglichst großes Wandbild zum Thema Wasserkreislauf zeichnen und im Klassenraum aufhängen.

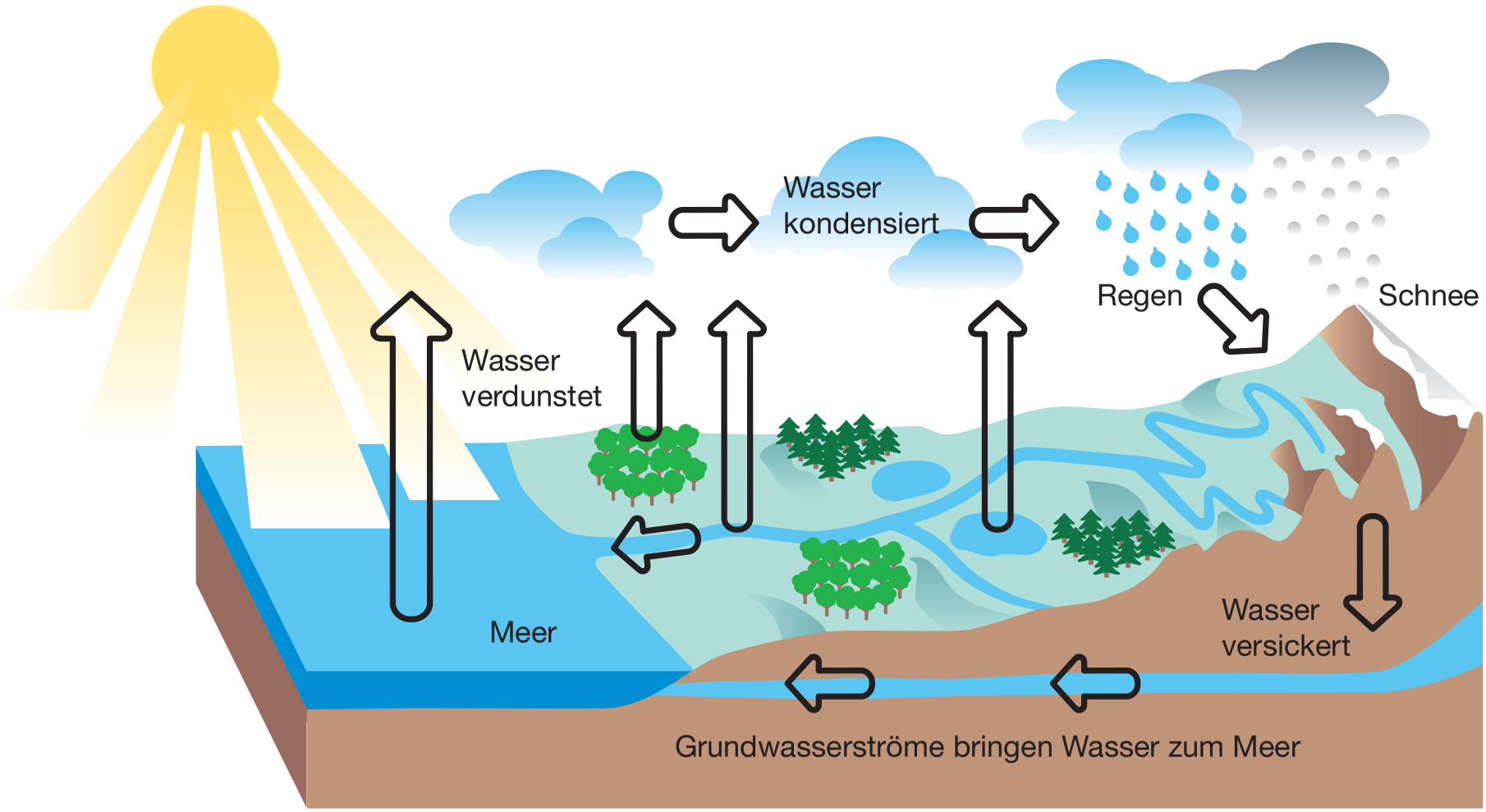
Querverweis
Kapitel 3. Mensch und Wasser. Seite 59

Querverweis
Folie 3.5. Wasserkreislauf im besiedelten Bereich. Seite 91

diesen wieder an die Luft abgegeben werden. Dabei haben die Pflanzen einen großen Anteil an der Verdunstung über dem Festland. So gibt ein Hektar Wald (100 x 100 Meter) im Sommer bis zu 40.000 Liter Wasser pro Tag an die Luft ab. Der Rest sickert durch verschiedene Boden- und Gesteinsschichten und bildet das Grundwasser. An manchen Stellen sprudelt das Wasser als Quelle wieder aus dem Boden und fließt als Bach oder Fluss weiter. Das meiste Grundwasser sickert unterirdisch den Flüssen zu, die es Richtung Meer transportieren oder direkt ins Meer. Dort angekommen, verdunstet das Wasser erneut, steigt als Wasserdampf zum Himmel, bildet Wolken … und die Reise beginnt von vorn.

Wir Menschen nutzen diesen natürlichen Wasserkreislauf und gewinnen das Trinkwasser aus Grund- und Oberflächenwasser. Nach der Nutzung gelangt auch dieses Wasser gereinigt wieder in die Flüsse, und der Kreislauf des Wassers geht weiter.

Der Wasserkreislauf



Verändert nach: M. Sommerhäuser (1992): Fließgewässer in der Stadt – Erkundung eines Lebensraums.
Hrsg.: Kommunalverband Ruhrgebiet, Essen.

EMSCHER LIPPE
GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

Wasser und Boden 1.3

Saubere Arbeit Hand in Hand

In diesem letzten Teil des ersten Kapitels wechseln wir das „Medium“. Nicht das Wasser, sondern der Boden steht im Vordergrund. Mit seiner Filterfunktion erfüllt er eine wichtige Aufgabe bei der Reinhaltung unseres Grundwassers. Dies können die Schülerinnen und Schüler durch eine einfache Versuchsreihe selbst erfahren.

Lehrerlexikon und Unterrichtsmaterialien

Themen Seite

Boden lebt

Internet Themenseiten Boden 29

Der Boden als Wasserfilter

Experiment Filterfunktion des Bodens. Lakritzkonfekt und Gummibärchen 30
Arbeitsblatt 1.7 Der Boden als Wasserfilter? 31

Wasser und Boden

Saubere Arbeit Hand in Hand

Boden lebt

Im Lexikon steht: Boden ist die oberste belebte Verwitterungsschicht der Erde. Aber Boden ist viel mehr. Er ist Lebensraum für eine kaum vorstellbare Zahl von Tieren und Pflanzen. In nur einem Quadratmeter Boden leben bis zu 100.000 Milben, ca. 50.000 Springschwänze, mehrere 100 Regenwürmer, Spinnen, Asseln, Tausendfüßer, Käfer und Insektenlarven sowie schätzungsweise 100 Billionen (100.000.000.000.000) Bakterien und 100 Milliarden (100.000.000.000) Pilze. Sie sind verantwortlich für den Abbau organischer Abfälle. Ohne sie gäbe es keine Böden! Und Böden sind für uns Menschen von großer Bedeutung: Auf ihnen bauen wir in der Landwirtschaft unsere Nahrung an, gewinnen wir Holz in der Forstwirtschaft, wir nutzen sie als Baugrund und gewinnen aus ihnen Rohstoffe wie zum Beispiel Sand, Kies und Lehm.

Info
Der Boden ist der durch Verwitterung entstandene und von Lebewesen durchsetzte obere Teil der Erdkruste, der durch bodenbildende Prozesse wie Verwitterung, Tonmineralbildung, Humusbildung und verschiedene Stoffverlagerungsprozesse entstanden ist. Im Zusammenwirken verschiedener Umweltfaktoren wie Ausgangsgestein, Klima, Vegetation, Tiere, Relief, Mensch und Zeit entwickeln sich unterschiedliche Bodentypen mit jeweils typischen Bodenprofilen.

Internet
Themenseiten Boden unter:
www.bodenwelten.de
www.der-boden-lebt.nrw.de
www.umweltbundesamt.de/fwbs/index.htm

Der Boden als Wasserfilter

Wasser und Boden sind untrennbar miteinander verbunden. Ein großer Teil der Niederschläge versickert im Boden und ergänzt die unterirdischen Wasservorräte, das Grundwasser. Gleichzeitig „filtert“ der Boden das Wasser:
Auf seinem Weg zur Erde nimmt der Wassertropfen zahlreiche Stoffe auf, die sich in der Luft befinden. Er reinigt somit die Luft, wird aber selbst mit Staub, Biozidrückständen und Abgasen wie Schwefeldioxid oder Stickoxiden und anderen Stoffen angereichert. Wenn ein Tropfen versickert, so hängt es von der Beschaffenheit des Bodens ab, wie sauber er im Grundwasser ankommt. Beim Durchströmen des Bodens wird das Wasser mechanisch gefiltert. Je feiner die Poren des Untergrunds sind und je länger das Wasser im Boden fließt, desto gründlicher wird es gereinigt. Ein Teil der Stoffe, die im Sickerwasser enthalten sind, wird biologisch abgebaut: Pflanzen nehmen sie über ihre Wurzeln als Nahrung auf und die zahlreichen Mikroorganismen im Boden bauen organische Stoffe, auch Schadstoffe, ab. Das Wasser wird auf seinem Weg durch den Boden auch auf chemischem Wege gereinigt, indem zum Beispiel die gelösten Salze (Ionen) zurückgehalten und gegen andere Ionen ausgetauscht werden. Dies geschieht insbesondere an den Tonmineralien, die durch diesen **Ionenaustausch** verhindern können, dass schädliche Stoffe ins Grundwasser gelangen. Dieses Prinzip des „natürlichen Wasserfilters“ macht man sich übrigens auch in der Wasserwirtschaft zu Nutze. So wird beispielsweise nicht so stark verschmutztes Regenwasser in Bodenfiltern gereinigt, bevor es in den Bach oder Fluss gelangt.

Arbeitsblatt 1.7
Boden als Wasserfilter? Seite 31

Info
Ionenaustausch: Kationen oder Anionen werden durch Adsorption (Anlagerung) im Boden gebunden. Dabei werden in äquivalenter Stoffmenge sorbierte Kationen oder Anionen frei. Als Adsorbenten fungieren vor allem Tonminerale, Huminstoffe und Metalloxide.

Info
Pufferung von Säuren: Durch die Reaktion mit bodeneigenen Stoffen (Puffersubstanzen) werden Säuren bzw. Protonen im Boden neutralisiert.

1.3 Lehrerlexikon

Experiment
Die Filterfunktion des Bodens einmal ganz anders – Lakritzkonfekt und Gummibärchen. Wenn Sie diesen „Versuch“ durchführen, ist auch der Spaß garantiert.

Die Filterfunktion des Bodens einmal ganz anders – Lakritzkonfekt und Gummibärchen, eine schöne Vorstellung: Die Bestandteile des Regenwassers bestehen aus Lakritzkonfekt und Gummibärchen, und nun soll das Wasser – wie auf seinem Weg durch den Boden – gereinigt werden. Eine tolle Aufgabe:

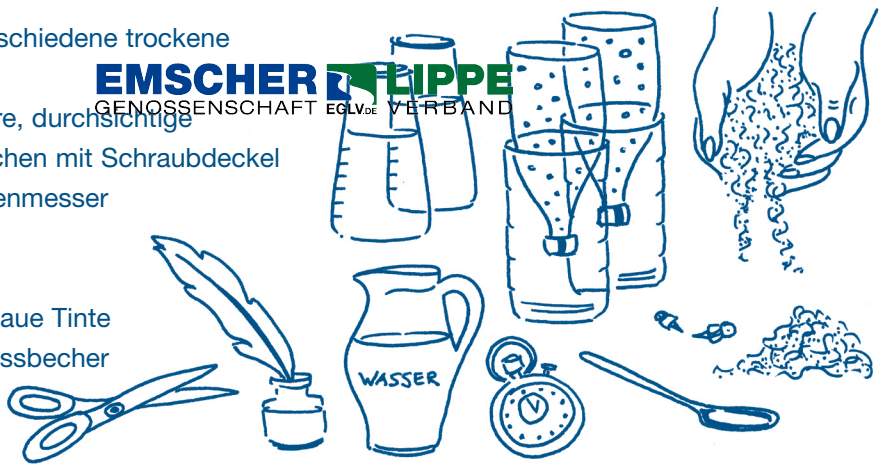
Zunächst wird das Wasser mechanisch gefiltert, alle großen Lakritzstücke werden aussortiert. Dann kommt der biologische Abbau. Hier gibt es wie in der Natur „Spezialisten“, die eine bestimmte Sorte bevorzugen und sie als „Nahrung“ aufnehmen. Und als Ionenaustauscher dienen die Gummibärchen mit ihren unterschiedlichen Farben: Ein rotes wird als „Schadstoff“ entnommen und gegen ein grünes „Ion“ ausgetauscht. Der Fantasie sind beim „Filtern“ keine Grenzen gesetzt. Und zum Schluss bleibt tatsächlich noch etwas im „Grundwasser“ über. Fehlte die Zeit, oder mochte keiner den Rest?

Der Boden als Wasserfilter?

Was passiert, wenn Wasser durch den Boden sickert?

Du brauchst dazu:

- (mindestens) 2 verschiedene trockene Bodenproben
- (mindestens) 2 leere, durchsichtige 0,5-Liter-PET-Flaschen mit Schraubdeckel
- Schere oder Küchenmesser
- eine Reißzwecke
- einen Esslöffel
- ein paar Tropfen blaue Tinte
- (mindestens) 2 Messbecher
- Wasser
- eine Stoppuhr



Zunächst schraubst du die Deckel von den Flaschen ab und stichst mit der Reißzwecke einige Löcher hinein. Dreh die Deckel wieder drauf, und schneide die beiden PET-Flaschen vorsichtig in der Mitte durch. Nun stellst du jeweils das Flaschenoberteil umgedreht wie einen Filter in das Flaschenunterteil (siehe Zeichnung).
Als Nächstes füllst du jeweils fünf Esslöffel von den Bodenproben in jeweils einen „Filter“. Fülle in die Messbecher jeweils 100 Milliliter Wasser, und gebe drei bis vier Tropfen Tinte dazu. Rühre gut um, und gieße das Tintenwasser vorsichtig auf die Bodenfilter. Nun starte die Stoppuhr.

Notiere deine Beobachtungen. Die Tabelle kann dir dabei helfen.

	Bodenprobe 1	Bodenprobe 2
Bodenart		
Wo läuft das Wasser schneller durch?		
Wie viel Zeit brauchte der erste Tropfen?		
Welche Farbe hat das Wasser?		
Wie viel Wasser ist nach 15 Minuten durchgelaufen (Messbecher benutzen)?		
Was fällt dir sonst noch auf?		

2 Wasser als Lebensraum

Alles im Fluss

Hier wird das Thema „Wasser“ so richtig lebendig. Die Schülerinnen und Schüler lernen, dass Bäche und Flüsse sich ständig verändern und zum Beispiel Mäander bilden, dass Fließgewässer zwischen Quelle und Mündung der Tierwelt ganz unterschiedliche Lebensbedingungen bieten und ihre Wasserbewohner zum Beispiel verblüffende Techniken zum Schutz vor dem Wegdriften entwickelt haben. Im letzten Teil geht es um die Bedeutung der Auen. Diese Naturlandschaft ist eng verknüpft mit ihrem Gewässer und Refugium für eine Vielzahl auch seltener Tiere und Pflanzen, die es zu erhalten und zu schützen gilt.

WASSER ALS LEBENSRAUM

	Seite
2.1 Lebensbedingungen im Fließgewässer	**35**
Gewässerdynamik und Gewässerstruktur	37
2.2 Lebewesen der Fließgewässer	**43**
Die Bewohner	45
Lebensformen	46
2.3 Lebensraum Aue	**53**
Grüne Bänder begleiten unsere Flüsse und Bäche	55

Lebensbedingungen im Fließgewässer 2.1

Nachdem in Kapitel 1 das „Grundwissen“ zum Wasser vermittelt wurde, steht nun das Fließgewässer im Vordergrund. Den Schülerinnen und Schülern wird deutlich gemacht, dass die Strömung die entscheidende Kraft in einem Fließgewässer ist. Sie bewirkt Erosion, Transport und Sedimentation. Diese Gewässerdynamik und die daraus resultierenden Gewässerstrukturen bestimmen die Lebensräume eines natürlichen Fließgewässers. Sicherlich wissen die Schülerinnen und Schüler aus eigener Erfahrung, dass in einem Fluss von der Quelle bis zur Mündung ganz unterschiedliche Bedingungen herrschen. Dies ist ein guter Anknüpfungspunkt, die verschiedenen Gewässerzonen abschließend genauer zu definieren.

Lehrerlexikon und Unterrichtsmaterialien

Themen Seite

Gewässerdynamik und Gewässerstruktur

Internet Informationen zu Gewässertypen 38
Selbermachen Kartenarbeit 38
Folie 2.1 Gewässerdynamik und Gewässerstruktur 39
Arbeitsblatt 2.1 Gliederung eines Fließgewässers 41

Lebensbedingungen im Fließgewässer

Gewässerdynamik und Gewässerstruktur

Bäche und Flüsse mit ihren Talauen sind Lebensräume von außerordentlicher Vielfalt und Schönheit. Aber was ist das Besondere an ihnen, verglichen mit einem See oder Teich? Es ist das Fließen!

Das ständig fließende Wasser hat Täler geschaffen und Flussauen geformt. Dabei ist die **Strömung** die entscheidende Kraft. Die Fließgeschwindigkeit und damit die Stärke der Strömung ist abhängig von der Neigung des Geländes, also dessen Gefälle, und der Wassermenge. Ist die Strömung stark, wird Material vom Ufer und von der Gewässersohle abgetragen **(Erosion),** und Steine, Sand und Kies werden mitgeführt **(Transport).** Sinkt die Fließgeschwindigkeit, können zunächst die Steine und der Kies, dann aber auch der Sand ab einem bestimmten Gewicht nicht mehr transportiert werden. Sie lagern sich ab **(Sedimentation).** Durch diese Dynamik finden ständig Veränderungen statt. Das wirkt sich auch auf den Flusslauf aus. So haben Flachlandflüsse das Bestreben, in Schlangenlinien zu fließen. Die Flussschlingen nennt man **Mäander.** Sie entstehen, wenn der Fluss ein geringes Gefälle hat oder einem Hindernis ausweicht. Er bildet zunächst eine schwache Kurve. Die stärkste Strömung **(Stromstrich)** ist nun nicht mehr in der Mitte des Flusses, sondern das Wasser „prallt“ auf die Außenkurve. Man spricht deshalb auch vom **Prallhang.** Durch die Kraft des Wassers wird das Ufer immer mehr ausgehöhlt, und schließlich bricht es ab. So kann eine mehrere Meter hohe Steilwand entstehen. An der Innenkurve hingegen fließt das Wasser langsamer. Hier lagert sich das Material ab, und es bildet sich ein flacher Uferbereich, der sogenannte **Gleithang.** Die Mäander eines Flusses verändern sich immer weiter. Bei ganz extremer Schlingenbildung kann es vorkommen, dass der Fluss an einer Engstelle durchbricht und eine komplette Schleife „abschneidet“. Ein sogenannter **Altarm** ist entstanden. Bäche und Flüsse der Gebirge zeigen ein anderes Verhalten: Sie sind besonders schnell fließend, und ihr Verlauf ist ziemlich gerade (gestreckt). Mäander kommen nur selten vor.

Diese Eigendynamik der Fließgewässer macht man sich übrigens bei der Gewässerrenaturierung zu Nutze. Gibt man einem begradigten Bach oder Fluss genug Platz und Zeit, gestaltet er sich sein Flussbett neu. Dies kann man beispielsweise eindrucksvoll an der Lippe und an einigen Bächen im Emschergebiet beobachten.

Dynamik und Strukturvielfalt sind die wesentlichen Kennzeichen eines natürlichen Fließgewässers. Mal ist das Gewässer breit und verzweigt sich, dann verengt es sich wieder. Mal fließt das Wasser schnell, dann langsam. Ist die Strömung nur gering, entstehen **Lehm-,**

Folie 2.1
Gewässerdynamik und Gewässerstruktur. Seite 39

Querverweis
Kapitel 5.2. Der Umbau des Emschersystems. Seite 197

Querverweis
Kapitel 5.2. Umgestaltung der Lippe. Seite 200

Querverweis
Kapitel 4.2. Bacherkundung. Seite 132

Querverweis
Kapitel 4.1. Gewässergüte. Seite 100

Arbeitsblatt 2.1
Gliederung eines Fließgewässers: Veränderungen der Lebensbedingungen von der Quelle bis zur Mündung. Seite 41

Querverweis
Kapitel 2.2. Die Bewohner. Seite 45

Internet
Informationen zu Gewässertypen unter www.munlv.nrw.de/sites/fische/gewasser/tiefland.htm
www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/wrrl_ftlp.htm

Info
Gewässertypen sind idealisierte Zusammenfassungen und Beschreibungen der Vielfalt individueller Gewässerläufe nach gemeinsamen Merkmalen, wie Lage, Größe, Substrat u. v. a.

Selbermachen
Mögliche Kartenarbeit: Die Schülerinnen und Schüler verfolgen mit Hilfe einer Atlaskarte zum Beispiel den Verlauf von Emscher und Lippe. Wo befinden sich die Quellen? Bei welchen Städten münden sie in den Rhein? Wie heißen ihre wichtigsten Zuflüsse?

Info
Zum Vergleich: Die längsten Flüsse der Erde sind der Nil (Afrika), der Amazonas (Südamerika) und der Jangtsekiang (Asien) mit jeweils über 6.000 Kilometern Länge.

Querverweis
Kapitel 5.2. Emscher und Lippe im Wandel der Zeit. Seite 195

Sand- und **Kiesbänke.** Hindernisse wie Steine und Totholz behindern seinen Lauf, es bilden sich Turbulenzen, was zu Vertiefungen, den sogenannten **Kolken** führt. Entsprechend vielfältig sind auch die Bestandteile der Gewässersohle, die natürlicherweise aus Kies, Sand, Lehm oder größeren Steinen sowie – ganz wichtig für viele Lebewesen als Nahrungsgrundlage und Versteckplatz – Holz und Falllaub besteht und vom Wasser ständig umgelagert und durchströmt wird. Die Bestandteile des Gewässergrundes nennt man **Sohlsubstrate.** Nur durch diese Vielzahl von Strukturen kann sich in einem Bach oder Fluss eine artenreiche Tier- und Pflanzenwelt ansiedeln. Deshalb ist die Gewässerstruktur auch ein wichtiges Kriterium bei der ökologischen Bewertung von Fließgewässern.

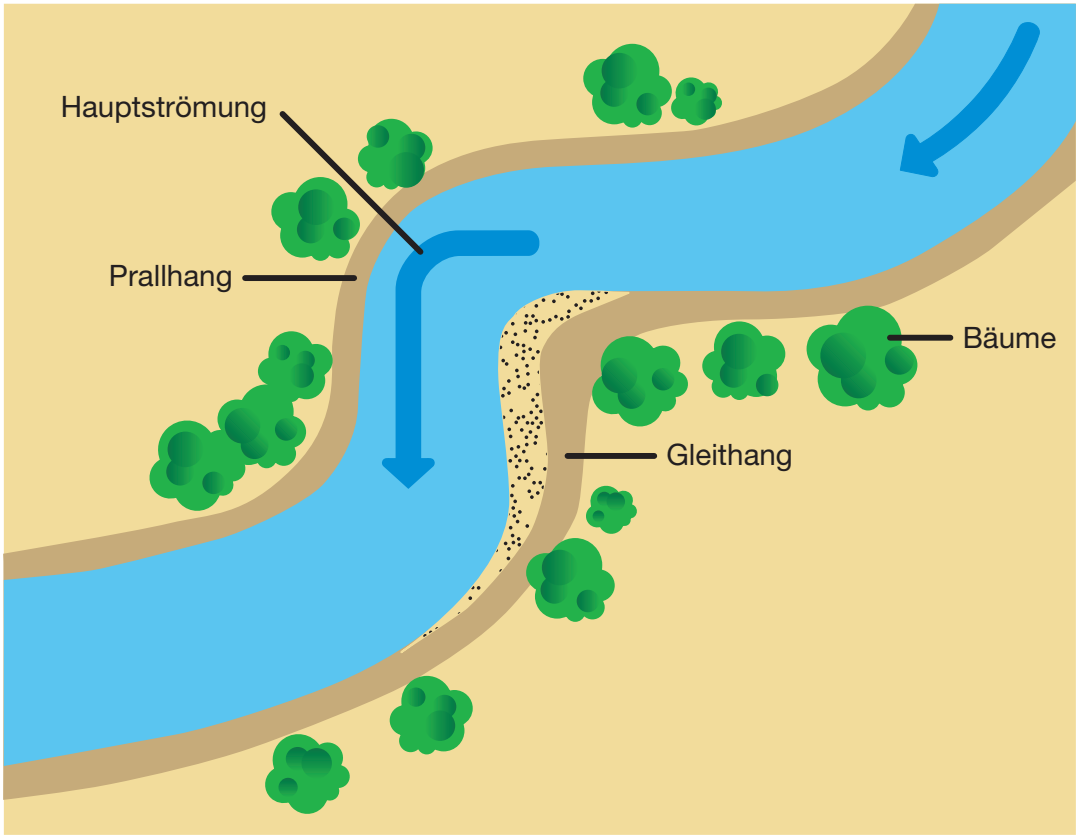
Wer einen Flusslauf von der Quelle bis zur Mündung etwas genauer untersucht, stellt fest, dass sich die prägenden ökologischen Faktoren wie Fließgeschwindigkeit, Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt des Wassers und Beschaffenheit des Untergrundes auf eine ganz typische Weise verändern. Das bedeutet, ein Fluss bietet seinen Bewohnern ganz unterschiedliche Lebensbedingungen. Im oberen Flusslauf haben wir meist kühleres Wasser, das sehr schnell fließt und Gerölle, Kies und Sand mitnehmen kann.

Zur Mündung hin nimmt die Strömung immer mehr ab, der Fluss wird breiter und träger. Das Wasser erwärmt sich, und immer mehr Kies und Sand lagern sich ab. Diese Veränderungen sind so charakteristisch, dass man die Fließgewässer in bestimmte **Flussregionen** einteilt. Diese sind nach Fischen benannt, die in der jeweiligen Zone ihre günstigsten Lebensvoraussetzungen finden und deshalb dort zahlreich vorkommen.

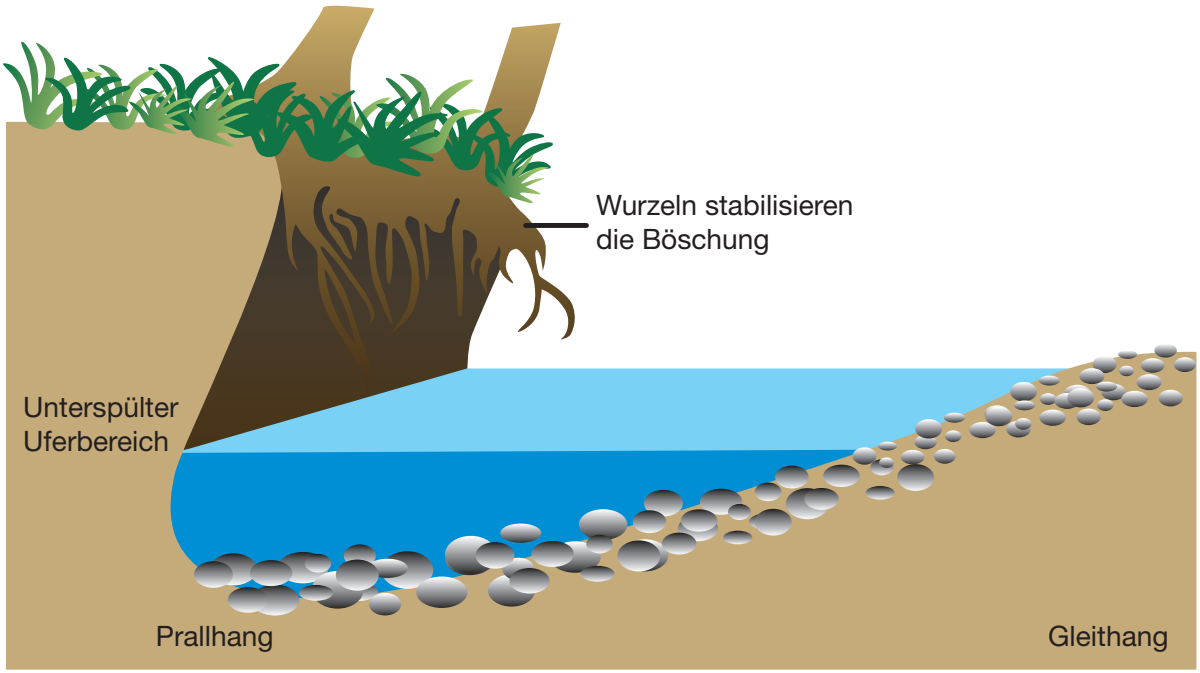
Aber nicht alle Bäche und Flüsse sind gleich. Je nach der Landschaft, in der sie fließen, gibt es – wie bei uns Menschen auch – unterschiedliche „Typen“, eben **„Gewässertypen“:** In Gebirgen finden sich vor allem Gewässer mit groben Substraten wie Steinen und Geröll, im Tiefland gibt es Sand-, Kies-, Lehm- und in Moorgebieten sogar Torfbäche. Die Tiefland-Fließgewässer in unserem Raum lassen sich nur sehr grob anhand der Flussregionen unterteilen. Deswegen erfolgt eine genauere Zuordnung über die Gewässertypen.

Bei uns müssen die Bäche und Flüsse meist nur geringe Höhenunterschiede überwinden und haben deshalb nur ein geringes Gefälle. Bei der Emscher und der Lippe beispielsweise betragen die Höhenunterschiede von der Quelle bis zur Mündung (beide Flüsse münden in den Rhein) jeweils nur rund 120 Meter. Dabei legt die Emscher 85 Kilometer zurück und die Lippe sogar 220 Kilometer. Vor ihrem Ausbau in der Mitte des 19. Jahrhunderts schlängelten sich Emscher und Lippe als Tieflandflüsse durch die Landschaft und vor allem die Emscher suchte sich ständig neue Wege.

Gewässerdynamik



Gewässerstruktur



Gliederung eines Fließgewässers

In einem Fließgewässer ändern sich von der Quelle bis zur Mündung die Lebensbedingungen:

		Oberlauf	Mittellauf	Unterlauf	Mündung
Abiotische Faktoren	**Leitarten der Fischfauna**	Bachforelle Äsche	Barbe	Brachsen	Kaulbarsch Flunder
	Gefälle				
	Wasserführung, Nährstoffgehalt				
	Bodenart	Steine, Kies	Kies, Sand, Feinsediment	Sand, Feinsediment	Sand, Feinsediment
	max. Wassertemperatur	< 15 °C	15 °C–20°C	> 20 °C	> 20 °C
	Sauerstoffgehalt	Hoch	Hoch Mit Jahres- und Tagesschwankungen	Geringer	Geringer
Biotische Faktoren	**Hauptnahrungsquelle für Wirbellose**	Falllaub	Zerkleinertes Falllaub, Aufwuchsalgen	Im Wasser schwebende Mikroalgen (Phytoplankton)	Im Wasser schwebende Mikroalgen (Phytoplankton)
	Ernährungstypen	Überwiegend Zerkleinerer	Überwiegend Weidegänger und Sedimentfresser/ Filtrierer	Überwiegend Sedimentfresser/ Filtrierer	Überwiegend Sedimentfresser/ Filtrierer

Verändert nach: Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2003): Ein Bach ist mehr als Wasser.

Ernährungstypen

Weidegänger „weiden“ (schaben) den Aufwuchs, vorwiegend Algen und Bakterien, von Steinen ab. Zu ihnen gehören Schnecken, Eintagsfliegenlarven und Köcherfliegenlarven. Zerkleinerer wie zum Beispiel Bachflohkrebs und Wasserassel machen sich vor allem über Falllaub und anderes organisches Material, das noch zu zerkleinern ist, her. Sedimentfresser und Strömungsfiltrierer ernähren sich von kleinsten organischen Stoffen wie zerkleinertem, verrottendem Pflanzenmaterial, Bakterien und Algen. Sedimentfresser wie die Larve der Eintagsfliege sammeln – wie der Name schon sagt – die Nahrungspartikel aus dem Sediment. Zuckmücken- und Kriebelmückenlarven gehören zu den Filtrierern. Sie nutzen das strömende Wasser als Nahrungsträger, indem sie Nahrungspartikel aus dem Wasser filtern. Räuber wie die Libellenlarve, aber auch einige Fische, ernähren sich von lebenden Tieren.

Beschreibe, wie sich die Lebensbedingungen in einem Fließgewässer von der Quelle zur Mündung hin verändern. Wie sind sie miteinander verknüpft? Wie haben sich die Tiere bei ihrer Nahrungssuche an die jeweiligen Bedingungen angepasst?

Lebewesen der Fließgewässer 2.2

Im zweiten Teil des Kapitels geht es um das Leben in unseren Flüssen und Bächen. Hier lernen die Schülerinnen und Schüler die vielfältigen Bewohner und ihre Anpassungsformen an die Lebensbedingungen im Fließgewässer kennen. Auch wenn das Thema Gewässererkundung erst in Kapitel 4 ausführlich behandelt wird, so soll doch schon an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass der Bach in der Nähe der Schule das ideale „Freilandlabor“ ist.

Lehrerlexikon und Unterrichtsmaterialien

Themen Seite

Die Bewohner

Internet Informationen zum Thema Fische 45

Lebensformen

Arbeitsblatt 2.2 Anpassungsmöglichkeiten an die Strömung 47
Arbeitsblatt 2.3 Anpassung der Tiere an die Strömung 49
Folie 2.2 Lebensweise von Tieren in der Strömung 51

Lebewesen der Fließgewässer

Die Bewohner

Bei genauerem Betrachten lassen sich in Flüssen und Bächen eine Vielzahl unterschiedlichster Lebewesen entdecken, denn ein reich strukturiertes Gewässer bietet auch einer großen Artenvielfalt geeignete Lebensräume. Unter Wasser tummeln sich die seltsamsten Tiere. Unter ihnen gibt es „Häuslebauer“ wie die Köcherfliegenlarven oder „Wegelagerer“ wie den Wasserskorpion. Zu den Bewohnern gehören beispielsweise auch Wasserkäfer und Wasserflöhe, Krebse, Schnecken, Muscheln, Egel. Viele Insekten, wie die Libellen, Mücken oder Eintagsfliegen, beginnen ihr Dasein als Larven im Wasser. Und erst nach einem langen Jugendstadium – bei einigen Libellen dauert es fünf Jahre! – erobern sie das Land und den Luftraum. Hier leben sie oft nur wenige Tage oder Wochen und sterben bald nach der Paarung und Eiablage. Eigentlich erstaunlich, dass ein und dasselbe Tier in seinem Leben so unterschiedliche Lebensräume wie Wasser und Luft bewohnt.

Querverweis
Kapitel 4.2. Bacherkundung. Seite 132

Die meisten Tiere leben verborgen, am Boden des Gewässers, zwischen oder unter Steinen oder im Untergrund. Hier finden sie Nahrung und werden nicht so schnell von der Strömung weggespült. In der Lippe beispielsweise wurden bisher über 220 verschiedene Tierarten nachgewiesen. Nimmt man die Zuflüsse der Lippe hinzu, sind es sogar über 600. Sie stammen aus 15 verschiedenen Tiergruppen. Der weitaus größte Teil (75 Prozent) sind Insekten, aber auch Fische, Krebse, Schnecken, Egel und Muscheln gehören dazu. In der Emscher und ihren Zuflüssen sind derzeit etwa 360 verschiedene Arten anzutreffen. Diese Zahl wird aber durch den bereits begonnenen Umbau der Gewässer in den nächsten Jahren schrittweise ansteigen.

Internet
Informationen zum Thema Fische unter www.munlv.nrw.de/sites/fische/default.htm

Direkt im strömenden Wasser halten sich vergleichsweise nur wenige Tierarten auf, vor allem **Fische.** Jede Fischart hat im Bezug auf ihren Lebensraum sehr unterschiedliche Ansprüche, so zum Beispiel an die Umgebung, in der sie ihre Eier ablegt. Es gibt Fels- bzw. Kieslaicher und Sandlaicher, Fische, die ihre Eier an Wasserpflanzen ablegen (Pflanzenlaicher), und Fische, die ihre Eier frei ins Wasser abgeben (Freiwasserlaicher).

Querverweise
Kapitel 2.1. Gewässerdynamik und Gewässerstruktur. Seite 37
Arbeitsblatt 2.1. Gliederung eines Fließgewässers. Seite 41

Einige Fische, wie Lachs und Aal, wandern zur Fortpflanzung Hunderte und Tausende von Kilometern zwischen Fluss und Meer. Andere sind standorttreu und dabei so auf die Verhältnisse eines bestimmten Flussabschnittes spezialisiert, dass nach ihnen die verschiedenen **Flussregionen** benannt wurden. Vom Gebirge bis zur Mündung ins Meer lassen sich entsprechend den sich verändernden Lebensbedingungen die Forellen-, Äschen-, Barben-, Brachsen- und die Kaulbarsch-Flunder-Region (Brackwasserregion) unterscheiden.

Querverweis
Kapitel 4.1. Gewässergüte. Seite 100

Fische reagieren ganz empfindlich auf Veränderungen im und am Gewässer. Besonders wichtig ist für wandernde Fische die soge-

Querverweis
Kapitel 5.2. Die Umgestaltung der Lippe. Seite 200

Info
Die Quappe ist ein Grundfisch in klaren, sauerstoffreichen Fließgewässern mit geringerer Strömungsgeschwindigkeit und in tiefen Seen. Sie erreicht in unseren Gewässern eine durchschnittliche Länge von 30–60 Zentimetern. Wesentlich für das Vorkommen der Quappe ist, dass ausreichend Versteckmöglichkeiten am Gewässergrund vorhanden sind. Tagsüber hält sich die Quappe in Verstecken auf und wird erst bei Einbruch der Dämmerung aktiv. Sie ernährt sich von kleinen Wirbellosen (Insektenlarven, Muscheln, Schnecken) und von Fischen.

Arbeitsblatt 2.2
Anpassungsmöglichkeiten an die Strömung. Seite 47

Arbeitsblatt 2.3
Anpassung der Tiere an die Strömung. Seite 49

Folie 2.2
Lebensweise von Tieren in der Strömung. Seite 51

nannte **Durchgängigkeit** – ein barrierefreies Durchschwimmen des Flusses. Viele Querbauwerke im Fluss – zum Beispiel Stauanlagen (Wehre) – bilden Hindernisse, die von den meisten Fischen und den Wirbellosen nicht überwunden werden können. Denn nur wenige Fischarten, wie beispielsweise Forelle und Lachs (und keine Art aus den anderen Tiergruppen), können gut springen (bis 80 Zentimeter hoch). Die Verbesserung der Durchgängigkeit der Flüsse ist ein Ziel der Gewässerrenaturierung – die Erfolge sind an der Entwicklung des Fischbestandes zum Beispiel in der Lippe nachzuvollziehen. In ihr leben heute wieder zahlreiche Fischarten. 1998 wurde sogar wieder der erste Lachs seit 150 Jahren in der Lippe entdeckt. Eine Besonderheit ist das Vorkommen der Quappe, einer Fischart, die in Nordrhein-Westfalen zu den vom Aussterben bedrohten Arten zählt.

Lebensformen

Die Tiere sind in Körperbau und Verhalten an ihren Lebensraum angepasst. Dabei ist die Strömung der prägende und ökologisch wirksame Faktor in einem Fließgewässer. Mit dem vorbeiströmenden Wasser werden ständig frischer Sauerstoff und kleinste organische Bestandteile, die als Nahrung dienen, angeschwemmt, und das ständig frisch heranströmende Wasser ist meist recht kühl. Allerdings bedeutet die Strömung auch eine ständige Gefahr für die Tiere, verdriftet (weggespült) zu werden. Dieser Gefahr begegnen sie durch unterschiedlichste Anpassungen.

Die Kraft, die die Strömung auf die Tiere ausübt, wird außer von der Strömungsgeschwindigkeit von der Form und der Größe der Organismen, ihrer **Stromliniengestalt,** bestimmt. So wird durch einen abgeflachten Körper die Angriffsfläche verringert und die Umströmung verbessert. Viele Arten, vor allem Insektenlarven, sind wie eine schiefe Ebene abgeplattet. Durch das anströmende Wasser wird ihr Körper an den Untergrund gedrückt. Gleichzeitig ermöglicht ihnen ihre Körperform, sich in Spalten und unter Steinen aufzuhalten. Einige Tiere, wie zum Beispiel der Egel, halten sich mit Saugnäpfen am Untergrund fest. Zu diesen **Anheftern** gehört auch die strömungsgünstig geformte Mützenschnecke, die sich mit ihrem Fuß am Untergrund festsaugt.

Die **Klammerer** besitzen sehr kräftig ausgebildete Beinkrallen, zum Beispiel die Larven der Steinfliegen. Damit halten sich die Tiere an kleinsten Unebenheiten fest. Schließlich gibt es noch die **Beschwerer.** Sie verwenden „schwere“ Baumaterialien. Köcherfliegenlarven bauen sich zum Beispiel aus Sandkörnchen oder Steinen ein Gehäuse, das ihnen nicht nur Schutz vor Feinden, sondern auch vor der Strömung bietet.

Anpassungsmöglichkeiten an die Strömung

Die Tiere in einem Bach oder Fluss haben es nicht leicht. Sie sind ständig der Strömung ausgesetzt.

Eine ca. 5 x 10 cm große, dünne Pappe in der Mitte falten, beschriften (1), aufrecht auf den Tisch stellen und (vorsichtig) pusten (= Strömung).

Beobachtung _____

Erklärung _____

Aber die Natur hat sich einiges einfallen lassen. Beschreibe die Anpassungen.

Ein gleiches Stück Pappe wieder in der Mitte falten, beschriften (2), dieses Mal mit der gefalteten Seite nach vorn auf den Tisch legen. Pusten.

Beobachtung _____

Erklärung _____

Ein Post-it-Blatt in ähnlicher Größe beschriften (3), zunächst so auf den Tisch legen, dass es **nicht** festklebt, und pusten.
Das Post-it-Blatt anschließend auf dem Tisch andrücken, sodass es haftet, und erneut pusten.

Beobachtung _____

Erklärung _____

Ein Post-it-Blatt beschriften (4), mit der Klebeseite nach oben legen, auf der Klebeseite kleine Pappstückchen befestigen. Pusten.

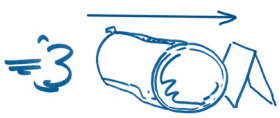
Beobachtung _____

Erklärung _____

An einem etwa gleich großen Stück Papier (5) eine Büroklammer befestigen. Pusten. Die Büroklammer zusätzlich an einem Gegenstand (zum Beispiel Kuli) befestigen und erneut pusten.

Beobachtung _____

Erklärung _____



Wassertier „1“ noch einmal auf den Tisch stellen. Einen Gegenstand, der größer als das „Wassertier“ ist (zum Beispiel Federmappe), davorlegen. Pusten.

Beobachtung _____

Erklärung _____

EMSCHER LIPPE GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

Anpassung der Tiere an die Strömung

Informiere dich über die Lebensweise der abgebildeten Tiere.
Schneide die Abbildungen aus und klebe die Tiere an der **richtigen** Stelle ein.

Hier einkleben

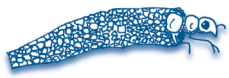
Name des Tieres _____

Lebensweise _____

Hier einkleben

Name des Tieres _____

Lebensweise _____



Hier einkleben

Name des Tieres _____

Lebensweise _____

Hier einkleben

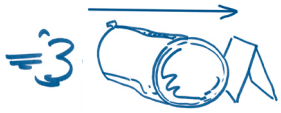
Name des Tieres _____

Lebensweise _____

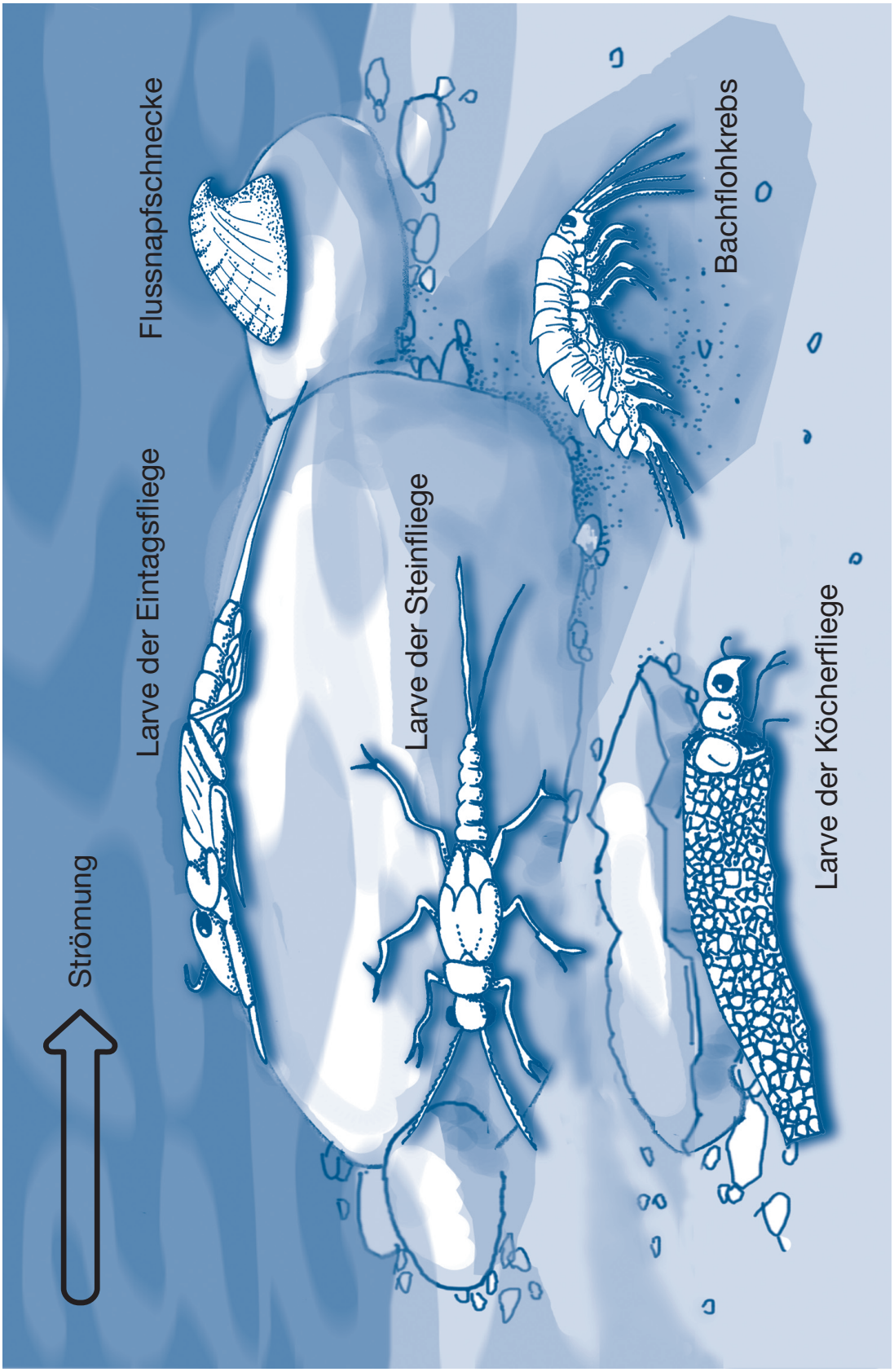
Hier einkleben

Name des Tieres _____

Lebensweise _____



Anpassung der Tiere an die Strömung



Lebensraum Aue 2.3

Abschließend zum Thema „Wasser als Lebensraum“ wird den Schülerinnen und Schülern ein ganz besonderes Ökosystem vorgestellt: die Gewässeraue. Als artenreichster Lebensraum in Mitteleuropa ist sie ein gutes Beispiel, um die zahlreichen Wechselwirkungen in der Natur zu verdeutlichen. Der Einfluss von Überflutungsdauer und -höhe auf die Vegetation der Aue und die daraus resultierenden unterschiedlichsten Lebensbedingungen für die Tiere demonstrieren dies eindrucksvoll.

Lehrerlexikon und Unterrichtsmaterialien

Themen Seite

Grüne Bänder begleiten unsere Flüsse und Bäche

Internet Informationen zum Thema Aue 55
Selbermachen Steckbrief über eine Pflanze und/oder ein Tier 55
CD-ROM Lernspiel Fotosafari – Bewohner der Aue
Folie 2.3 Lebensraum Aue 57

Lebensraum Aue

Grüne Bänder begleiten unsere Flüsse und Bäche

Natürliche Flussauen gehören zu den vielfältigsten und artenreichsten Lebensräumen in Europa. Hier sind Wasser und Land besonders eng verzahnt, Gewässer und Aue gehen nahtlos ineinander über. Neben dem Lebensraum „Fluss“ gibt es zahlreiche andere Strukturen wie Altarme, Tümpel, Rinnen und Mulden, die in unterschiedlicher Weise vom stehenden oder strömenden Wasser geprägt werden. Regelmäßige Überflutungen und die Dynamik des Wassers, die ja auch den Flusslauf verändern, führen zu einer stetig sichtbaren Verwandlung. Dabei ist der Fluss das Herz, das die Aue am Leben erhält. Jedes Hochwasser schafft Neues: Ufer brechen ab, Sand- und Kiesbänke entstehen, Bäume stürzen ins Wasser, Auenbereiche werden überflutet und Senken mit Wasser gefüllt. Was auf den ersten Blick wie Zerstörung aussieht, bewirkt eine einzigartige Vielfalt und ist für viele Tiere und Pflanzen lebenswichtig.

In den Uferabbrüchen brütet der blauschillernde Eisvogel und auf den Kiesbänken der Flussregenpfeifer. In den Auwäldern leben Specht, Nachtigall und der auffällige Pirol mit seinem gelben Gefieder. Kröten und Libellen legen in den Auentümpeln ihre Eier ab, und der Biber fällt Bäume und staut Flüsse auf.

Allen Lebensräumen in der Aue ist gemeinsam, dass sie mehr oder weniger häufig überschwemmt werden. Daran haben sich nicht nur die Tiere, sondern auch die Pflanzen angepasst. Unter natürlichen Bedingungen prägen Wälder den Charakter der Aue. Aber nicht alle Bäume vertragen regelmäßige Überschwemmungen. Im höher liegenden Teil der Aue, der nur seltener, bei extremem Hochwasser, überflutet wird, wachsen vor allem Eichen, Eschen, Ulmen und Ahorne **(Hartholzaue).** In Flussnähe mit häufiger und auch längerer Überflutung sind es Erlen und Weiden **(Weichholzaue).** Sie können für eine begrenzte Zeit sogar eine Wasserhöhe von bis zu mehreren Metern verkraften. Dort, wo die Überschwemmung mehr als die Hälfte des Jahres andauert, können keine Bäume oder Sträucher wachsen. Deswegen werden die Uferbereiche von **Röhricht** aus überwiegend großwüchsigen, schilfartigen Pflanzen oder **Hochstauden** aus üppig wachsenden, hohen Kräutern und Stauden wie dem Wasserdost oder der Brennnessel eingenommen.

Auen sind nicht nur Lebensraum für eine große Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten, sondern auch für die Menschen von großer Bedeutung. Sie übernehmen eine wichtige Funktion im Hochwasserschutz und sorgen für die Grundwasserneubildung und ein ausgeglichenes Klima.

Folie 2.3
Lebensraum Aue. Seite 57

Folie 3.4
Wechselwirkung Fluss und Aue. Seite 89

Internet
Weitere Informationen zur Aue unter www.sdw.de/wald/baum_infos/faltblatt-auen/auen.htm

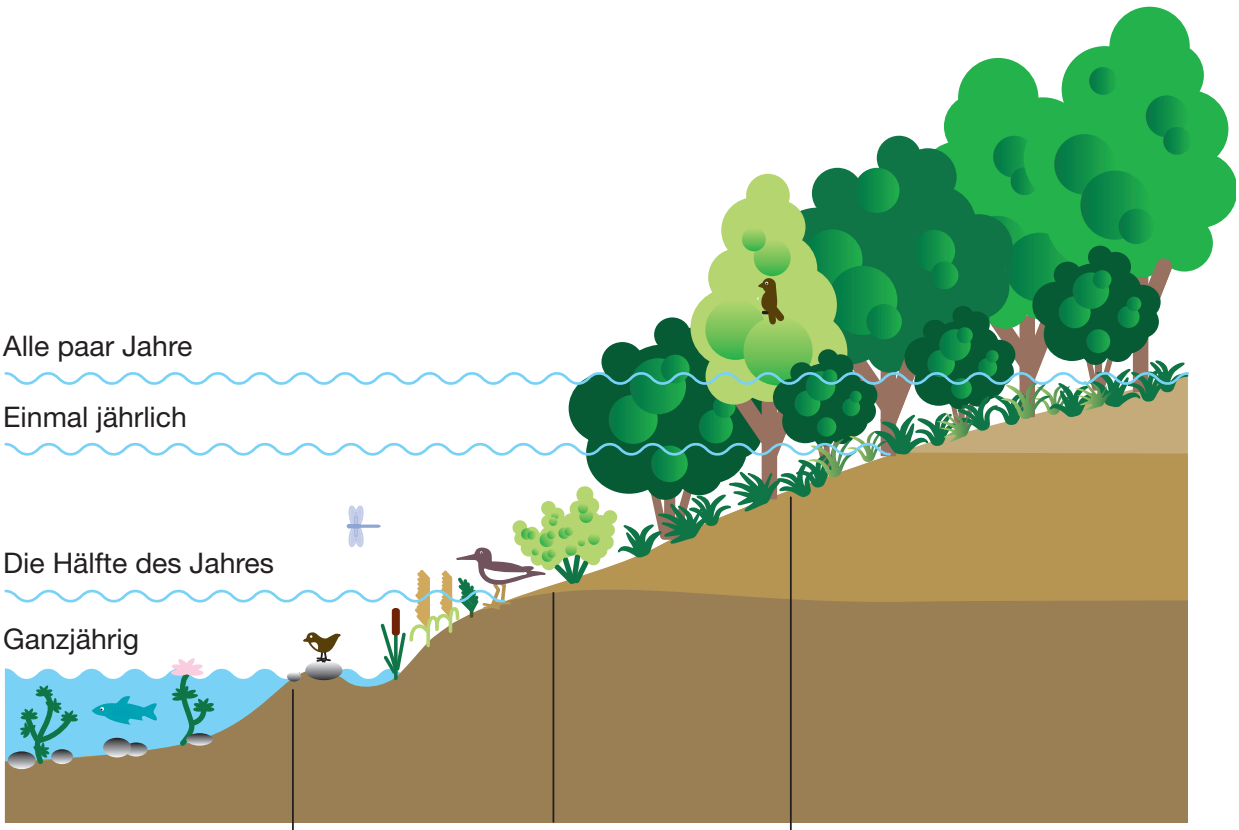
Selbermachen
Die Schülerinnen und Schüler fertigen einen Steckbrief über eine Pflanze und/oder ein Tier an und werden gleichzeitig „Experten“ für die Pflanze und/oder das Tier.

CD-ROM
Lernspiel Fotosafari – Bewohner der Aue.

Querverweise
Kapitel 3.2. Gewässerausbau. Seite 79
Kapitel 5.2. Umgestaltung der Lippe. Seite 200

Querverweis
Kapitel 5.1. Hochwasserschutz. Seite 159

Lebensraum Aue



	Aquatische Zone Unterwasserzone	**Amphibische Zone** Wasserwechselzone		**Terrestrische Zone** Überwasserzone
Pflanzen	Wasserhahnenfuß Laichkraut Wasserstern Wasserpest	Pestwurz Schilf Rohrglanzgras Rohrkolben Wasserdost Brennnessel	**Weichholzaue** Erle Weiden	**Hartholzaue** Eiche Ahorn Esche Hainbuche Ulme
			Artenreiche Kraut- und Strauchschicht	
Tiere	Fische Wasserinsekten-larven	Amphibien Libellen Graureiher	Nachtigall Pirol Spechte Schwarzmilan Viele Insekten, wie zum Beispiel Schmetterlinge und Hirschkäfer	
	Flussregenpfeifer Eisvogel Wasseramsel Uferschwalbe			

verändert nach: Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2003): Ein Bach ist mehr als Wasser.

3 Mensch und Wasser

Ohne Wasser läuft nichts

Den Schülerinnen und Schülern soll verdeutlicht werden, dass wir nur einen geringen Teil unseres täglichen Wasserbedarfs tatsächlich als Trinkwasser nutzen. Durch die Art, wie wir leben, und durch unser Konsumverhalten entsteht ein weiterer enormer (auch virtueller) Wasserbedarf, der zum großen Teil im Ausland anfällt. Nicht weniger bedeutsam sind die Betrachtungen zum Thema Abwasser und die Sensibilisierung für die Schadstoff-Problematik. Zum guten Schluss wird unter „Mensch und Wasser“ der vielfältige Nutzen des Wassers sichtbar, für Schifffahrt und Landwirtschaft, Energieversorgung und Kühlung, Reinigung und Bewässerung sowie natürlich auch für Spaß und Spiel.

MENSCH UND WASSER

		Seite
3.1	**Rohstoff Wasser – Wasserverbrauch und Wasserverschmutzung**	**61**
	Wasserverbrauch – bei uns kein Problem	63
	Das virtuelle Wasser – gut versteckt	63
	Wasserverschmutzung – noch unklar?	64
	Biologische Selbstreinigung – natürlich sauber	65
3.2	**Vielfältige Gewässernutzung**	**77**
	Wofür wir unser Wasser, unsere Flüsse und Bäche nutzen	79
	Gewässerausbau – funktional und praktisch	79
	Die westdeutschen Kanäle – geben und nehmen	80
	Freizeitnutzung und Erholung – Wasser macht Spaß	80
	Emscher, Lippe und Co.: Naherholung in der Emscher-Lippe-Region	81

Rohstoff Wasser 3.1

Wasserverbrauch und Wasserverschmutzung

Zunächst soll den Schülerinnen und Schülern die Bedeutung unseres Trinkwassers bewusst werden. Wie selbstverständlich drehen wir den Hahn auf und haben Wasser, so viel wir wollen. Rund 128 Liter reinstes Trinkwasser verbrauchen wir Deutschen durchschnittlich am Tag, verwenden aber nur rund fünf Liter davon (also rund vier Prozent) tatsächlich zum Trinken und Kochen. Kaum beachtet wird in diesem Zusammenhang unser virtueller (versteckter) Wasserverbrauch, obwohl er bei wachsender Globalisierung immer mehr an Bedeutung gewinnt. Zwar sind 95 Prozent der deutschen Haushalte an das Kanalnetz angeschlossen, trotzdem werden unsere Gewässer durch den Eintrag einer Vielzahl von Schadstoffen belastet. Diese werden zum Teil direkt mit dem Abwasser eingeleitet oder gelangen über diffuse Einträge in die Gewässer.

Lehrerlexikon und Unterrichtsmaterialien

Themen Seite

Wasserverbrauch – bei uns kein Problem

Internet Wassersparrechner, Flashfilm und Wasserverbrauchsrechner 63
Folie 3.1 Trinkwasserverbrauch in Deutschland 67
Arbeitsblatt 3.1 Mein Wassertagebuch 69
CD-ROM Lernspiel Hahn zu! Der Wasserverbrauch

Das virtuelle Wasser – gut versteckt

Internet Anregungen zur Förderung der deutschen Sprache 64
Arbeitsblatt 3.2 Wasserquader: „verstecktes“ Wasser im Mais 71
Arbeitsblatt 3.3 Virtuelles Wasser: ein Beispiel 73

Wasserverschmutzung – noch unklar?

Arbeitsblatt 3.4 Gewässerbelastung durch Landwirtschaft 75

Rohstoff Wasser

Wasserverbrauch und Wasserverschmutzung

Wasserverbrauch – bei uns kein Problem

Trinkwasser: Ein Dreh am Wasserhahn und wir haben mehr als genug davon. Zum Überleben benötigen wir täglich mindestens 2,5 Liter, in Form von Getränken oder Speisen. Ohne Trinkwasser könnten wir nur etwa vier Tage überleben. Zum Glück sprudelt uns das lebenswichtige Nass überall entgegen. Bleibt die Frage, wie viele Liter Wasser wir pro Person und Tag tatsächlich verbrauchen?

Schwer zu schätzen, wie viel Wasser innerhalb von nur zwei Minuten aus einem aufgedrehten Wasserhahn läuft, und erst recht, wie viel an einem Tag zusammenkommt. Tatsächlich braucht jeder Deutsche durchschnittlich Tag für Tag rund 128 Liter reines Trinkwasser. Das meiste, nämlich mehr als 46 Liter, entfällt auf Duschen, Baden und Waschen, gefolgt von der Toilettenspülung mit mehr als 30 Litern. Zum Wäschewaschen und Geschirrspülen sind es zusammengenommen etwa 23 Liter, und zum Kochen und Trinken benötigen wir nur etwa fünf Liter am Tag.

Der gesamte Wasserverbrauch in Deutschland umfasst nicht nur den Teil, den wir als Trinkwasser brauchen. Auch jede Wasserentnahme, die direkt aus unseren Flüssen und Bächen erfolgt oder die nicht den Anforderungen der Trinkwasserversorgung entspricht, zäht dazu. Daran sind die privaten Haushalte nur mit 12 Prozent beteiligt. Fast 70 Prozent benötigen die Kraftwerke als Kühlwasser. Auf die Industrie entfallen 16 Prozent, und der Anteil der Landwirtschaft liegt bei lediglich drei Prozent. Es gibt aber auch Länder, die bis zu 90 Prozent des Wassers für die Landwirtschaft benutzen. Bemerkenswert ist, wie viel Wasser bei industriellen Verfahren gebraucht wird. Für die Herstellung von einem Liter Bier beispielsweise werden zehn Liter Wasser benötigt. Der Bierverbrauch liegt in Deutschland momentan bei rund 130 Litern pro Einwohner und Jahr. Das macht bei 82 Millionen Einwohnern …

Eigentlich „verbrauchen“ wir das Wasser nicht, sondern „gebrauchen“ es nur. Egal ob das Wasser zum Waschen, zum Trinken, in der Industrie oder zur Bewässerung von Ackerflächen dient, über kurz oder lang gelangt es zurück in den Wasserkreislauf.

Übrigens: Ein Wasserhahn ohne Wasserspareinrichtung gibt ca. 10–17 Liter pro Minute ab. Wassersparvorrichtungen können den Wasserverbrauch um rund 50 Prozent reduzieren.

Das virtuelle Wasser – gut versteckt

Ostereier lassen sich verstecken, aber Wasser? In unseren Haushalten verbrauchen wir rund 128 Liter Wasser pro Einwohner und Tag. Tatsächlich benötigen wir jedoch täglich 4.000 Liter. Unser Wasserbedarf läuft also nur zu rund drei Prozent durch die Wasserleitung im Haus. 97 Prozent entfallen auf den sogenannten

Internet
Einen Wassersparrechner finden Sie unter www.bund-wassersparinfo.de./interaktiv/rechner.htm, einen Flashfilm zum Thema Wasserverbrauch unter www.wasser-wissen.de/flash/marum/lern-cd_grundwasser.htm und einen Wasserverbrauchsrechner unter www.quarks.de/dyn/15866.phtml

Folie 3.1
Trinkwasserverbrauch in Deutschland. Seite 67

Arbeitsblatt 3.1
Mein Wassertagebuch. Seite 69

Info
Benötigte Wassermenge für die Herstellung von …
- einer Getränkedose: 25 Liter
- einer Tonne Stahl: 25.000 Liter
- einem Kilogramm Papier: 250–700 Liter
- einem PKW: bis zu 200.000 Liter

Die Zahlen relativieren sich, da das meiste Wasser mittlerweile durch innerbetriebliche Kreisläufe mehrfach genutzt wird.

Info
Weiterführende Themen:
- Bedeutung des Wassers in der Religion (Taufwasser zur Aufnahme in die Kirche, die reinigende Kraft des Wassers bei den Moslems in Form der rituellen Fußwaschung oder im Hindu-Glauben beim rituellen Bad im Ganges)
- Bedeutung des Wassers für den menschlichen Stoffwechsel

CD-ROM
Lernspiel Hahn zu! Der Wasserverbrauch.

Info
Virtuelles Wasser:
- ein Kilogramm Rindfleisch benötigt ca. 16.000 Liter Wasser
- ein Kilogramm Weizen benötigt ca. 1.300 Liter Wasser

- ein Kilogramm Reis benötigt ca. 3.000 Liter Wasser
- ein Kilogramm Mais benötigt ca. 900 Liter Wasser
- ein Liter Milch benötigt ca. 1.000 Liter Wasser
- eine Tasse Kaffee benötigt ca. 140 Liter Wasser
- ein Ei benötigt ca. 135 Liter Wasser.

(Nach Angaben der Bundesanstalt für Gewässerkunde 2006)

Arbeitsblatt 3.2
Wasserquader: „verstecktes“ Wasser im Mais. Seite 71

Arbeitsblatt 3.3
Virtuelles Wasser: ein Beispiel. Der Text eignet sich sowohl als Einstieg in das Thema als auch zur Vertiefung. Seite 73

Internet
Anregungen zur Förderung der deutschen Sprache finden Sie unter www.learnline.de/angebote/nw-unterrichtsentwicklung/sprache.html

Info
Bekannt sind rund 200.000 chemische Verbindungen, mit denen in verschiedenen Industriezweigen gearbeitet wird. Nur etwa 2.000 lassen sich mit heutiger Technologie überhaupt analytisch nachweisen, und ein noch viel kleinerer Teil lässt sich durch Reinigungstechniken aus dem Wasser entfernen.

Querverweis
Kapitel 5.1. Kläranlagen. Seite 163

Arbeitsblatt 3.4
Gewässerbelastung durch Landwirtschaft. Seite 75

„versteckten Verbrauch“. Wasser, das zum Beispiel für die Herstellung unserer Lebensmittel, unserer Kleidung und vieler anderer Produkte benötigt wird. Man spricht hier vom virtuellen Wasserverbrauch.
Beim Wasserverbrauch gibt es zwei weltweit bedeutsame „Strömungen“: Wir gehen einerseits in unserem eigenen Land mit Wasser immer sparsamer um, andererseits wird für unseren Bedarf an Gütern immer mehr Wasser im Ausland verbraucht. Dadurch verursachen wir ein Vielfaches an Wasserbedarf in anderen Ländern, und die Wasserkrisen in den trockenen Regionen verschärfen sich.
Besonders der Handel mit Lebensmitteln ist mit riesigen Verschiebungen von Wassernutzung und Wasserverbrauch verbunden. Ein Beispiel: Kaufen wir ein Kilogramm Rindfleisch, das im Ausland produziert wurde, sind dafür rund 16.000 Liter „virtuelles Wasser“ nicht bei uns, sondern im Ursprungsland verbraucht worden. Wer denkt schon an die Bewässerung von Sojabohnenkulturen in Brasilien zur Herstellung von Kraftfutter, wenn er sein Steak isst? So gibt es noch ganz viele Dinge, die wir erwerben und mit denen wir anderswo virtuell Wasser verbrauchen (versteckte Wasserimporte). Und wie viel wird wohl für die Herstellung eines T-Shirts vom Anbau der Baumwolle bis zum fertigen Shirt im Laden benötigt? Es sind unglaubliche 20.000 Liter Wasser!

Wasserverschmutzung – noch unklar?

Wie gesagt – das Wasser wird nicht verbraucht, sondern nur gebraucht, und der größte Teil wird als mehr oder weniger verschmutztes Abwasser wieder abgegeben. Moderne Kläranlagen sorgen für die Reinigung des Wassers aus Haushalten und Industrie. Aber trotzdem gelangen Schadstoffe in unsere Gewässer. Das hängt mit der Vielfalt und Vielzahl der Substanzen zusammen, die wir im Abwasser finden: Reinigungsmittel, Kraftstoffzusätze, Arzneimittel, Schwermetalle usw. Das kann auch die beste Kläranlage nicht vollständig bewältigen.
Aber viele Stoffe werden nicht direkt mit dem Abwasser eingeleitet, sondern geraten über den Wasserkreislauf in unsere Flüsse und Bäche.
Ein Beispiel dafür ist die Landwirtschaft. Sie belastet die Gewässer durch Pestizide (Pflanzenschutzmittel) und Düngemittel. Wird zu reichlich gedüngt, sickern die überschüssigen, von den Pflanzen nicht aufgenommenen Nährstoffe durch den Boden und belasten das Grundwasser. Oder Pestizide und Dünger werden zum Beispiel nach einem Wolkenbruch mit dem oberflächlich abfließenden Regenwasser direkt in die Bäche und Flüsse gespült. Auf diesem Weg gelangen bis zu 20 Prozent der Anwendungsmenge in ein Gewässer. Der Anteil an Pestiziden und Düngemitteln, der in unsere Gewässer gelangt, ist nicht nur von der Menge abhängig, die benutzt wird, sondern beispielsweise auch von der Hangneigung und den angebauten Kulturpflanzen.Die Pestizide sind vor allem wegen ihrer toxischen

(giftigen) Wirkung auf die Wasserlebewesen gefährlich. Anders verhält es sich mit den Düngemitteln. Die darin enthaltenen Stickstoff- und Phosphorverbindungen sind nicht nur für die landwirtschaftlich angebauten Pflanzen sehr nahrhaft, sondern auch für Wasserpflanzen und Algen. Durch zu hohe Konzentrationen entsteht aber ein Nährstoffüberschuss (**Eutrophierung** oder Überdüngung) und damit verbunden ein übermäßiges Wachstum von Wasserpflanzen, was dem Gewässer auf Dauer schadet.

Aber auch giftige Stoffe wie Schwermetalle und Industriechemikalien sowie Salze belasten unser Wasser. Die giftigen Stoffe werden meist aus Deponien und Altlasten in das Grundwasser eingetragen. Hier breiten sie sich, abhängig von der Grundwasserströmung, im Untergrund aus und können so in unsere Gewässer gelangen.

Im Emschergebiet kommt insbesondere das Salz „Sulfat“ überall in erhöhten Konzentrationen im Grundwasser und in den Gewässern vor. Weiterhin findet man häufig polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). Sie können Krebs verursachen und entstehen bei unvollständiger Verbrennung von organischem Material (zum Beispiel Kohle, Heizöl, Kraftstoff, Holz, Tabak), also auch bei der Gewinnung von Koks und Gas aus Steinkohle. Deswegen sind alte Industriestandorte oft Ausgangspunkt für Grundwasserverunreinigungen mit PAK. Aber trotz der vielen Schadstoffquellen und Grundwasserbelastungen liegen mit Ausnahme bestimmter Belastungsschwerpunkte die Konzentrationen für viele Stoffe in den Gewässern unter den aktuellen Zielwerten.

Auch der Oberflächenabfluss von vielen versiegelten Flächen (Straßen, Plätze) ist mit allerlei Schmutz, wie Staub, Reifenabrieb, Motorenöl, Streusalz, Hundekot etc., belastet. Dieses Wasser fließt in der Mischwasserkanalisation zusammen mit dem Abwasser zur Kläranlage. Bei sehr starken Regenfällen werden die Abflussmengen zu groß für die Kanalisation und die Kläranlage. Dann gelangen die überschüssigen Wassermengen in unsere Bäche und Flüsse. Dieses Wasser ist meist mit Abwasser vermischt.

Schädliche Substanzen werden aber auch durch die Luft in unsere Gewässer eingetragen. Spätestens seit dem ersten Auftreten von „saurem Regen” wissen wir, dass sich manche Luftschadstoffe wie zum Beispiel Stickoxide gut im Niederschlagswasser lösen können. Und so ist das Regenwasser oft schon mit Schadstoffen belastet, bevor es auf der Erde ankommt.

Biologische Selbstreinigung – natürlich sauber

Was passiert eigentlich, wenn schmutziges Wasser in unsere Bäche und Flüsse gelangt? Sie sind tatsächlich in der Lage, sich unter bestimmten Bedingungen selbst zu reinigen. Das ist gut und wichtig, denn nur sauberes, schadstofffreies Wasser nützt Menschen, Tieren und Pflanzen. Es sind vor allem die „Kleinsten“, die Mikroorganismen, die Bakterien und Pilze, die dafür sorgen, dass die Flüsse und Bäche

Info

Das Bundes-Bodenschutzgesetz definiert Altlasten als

- stillgelegte Abfallbeseitigungsanlagen sowie sonstige Grundstücke, auf denen Abfälle behandelt, gelagert oder abgelagert worden sind (Altablagerungen);
- Grundstücke stillgelegter Anlagen und sonstige Grundstücke, auf denen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen worden ist (Altstandorte), durch die schädliche Bodenveränderungen oder sonstige Gefahren für den Einzelnen oder die Allgemeinheit hervorgerufen werden.

Info

PAK ist eine Sammelbezeichnung für mehrere hundert Einzelverbindungen von kondensierten, aromatischen Kohlenwasserstoffen. Sie gehören zu den stärksten bekannten Umweltkanzerogenen, also Stoffen, die Krebs fördern oder auslösen können.

Querverweis

Kapitel 5.1. Regenwasserbewirtschaftung. Seite 161

von Natur aus sauber sind. Sie sind die „Zersetzer“ **(Destruenten)**, die totes organisches Material, wie abgestorbene Tiere und Pflanzen oder auch Exkremente, zur eigenen Energiegewinnung abbauen **(Mineralisierung)** und so in anorganische Substanzen überführen. Diese werden dann von den Pflanzen als Nährsalze wieder aufgenommen **(Produzenten)** und so erneut in organische Bestandteile (Nährstoffe) umgewandelt. Die Pflanzen dienen als Nahrung für die pflanzenfressenden Tiere **(Primär-Konsumenten)** und diese wiederum als Nahrung für die Fleischfresser **(Sekundär-Konsumenten).** Tiere und Pflanzen sterben ab, ein perfektes Recycling, das wir Menschen uns zu Nutze machen. Denn bis zu einem gewissen Grad sind die Wasserorganismen sogar in der Lage, unser Abwasser mit zu reinigen.

Die Einleitung von organischen Abwässern führt zu einer Erhöhung des Angebotes an biologisch verwertbaren Substanzen. Dadurch kommt es hinter einer Abwassereinleitung häufig zu einer Massenvermehrung der Bakterien. Die Bakterien sind wiederum die Nahrungsgrundlage für viele Einzeller, aber auch für bakterienfressende Tiere wie Schlammröhrenwürmer und Zuckmückenlarven. Außerdem liefern sie Nährstoffe im Überfluss, verbrauchen dabei jedoch reichlich Sauerstoff. Durch das erhöhte Nährstoffangebot wird besonders das Algenwachstum gefördert. Mit zunehmender Entfernung von der Einleitung nimmt die Belastung und damit das Übergewicht der Bakterien wieder ab. Wie lange die Selbstreinigungsstrecke eines Fließgewässers ist, hängt entscheidend von ihrer Ausstattung ab. Die Fähigkeit zur Selbstreinigung gerät jedoch dann an ihre Grenzen, wenn wir Menschen so große Mengen an Schadstoffen in ein Gewässer einbringen, dass sie für bestimmte Wasserorganismen tödlich sind.

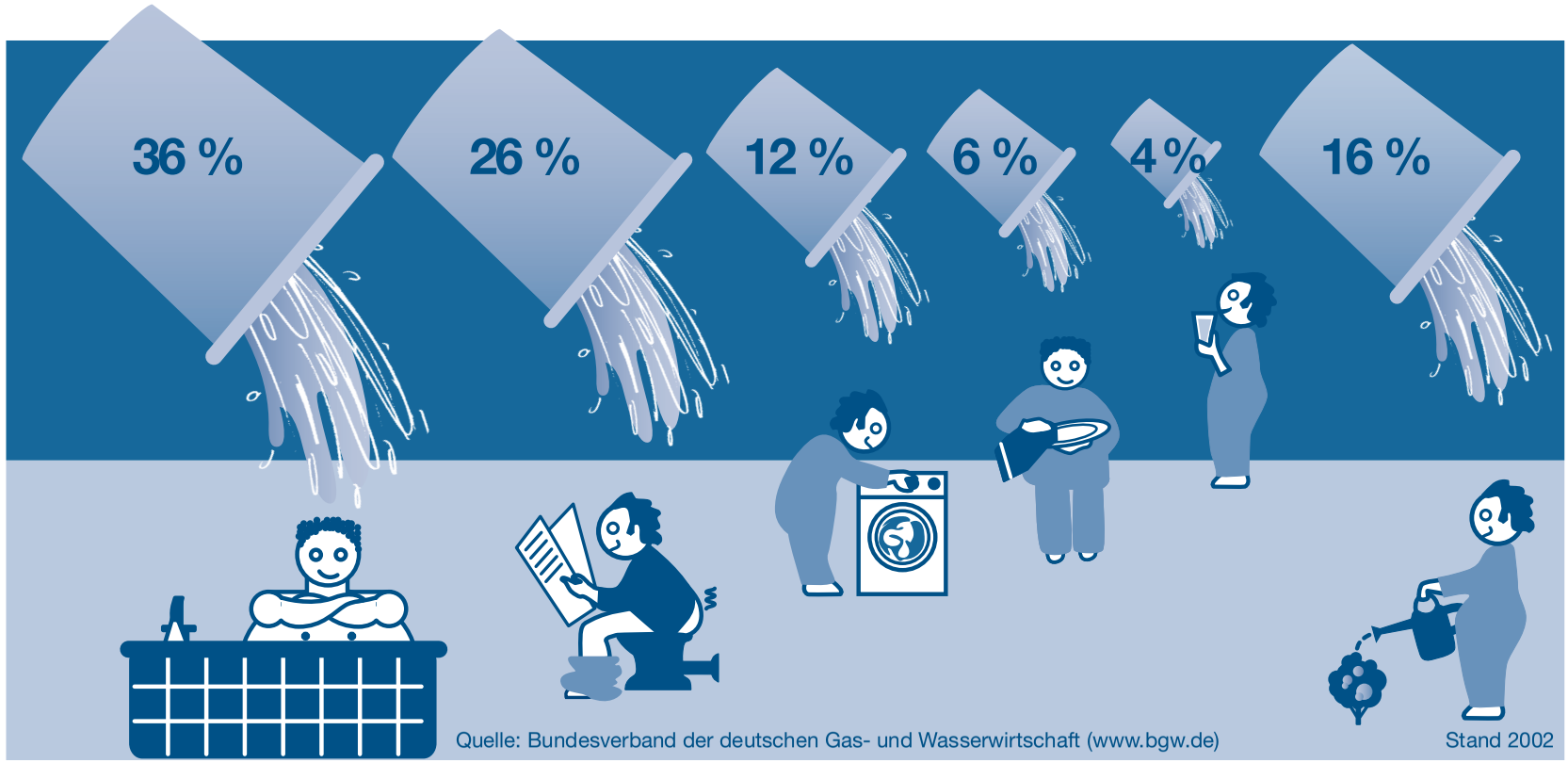
Übrigens: In natürlichen Fließgewässern erfolgt die Selbstreinigung viel schneller als in technisch ausgebauten, denn die Lebensbedingungen für die Wasserbewohner sind hier optimal.

Querverweise
Kapitel 4.1. Gewässergüte. Seite 100
Folie 4.11 und 4.12. Bachtiere und ihre Lebensweise. Seite 143–145

Trinkwasserverbrauch in Deutschland

Rund 128 Liter Trinkwasser verbraucht jeder täglich

46 Liter	34 Liter	15 Liter	8 Liter	5 Liter	20 Liter
Duschen Baden Waschen	Toiletten-spülung	Wäsche waschen	Geschirr spülen	Trinken Kochen	Sonstiges Putzen, Garten etc.



Quelle: Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (www.bgw.de)

Stand 2002

EMSCHER LIPPE
GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

Mein Wassertagebuch

Rund 128 Liter reinstes Trinkwasser verbraucht jeder Deutsche durchschnittlich Tag für Tag. Wenn du deinen eigenen Verbrauch einmal genauer unter die Lupe nehmen möchtest, schreibe doch mal ein Wassertagebuch und berechne deinen durchschnittlichen Wasserverbrauch pro Tag.

Datum	Uhrzeit	Wasser gebraucht für	Geschätzter Wasserverbrauch (Liter)

Dein durchschnittlicher Wasserverbrauch pro Tag _____

Folgende Zahlen können dir beim Abschätzen des Wasserverbrauchs helfen:

Toilettenspülung, alter Spülkasten	Ca. 9 Liter
Toilettenspülung mit Stopptaste	Ca. 4,5 Liter
Duschen	Ca. 40 Liter
Baden (Vollbad)	Ca. 120 Liter
Wäsche waschen, alte Waschmaschinen	Ca. 80 Liter
Wäsche waschen, neue Waschmaschinen	Ca. 40 Liter
Geschirrwäsche im Becken	Ca. 35 Liter
Geschirrspülmaschine	Ca. 15 Liter

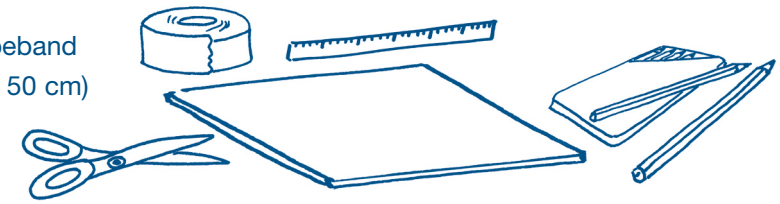
Noch ein Tipp: Den genauen Verbrauch der Waschmaschine und des Geschirrspülers kannst du den Gerätebeschreibungen entnehmen. Bei Quarks & Co findest du übrigens einen Wasserverbrauchsrechner (www.quarks.de/dyn/15866.phtml).

Wasserquader: „verstecktes" Wasser im Mais

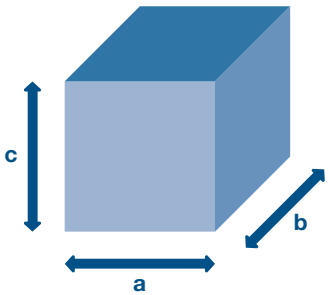
Für die Herstellung von einem Kilo Mais braucht man 900 Liter verstecktes (virtuelles) Wasser. Wie groß muss wohl eine Kiste sein, in die so viel Wasser passt? Gar nicht so einfach, sich diese Raummenge vorzustellen. Ein Modell hierfür zu bauen ist ganz leicht.

Du brauchst dazu:

- Kleber oder eine Rolle Klebeband
- eine große Pappe (40 cm x 50 cm)
- eine Schere und Buntstifte
- ein Lineal



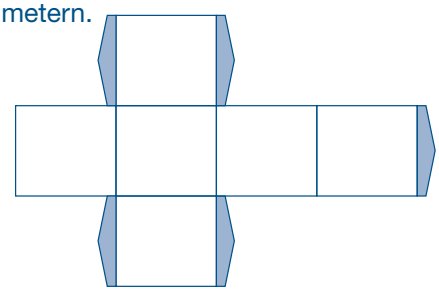
Zunächst heißt es rechnen, wie groß der „Wasserquader“ sein muss. Sein Volumen (V) berechnest du aus seinen Kantenlängen:



Volumen (V) = Länge (a) x Breite (b) x Höhe (c)

Ein Liter Wasser (das sind genau 1.000 Kubikzentimeter) entspricht einem Würfel von 10 x 10 x 10 Zentimeter Kantenlänge. Für die Herstellung von einem Kilo Mais braucht man 900 Liter verstecktes (virtuelles) Wasser. Das wäre ein Quader von 100 x 100 x 90 Zentimetern.

Ziemlich groß, aber es geht auch kleiner:
Für die Herstellung von einem Gramm Mais braucht man
900 Liter : 1.000 = 0,9 Liter
Das wäre ein Quader von 10 x 10 x 9 Zentimetern.



Nun musst du das „Schnittmuster“ (Quadernetz) in der richtigen Größe auf deine Pappe übertragen, ausschneiden, falten und zusammenkleben. Deinen fertigen Quader kannst du beschriften und bunt bemalen.
Das Wasserquadermodell kannst du natürlich auch auf andere Produkte anwenden.
Virtuelles Wasser in:
einem Kilogramm Rindfleisch = ca. 16.000 Liter Wasser
einem Kilogramm Weizen = ca. 1.300 Liter Wasser
einem Kilogramm Reis = ca. 3.000 Liter Wasser
einem Liter Milch = ca. 1.000 Liter Wasser
einer Tasse Kaffee = ca. 140 Liter Wasser
einem Ei = ca. 135 Liter Wasser
Und nun viel Spaß.

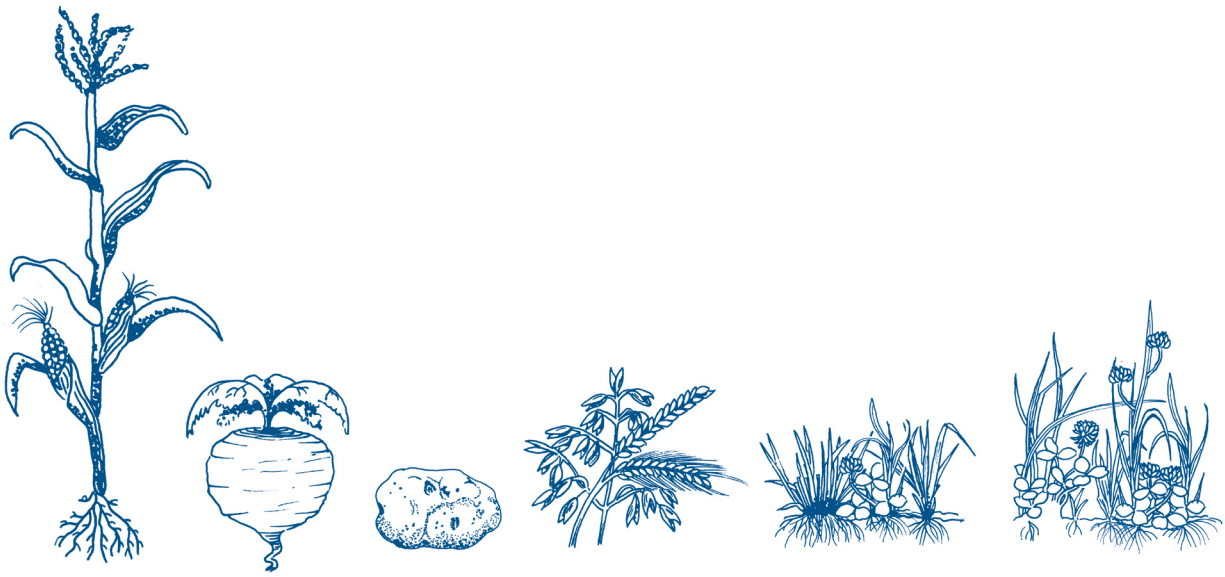
Virtuelles Wasser: ein Beispiel

„Der größte Wintergarten Deutschlands liegt in Südspanien“
von Dr. Jörg Lange (Ak Wasser im BBU: Virtuelles Wasser – Reader zur WASSER BERLIN 2006 – Ausstellung WASsERLEBEN)

Zu den eindrücklichsten Beispielen für den Export von „virtuellem Wasser“ aus Regionen mit geringem Wasserdargebot gehört der bereits auf dem Satellitenbild von Südspanien auffallend weiße Streifen um die andalusische Stadt Almería. Auf dem bis zu 15 Kilometer breiten Landstreifen um die Bucht von Almería werden heute auf einer Fläche von 50.000 Hektar etwa 2,7 Millionen Tonnen Obst und Gemüse produziert. Auf 35.000 Hektar erfolgt der Anbau unter Plastikfolien. Ungefähr die Hälfte des dort produzierten Gemüses wird exportiert, vor allem nach Europa, aber ein kleiner Teil auch nach Kanada und in die USA.
Mittels modernster Anbautechniken, wie der Dünger- und Pestiziddosierung per Computer, konnte sich hier seit den 40er Jahren Europas produktivster Agrarstandort entwickeln. Vor allem mit Intensivkulturen wie Paprika und Tomaten wird fast die Hälfte des Umsatzes produziert. Seit etwa 15 Jahren wachsen die Früchte und Gemüsesorten unter Unmengen an Plastikfolien noch schneller, und es wird bis zu fünf Mal im Jahr geerntet. Die Gewächshäuser stehen so dicht und in so großer Zahl nebeneinander, dass für den Betrachter aus der Ferne das Bild einer geschlossenen, sich im Wind leicht kräuselnden Fläche, ein Meer aus Plastik („Mar de Plástico“), entsteht.
Neben dem unglaublich hohen Plastikbedarf beeindruckt der trotz effizienter Tröpfchenbewässerung enorme Wasserbedarf. Zwar werden pro Kilogramm Tomaten oder Paprika nur etwa 50–100 Kilogramm Wasser benötigt, das jährliche Defizit gegenüber dem Wasserdargebot beträgt trotzdem inzwischen rund 270 Millionen Kubikmeter Wasser. Die Grundwasserreserven vor Ort sind so erschöpft, dass mittlerweile auch fossile Grundwasserreserven in über einem Kilometer Tiefe angezapft werden. Eine allmähliche Versalzung des Grundwassers durch nachströmendes Meerwasser wird längst in Kauf genommen. Als Abhilfe für das Wasserdefizit plante die spanische Regierung, Wasser aus dem Río Ebro im 700 Kilometer entfernten Norden Spaniens zu den Produktionsflächen um Almería zu leiten. Ein gigantisches Umleitungsprojekt, das zu enormen Protesten führte und daher seit dem letzten Regierungswechsel in Spanien auf Eis liegt.
Jedes Jahr fallen in Almería durch den Gemüse- und Obstanbau mindestens 600.000 Tonnen Abfall an, vor allem Plastikabfälle, u. a. Dünger- und Pestizidsäcke. Darüber hinaus sind die Böden bereits massiv durch Schwermetalle und Pestizide belastet.
… Rund 400.000 Tonnen (ca. 30 Prozent) des Frucht- und Gemüseexports aus Almería werden in deutschen Supermärkten verkauft. Die Importe aus Almeria belaufen sich auf etwa zehn Prozent des deutschen Frucht- und Gemüseimports (durchschnittlich ca. zehn Kilogramm pro Person und Jahr). Und mit dem Gemüseimport aus Almería gelangen ca. 100–150 Millionen Kubikmeter „virtuelles Wasser“ aus einer der wasserärmsten Gegenden Südspaniens nach Deutschland. Oder anders ausgedrückt: Durch die Gemüse- und Fruchteinfuhr aus Almería „spart“ man in Deutschland bis zu 150 Millionen Kubikmeter Wasser. (Zum Vergleich: Der Wasserbedarf in einer deutschen Großstadt mit 200.000 Einwohnern liegt bei etwa 15 Millionen Kubikmetern Trinkwasser im Jahr.)

Gewässerbelastung durch Landwirtschaft

Wie viel Pestizide und Düngemittel in ein Gewässer gelangen, ist unter anderem davon abhängig, welche Pflanzen angebaut werden.



Mais | Hackfrüchte (Rüben, Kartoffeln) | Getreide | Weide | Wiese

Stark — Gering

Verändert nach: Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.)(2003): Ein Bach ist mehr als Wasser.

Beschreibe, wie die unterschiedlichen Kulturpflanzen ein Gewässer belasten können. Finde hierfür eine Erklärung. Ein Tipp: Informiere dich über die verschiedenen Bewirtschaftungs- und Anbaumethoden.

Vielfältige Gewässernutzung 3.2

Dieser Teil des Kapitels befasst sich mit der Nutzung unserer Fließgewässer und dem damit verbundenen Gewässerausbau. Als regionale Besonderheit wird die Speisung der westdeutschen Kanäle mit Lippewasser beschrieben. Am Beispiel Freizeit und Erholung wird den Schülerinnen und Schülern der Konflikt zwischen Nutzung und Gewässerschutz verdeutlicht, aber es zeigt auch die vielen Freizeitmöglichkeiten in der Emscher-Lippe-Region, die noch vor wenigen Jahren undenkbar waren.

Lehrerlexikon und Unterrichtsmaterialien

Themen Seite

Wofür wir unser Wasser, unsere Flüsse und Bäche nutzen

Internet Informationen zum Thema Mensch und Wasser 79
Selbermachen Collage zum Thema „Wofür wir unsere Flüsse und Bäche nutzen“ 79

Gewässerausbau – funktional und praktisch

Folie 3.2 Der naturnahe Bach 83
Folie 3.3 Der naturferne Bach 85
Arbeitsblatt 3.5 Naturnaher Bach – naturferner Bach 87
Folie 3.4 Wechselwirkung Fluss und Aue 89
Folie 3.5 Wasserkreislauf im besiedelten Bereich 91

Die westdeutschen Kanäle – geben und nehmen

Folie 3.6 Die Wasserspeisung der westdeutschen Kanäle 93

Emscher, Lippe und Co.: Naherholung in der Emscher-Lippe-Region

Internet Informationen zu den Radkarten der Emscher-Lippe-Region 81

Vielfältige Gewässernutzung

Wofür wir unser Wasser, unsere Flüsse und Bäche nutzen

Schon immer hat der Mensch die Bäche und Flüsse für seine Zwecke genutzt, als Trinkwasser, für den Fischfang, zur Bewässerung, für die Schifffahrt, zur Einleitung von Abwasser … Eine lange Liste, die da zustande kommt:

- als Lebensmittel – Trinkwasser
- als Kühlmittel für Kraftwerke, Industrieanlagen …
- als Brauchwasser und Produktionsmittel in der Industrie
- als Brauchwasser, im Haushalt für Geschirr, Böden, Toiletten, Autos, Kleidung, Straßen … und für uns selbst
- zur Bewässerung von landwirtschaftlich genutzten Flächen, Gärten, Parkanlagen …
- zur Beseitigung des Abwassers von Haushalten, Industrie und Gewerbe
- zur Entsorgung des Regenwassers
- zur Entwässerung des Umlandes
- als Transportmittel für die Schifffahrt
- als Energielieferant in Wasserkraftwerken
- als Erholungs- und Freizeitraum: zum Schwimmen, Tauchen, Surfen, Segeln, Kanufahren, Schlittschuhlaufen, Eisstockschießen …
- als Nahrungsquelle – für Berufsfischer und Angelvereine
- als Lebensadern in der Landschaft zum Schutz der dort lebenden Tiere und Pflanzen
- sogar als Heilmittel: Heilquellen, Thermalbäder, Kneippkuren …

Gewässerausbau – funktional und praktisch

Mit den vielfältigen Nutzungen der Gewässer und ihrer Überschwemmungsgebiete (Auen) musste auch das Aussehen unserer Flüsse und Bäche angepasst werden. Sie wurden „funktionstüchtig“ gemacht, das heißt, begradigt, die Ufer befestigt und das Gewässerprofil ausgebaut. Wehre und Staustufen wurden angelegt, um die Wasserkraft zu nutzen. Und in Städten wurden sie sogar überbaut oder endeten in der Kanalisation. Die Auen wurden vom Gewässer abgetrennt und trockengelegt, die Wälder abgeholzt und Äcker, Weiden und Siedlungen angelegt. Dies war zwar für die wirtschaftliche Entwicklung positiv, hatte aber aus ökologischer Sicht gravierende Folgen. Die natürliche Dynamik und Strukturvielfalt und damit die vielfältigen Lebensräume im und am Gewässer gingen verloren. An Wehren und Staustufen oder an den verrohrten Abschnitten und an zugeschütteten Gewässern endet für viele Fließgewässerbewohner ihre Wanderung auf der Suche nach Nahrung, geeigneten Verstecken oder Laichplätzen. Aber auch auf den Wasserhaushalt hat der

Internet
Vielfältige Informationen zum Thema Mensch und Wasser unter www.hydrogeographie.de/spezial.htm#st4

Selbermachen
Die Schülerinnen und Schüler erstellen eine Collage zu dem Thema „Wofür wir unsere Flüsse und Bäche nutzen“.

Querverweis
Kapitel 2. Wasser als Lebensraum. Seite 33

Folie 3.2
Der naturnahe Bach. Seite 83

Folie 3.3
Der naturferne Bach. Seite 85

Arbeitsblatt 3.5
Naturnaher Bach – naturferner Bach. Seite 87

Querverweis
Folie 4.10. Warnschild am Bach. Seite 139

Querverweis
Kapitel 5.2. Fischaufstiegshilfen in der Lippe. Seite 201

Folie 3.4
Wechselwirkung Fluss und Aue. Seite 89

Querverweis
Kapitel 5.2. Emscher und Lippe im Wandel der Zeit. Seite 195

Querverweis
Kapitel 5.1. Regenwasserbewirtschaftung. Seite 161

Folie 3.5
Wasserkreislauf im besiedelten Bereich. Seite 91

Querverweis
Kapitel 1.2. Der Wasserkreislauf. Seite 23

Folie 3.6
Die Wasserspeisung der westdeutschen Kanäle. Seite 93

Info
Lohnende Ausflugsziele sind:
- Schleusenpark Waltrop am Dortmund-Ems-Kanal (technische Entwicklung der Hebewerks- und Schleusentechnik)
- Der „Brückenkanal“ (Dortmund-Ems-Kanal überquert bei Olfen die Lippe, die B 236 und die Stever)
- Emscherdüker in Castrop-Rauxel: Die Emscher fließt unter dem Rhein-Herne-Kanal durch

Gewässerausbau ungünstige Auswirkungen. Wenn es keine Auen mehr gibt, die als Wasserspeicher (Retentionsräume) dienen können, fehlt der natürliche Hochwasserschutz, und der Grundwasserstand sinkt.

In einem so dicht besiedelten Bereich wie der Emscher-Lippe-Region spielt ein weiterer Faktor eine ganz wichtige Rolle, die **Flächenversiegelung.** Der große Flächenbedarf für Wohnen, Industrie, Gewerbe und Straßen führte dazu, dass einige Bäche völlig verschwunden sind. Sie wurden einfach überbaut und fließen als Teil des Kanalnetzes unter der Erde oder wurden vollständig unter dem Asphalt begraben. Außerdem kann das Regenwasser nicht mehr einfach im Boden versickern, sondern der größte Teil fließt oberirdisch in die Kanalisation. Dadurch wird die **Grundwasserneubildung** erheblich verringert. Quellen (die ja Austritte von Grundwasser an die Erdoberfläche sind) führen weniger Wasser oder versiegen sogar ganz. Der natürliche Wasserkreislauf ist massiv gestört.

Die westdeutschen Kanäle – geben und nehmen

Für die Schifffahrt wurden unsere Flüsse nicht nur ausgebaut, sondern es wurden auch völlig neue Wasserstraßen (Kanäle) künstlich angelegt. In der Emscher-Lippe-Region entstand so das Netz der westdeutschen Kanäle, bestehend aus dem **Dortmund-Ems-Kanal,** dem **Datteln-Hamm-Kanal,** dem **Wesel-Datteln-Kanal** und dem **Rhein-Herne- Kanal.** Ihr Wasser bekommen die Kanäle zum größten Teil aus der Lippe. Bis zu 25.000 Liter Wasser pro Sekunde werden in Hamm aus der Lippe zunächst in den Datteln-Hamm-Kanal und von dort in die übrigen Kanäle geleitet. Dabei wird das Wasser nicht nur für die Schifffahrt genutzt, sondern auch als Kühlwasser für Kraftwerke sowie für die Produktionsabläufe der Industrie und des Gewerbes entnommen. Wenn die Lippe in Trockenzeiten zu wenig Wasser zur Kanalspeisung hat, wird Wasser an den Schleusen der Kanäle aufwärts gepumpt. Damit kann die Lippe gegebenenfalls auch angereichert werden. Das kostet zwar Energie, aber die Lippe behält die ökologisch notwendige Wassermenge (Mindestwasserführung = 10.000 Liter/Sekunde in Hamm), damit ihre Tier- und Pflanzenwelt trotz der vielen Nutzungsansprüche an den Fluss überleben kann.

Freizeitnutzung und Erholung – Wasser macht Spaß

Schwimmen, mit dem Kajak fahren oder einfach nur faul am Ufer liegen. Wasser zieht uns magisch an, und es gibt viele Möglichkeiten, seine Freizeit am, im oder auf dem Wasser zu verbringen. Aber Freizeit und Erholung können unsere Umwelt auch belasten. Gerade die Fließgewässer sind sehr empfindliche Ökosysteme. Viele Tiere, vor allem Säugetiere und Vögel, reagieren schnell auf Störungen, wobei die Toleranz von Art zu Art sehr unterschiedlich ist. Der scheue Eisvogel flieht sehr schnell, Stockenten und Schwäne hingegen haben

sich an uns Menschen gewöhnt und lassen sich oft sogar füttern. Freizeit und Naturschutz miteinander zu vereinbaren, ist nicht immer leicht, aber durchaus machbar. Schon allein durch unser Verhalten können wir viel dazu beitragen. Wir müssen nur ein wenig Rücksicht auf die Tiere und Pflanzen nehmen. Spazieren gehen und Rad fahren auf Wegen statt querfeldein, Angeln und Baden an dafür vorgesehenen Stellen, statt die Ufer zu zertreten, sind eigentlich nur „Kleinigkeiten". Wenn wir empfindliche Naturräume schützen und gleichzeitig geeignete, „robustere" Bereiche für Freizeit und Erholung nutzen, ist uns und der Natur geholfen.

Emscher, Lippe und Co.: Naherholung in der Emscher-Lippe-Region

Entdeckungstour durch unsere Heimat? Radeln, wandern oder ein Picknick am Bach machen? Noch vor ein paar Jahren hätten die Menschen, die hier leben, über so etwas nur gelacht. 100 Jahre lang waren die Emscher und viele Bäche in unserer Region als offene Schmutzwasserläufe die „Kloaken der Nation" und alles andere als ein Ziel für Ausflüge. Wer konnte, mied diese Fließgewässer oder ließ sie zumindest schnell hinter sich. Das ist heute anders. Auf der Lippe werden Kanutouren angeboten. Kilometerlange Fuß- und Radwege entlang den zum größten Teil renaturierten Bächen laden zu Erkundungen ein. Ausgestattet mit mehreren Radkarten der Emschergenossenschaft und des Lippeverbandes zu den Themen Wasser, Kulturhistorie und Strukturwandel in der Region, geht es auf Entdeckungsreise. Dabei können Fußgänger und Radfahrer die Lippe bei Dorsten per Muskelkraft überqueren. Hier verbindet wie einst vor 60 Jahren eine Fähre die beiden Stadtteile Holsterhausen und Hardt. Angetrieben wird die Fähre vom Fahrgast selbst, und zwar per Handkurbel. Dafür ist das Übersetzen kostenlos, und bei der Überfahrt bieten sich Einblicke in die Lippeauen. Allerdings ist die Fähre nur von April bis November in Betrieb. Eine weitere Lippefähre dieser Art ist in Wesel zu finden.

Und wer auch mal die „wilde Natur" erkunden möchte, sollte an einer Exkursion in die Disselmersch bei Lippborg oder einer Führung durch die Lippeauen in Bergkamen-Heil teilnehmen. Hier wurde die Lippe renaturiert. Viele seltene Pflanzen und Tiere haben den Fluss und die Aue seitdem zurückerobert.

Querverweis
Kapitel 5.2. Flusslandschaften im Wandel der Zeit. Seite 193

Internet
Emschergenossenschaft und Lippeverband haben mehrere Radkarten herausgegeben. Wo Sie diese Themenrouten in Ihrer Nähe bekommen, erfahren Sie unter www.eglv.de/info/radkarten.html

Info
Die Naturschutzgebiete entlang der Lippe sind nicht frei zugänglich. Allerdings werden Exkursionen angeboten:

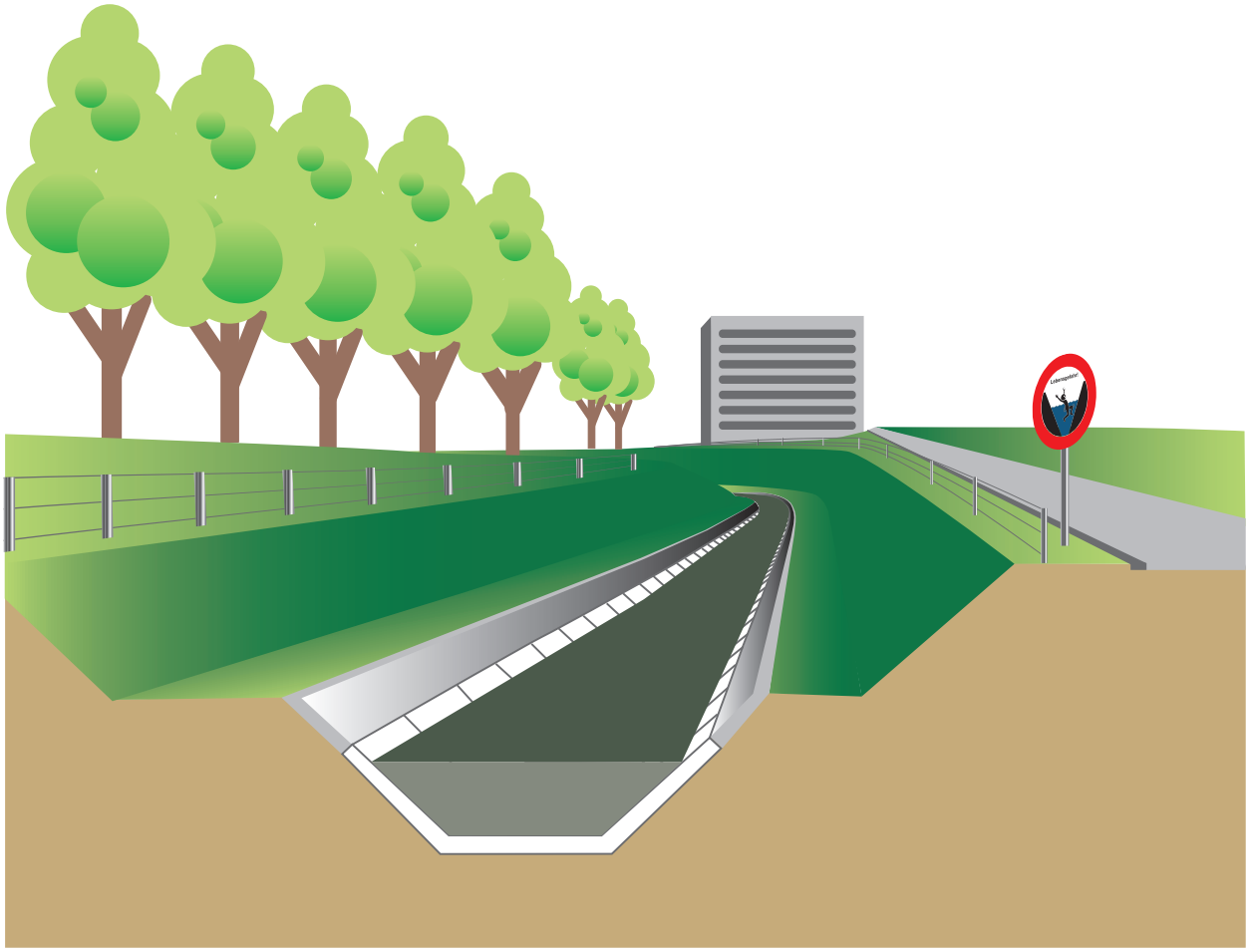
- Disselmersch bei Lippborg durch die Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest (ABU). Anmeldungen unter Tel.: 02921/52830
- Lippeauen bei Bergkamen-Heil durch die Biologische Station im Kreis Unna. Anmeldungen unter Tel.: 02389/980950. Hier ist auch ein Auen-Wanderweg begehbar

Der naturnahe Bach

Verändert nach: M. Sommerhäuser (1992): Fließgewässer in der Stadt – Erkundung eines Lebensraums. Hrsg.: Kommunalverband Ruhrgebiet, Essen.

Bachverlauf	Mehr oder weniger mäandrierend, mit Gleit- und Prallhängen
Bachprofil	Sehr unterschiedlich, mit flachen und steilen Uferzonen
Fließgeschwindigkeit	Sehr unterschiedlich, schnell strömende Bereiche und strömungsarme Bereiche
Bachsubstrat	Vielfältig: Sand, Kies, Totholz, Falllaub …
Uferbefestigung	Ufer werden von Erlenwurzeln natürlich gesichert
Gewässerumfeld	Erlen, Weiden, stellenweise Wasserpflanzen und Röhricht

Der naturferne Bach



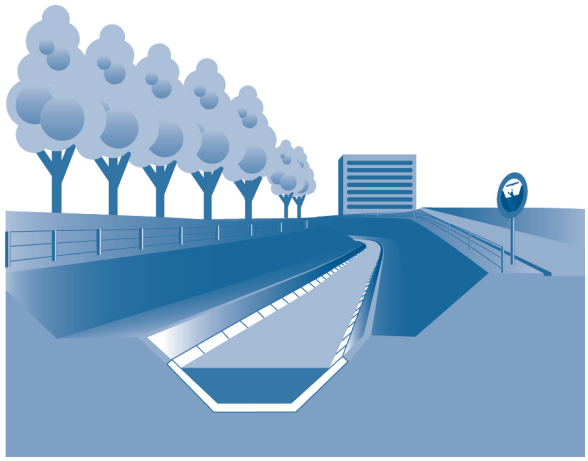
Verändert nach: M. Sommerhäuser (1992): Fließgewässer in der Stadt – Erkundung eines Lebensraums. Hrsg.: Kommunalverband Ruhrgebiet, Essen.

Bachverlauf	Gerade oder wenig geschwungen
Bachprofil	Steil, trapezförmig ausgebaut
Fließgeschwindigkeit	Gleichförmig
Bachsubstrat	Keine Vielfalt, Steinschüttung oder sogar Betonplatten als Bachsohle
Uferbefestigung	Ufersicherung durch Steinpackungen oder Betonplatten
Gewässerumfeld	Grasböschung, Hochstauden

Naturnaher Bach — naturferner Bach

Naturnaher Bach

Naturferner Bach



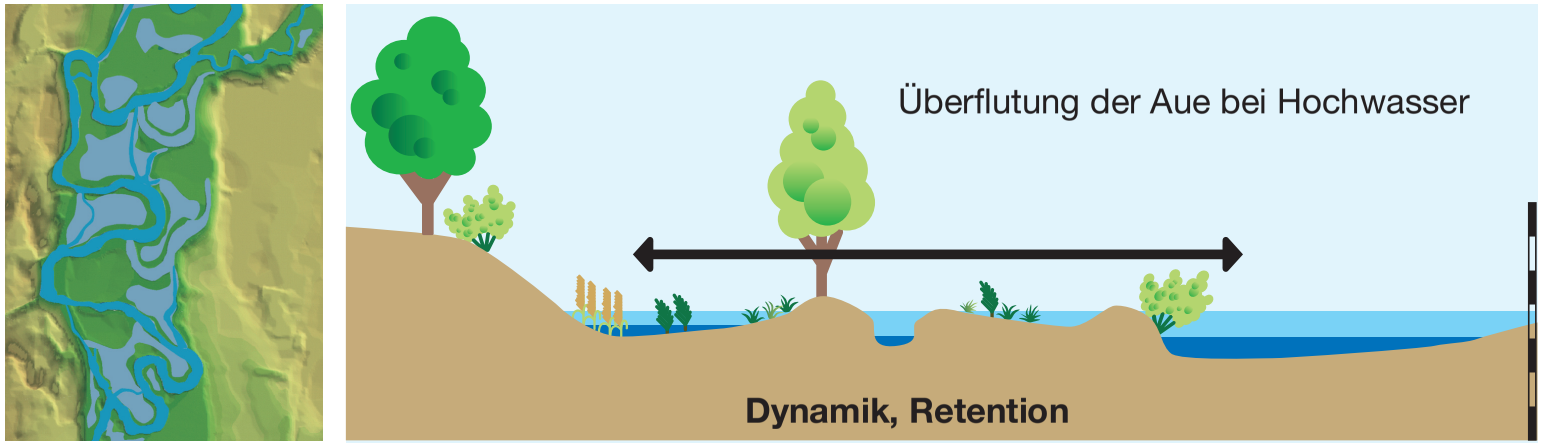
Wie unterscheidet sich der naturnahe Bach von dem naturfernen Bach?
Welche Lebensbedingungen weisen die beiden Bachformen auf?

Bachverlauf	**Bachverlauf**
Bachprofil	**Bachprofil**
Fließgeschwindigkeit	**Fließgeschwindigkeit**
Bachsubstrat	**Bachsubstrat**
Uferbefestigung	**Uferbefestigung**
Gewässerumfeld	**Gewässerumfeld**
Lebensbedingungen der Bachbewohner	**Lebensbedingungen der Bachbewohner**

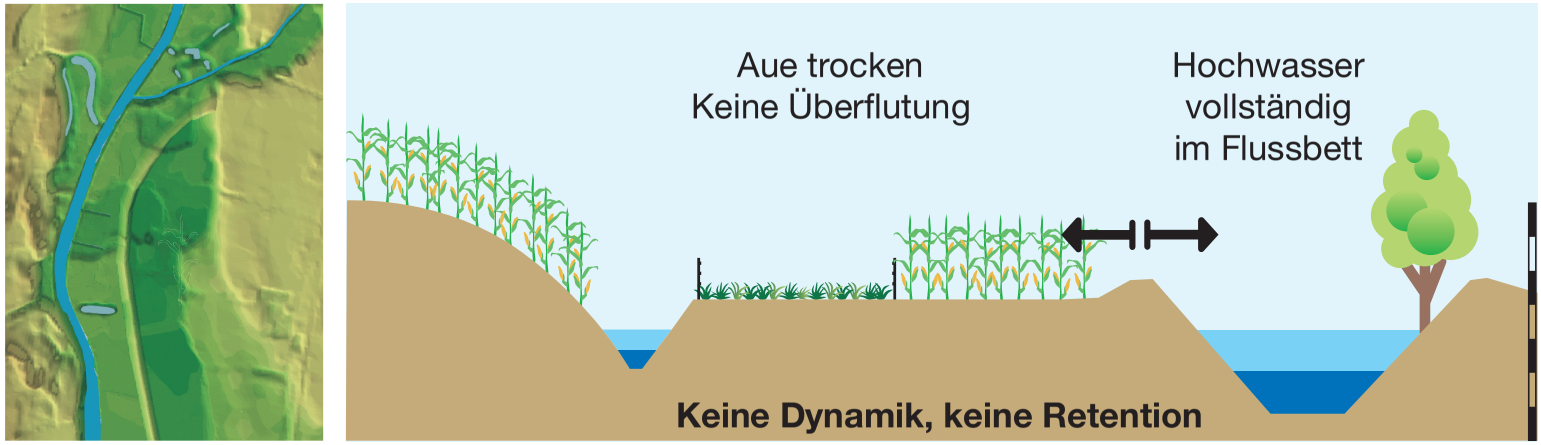
Verändert nach: M. Sommerhäuser (1992): Fließgewässer in der Stadt – Erkundung eines Lebensraums. Hrsg.: Kommunalverband Ruhrgebiet, Essen.

Wechselwirkung Fluss und Aue

Natürliches Gewässer

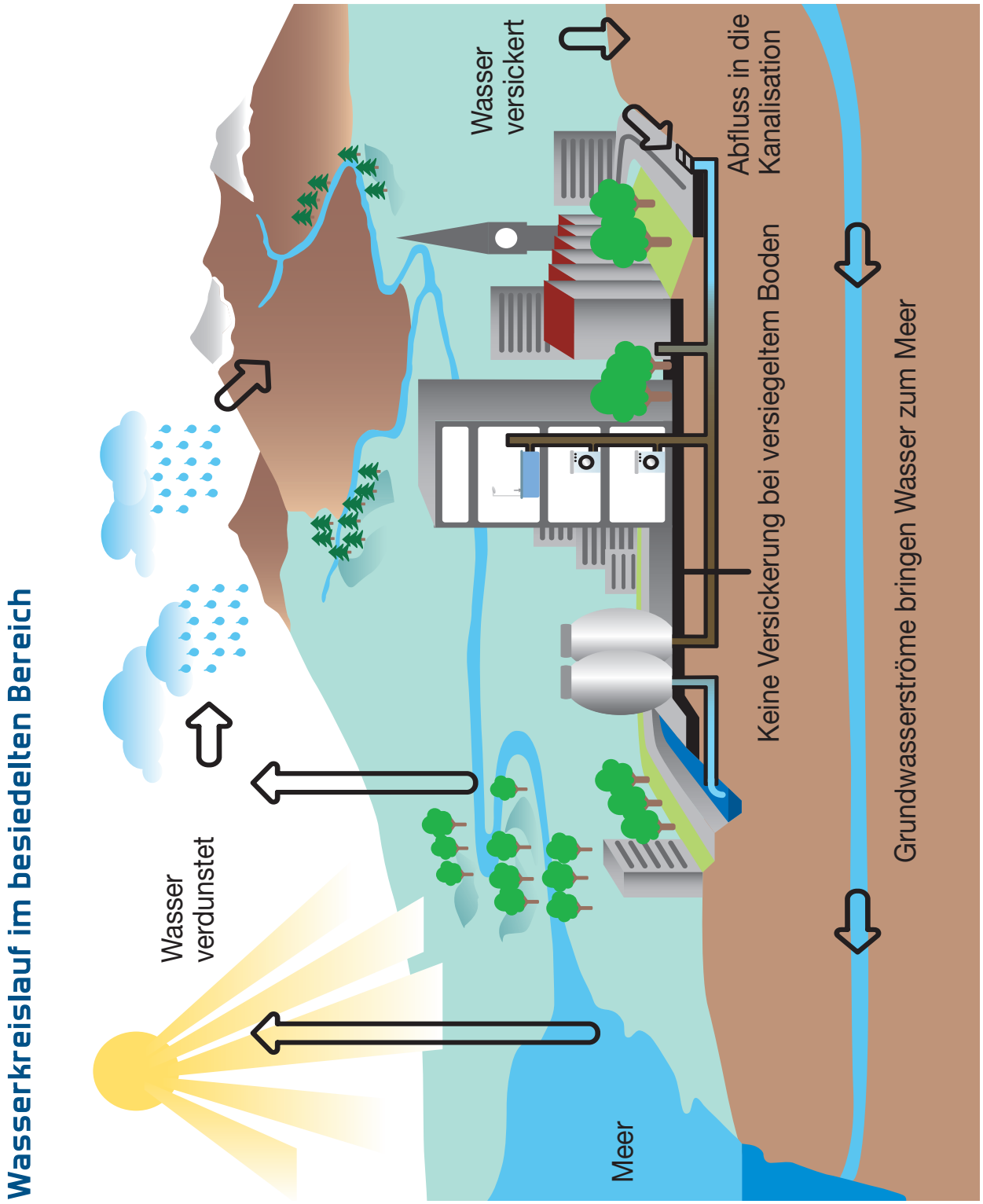


Ausgebautes und begradigtes Gewässer

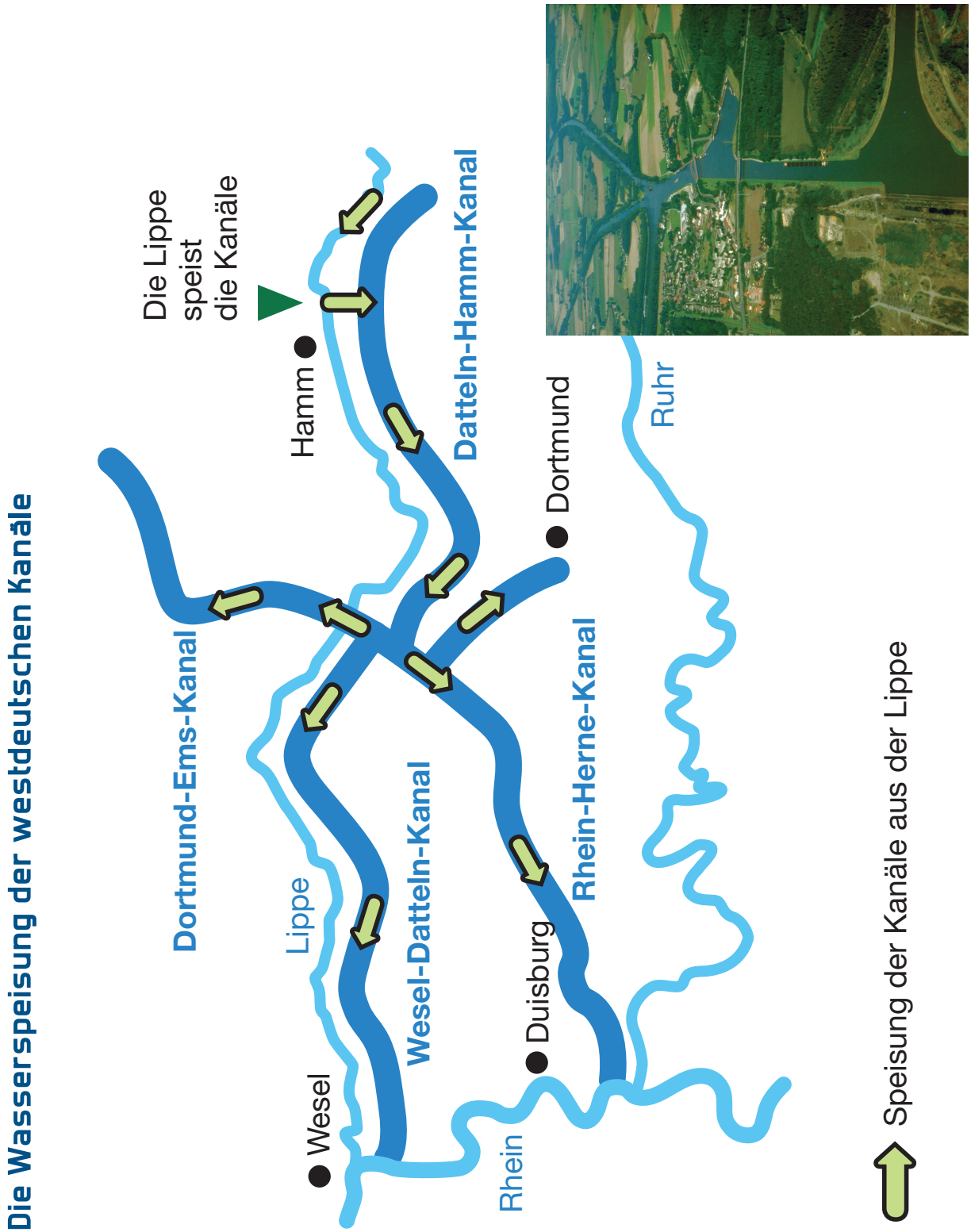


Verändert nach: Joachim Drüke, AG Auen NRW: Merkmale und Bedeutung eines naturnahen Fluss-Auen-Verbundes.

EMSCHER LIPPE
GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND



Verändert nach: M. Sommerhäuser (1992): Fließgewässer in der Stadt – Erkundung eines Lebensraums. Hrsg.: Kommunalverband Ruhrgebiet, Essen.


Die Wasserspeisung der westdeutschen Kanäle
Die Lippe speist die Kanäle
Hamm
Datteln-Hamm-Kanal
Dortmund
Ruhr
Dortmund-Ems-Kanal
Lippe
Wesel-Datteln-Kanal
Rhein-Herne-Kanal
Wesel
Duisburg
Rhein
Speisung der Kanäle aus der Lippe

4 Nachhaltigkeit

Zukunft für unsere Flüsse und Bäche

Den Wert intakter Bach- und Flusslandschaften zu erkennen und vielleicht sogar persönlich dafür einzutreten (Bachpatenschaft), steht im Mittelpunkt dieses Kapitels.
Im ersten Teil geht es um den sensiblen Punkt der Gewässergüte und des Gewässerschutzes. Der zweite Teil befasst sich mit dem „aktiven“ Schutz unserer Lebensgrundlagen. Ausgehend von der Agenda 21 als weltweitem Aktionsplan für eine nachhaltige Entwicklung, zeigen wir Ihnen am Beispiel der Fließgewässer auf, was jeder Einzelne tun kann.

NACHHALTIGKEIT – ZUKUNFT FÜR UNSERE FLÜSSE UND BÄCHE

Seite

4.1 Gewässerschutz und Gewässergüte – natürlich gut **97**
Ganzheitlicher Gewässerschutz: die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) 99
Gewässergüte 100

4.2 Aktiv werden! **129**
Agenda 21 131
Bachpatenschaften 131
Bacherkundung 132

Gewässerschutz und Gewässergüte 4.1

Natürlich gut

In diesem Kapitel wird die Notwendigkeit einer ganzheitlichen Betrachtung des Gewässers im Sinne der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie verdeutlicht. Außerdem werden die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass ein Fluss oder Bach nur dann funktionstüchtig ist, wenn seine Gewässergüte bestimmten Mindestanforderungen genügt. Dies betrifft sowohl die Wasserqualität als auch die Gewässerstruktur. In diesem Zusammenhang stellen wir Ihnen auch die verschiedenen Methoden zur Bestimmung der Gewässergüte vor.

Lehrerlexikon und Unterrichtsmaterialien

Themen Seite

Ganzheitlicher Gewässerschutz: die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Internet Infos zur Wasserrahmenrichtlinie 99
Film DVD „Gewässerschutz ohne Grenzen – die Wasserrahmenrichtlinie der EU“ 99

Gewässergüte

CD-ROM Lernspiel Bachpuzzle – Fließgewässer der Region
Folie 4.1 Gewässergüteklassen 103
Folie 4.2 Lebewesen der Gewässergüteklasse I 105
Folie 4.3 Lebewesen der Gewässergüteklasse I–II 107
Folie 4.4 Lebewesen der Gewässergüteklasse II 109
Folie 4.5 Lebewesen der Gewässergüteklasse II–III 111
Folie 4.6 Lebewesen der Gewässergüteklasse III 113
Folie 4.7 Lebewesen der Gewässergüteklassen III–IV und IV 115
Arbeitsblatt 4.1 Das Saprobienrad 117–123
Folie 4.8 Gewässergütekarte der Lippe und ihrer Nebenbäche 125
Folie 4.9 Gewässergütekarte der Emscher und ihrer Nebenbäche 127

Gewässerschutz und Gewässergüte

Natürlich gut

Ganzheitlicher Gewässerschutz: die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Was macht der Rhein an der Grenze zu den Niederlanden? Er fließt einfach weiter. Und deswegen darf der Gewässerschutz auch nicht an einer für den Fluss beliebigen Grenze aufhören. Stattdessen sind ganzheitliche, länderübergreifende Konzepte notwendig – und genau deshalb gibt es die Europäische Wasserrahmenrichtlinie. Ziel der Richtlinie ist es, europaweit die Qualität der Oberflächengewässer und des Grundwassers deutlich zu verbessern. Sie verpflichtet die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union, bis zum Jahr 2015 alle Oberflächengewässer (also die Seen, Bäche, Flüsse und Küstengewässer) sowie das Grundwasser in einen „guten Zustand“ zu bringen. Für die Umsetzung der WRRL müssen alle Mitgliedsstaaten der Europäischen Union (EU) Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne erstellen. Diese Pläne gelten grenzüberschreitend für sogenannte Flussgebietseinheiten. Das sind die natürlichen Räume der großen Fließgewässer (zum Beispiel der Rhein), ihre sogenannten Einzugsgebiete. Zu einem Einzugsgebiet gehören auch alle Zuflüsse und das zuströmende Grundwasser. Deutschland ist insgesamt an zehn Flussgebietseinheiten beteiligt. Für die Aufstellung der Bewirtschaftungspläne sind umfangreiche Untersuchungen notwendig. Zuerst wird der Zustand der Gewässer und des Grundwassers untersucht und bewertet. Zur Beschreibung des ökologischen Zustands der Fließgewässer müssen drei Aspekte berücksichtigt werden:

- Lebensgemeinschaften. Dies beinhaltet eine Bewertung der Lebensbedingungen von Fischen über größere Wasserpflanzen bis hin zu Kleinlebewesen und Algen
- Wasserhaushalt und Gewässerstruktur, wie zum Beispiel Gewässer- und Uferbeschaffenheit, Durchgängigkeit und Abflussverhalten
- Wasserbeschaffenheit, also die Wasserqualität

Die Bewertung erfolgt nach einem einheitlichen System in fünf Stufen.

Sehr gut	Lebensgemeinschaften, Wasserqualität sowie Wasserhaushalt und Struktur des Gewässers weisen keine oder nur geringfügige Abweichungen von einem Zustand auf, der ohne störende menschliche Einflüsse zu erwarten wäre.
Gut	Die Lebensgemeinschaften weisen auf geringe, vom Menschen verursachte Störungen hin, weichen aber nur geringfügig vom sehr guten Zustand ab.

Internet
Infos zur Wasserrahmenrichtlinie unter www.wassernetz-nrw.de und www.flussgebiete.nrw.de
Hinweise zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie im Einzugsgebiet von Emscher und Lippe unter www.emscher.nrw.de und www.lippe.nrw.de

Film
Eine DVD „Gewässerschutz ohne Grenzen – die Wasserrahmenrichtlinie der EU“ ist kostenlos erhältlich beim Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) in Düsseldorf.

Info
Die Verbandsgebiete von Emschergenossenschaft und Lippeverband liegen innerhalb der Flussgebietseinheiten Rhein und Ems.

Mäßig	Die Lebensgemeinschaften weisen auf signifikant stärkere Störungen hin und weichen mäßig vom sehr guten Zustand ab.
Unbefriedigend	Die Lebensgemeinschaften weichen erheblich von einem Zustand ohne menschliche Störungen ab.
Schlecht	Große Teile der Lebensgemeinschaften, die bei sehr gutem Zustand vorhanden wären, fehlen.

Nach Analyse der maßgeblichen Belastungen werden realisierbare Maßnahmen zum Beispiel zur Verbesserung der Gewässerstrukturen geplant und umgesetzt. Dabei ist es oft schwierig, die Konflikte zwischen bestehenden Nutzungen an den Flüssen und den ökologischen Erfordernissen – also zwischen den Anforderungen von Mensch und Natur – zu lösen. Ein guter ökologischer Zustand für alle Gewässer kann in unserer dicht besiedelten und intensiv genutzten Landschaft nicht in allen Fällen oder jedenfalls nicht kurzfristig erreicht werden. Deshalb sind Ausnahmen möglich, wie zum Beispiel Abweichungen vom Bewirtschaftungsziel oder Fristverlängerungen.

Gewässergüte

Aber wann ist ein Fluss oder ein Bach in einem guten ökologischen Zustand? Wenn ich darin schwimmen kann? Wenn ich das Wasser trinken kann? Oder einfach nur, wenn er schön aussieht? Zur Beurteilung des Gewässerzustandes sind genaue Kriterien und Methoden notwendig. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Tiere und Pflanzen **(Arteninventar).**

Viele der Lebewesen, die in einem Bach oder Fluss leben, haben ganz bestimmte Ansprüche an ihren Lebensraum. Einige brauchen klares und sauerstoffreiches Wasser, andere dagegen bevorzugen nährstoffreichen Schlamm. Das Vorkommen bzw. die Häufigkeit solcher Tiere lässt also auf eine bestimmte Wasserqualität schließen. Deshalb werden sie auch als **Zeigerarten** (Indikatorarten) bezeichnet. Mit ihrer Hilfe können Fließgewässer in verschiedene **Gewässergüteklassen** eingeteilt werden. Eine bewährte Methode zur Bestimmung der Gewässergüte ist das **Saprobiensystem** (abgeleitet von dem griechischen Wort „sapros“ = Fäulnis im Sinne von fäulnisfähiger, also abbaubarer Substanz). Das Prinzip beruht darauf, dass der Grad der Verschmutzung eines Fließgewässers mit biologisch abbaubaren, nicht toxischen (giftigen) Stoffen die Zusammensetzung der darin lebenden Tier- und Pflanzenwelt prägt. Die Funktionsweise ist einfach: Wasserlebewesen brauchen Sauerstoff, bestimmte Arten besonders viel, andere kommen mit weniger aus. Beim Abbau der organischen Substanzen durch die Mikroorganismen wird Sauerstoff verbraucht. Wird dieser zu knapp, verschwinden anspruchsvollere Arten, und solche, die mit weniger Sauerstoff auskommen, breiten sich in Massen aus. Je nach Vorkommen und Häufigkeit bestimmter

Querverweis
Kapitel 3.1. Biologische Selbstreinigung. Seite 65

Querverweis
Arbeitsblatt 4.5. So wird die Gewässergüte bestimmt. Seite 147

Zeigerarten können so die Fließgewässer in verschiedene Güteklassen eingeteilt werden. Das bekannteste und bei uns am häufigsten angewendete System unterscheidet vier verschiedene Güteklassen mit drei Zwischenstufen, die mit römischen Ziffern gekennzeichnet und in den Gütekarten in den Farben des Regenbogens dargestellt werden.

Bei der **Güteklasse I** ist das Wasser unbelastet oder sehr gering belastet. Hierzu gehören Quellgebiete und Flussoberläufe mit reinem, fast sauerstoffgesättigtem Wasser. Die Sauerstoffsättigung wird meist in Prozent angegeben. Sie ist abhängig von der Temperatur, dem Luftdruck und den im Wasser gelösten Stoffen. Sauerstoffgesättigtes Wasser enthält die größtmögliche Menge an gelöstem Sauerstoff, also 100 Prozent Sättigung. Die Gewässer sind sehr nährstoffarm und werden nur von wenigen Tieren besiedelt. Zeigerarten sind zum Beispiel verschiedene Steinfliegenlarven. Fließgewässer der **Güteklasse II** sind mäßig verunreinigt. Der Sauerstoffgehalt des Wassers schwankt, liegt aber bei über 70 Prozent des Sättigungswertes. Hier fühlen sich die Fische besonders wohl. Zu den Zeigerarten gehören Bachflohkrebse, Eintags- und Köcherfliegenlarven. Gewässerabschnitte der **Güteklasse III** sind stark verschmutzt, und das Wasser ist getrübt. Der Sauerstoffgehalt schwankt zwischen 25 und 70 Prozent des Sättigungswertes, sodass den Fischen manchmal die Luft ausgeht. Zeigerarten sind beispielsweise Wasserassel und Rollegel. Bei Fließgewässern der **Güteklasse IV** ist das Wasser übermäßig verschmutzt und stark getrübt. Typisch sind Faulschlammablagerungen, die häufig nach „faulen Eiern“ (Schwefelwasserstoff) riechen. Der Sauerstoffgehalt ist äußerst niedrig und sinkt fast auf null. Fische haben keine Überlebenschance. Hier tummeln sich als Zeigerarten Zuckmückenlarven und Rattenschwanzlarven. Die Güteklassen I und II sind für natürliche Flüsse und Bäche charakteristisch, die anderen Klassen deuten meist auf eine Verschmutzung durch uns Menschen hin. Die Bestimmung der Gewässergüte nach dem Saprobiensystem ist eines von mehreren Kriterien zur Beurteilung des ökologischen Zustands gemäß der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie. Die fünfstufige Bewertungsskala lässt sich vereinfacht wie folgt übertragen.

Gewässergüteklasse		Ökologischer Zustand
I	Unbelastet bis sehr gering belastet	1 (sehr gut)
I–II	Gering belastet	2 (gut)
II	Mäßig belastet	
II–III	Kritisch belastet	3 (mäßig)
III	Stark verschmutzt	4 (befriedigend)
III–IV	Sehr stark verschmutzt	5 (schlecht)
IV	Übermäßig verschmutzt	

Folie 4.1
Gewässergüteklassen. Seite 103

Folie 4.2
Lebewesen der Gewässergüteklasse I. Seite 105

Folie 4.3
Lebewesen der Gewässergüteklasse I–II. Seite 107

Folie 4.4
Lebewesen der Gewässergüteklasse II. Seite 109

Folie 4.5
Lebewesen der Gewässergüteklasse II–III. Seite 111

Folie 4.6
Lebewesen der Gewässergüteklasse III. Seite 113

Folie 4.7
Lebewesen der Gewässergüteklassen III–IV und IV. Seite 115

Arbeitsblatt 4.1
Das Saprobienrad. Teil 1 bis 4. Seite 117–123

Info
Das Saprobienrad vom Arbeitsblatt 4.1 lässt sich auch auf dem Projektor verwenden. Dazu brauchen Sie nur die untere und die mittlere Scheibe als Folienkopie anzufertigen.

Info
Nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie sind noch weitere biologische Gütekriterien außer der bisherigen Gewässergütebeurteilung zur Bewertung erforderlich. Hierzu gehört besonders die Bewertung der Gewässerstrukturqualität anhand der Tiere.

4.1 Lehrerlexikon

Querverweis
Kapitel 3.1. Wasserverschmutzung. Seite 64

Info
Das Thema „Schwer abbaubare Tenside in Rhein und Ruhr (gemessen im Sommer 2006)“ ist ein gutes Beispiel für die Problematik der Gewässerverschmutzung.

Querverweis
Kapitel 2. Wasser als Lebensraum. Seite 33

Querverweis
Kapitel 5.2. Umgestaltung der Lippe. Seite 200

Folie 4.8
Gewässergütekarte der Lippe und ihrer Nebenbäche. Seite 125

Querverweis
Kapitel 5.2. Der Umbau des Emschersystems. Seite 197

Folie 4.9
Gewässergütekarte der Emscher und ihrer Nebenbäche. Seite 127

CD-ROM
Lernspiel Bachpuzzle – Fließgewässer der Region

Querverweis
Kapitel 5.2. Flusslandschaften im Wandel der Zeit. Seite 193

Heutzutage werden so viele verschiedene Substanzen in unsere Bäche und Flüsse eingeleitet, dass zusätzlich die **Wasserqualität** regelmäßig im Labor untersucht wird. Gemessen werden chemische und physikalische Parameter wie Wassertemperatur, pH-Wert, Sauerstoffgehalt und Pflanzennährsalze (Stickstoff- und Phosphorverbindungen, zum Beispiel Nitrate und Phosphate), aber auch giftige Stoffe wie Schwermetalle, Pflanzenschutzmittel und Industriechemikalien.

Und schließlich wurde alles Machbare getan, das Wasser ist sauber, aber kein Fisch will darin schwimmen. Warum? Die Lebensbedingungen in unseren Flüssen und Bächen werden nicht nur von der chemischen Wasserqualität, sondern auch von der Strukturausstattung und der Gewässerdynamik geprägt. Sauberes Wasser bedeutet aber nicht automatisch auch eine gute Gewässerstruktur. Diese ist durch Begradigung und technischen Ausbau der Fließgewässer sowie die Zerstörung der natürlichen Auenlandschaften oft schwerwiegend verändert worden. Dadurch fehlen in vielen Bächen und Flüssen die charakteristischen artenreichen Lebensgemeinschaften.

Die **Gewässerstrukturgüte** ist ein Maß für den Natürlichkeitsgrad eines Gewässers. Erfasst und bewertet werden hierbei alle Strukturen im Wasser und am Ufer, aber auch das Gewässerumfeld, also die Aue und deren Nutzung. Die Einteilung erfolgt in sieben verschiedene Strukturgüteklassen von „unverändert“ (Strukturgüteklasse 1) bis „vollständig verändert“ (Strukturgüteklasse 7).

Die **Lippe** und ihre Nebenbäche befanden sich bis Mitte der 1970er Jahre in einem ausgesprochen schlechten Zustand. Aber besonders durch den Bau von Kläranlagen hat sich die Situation deutlich verbessert. Rund 75 Prozent der gesamten Gewässerstrecke sind heute gering oder mäßig belastet (Gewässergüte I–II oder II) und nur ein Prozent ist stark bis übermäßig verschmutzt (Gewässergüte III bis IV). Trotzdem gibt es noch viel zu tun, besonders für die Gewässerstruktur. Denn 43 Prozent der untersuchten Gewässerabschnitte sind sehr stark oder übermäßig verändert, und nur sieben Prozent kann man als natürlich oder weitestgehend naturnah bezeichnen. Das heißt, sie sind unverändert oder gering verändert. An der **Emscher** und ihren Nebenbächen ist die Situation schlechter als an der Lippe. Aber mit dem 1991 begonnenen Umbau des Emschersystems verbessert sich der Zustand Schritt für Schritt.

Durch die Umgestaltung der Bäche und Flüsse in der Emscher-Lippe-Region ist man auf einem guten Weg, im Sinne der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie die sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Erfordernisse in Einklang zu bringen. Allerdings sind dem naturnahen Umbau der Fließgewässer hier auch Grenzen gesetzt. Durch nicht wieder umkehrbare Eingriffe des Menschen, wie zum Beispiel Bergsenkungen als Folge des Kohleabbaus, wurde die Landschaft dauerhaft verändert. Gewässerbegleitende Deiche und zahlreiche Pumpwerke werden deshalb auch zukünftig bestehen bleiben müssen.

Gewässergüteklassen

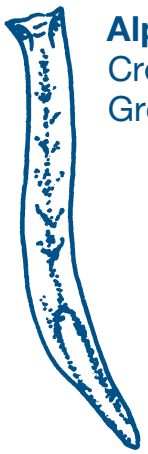
Gewässergüteklasse		Beschreibung	Ökologischer Zustand
I	Unbelastet bis sehr gering belastet	Reines, stets annähernd sauerstoffgesättigtes und nährstoffarmes Wasser; geringer Bakteriengehalt; mäßig dicht besiedelt, vorwiegend Algen, Moose, Strudelwürmer und Insektenlarven; sofern sommerkühl, Laichgewässer für Salmoniden	1 (sehr gut)
I–II	Gering belastet	Geringe anorganische Nährsalz- und organische Nährstoffzufuhr ohne nennenswerte Sauerstoffzehrung; dicht und meist in großer Artenvielfalt besiedelt; sofern sommerkühl, Salmonidengewässer	2 (gut)
II	Mäßig belastet	Mäßige Verunreinigung und gute Sauerstoffversorgung; sehr große Artenvielfalt und Individuendichte von Algen, Schnecken, Kleinkrebsen, Insektenlarven; Wasserpflanzenbestände bedecken größere Flächen; ertragreiche Fischgewässer	
II–III	Kritisch belastet	Belastung mit organischen sauerstoffzehrenden Stoffen bewirkt einen kritischen Zustand; Fischsterben infolge Sauerstoffmangels möglich; Rückgang der Artenzahl bei Makroorganismen; gewisse Arten neigen zu Massenentwicklung; Algen bilden häufig größere flächendeckende Bestände; meist noch ertragreiche Fischgewässer	3 (mäßig)
III	Stark verschmutzt	Starke organische sauerstoffzehrende Verschmutzung und meist niedriger Sauerstoffgehalt; örtlich Faulschlammablagerungen; flächendeckende Kolonien von fadenförmigen Abwasserbakterien und festsitzenden Wimperntieren übertreffen das Vorkommen von Algen und höheren Pflanzen, nur wenige gegen Sauerstoffmangel unempfindliche tierische Makroorganismen wie Schwämme, Egel und Wasserasseln kommen bisweilen massenhaft vor; geringe Fischerträge, mit periodischem Fischsterben ist zu rechnen	4 (unbefriedigend)
III–IV	Sehr stark verschmutzt	Weitgehend eingeschränkte Lebensbedingungen durch sehr starke Verschmutzung mit organischen sauerstoffzehrenden Stoffen, oft durch toxische Einflüsse verstärkt; zeitweilig totaler Sauerstoffschwund; Trübung durch Abwasserschwebestoffe; ausgedehnte Faulschlammablagerungen; durch rote Zuckmückenlarven oder Schlammröhrenwürmer dicht besiedelt; Rückgang fadenförmiger Abwasserbakterien; Fische nicht auf Dauer vorhanden und dann nur örtlich begrenzt	5 (schlecht)
IV	Übermäßig verschmutzt	Übermäßige Verschmutzung durch organische sauerstoffzehrende Abwässer; Fäulnisprozesse herrschen vor; Sauerstoff über lange Zeit in sehr niedrigen Konzentrationen vorhanden oder gänzlich fehlend; Besiedlung vorwiegend durch Bakterien, Geißeltierchen und freilebende Wimpertierchen; Fische fehlen; bei starker toxischer Belastung biologische Verödung	

EMSCHER LIPPE
GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

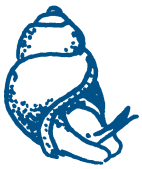
EMSCHER LIPPE GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

Lebewesen der Gewässergüteklasse I

Gewässergüteklasse		Saprobienindex	Ökologischer Zustand
I	Unbelastet bis sehr gering belastet	1,0–1,4	1 (sehr gut)

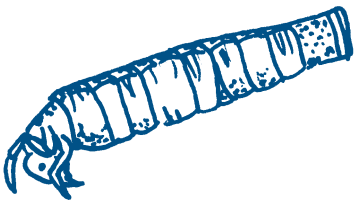


Alpenstrudelwurm
Crenobia alpina
Größe 16 mm



Quellschnecke
Bythinella dunkeri
Größe 2,5 mm

Lidmückenlarve
Liponeura spec.
Größe 6–9 mm



Köcherfliegenlarve
Crunoecia spec.
Größe 8 mm

Eintagsfliegenlarve
Epeorus spec.
Größe 10–14 mm

Steinfliegenlarve
Perla marginata
Größe 15–25 mm

EMSCHER LIPPE GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

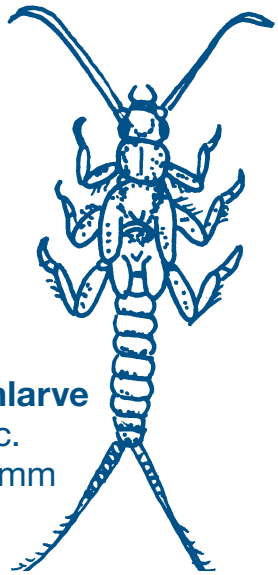
Lebewesen der Gewässergüteklasse I–II

Gewässergüteklasse		Saprobienindex	Ökologischer Zustand
I–II	Gering belastet	1,5–1,7	2 (gut)

Dreieckskopfstrudelwurm
Dugesia gonocephala
Größe 25 mm

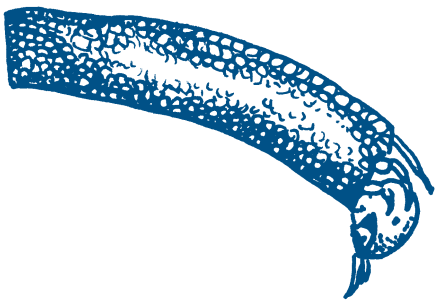
Hakenkäfer
Elmis spec.
Größe 1,5–2,5 mm

Flussschwimmschnecke
Theodoxus fluviatilis
Größe 8–13 mm

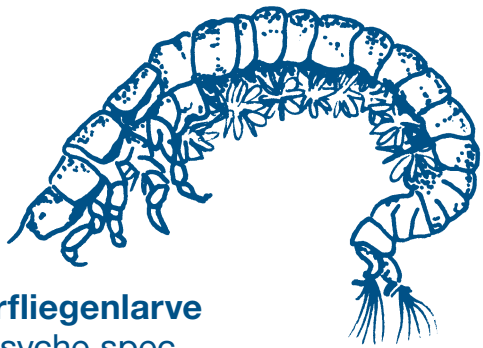


Steinfliegenlarve
Leuctra spec.
Größe 5–14 mm

Eintagsfliegenlarve
Ephemera spec.
Größe 30–45 mm



Köcherfliegenlarve
Sericostoma spec.
Größe 12–15 mm



Köcherfliegenlarve
Hydropsyche spec.
Größe 20 mm

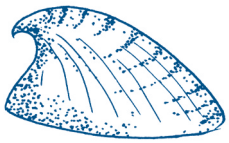
EMSCHER LIPPE GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

Lebewesen der Gewässergüteklasse II

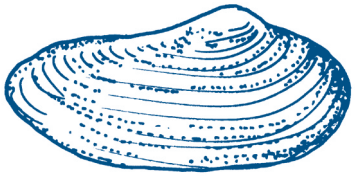
Gewässergüteklasse		Saprobienindex	Ökologischer Zustand
II	Mäßig belastet	1,8–2,2	2 (gut)

Bachtaumelkäfer
Orectochilus spec.
Größe 7–8 mm

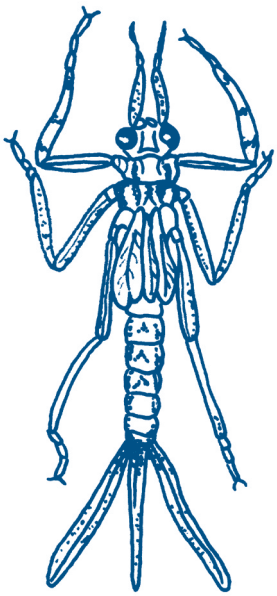
Flussnapfschnecke
Ancylus fluviatilis
Größe 5–7 mm



Dicke Flussmuschel
Unio crassus
Größe 60–140 mm



Prachtlibellenlarve
Calopteryx spec.
Größe 26 mm



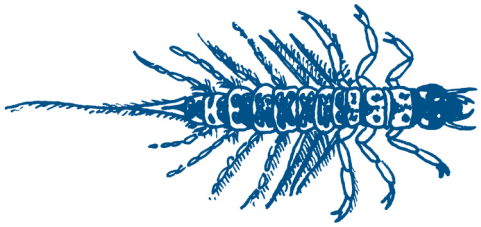
Schneckenegel
Glossiphonia complanata
Größe 15–30 mm

Bachflohkrebs
Gammarus fossarum
Größe 20–24 mm

Wandermuschel
Dreissena polymorpha
Größe 30–40 mm

Süßwasser-schwamm
Ephydatia fluviatilis
Größe cm–dm

Köcherfliegenlarve
Anabolia spec.
Größe 30–70 mm



Schlammfliegenlarve
Sialis spec.
Größe 20–40 mm

Lebewesen der Gewässergüteklasse II–III

Gewässergüteklasse		Saprobienindex	Ökologischer Zustand
II–III	Kritisch belastet	2,3–2,6	3 (mäßig)

Kugelmuschel
Sphaerium spec.
Größe 10–14 mm

Schwimmkäfer
Platambus maculatus
Größe 7–8 mm

Schlammschnecke
Radix spec.
Größe 15–20 mm

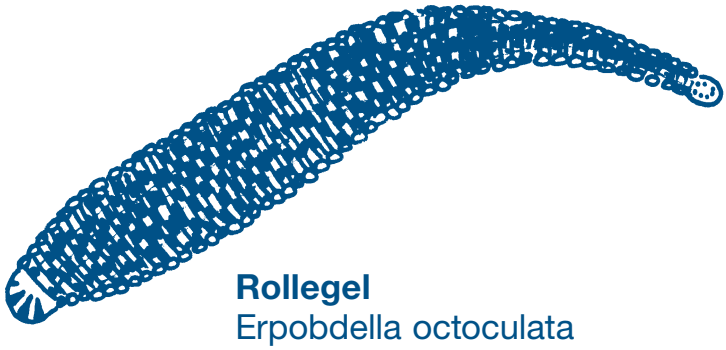
Strudelwurm
Planaria torva
Größe 15–20 mm

EMSCHER LIPPE GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

Lebewesen der Gewässergüteklasse III

Gewässergüteklasse		Saprobienindex	Ökologischer Zustand
III	Stark verschmutzt	2,7–3,1	3 (unbefriedigend)

Wasserassel
Asellus aquaticus
Größe 12 mm



Rollegel
Erpobdella octoculata
Größe 60 mm

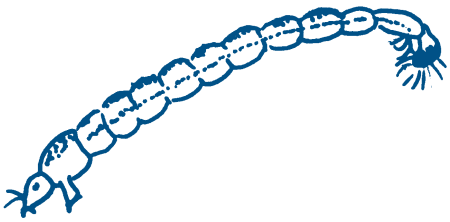
Blasenschnecke
Physella acuta
Größe 9–11 mm

Lebewesen der Gewässergüteklasse III–IV

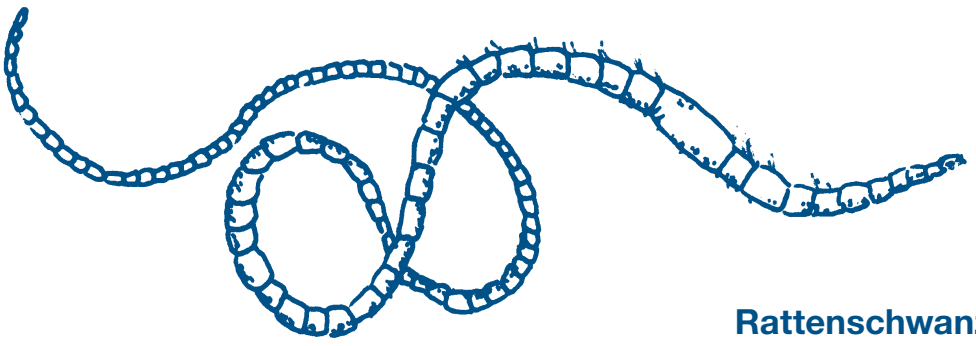
Gewässergüteklasse		Saprobienindex	Ökologischer Zustand
III–IV	Sehr stark verschmutzt	3,2–3,4	5 (schlecht)

Schmetterlingsmückenlarve
Psychoda spec.
Größe 10–20 mm

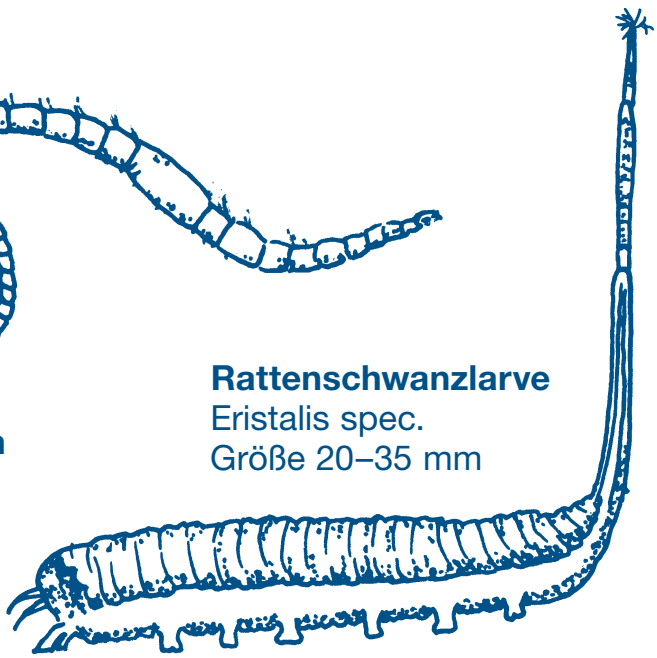
Rote Zuckmückenlarve
Chironomus spec.
Größe 2–14 mm



Gewässergüteklasse		Saprobienindex	Ökologischer Zustand
IV	Übermäßig verschmutzt	3,5–4,0	5 (schlecht)



Roter Schlammröhrenwurm
Tubifex spec.
Größe 85 mm



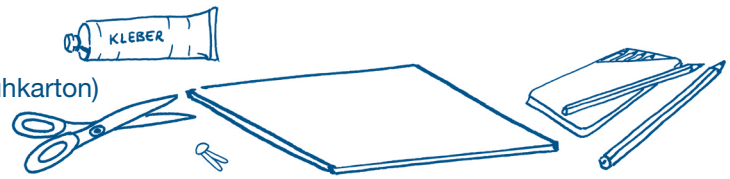
Rattenschwanzlarve
Eristalis spec.
Größe 20–35 mm

Das Saprobienrad

Mit Hilfe einer selbstgebastelten Drehscheibe kannst du die Gewässergüte anhand von Wassertieren (Zeigerarten) bestimmen.

Du brauchst dazu:

- Kleber
- eine Schere
- Plakatkarton (zum Beispiel Schuhkarton)
- eine Umschlagklammer
- Buntstifte



Zunächst klebst du die obere und die mittlere Scheibe (Seite 119 und Seite 121) auf dickere Zeichenpappe und schneidest sie aus. (Bei der oberen Scheibe auch den vorgesehenen Sektor ausschneiden, damit die Abbildungen der Wassertiere sowie die dazugehörigen Informationstexte und Abbildungen durch Drehen der unteren Scheiben einander zugeordnet werden können.)
Dann klebst du das Blatt mit der untersten Scheibe (Seite 123) ebenfalls auf eine Pappe. Male zunächst in der Übersicht „Gliederung der Gewässergüte“ die Kästchen in der richtigen Farbe aus und anschließend den äußersten Rand der untersten Scheibe für jedes Tier in der entsprechenden Farbe der Güteklasse.
Bohre durch den gemeinsamen Scheibenmittelpunkt der drei aufeinanderliegenden Scheiben ein Loch, durch das du eine Umschlagklammer steckst und deren beiden Enden du auseinanderklappst. Auf diese Weise entsteht ein Dreischeibensystem, dessen einzelne Scheiben gegeneinander verschiebbar sind.
Ein Tipp: Du kannst die Haltbarkeit deines Saprobienrades erhöhen, wenn du die Seiten mit Bücherfolie beklebst oder laminierst, bevor du sie ausschneidest.

Gliederung der Gewässergüte

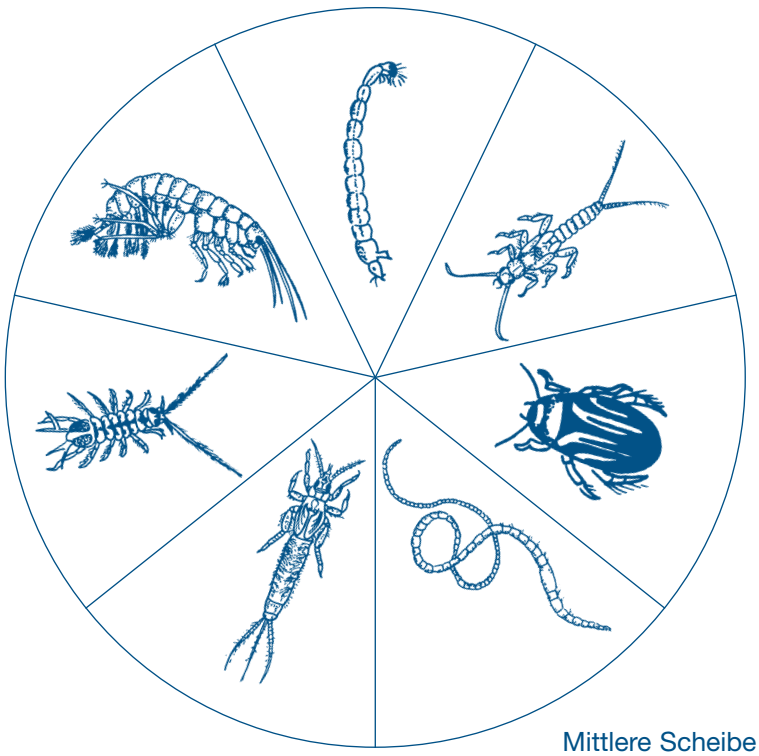
Farbe	Güteklasse		Saprobienindex
Dunkelblau	**I**	Unbelastet bis gering belastet	1,0–1,4
Hellblau	**I–II**	Gering belastet	1,5–1,7
Dunkelgrün	**II**	Mäßig belastet	1,8–2,2
Hellgrün	**II–III**	Kritisch belastet	2,3–2,6
Gelb	**III**	Stark verschmutzt	2,7–3,1
Orange	**III–IV**	Sehr stark verschmutzt	3,2–3,4
Rot	**IV**	Übermäßig stark verschmutzt	3,5–4,0

Nach einer Idee von Dr. Benno Dalhoff

Das Saprobienrad

Obere Scheibe

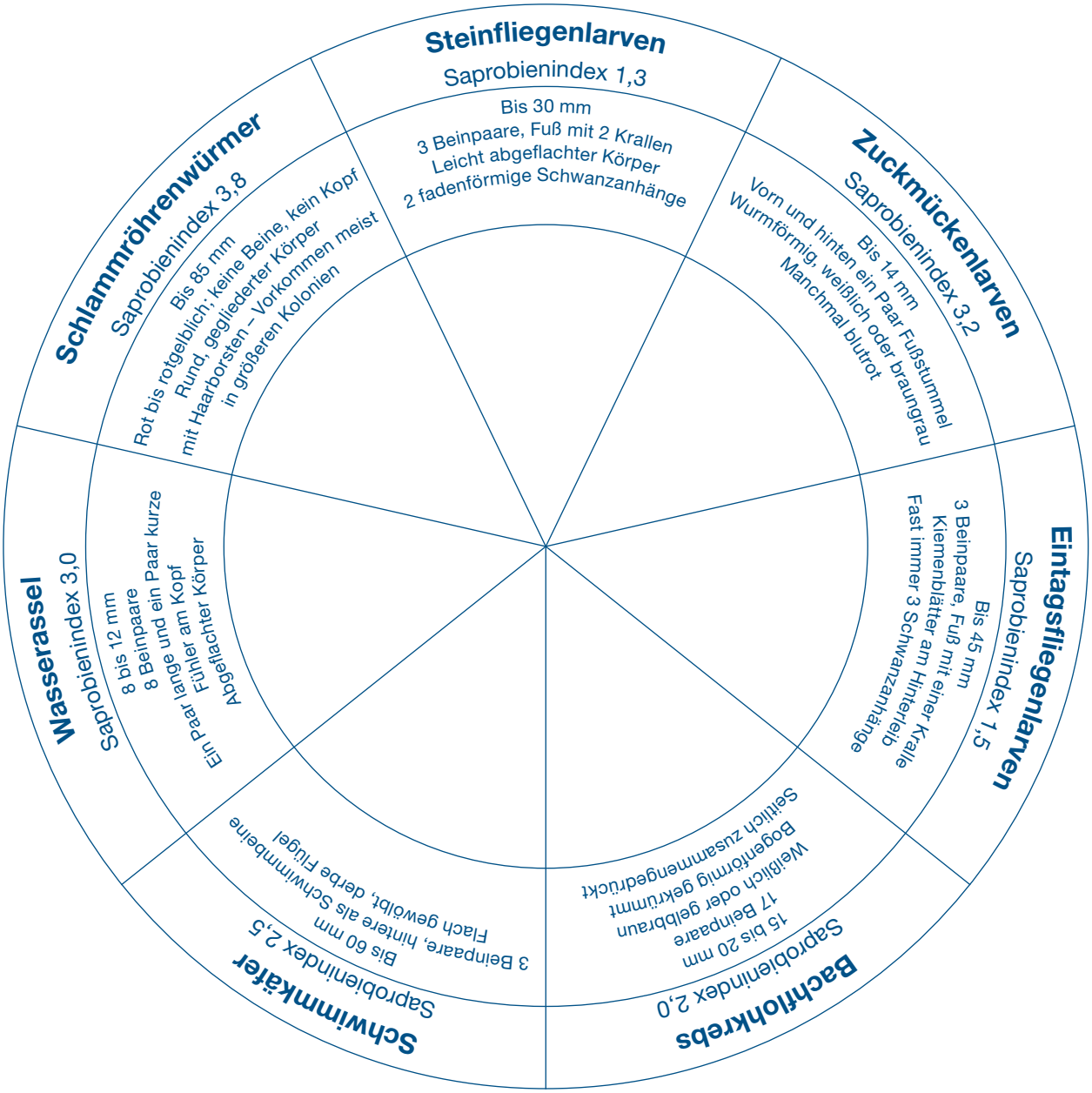
Das Saprobienrad



Mittlere Scheibe

EMSCHER LIPPE GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

Das Saprobienrad



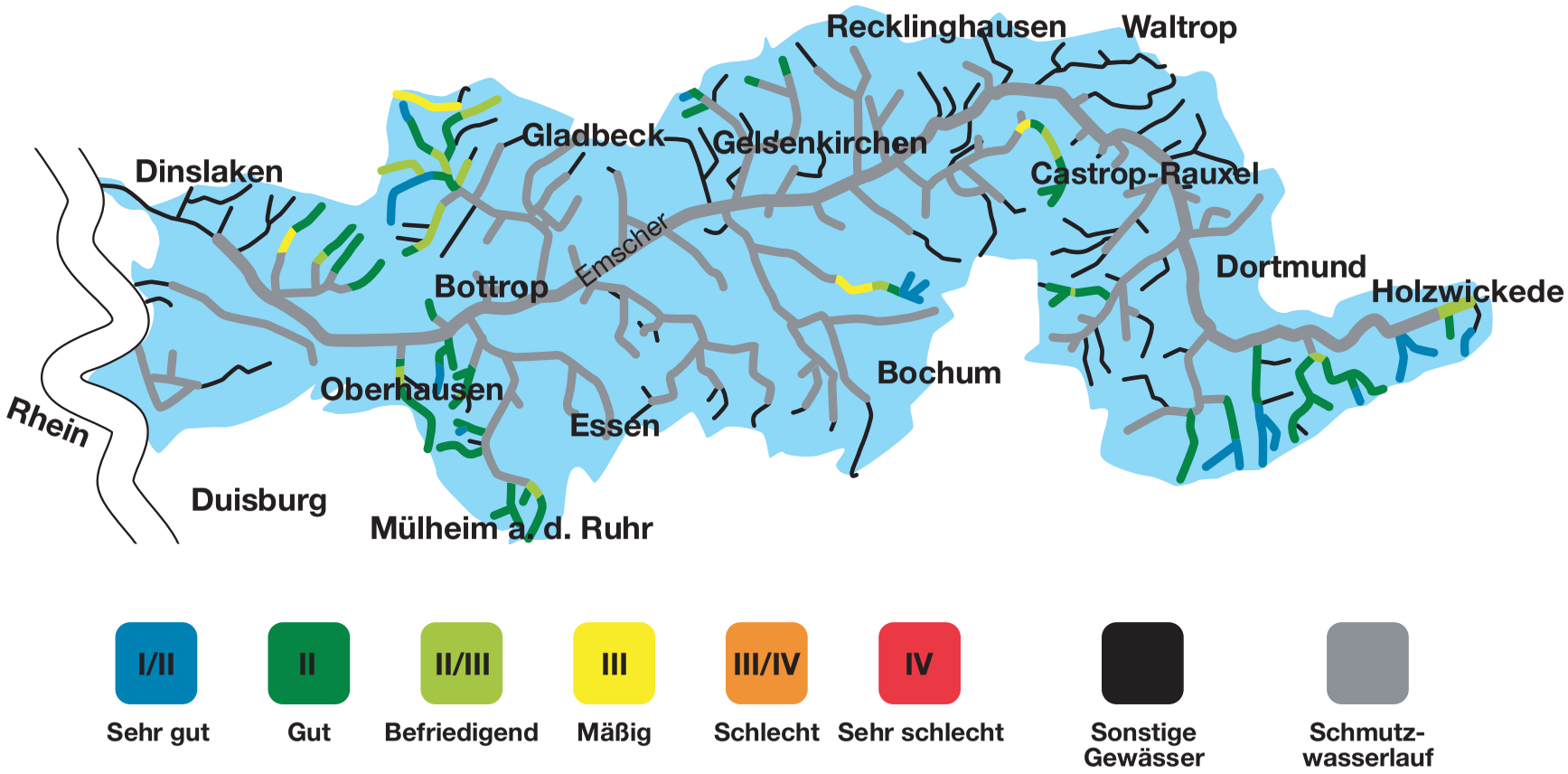
Untere Scheibe

Gewässergütekarte der Lippe und ihrer Nebenbäche

Stand 2005

EMSCHER LIPPE GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

Gewässergütekarte der Emscher und ihrer Nebenbäche



Datengrundlage, Stand 2004: Emschergenossenschaft und Staatliche Umweltämter Duisburg, Hagen und Herten

EMSCHER LIPPE GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

Aktiv werden! 4.2

Mit der 1992 in Rio de Janeiro verabschiedeten Agenda 21 wurde ein Handlungsprogramm zur Nachhaltigkeit verabschiedet, das durch die Lokale Agenda 21 auch konkret vor Ort umgesetzt wird. Dazu eignet sich das Thema Wasser an Schulen besonders gut. Durch Bachpatenschaften, Exkursionen und Bacherkundungen können die Schüler für Fragen des Gewässerschutzes und eine nachhaltige Entwicklung – auch und gerade im Wasserbereich – sensibilisiert werden.

Lehrerlexikon und Unterrichtsmaterialien

Themen Seite

Agenda 21

Internet Infos zur Agenda 21 131
Arbeitsblatt 4.2 Was passiert mit dem Grundstück in der Aue? Ein Planspiel 135

Bachpatenschaften

Internet Infos zum Thema Bachpatenschaft 131
Arbeitsblatt 4.3 Eine Umfrage: Welchen Freizeitwert hat unser Bach? 137

Bacherkundung

Internet Ausführlicher Bestimmungsschlüssel für Gewässertiere 132
Folie 4.10 Warnschild am Bach 139
Arbeitsblatt 4.4 Selbst gemacht: Kescher und „Dosenlupe“ 141
Folie 4.11 Bachtiere und ihre Lebensweise 1 143
Folie 4.12 Bachtiere und ihre Lebensweise 2 145
Arbeitsblatt 4.5 So wird die Gewässergüte bestimmt 147–149
Arbeitsblatt 4.6 Der Bach im Querschnitt 151
Arbeitsblatt 4.7 So schnell fließt der Bach 153

Aktiv werden!

Agenda 21

„Agenda 21“ schon mal gehört? Agenda ist ein lateinisches Wort und heißt übersetzt: „Was zu tun ist“. Die Zahl 21 steht für das 21. Jahrhundert. Die Agenda 21 ist also der Arbeitsplan für unser gegenwärtiges Jahrhundert. Und woher kommt die Agenda? In Rio de Janeiro in Brasilien trafen sich 1992 Staats- und Regierungschefs aus 179 Ländern der Erde, darunter auch der deutsche Bundeskanzler, zur „Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung“. Und hier entstand die Agenda 21, ein weltweites Handlungsprogramm für das 21. Jahrhundert. Das Ziel ist eine umweltverträgliche, sozial gerechte und wirtschaftlich tragfähige Entwicklung. Das bedeutet, wir sollen heute so leben, dass auch in Zukunft die Lebensgrundlagen für uns Menschen auf der gesamten Erde nicht gefährdet sind. Bei einer solchen **nachhaltigen Entwicklung** müssen ökologische, ökonomische und soziale Aspekte gleichermaßen berücksichtigt werden. Die Forderung nach einer nachhaltigen Entwicklung gilt natürlich auch für unser Wasser. Und sie betrifft jeden, also auch uns und unsere Bäche und Flüsse sozusagen „vor der eigenen Haustür“, und da gibt es viel zu tun.

Internet
Infos zur Agenda 21 unter www.learn-line.nrw.de/angebote/agenda21/schule/index.htm, www.wasser-agenda.de und www.agenda21schulen.nrw.de

Arbeitsblatt 4.2
Was passiert mit dem Grundstück in der Aue? Ein Planspiel. Seite 135

Internet
Infos zum Thema Bachpatenschaft unter: www.bachpate-emschergebiet.de und www.bachpate-lippegebiet.de

Arbeitsblatt 4.3
Eine Umfrage: Welchen Freizeitwert hat unser Bach? Seite 137

Info
Die Bacherkundungen und die Bachpatenschaften in der Emscher-Lippe-Region bieten Schulen, Vereinen und anderen Gruppen eine einmalige Chance. Sie können Schritt für Schritt beobachten, wie sich die Natur ihren Raum zurückerobert. Bitte beachten Sie dabei, dass Sie und Ihre Schüler ohne Erlaubnis der Emschergenossenschaft und des Lippeverbandes keine umzäunten Bachabschnitte oder Anlagengelände betreten. Hier bestehen verschiedene Gefahren, zum Beispiel Verletzungsgefahr bei sich eigenständig bewegenden Anlagen, Rutschgefahr an steilen Grasböschungen und Gefahr des Ertrinkens in den mit Betonsohlschalen ausgekleideten offenen Abwasserläufen. Das rot umrandete Schild am Bach mit dem Hinweis Lebensgefahr! macht an den betroffenen Fließgewässerabschnitten darauf aufmerksam.

Folie 4.10
Warnschild am Bach. Seite 139

Internet
Ausführlicher Bestimmungsschlüssel für Gewässertiere unter www.vdg-online.de/band64/Bd64_Bestimmungsschluessel.pdf
Bestimmungsübungen unter www.flussnetzwerke.nrw.de/276/modules/Material/101.htm

Arbeitsblatt 4.4
Selbst gemacht: Kescher und „Dosenlupe“. Seite 141

Bacherkundung

Bevor es jetzt endlich zum Bach geht, noch ein paar Überlegungen vorweg. Wichtig ist natürlich die Frage: Was soll überhaupt untersucht werden? Hier eine kleine Auswahl:

- Wie naturnah oder naturfern ist der Bachabschnitt?
- Wie ist seine Strömungsgeschwindigkeit?
- Wie ist sein Bachprofil?
- Welche Tiere finden wir im Bach und wo leben sie?
- Wie ist die Gewässergüte (zum Beispiel nach dem Saprobiensystem)?
- Wie ist die Wasserbeschaffenheit?
- Welche Pflanzen wachsen am Ufer?

So, nun steht fest, was es zu erkunden gilt. Nun müssen nur noch die geeigneten Untersuchungsmethoden ausgewählt und das notwendige Material muss eingepackt werden. Und zu guter Letzt bleibt zu klären: Wo ist überhaupt ein Bach zu finden, wie heißt er und was ist der schnellste und sicherste Weg dahin? Mit Hilfe von Karten lässt sich diese Aufgabe leicht lösen. Mit den Karten lässt sich auch ein Gewässersteckbrief anlegen: Wo liegt seine Quelle? In welchen Fluss mündet er? Wie lang ist er? Wie viel Meter Gefälle hat er? Fließt er mehr durch Wald und Wiesen, mehr durch Ackerflächen oder mehr durch Siedlungen? Gibt es Kläranlagen, die ihr Wasser einleiten? Hat er Nebenbäche? Wie ist sein Weg bis ins Meer? Mit etwas Fantasie

lässt sich der Verlauf des Baches auch in einer Geschichte aufschreiben. Und so könnte sie beginnen: „Hallo, ich bin der Deininghauser Bach. Auf meinem Weg von der Quelle unterhalb einer Halde in Castrop-Rauxel im Ortsteil Schwerin bis zur Mündung in den Landwehrbach lege ich rund 9,5 Kilometer zurück, und darüber gibt es viel zu erzählen …“

Jetzt soll es aber genug sein, mit der vielen Theorie. Gummistiefel an und los geht’s …

Folie 4.11
Bachtiere und ihre Lebensweise 1. Seite 143

Folie 4.12
Bachtiere und ihre Lebensweise 2. Seite 145

Arbeitsblatt 4.5
So wird die Gewässergüte bestimmt. Teil 1 bis 2. Seite 147–149

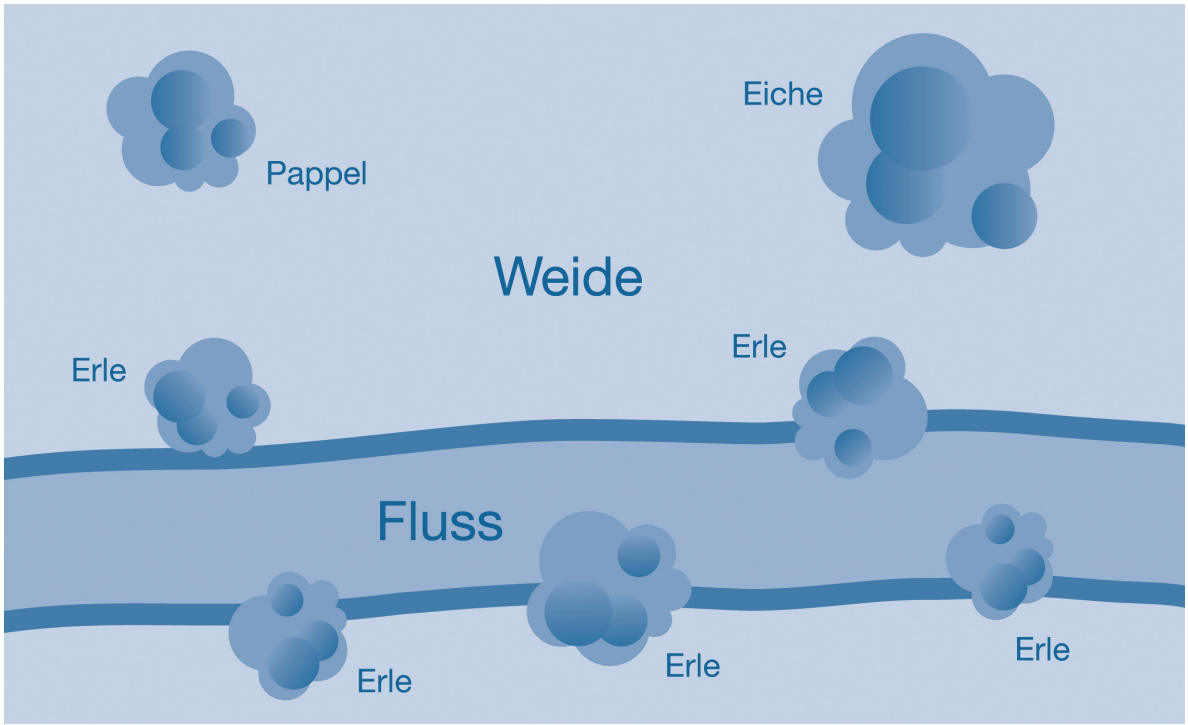
Arbeitsblatt 4.6
Der Bach im Querschnitt. Seite 151

Arbeitsblatt 4.7
So schnell fließt der Bach. Seite 153

Was passiert mit dem Grundstück in der Aue? Ein Planspiel

Ein Landwirt will sein Grundstück in der Aue verkaufen. Bisher hat er es als Weide für seine Kühe genutzt. Der angrenzende Fluss ist begradigt und hat bei Hochwasser die Weide immer wieder mal überflutet.

Das Grundstück



Es gibt mehrere Kaufinteressenten
Eine Bürgerinitiative plant ein Naherholungsgebiet.
Ein Industriekonzern möchte eine Papierfabrik errichten.
Ein Baukonzern hat vor, Einfamilienhäuser zu bauen.
Ein Naturschutzverein möchte die Weide ökologisch gestalten.

Auf einer Gemeinderatssitzung sollen die verschiedenen Möglichkeiten vorgestellt und diskutiert werden. Was soll mit der Aue geschehen? Diese Sitzung muss gut vorbereitet sein:

Bildet Kleingruppen, und verteilt die Aufgaben
Als Vertreter der Bürgerinitiative, des Industriekonzerns, des Baukonzerns oder des Naturschutzvereins überlegt ihr, wie die Weide zukünftig genutzt werden soll. Was spricht für eure Planung? Was dagegen? Was müsst ihr alles berücksichtigen? (Viele Hinweise hierzu findet ihr in Kapitel 5.1. Die Aufgaben der Wasserverbände. Seite 157) Zeichnet eine Skizze, wie das Grundstück aussehen wird. Überlegt, wie ihr euch am besten präsentieren könnt, denn schließlich wollt ihr die anderen von eurer Idee überzeugen! Diskutiert die Ergebnisse, und versucht, unter der Leitung des „Bürgermeisters“ eine Lösung zu finden.

Eine Umfrage: Welchen Freizeitwert hat unser Bach?

Name des Bachs	Datum	Uhrzeit

Befragte Person

☐ Mann ☐ Frau
☐ Junge ☐ Mädchen

Alter

_____

Wie weit ist der Bach von Ihrem Wohnort entfernt?

☐ Weniger als 1 km ☐ 1-3 km

Ortsteil

_____

Zu welchem Zweck halten Sie sich am Bach auf?

☐ Zum Spazierengehen ☐ Zum Angeln ☐ Zum Ausruhen, Sonnen
☐ Zum Hundausführen ☐ Zum Radfahren ☐ _____

Wie oft sind Sie am Bach?

☐ Jeden Tag ☐ 2- bis 3-mal pro Woche ☐ 1-mal pro Woche
☐ Selten ☐ _____

Was bedeutet Ihnen die Bachlandschaft?

☐ Erholung ☐ Abbau von Stress ☐ Freude an der Natur
☐ _____

Kennen Sie den Bach noch von früher als „Köttelbecke“?

☐ Ja ☐ Nein

Wenn ja, an was erinnern Sie sich?

☐ Gestank ☐ Betonierter Bachlauf ☐ Einzäunung
☐ _____

Welche Veränderungen sind Ihnen am Bach in den letzten Jahren aufgefallen?

☐ Keine ☐ Oder _____

Müsste Ihrer Ansicht nach am Bach etwas geändert werden?

☐ Nein, es ist in Ordnung so ☐ Mehr Bänke ☐ _____

Welche Zukunftsvisionen verbinden Sie mit dem Bach?

_____

Vielen Dank für Ihre Geduld!

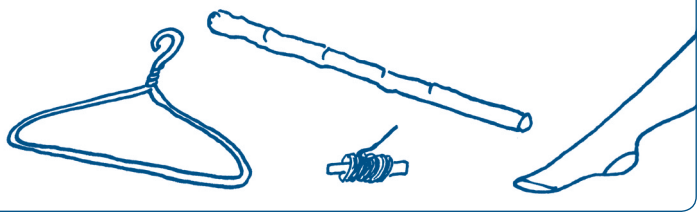
Warnschild am Bach

Selbst gemacht: Kescher und „Dosenlupe"

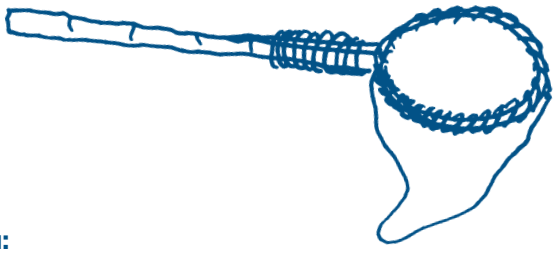
Zur Grundausstattung für eine Bacherkundung gehören Kescher und Lupe. Du kannst auch als Kescher ein Küchensieb nehmen und eine Becherlupe im Aquariengeschäft kaufen, aber viel mehr Spaß macht es, sie selbst zu basteln.

Zuerst der Kescher. Du brauchst dazu:

- einen Draht-Kleiderbügel
- einen Holzstab (Bambusstab)
- den Fuß einer Damenstrumpfhose
- einen dünnen Draht

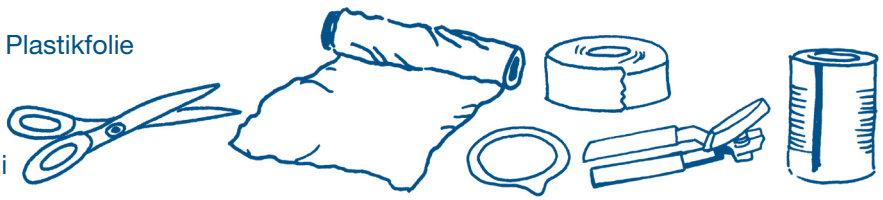


Zunächst biegst du den Kleiderbügel in „Kescherform“. Dann befestigst du mit dem Draht den Fuß der Strumpfhose als Netz am „Kescher“ und den „Kescher“ am Holzstab.



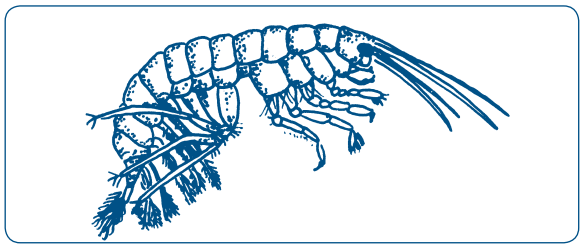
Jetzt die „Dosenlupe“. Du brauchst dazu:

- eine leere Konservendose oder ein Stück Rohr
- ein Dosenöffner
- eine durchsichtige Plastikfolie
- eine Schere
- Isolierband
- ein Einmachgummi



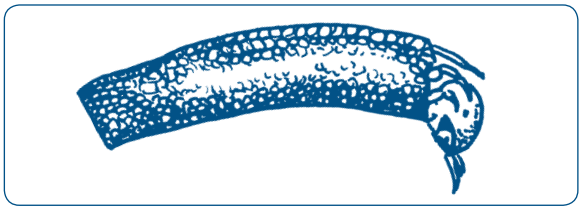
Zunächst entfernst du den Boden der Dose mit dem Dosenöffner. Dann schneidest du ein passendes Stück von der Plastikfolie ab. Spanne die Folie über eine Dosenöffnung, und befestige sie mit dem Einmachgummi und mit dem Isolierband, damit sie wasserdicht ist. Hältst du die Dosenlupe ins Wasser, wölbt sich die Folie leicht nach innen. Dadurch entsteht eine Linse, und du siehst ein vergrößertes Bild der Unterwasserwelt.

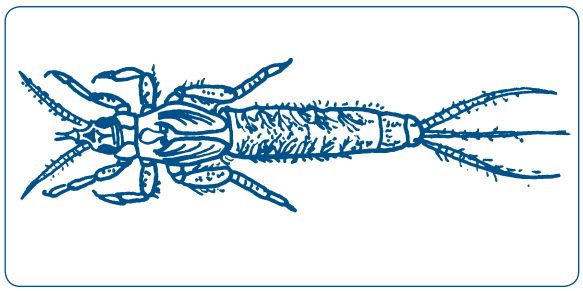
Bachtiere und ihre Lebensweise 1



Bachflohkrebs
Er ist 1,5 bis 2 cm lang und weißlich oder gelbbraun. Sein Körper ist bogenförmig gekrümmt und seitlich zusammengedrückt. Er lebt bevorzugt zwischen dem Falllaub und ernährt sich hauptsächlich von abgestorbenen Pflanzenteilen, besonders von Laub.

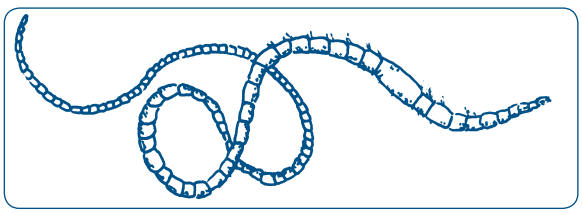
Köcherfliegenlarven
Die meisten besitzen eine Wohnröhre aus Sand, kleinen Steinchen, Holz oder anderen Pflanzenteilen. Sie bewegen sich meistens am sandigen oder schlammigen Bodengrund, oft zwischen Falllaub.

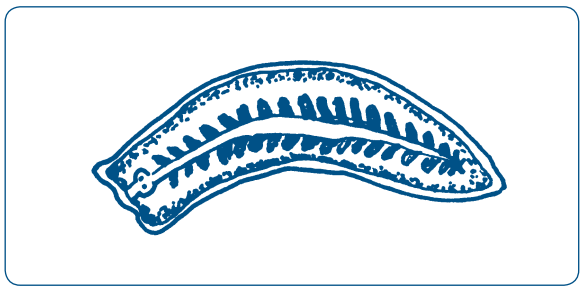




Eintagsfliegenlarven
Sie haben mit Ausnahme einer Gattung 3 Schwanzfäden und Kiemenblätter am Hinterleib. Sie werden bis 2 cm lang (ohne Schwanzfäden). Man findet sie häufig auf der Unterseite von Steinen und auf faulenden Holzteilen. Einige Arten graben im Sand Wohnröhren. Sie ernähren sich von Zerfallsstoffen von Pflanzen und Tieren.

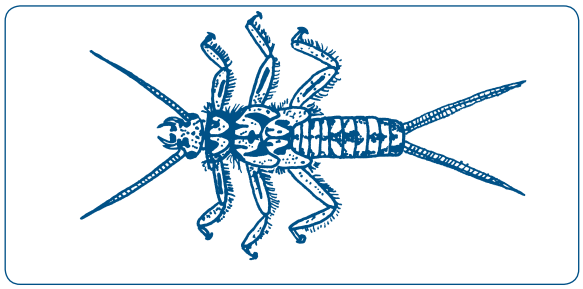
Schlammröhrenwurm
Er wird 3 bis 8,5 cm lang und ist rötlich gefärbt. Er lebt mit dem Vorderende eingegraben im schlammigen und sandigen Bodengrund und ernährt sich von Zerfallsstoffen von Pflanzen und Tieren.





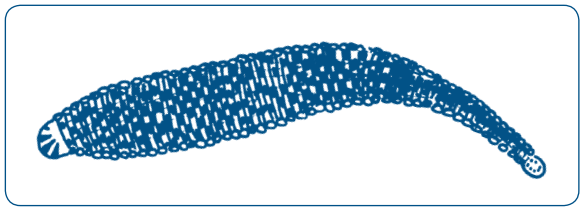
Strudelwürmer
Bis 2,5 cm lange, flache Tiere, deren Körper hinten zugespitzt ist. Mit ihrer schleimigen Sohle können sie sich gut in starker Strömung halten. Sie verkriechen sich oft unter Steinen, Blättern oder Holz. Sie ernähren sich hauptsächlich von kleinen Tieren und Algen.

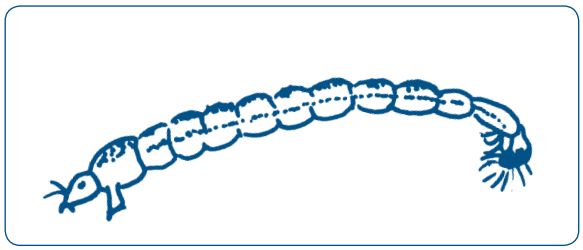
Bachtiere und ihre Lebensweise 2



Steinfliegenlarven
Sie haben 2 lange fadenförmige Schwanzanhänge und halten sich unterhalb und seitlich von Steinen oder Holz oder im Dickicht von Wasserpflanzen auf. Sie ernähren sich von zerkleinerten Pflanzenteilen, größere Arten ernähren sich auch räuberisch von Kleintieren.

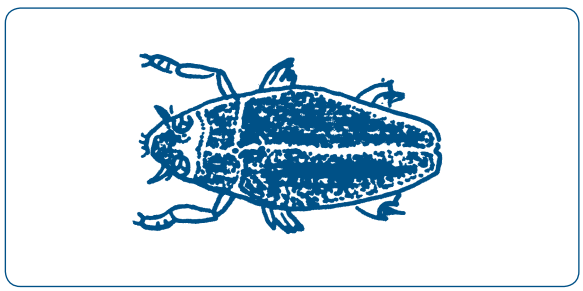
Egel
Sie besitzen 2 Saugnäpfe, mit denen sie sich an Steinen, am Boden und an Pflanzen festhalten. Da sie lichtscheu sind, verstecken sie sich gerne. Egel leben räuberisch.

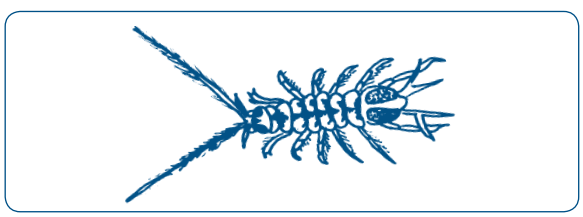




Zuckmückenlarven
Die wurmförmigen Larven sind meistens weißlich oder braungrau, manche aber auch blutrot gefärbt. Sie leben in den obersten Schlammschichten und ernähren sich von Algen, frischen Pflanzenteilen oder auch von morschem Holz.

Taumelkäfer
Sie sind die einzigen Käfer, die die Wasseroberfläche besiedeln. Sie bewegen sich, besonders bei Sonnenschein, rasant kreisend. Daher auch der Name Dreh- oder Kreiselkäfer. Sie jagen auf dem Wasser lebende oder verunglückte Insekten oder tauchen auch nach Nahrung.





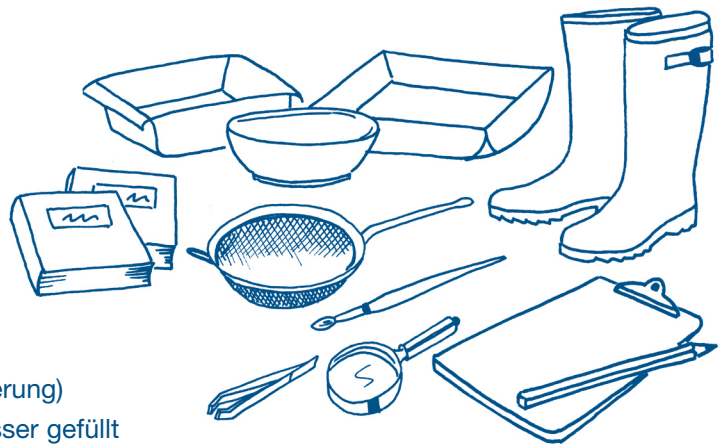
Wasserasseln
Sie sind Verwandte der Kellerassel und haben auch die gleiche typische Asselgestalt. Sie halten sich vorwiegend am Boden oder zwischen Pflanzen auf und ernähren sich von zerfallenden Pflanzenresten.

So wird die Gewässergüte bestimmt

Die Bestimmung der Gewässergüte nach dem Saprobiensystem kannst du in vereinfachter Form auch selbst durchführen.

Du brauchst dazu:

- einen Haarpinsel
- eine Pinzette
- ein Netz
  (oder ein Küchensieb)
- ein Klemmbrett und Stifte
- Gummistiefel
- Bestimmungsbücher
- eine Lupe
  (mindestens 10-fache Vergrößerung)
- mehrere Schalen, mit Bachwasser gefüllt



Stelle zunächst fest, welche verschiedenen Bachtiere an der Probestelle leben und mit welcher Häufigkeit sie vorkommen. Sammle dazu alle im Bach vorhandenen Substrate (Bestandteile des Bodengrundes wie Sand, Kies, Falllaub, Holz, Wasserpflanzen) 15 Minuten gründlich nach Tieren ab. Setze die Tiere mit Hilfe einer Pinzette oder eines Haarpinsels vorsichtig aus dem Sieb in eine mit Bachwasser gefüllte Schale. Bestimme die Tiere (dabei sortierst du sie am einfachsten in verschiedene mit Bachwasser gefüllte Schalen), und trage die Anzahl in die folgende Tabelle ein. Danach setzt du alle Tiere wieder vorsichtig zurück in den Bach.
Nun kannst du die Gewässergüte für den untersuchten Bachabschnitt bestimmen:
Das Vorkommen und die Häufigkeit bestimmter Tiere **(Zeigerarten)** lässt auf eine bestimmte Wasserqualität schließen. Dabei erhält jede Zeigerart einen **Saprobienwert** (Zeigerwert). Die Saprobienwerte aller an einer Probestelle gefundenen Zeigerarten werden zu einem **Saprobienindex** verrechnet, und dieser wird einer Gewässergüteklasse zugeordnet.

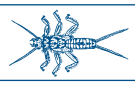
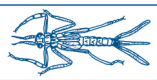
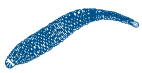
Saprobienindex	Güteklasse	
1,0–1,4	**I**	Unbelastet bis gering belastet
1,5–1,7	**I–II**	Gering belastet
1,8–2,2	**II**	Mäßig belastet
2,3–2,6	**II–III**	Kritisch belastet
2,7–3,1	**III**	Stark verschmutzt
3,2–3,4	**III–IV**	Sehr stark verschmutzt
3,5–4,0	**IV**	Übermäßig stark verschmutzt

Übrigens: Das Saprobiensystem umfasst etwa 160 wirbellose Tiere sowie einige Fischarten. In der folgenden Tabelle sind also nur die wichtigsten und häufigsten Arten unserer Bäche und Flüsse aufgeführt.

EMSCHER LIPPE GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

So wird die Gewässergüte bestimmt

Fließgewässername	Probestelle
Name des Protokollanten	Datum

Gefundene Zeigerart	Beispiel	Anzahl (A)		Saprobienwert* (s)		Produkt (A x s)
Steinfliegenlarve			x	1,3	=	
Köcherfliegenlarve mit Köcher			x	1,5	=	
Flache Eintagsfliegenlarve			x	1,5	=	
Köcherfliegenlarve ohne Köcher			x	1,8	=	
Flussnapfschnecke			x	1,9	=	
Bachflohkrebs			x	2,0	=	
Bachtaumelkäfer			x	2,0	=	
Libellenlarve			x	2,0	=	
Runde Eintagsfliegenlarve			x	2,0	=	
Schlammschnecke			x	2,3	=	
Rollegel			x	2,8	=	
Wasserassel			x	2,8	=	
Rote Zuckmückenlarve			x	3,2	=	
Roter Schlammröhrenwurm			x	3,6	=	
Rattenschwanzlarve			x	4,0	=	
Gesamtzahl Zeigerarten:				**Gesamtsumme:**		

Berechnung der biologischen Wassergüte:

Gesamtsumme _____ **: Gesamtzahl der Tiere** _____ **= Saprobienindex** _____

Gewässergüte _____

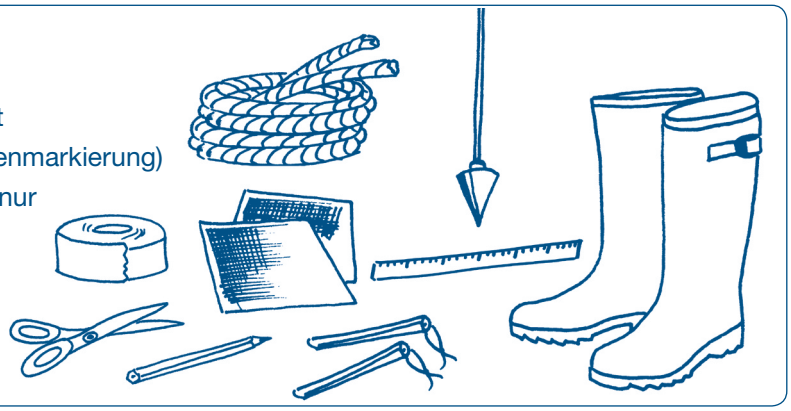
*Mittelwert

Der Bach im Querschnitt

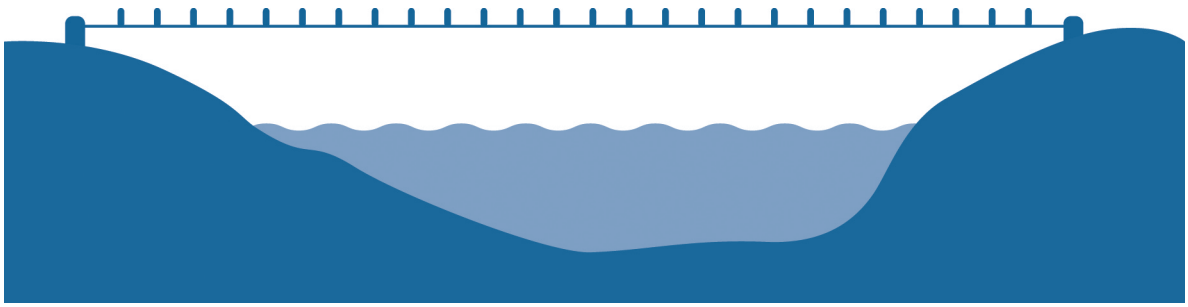
Wie ein Bach im Querschnitt aussieht, kannst du im Gelände ganz genau messen.

Du brauchst dazu:

- 2 Campingheringe
- einen Zollstock oder ein Lot
  (Seil mit Gewicht und Längenmarkierung)
- ein Seil oder eine feste Schnur
- Isolierband (farbig)
- Millimeterpapier
- einen Bleistift, ein Lineal
- eine Schere, Gummistiefel



Arbeitet am besten zu zweit. Zunächst umwickelt ihr das Seil im Abstand von jeweils 20 Zentimetern mit farbigem Isolierband und spannt es dann von einem zum anderen Ufer.
Befestigt es an beiden Enden mit den Campingheringen.



Nun geht einer von euch (vorsichtig) an der Schnur entlang und misst mit Hilfe des Zollstocks an den Markierungen die Wassertiefe und die Uferhöhe. Der andere notiert die Werte.

Markierung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Wassertiefe (cm)																
Uferhöhe (cm)																

Markierung	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Wassertiefe (cm)																
Uferhöhe (cm)																

Zeichnet den Querschnitt maßstabgetreu auf ein Blatt Millimeterpapier, und tragt alle wichtigen Strukturen wie zum Beispiel Wasserspiegel, Steine, Kies, Gras und Bäume ein.

So schnell fließt der Bach

Das Leben in einem Bach wird ganz entscheidend von der Strömung bestimmt. Diese kannst du recht einfach bestimmen.

Du brauchst dazu:

- eine Stoppuhr oder eine Uhr mit Sekundenzeiger
- ein Messer oder eine Schere
- einen Korken
- eine Kordel
- 4 Campingheringe
- ein Maßband
- Gummistiefel

Zunächst suchst du dir einen Bachabschnitt ohne deutliche Verwirbelungen. Dann spannst du die Kordel von einem zum anderen Ufer und befestigt sie an beiden Enden mit den Campingheringen (Startpunkt).
Nun misst du in Fließrichtung eine Strecke von zehn Metern ab und spannst ein zweites Seil über den Bach (Ziel).
Werfe am Startpunkt den Korken in die Mitte des Baches, und stoppe mit der Uhr die Zeit, die er braucht, um die Strecke von zehn Metern zurückzulegen. Wiederhole die Messung dreimal, und bilde den Durchschnittswert.

	Benötigte Zeit (Sekunden) für zehn Meter
1. Messung	
2. Messung	
3. Messung	
Durchschnittswert	

Aus dem Durchschnittswert kannst du die Strömung (also die Fließgeschwindigkeit in Metern pro Sekunde) errechnen:

Strömung: _____ Meter pro Sekunde

5 Flussgebietsmanagement

Es gibt viel zu tun

Noch heute ist das Bild der Landschaft in weiten Teilen der Emscher-Lippe-Region durch die Jahrzehnte intensiven Bergbaus und das jetzt ausgehende Industriezeitalter geprägt. Besonders trifft dies auf die Flüsse Emscher und Lippe sowie deren Nebenläufe zu, die seit Beginn des 20. Jahrhunderts aufgrund von Bergsenkungen und fortschreitender Bodenversiegelung verändert, ausgebaut, angehoben, eingedeicht und bewirtschaftet werden mussten. Ein spannendes Stück Zeitgeschichte. Und eine große Herausforderung an die Wasserwirtschaftsverbände Emschergenossenschaft und Lippeverband mit ihren Kläranlagen, Pumpwerken, Deichen, Abwasserkanälen, Rückhaltebecken und vielen zukunftsweisenden Projekten …

FLUSSGEBIETSMANAGEMENT

Seite

5.1 Die Aufgaben der Wasserwirtschaftsverbände **157**
Flussgebietsmanagement 159
Gewässerunterhaltung, Gewässerumbau und Renaturierung – auch ein Fluss braucht Pflege 159
Hochwasserschutz – die Flut kann kommen 159
Die Pumpwerke – manchmal hilft nur noch Pumpen 160
Regenwasserbewirtschaftung – Regen auf richtigen Wegen 161
Grundwasserbewirtschaftung – der unsichtbare Schatz 162
Abwasserentsorgung – weg mit dem Dreck 162
Kläranlagen – alles klar? 163

5.2 Flusslandschaften im Wandel der Zeit **193**
Die Emscher-Lippe-Region 195
Emscher und Lippe im Wandel der Zeit – Wassergeschichten 195
Der Umbau des Emschersystems – damit Fluss und Bach die Kurve kriegen 197
Umgestaltung der Lippe – ein Fluss auf krummen Wegen 200
Die neue Seseke – Umgestaltung des Sesekesystems 201

Die Aufgaben der Wasserwirtschaftsverbände 5.1

Dieses Kapitel befasst sich mit den Flüssen und Bächen im Gebiet der Emschergenossenschaft und des Lippeverbandes (im Folgenden: Emscher-Lippe-Region). Dabei werden zunächst die vielfältigen Aufgaben der Wasserwirtschaftsverbände von der Abwasserentsorgung bis hin zur Grundwasserbewirtschaftung beschrieben. Verbunden mit den besonderen Problemen, die sich durch den Bergbau für diese Region ergeben, wird die Notwendigkeit eines umfassenden Flussgebietsmanagements deutlich.

Lehrerlexikon und Unterrichtsmaterialien

Themen Seite

Hochwasserschutz – die Flut kann kommen

Arbeitsblatt 5.1 Die Wanne ist voll – Hochwasser in der Badewanne? 165
Folie 5.1 Hochwasser – ein einfaches Modell 167
Folie 5.2 Hochwasserrückhaltebecken Dortmund-Mengede 169
Internet Hochwasser 160
Folie 5.3 Bergsenkung 171

Die Pumpwerke – manchmal hilft nur noch pumpen

Folie 5.4 Polderflächen der Emscher-Lippe-Region 173

Regenwasserbewirtschaftung – Regen auf richtigen Wegen

Selbermachen Regenwasserversickerung 161
Folie 5.5 Regenüberlaufbecken und Regenrückhaltebecken 175
Folie 5.6 Versickerungssysteme 177
Arbeitsblatt 5.2 Was schluckt mein Boden? 179–181

Grundwasserbewirtschaftung – der unsichtbare Schatz

Internet Flashfilm Grundwasser 162

Abwasserentsorgung – weg mit dem Dreck

Folie 5.7 Mischkanalisation 183
Folie 5.8 Trennkanalisation 185
Folie 5.9 Offene Abwasserläufe 187

Kläranlagen – alles klar?

Folie 5.10 Schema einer Kläranlage 189
Folie 5.11 Funktionsschema Faulbehälter 191
CD-ROM Lernspiel Mach's klar! Bau einer Kläranlage

Die Aufgaben der Wasserwirtschaftsverbände

Flussgebietsmanagement

Flussgebietsmanagement – was soll das denn sein? Managen heißt eigentlich nichts anderes, als etwas geschickt zu leiten, zu lenken oder zu organisieren. Aber warum braucht ein Flussgebiet so etwas? Ganz einfach: Wir nutzen unsere Gewässer ganz unterschiedlich, und jeder stellt dabei andere Ansprüche an das Wasser. Da sind zum Beispiel die Kraftwerke, die Kühlwasser brauchen, und da ist die Industrie, die Wasser für ihre Produktion benötigt. Wir wollen angeln, baden und Boot fahren. Große Mengen Abwasser müssen gereinigt und entsorgt werden, und dabei dürfen die Flüsse und Bäche nicht zu viel und nicht zu wenig Wasser haben (geregelte Wasserführung). Auch müssen die Menschen vor Hochwasser geschützt werden. Gleichzeitig gilt es aber auch, die Natur zu schützen und mit unseren Bächen und Flüssen sorgsam und nachhaltig umzugehen.
Alles auf einmal ist schwierig, und die unterschiedlichsten Ansprüche ans Wasser müssen geschickt organisiert und gegeneinander abgewogen, also „gemanagt“ werden. Für Emscher und Lippe und ihre zahlreichen Zuflüsse haben zwei **Wasserwirtschaftsverbände,** die Emschergenossenschaft und der Lippeverband, diese schwierige Aufgabe übernommen.

Info
Emschergenossenschaft und Lippeverband betreuen über 700 Kilometer Wasserläufe in einem über 4.000 Quadratkilometer großen Einzugsgebiet mit etwa 3,8 Millionen Einwohnern.

Querverweis
Kapitel 3.2. Vielfältige Gewässernutzung. Seite 79

Gewässerunterhaltung, Gewässerumbau und Renaturierung – auch ein Fluss braucht Pflege

In natürlichen Gewässern fließt das Wasser von allein durch das Gefälle ab, in der Fachsprache sagt man „sie haben einen geregelten Abfluss“. Für Emscher und Lippe und ihre Nebenbäche ist das schon lange nicht mehr selbstverständlich. Dies liegt vor allem am Bergbau, aber das ist eine lange Geschichte, deswegen später mehr davon. Früher wollte man Abwässer und Regenwasser möglichst schnell und sicher durch die Bäche und Flüsse ableiten. Dazu wurden sie begradigt und in ein Stein- und Betonkorsett gezwängt.
Heute wollen wir einen solchen „pflegeleichten“ Fluss oder Bach nicht mehr haben. Er widerspricht einer nachhaltigen und möglichst naturnahen Entwicklung des Gewässers. Wo immer es geht, werden deshalb Flächen zur Verfügung gestellt, um Uferstreifen anzulegen, Gehölze zu pflanzen und Böschungssicherungen zu beseitigen, damit das fließende Wasser die Ufer und die Aue wieder selbst gestalten kann. Die Flüsse und Bäche in der Emscher- und der Lipperegion werden Stück für Stück umgestaltet. Fuß- und Radwege werden gebaut, sodass sie auch für uns Menschen wieder „erlebbar“ werden.

Querverweis
Kapitel 5.2. Emscher und Lippe im Wandel der Zeit. Seite 195

Querverweis
Kapitel 3.2. Gewässerausbau. Seite 79

Querverweis
Kapitel 4. Nachhaltigkeit. Seite 95

Querverweis
Kapitel 5.2. Der Umbau des Emschersystems. Seite 197

Querverweis
Kapitel 5.2. Umgestaltung der Lippe. Seite 200

Hochwasserschutz – die Flut kann kommen

Hochwasser ist eigentlich etwas ganz Natürliches. Nach heftigen Regenfällen, aber auch nach der Schneeschmelze treten Flüsse und

Info
Da Emscher und Lippe von Natur aus ein nur sehr geringes Gefälle haben, kam es in der Vergangenheit bei starken Niederschlägen schnell zu Überflutungen.

Querverweis
Kapitel 2.3. Lebensraum Aue. Seite 53

Arbeitsblatt 5.1
Die Wanne ist voll – Hochwasser in der Badewanne? Seite 165

Folie 5.1
Hochwasser – ein einfaches Modell. Seite 167

Info
Das Stauvolumen der geplanten Hochwasserrückhaltebecken beträgt jeweils 1,1 Millionen Kubikmeter (1,1 Milliarden Liter).

Folie 5.2
Hochwasserrückhaltebecken Dortmund-Mengede. Seite 169

Internet
www.learn-line.nrw.de/angebote/agenda21/thema/hochwasser.htm

Querverweis
Kapitel 5.2. Emscher und Lippe im Wandel der Zeit. Seite 195

Folie 5.3
Bergsenkung. Seite 171

Info
Die Gesamtstrecke der Deiche links und rechts der Gewässer beträgt im Emschergebiet etwa 137 Kilometer und im Gebiet des Lippeverbandes rund 83 Kilometer.

Folie 5.4
Polderflächen der Emscher-Lippe-Region. Seite 173

Info
Emschergenossenschaft und Lippeverband betreiben gemeinsam 213 Pumpwerke. Man unterscheidet zwischen Bachpumpwerken, die den gesamten Abfluss eines Gewässers aus dem Senkungsgebiet heraus in den nächsten Gewässerabschnitt fördern, Kanalisationspumpwerken, die Wasser aus Abwasserkanälen oder Oberflächengewässern in eine Kanal oder Gewässerlauf pumpen, und Hochwasserpumpwerken, die nur bei Hochwasser die fehlende Abflussmöglichkeit ersetzen.

Bäche über die Ufer und überfluten ihre Aue. Aber wir Menschen haben die Flussauen im Laufe der Zeit immer mehr zugebaut. Also müssen wir das Zuviel an Wasser irgendwie zurückhalten, und dafür gibt es **Hochwasserrückhaltebecken.** Sie sind normalerweise leer oder nur teilweise mit Wasser gefüllt. Wenn die Wassermenge in einem Fluss oder Bach zu stark anwächst, wird das Hochwasserrückhaltebecken geflutet und das Wasser anschließend langsam wieder in das Gewässer abgelassen. Rückhaltebecken können sich bei entsprechender Gestaltung zu ökologisch wertvollen Lebensräumen entwickeln. Bei Dortmund plant die Emschergenossenschaft zwei Hochwasserrückhaltebecken mit einer Gesamtfläche von 63 Hektar, das entspricht 88 Fußballfeldern. Sie werden als „grüne Becken“ mit auentypischen Lebensräumen gestaltet. Bei Hochwasser helfen aber nicht nur Rückhaltebecken. So ist es auch sinnvoll, den Bach oder Fluss „kontrolliert“ über die Ufer treten zu lassen, und zwar überall da, wo er kaum Schaden anrichten kann, auf Wiesen und Weiden zum Beispiel. Solche überflutbaren Flächen heißen **Retentionsräume.**

In der Emscher-Lippe-Region gibt es aber noch ein ganz besonderes Problem. Durch den Bergbau sind unterirdische Hohlräume entstanden. An vielen Stellen ist die Erdoberfläche darüber samt Gewässer abgesackt – im Extremfall bis zu 25 Meter tief. Diese **Bergsenkungen** führten die Gewässer im wahrsten Sinne des Wortes in die Irre. Das Wasser fand seinen natürlichen Weg nicht mehr und staute sich in den entstandenen Mulden. So kam es zu vielen Überschwemmungen.

Um die abgesunkenen Flächen vor Überflutungen zu schützen, mussten die Bäche in Fließrichtung unterhalb der durch Bergsenkungen entstandenen Mulden vertieft oder die abgesunkenen Flussabschnitte wieder angehoben und eingedeicht werden. Ohne **Deiche** würde bei Hochwasser das tiefer liegende Umland sofort überschwemmt. An anderen Stellen wurden aber auch Flüsse und Bäche komplett um das abgesunkene Gebiet herumgeleitet. So wurde beispielsweise die Emschermündung gleich zweimal auf mehreren Kilometern Länge nach Norden verlegt. Übrigens ist der Lippe-Deich bei Hamm-Herringen mit über 19 Metern Höhe wohl der höchste Flussdeich Europas.

Die Pumpwerke – manchmal hilft nur noch pumpen

Wie Brücken mit Geländer führen Deiche die Bäche und Flüsse über die Bergsenkungsmulden. Aber aus der tiefer liegenden Umgebung kann das Wasser nicht mehr von selbst in diese Bäche und Flüsse abfließen, es sind sogenannte **Polderflächen** entstanden. Um nun diese Flächen hinter den Deichen von Wasser zu befreien, sind zahlreiche Pumpwerke notwendig, in denen große **Pumpen** das Wasser aus den Senken herausbefördern. Im Jahr sind das über 600 Milliarden Liter Wasser. Heute werden die Pumpen so angelegt, dass

sauberes und schmutziges Wasser getrennt transportiert werden. Das saubere Wasser wird in die Gewässerläufe gepumpt und das Schmutzwasser zum nächsten Abwasserkanal oder direkt zur Kläranlage. Da sich die Landschaft infolge des Bergbaus dauerhaft verändert hat, werden die Pumpen wohl „ewig“ laufen. Die Kosten trägt hierfür im Wesentlichen der Bergbau als Verursacher der Bodensenkungen.

Regenwasserbewirtschaftung – Regen auf richtigen Wegen

In einigen Ländern führt man Tänze auf, um Regen herbeizuzitieren, auf uns wirkt er meist eher störend und lästig. Dabei erfüllt der Regen eine wichtige Funktion im Wasserkreislauf. Er versickert im Boden, bildet Grundwasser, speist direkt (Oberflächenabfluss) und indirekt (Grundwasserzustrom) die Bäche und Flüsse und sichert somit unsere Trinkwasserversorgung. Das ist der „richtige“, der natürliche Weg des Regens. Aber bei uns kann das Wasser nicht mehr einfach überall versickern, denn viele Flächen sind zugebaut, der Boden ist **versiegelt.** Also fließt ein großer Teil des Regenwassers schnell in die Kanalisation, mischt sich dort mit dem Schmutzwasser und muss in den Kläranlagen aufwändig gereinigt werden. Und die Kanalrohre müssen auch noch groß genug sein, um die Wassermassen aufzunehmen. Dabei können sie einen Durchmesser von über vier Metern erreichen. Außerdem darf das viele Wasser nicht auf einmal in der Kläranlage ankommen. Diese wäre dann total überlastet. Deswegen wird das Wasser in speziellen **Regenüberlaufbecken** „zwischengelagert“ und von dort dosiert an die Kläranlage weitergeleitet. Ist das Becken voll und es regnet immer noch, muss das überschüssige Wasser in einen Fluss oder Bach eingeleitet werden. Um zu verhindern, dass dabei zu viel Wasser plötzlich in das Gewässer gelangt, sind häufig **Regenrückhaltebecken** vorgeschaltet. Sie nehmen die abfließenden Wassermengen kurzfristig auf und geben sie langsam an das Gewässer ab. So werden die Wasserorganismen davor bewahrt, von einer plötzlichen starken Flutwelle weggeschwemmt zu werden.

Das alles verursacht hohe Kosten, und auch für die Umwelt gibt es bessere Lösungen. Denn das abgeleitete Regenwasser fehlt an anderen Stellen. Quellen und Bäche fallen trocken, das Grundwasser wird nicht genügend erneuert und der Boden nicht bewässert. Andererseits sind die Bäche und Flüsse bei starken Regenfällen durch das schnell abfließende Regenwasser überfordert, und die Gefahr des Hochwassers wächst. Deshalb brauchen wir einen sinnvollen Umgang mit Regenwasser, die **naturnahe Regenwasserbewirtschaftung.** Ihr Ziel ist es, möglichst viel sauberes Regenwasser von der Kanalisation fernzuhalten und dem Grundwasser, aber auch wohldosiert den Flüssen und Bächen zuzuführen. Die einfachste Methode: Das Wasser versickert einfach im Boden **(Regenwasserversickerung).** Bei wasserdurchlässigem Boden lässt sich das Regenwasser beispielsweise von Dächern oder anderen versiegelten Flächen auf eine große,

Querverweis
Kapitel 1.2. Der Wasserkreislauf. Seite 23

Info
In der Emscherregion sind mehr als 60 Prozent der gesamten Fläche bebaut und 20 Prozent versiegelt.

Info
Der Anteil des Regenwassers in der Kanalisation kann nach starken Regenfällen bis zu 99 Prozent betragen.

Folie 5.5
Regenüberlaufbecken und Regenrückhaltebecken. Seite 175

Info
In den Regenüberlaufbecken erfolgt bereits eine gewisse Reinigung des Wassers durch die Absetzwirkung. Außerdem wird das Mischwasser vom Regen stark verdünnt, bevor es bei größeren Regenereignissen ausnahmsweise in die Gewässer eingeleitet wird.

Info
Die Emschergenossenschaft hat Ende 2005 zusammen mit dem Land NRW und mit allen Kommunen der Region die „Zukunftsvereinbarung Regenwasser“ verabschiedet, wonach in den nächsten 15 Jahren 15 Prozent des Regenwassers vom Kanalnetz entkoppelt werden sollen (kurz: „15 in 15“).

Folie 5.6
Versickerungssysteme. Seite 177

Arbeitsblatt 5.2
Was schluckt mein Boden? Teil 1 bis 2. Seite 179–181

Selbermachen
Die Schüler erkunden das Schulgelände, überlegen, wo eine Regenwasserversickerung möglich ist und planen diese. Emschergenossenschaft und Lippeverband beraten Sie unter Tel.: 0201/104-3150 zur Umsetzung der Schülerideen.

Info
In der Broschüre „Die Route des Regenwassers“ der Emschergenossenschaft finden Sie weitere Informationen.

Querverweis
Kapitel 1.3. Der Boden als Wasserfilter. Seite 29

Querverweis
Kapitel 1.2. Der Wasserkreislauf. Seite 23

Internet
Flashfilm zum Thema Grundwasser unter: www.wasser-wissen.de/flash/marum/lerncd_grundwasser.htm

Info
Ein großer Teil des Grundwassers wird als sogenanntes Fremdwasser in der Kanalisation abgeleitet. Zukünftig könnte dieses Grundwasser, statt das Abwassersystem zu belasten, über spezielle Grundwasserkanäle gezielt in die Flüsse und Bäche eingeleitet werden.

Info
Ein weiteres Problem bringt die Kanalsanierung mit sich. Da, wo die Kanalisation undicht ist, kann Grundwasser in die Abwasserkanäle einsickern. Durch eine Sanierung entfällt diese Drainagewirkung, und es entstehen punktuelle Grundwasseranstiege.

Info
Numerische zwei- oder dreidimensionale Grundwasserströmungsmodelle simulieren die Grundwasserströmung und berechnen die Bilanzen.

Folie 5.7
Mischkanalisation. Seite 183

Folie 5.8
Trennkanalisation. Seite 185

Folie 5.9
Offene Abwasserläufe. Seite 187

begrünte Freifläche leiten **(Flächenversickerung).** Man kann das Wasser aber auch in einer flachen Mulde sammeln, von wo es dann langsam in den Boden abfließt. Eine solche **Versickerungsmulde** kann gut mit der Anlage eines Teiches gekoppelt werden. Es gibt eine Vielzahl von Gestaltungsmöglichkeiten, beispielsweise kleine „Wasserläufe“ anlegen, das abgeleitete Regenwasser in einem Brunnen sammeln … der Fantasie sind hier kaum Grenzen gesetzt. Die Regenwasserversickerung hat viele Vorteile:

- Das Wasser wird auf natürliche Weise beim Versickern durch den Boden gereinigt
- Das Grundwasser wird angereichert
- Die Kanalisation und die Kläranlagen werden entlastet
- Da die Kanalisation nicht mehr so rasch und stark überläuft, kommt es auch nicht so schnell zu Hochwasser in unseren Bächen

Grundwasserbewirtschaftung – der unsichtbare Schatz

Der Steinkohleabbau und die damit verbundenen Bergsenkungen haben auch unser Grundwasser wesentlich beeinflusst, denn in den Senkungsmulden wurde der Abstand zwischen dem Grundwasser und der Geländeoberfläche **(Grundwasserflurabstand)** verringert. Stellenweise hat sich die Erdoberfläche sogar unter den ursprünglichen Grundwasserspiegel abgesenkt. Damit es nicht zu großflächigen Vernässungen an der Oberfläche kommt, muss der Grundwasserstand dauerhaft gesenkt werden. Dafür sorgen spezielle Polderbrunnen und Pumpwerke.
Der Grundwasserspiegel kann allerdings auch durch die Regenwasserversickerung und die Höherlegung der Bachsohlen beim Gewässerumbau in der Emscher-Lippe-Region ansteigen. Dies könnte vor allem in den Senkungsgebieten, wo das Grundwasser ja sowieso schon hoch ansteht, zu nassen Kellern oder anderen Schäden an den Häusern oder sogar zu Überflutungen führen. Um solche ungewollten Auswirkungen rechtzeitig zu erkennen und zu verhindern, werden mögliche Veränderungen des Grundwasserstandes durch spezielle Untersuchungen ermittelt. Außerdem gibt es rund 3.000 Messstellen, an denen die aktuellen Grundwasserstände regelmäßig erfasst werden. All diese Ergebnisse fließen in die Planung der Umgestaltung von Emscher, Lippe und ihren Zuflüssen ein und helfen bei der Entscheidung über Art und Umfang der Grundwasserregulierung.

Abwasserentsorgung – weg mit dem Dreck

Schon mal überlegt, was wir alles so „runterspülen“? Da wäre es doch interessant, einen Tag lang eine Liste zu führen. All das, was wir durch den Ausguss am Waschbecken, durch die Toilette oder von elektrischen Haushaltsgeräten wie Waschmaschinen oder Geschirrspülern in den Abwasserkanal schicken, nennt man **Haushaltsabwässer.** Aber auch in der Industrie fällt eine Menge

Abwasser an, eben **Industrieabwasser.** Und es gibt noch eine dritte Sorte von Abwasser, und das ist – kaum zu glauben – das **Regenwasser.** Überall, wo es nicht versickern kann, wird es in die Kanalisation abgeleitet. Ein ausgedehntes **Abwasserkanalsystem** sorgt dafür, dass die Abwässer zur Kläranlage transportiert werden. 30 Prozent der im Abwasser enthaltenen Stoffe (Schmutzstoffe) sind fest und sichtbar, der Rest sind „unsichtbare", gelöste Schmutzstoffe. Bei der Mischkanalisation werden Schmutz- und Niederschlagswasser gemeinsam abgeleitet. Bei der Trennkanalisation werden zwei Kanalsysteme verlegt. Neben dem Abwasserkanal gibt es einen gesonderten Kanal, in dem das Regenwasser gesammelt und direkt in ein Gewässer eingeleitet wird. Und hier gibt es schon wieder eine Besonderheit in der Emscher-Lippe-Region, die **„Köttelbecken".** Das sind Abwasserbachläufe (oder auch Schmutzwasserläufe genannt), die ihren Spitznamen nicht zu Unrecht tragen. Allerdings gab es jahrzehntelang keine vertretbare wirtschaftliche und technische Alternative, weil unterirdische Kanäle durch die Bergsenkungen immer wieder abgesunken und beschädigt worden wären. Heute ist es möglich, ein **unterirdisches Rohrleitungssystem** (Kanalisation) ohne die ständige Gefahr einer Beschädigung anzulegen, denn die Kohlenvorräte sind weitestgehend erschöpft und die Bergsenkungen abgeklungen. Die neuen Abwasserkanäle werden teils in offenen Baugruben, teilweise aber auch unterirdisch verlegt. Riesige Vortriebsmaschinen wühlen sich dabei wie Maulwürfe durch die Erde und schaffen Platz für die Betonröhren. So wird die offene Abwasserführung Schritt für Schritt in den nächsten Jahren verschwinden.

Querverweis
Kapitel 3.1. Wasserverbrauch. Seite 63

Info
Im sogenannten bergmännischen Vortriebsverfahren werden die Kanalrohre unterirdisch durch Vortriebsmaschinen verlegt. Ausgangs- und Zielpunkt sind Schächte mit einer Tiefe von fünf bis 40 Metern. Über diese wird der Aushub wegtransportiert. Beim Bau des neuen Emschersystems können die Rohre einen Durchmesser von bis zu 4,40 Metern aufweisen.

Querverweis
Kapitel 5.2. Emscher und Lippe im Wandel der Zeit. Seite 195
Folie 5.15. Bau der Abwasserkanäle. Seite 209

Kläranlagen – alles klar?

In der Kläranlage angelangt, wird das Abwasser zuerst **mechanisch** gereinigt. Hierzu fließt es zunächst durch die **Rechenanlage.** Dies ist ungefähr so, als würde man das Wasser durch ein großes Sieb gießen. Kaum vorstellbar, was hier alles hängen bleibt. Die zurückgehaltenen Feststoffe, das sogenannte Rechengut, sind nicht weiter verwertbar und werden deshalb in Müllverbrennungsanlagen entsorgt.
Anschließend durchströmt das Abwasser den **Sandfang.** Dort setzen sich die schweren Feststoffe – hauptsächlich Sand – am Boden ab. Das sogenannte Sandfanggut wird in Containern gesammelt, recycelt und zum Beispiel im Straßenbau verwendet. Als Nächstes sinken in einem **Vorklärbecken** auch die restlichen, leichteren Feststoffe im Wasser zu Boden und bilden dort den **Vorklärschlamm.** Dieser Schlamm wird in Trichter geschoben und zum **Faulbehälter** weitergeleitet, aber davon später mehr. Fette, Öle und andere leichte Stoffe, die auf der Wasseroberfläche schwimmen, werden abgeschöpft. Mit diesem mechanischen Reinigungsverfahren werden immerhin 20 bis 30 Prozent der im Abwasser befindlichen Schmutzstoffe entfernt.
Anschließend geht es zur **biologischen Reinigungsstufe.** Diese ist

Folie 5.10
Schema einer Kläranlage. Seite 189

CD-ROM
Lernspiel Mach's klar! Bau einer Kläranlage.

Querverweis
Kapitel 3.1. Biologische Selbstreinigung. Seite 65

Info
Die Belebungsbecken sind in einen unbelüfteten und einen belüfteten Teil gegliedert, zwischen denen das Abwasser zirkuliert. Im belüfteten Teil werden die Mikroorganismen ständig ausreichend mit Sauerstoff versorgt. In den Belebungsbecken wird auch der im

5.1 Lehrerlexikon

Abwasser enthaltene Stickstoff eliminiert: Der anorganische Stickstoff wird im belüfteten Teil der biologischen Reinigung durch spezielle Bakterien nitrifiziert, also zu Nitrat (NO_3^-) umgewandelt. Der Nitratstickstoff wird im unbelüfteten Teil zu elementarem Stickstoff (N_2) reduziert, der frei gewordene Stickstoff entweicht als Gas in die Luft (Denitrifikation). Dabei sind die meisten Mikroorganismen in der Lage, unter Ausschluss von gelöstem Sauerstoff ihren Stoffwechsel umzustellen. Sie verwerten dann den im NO_3^- gebundenen Sauerstoff (Nitratatmung).

Info
In den Faulbehältern der Kläranlagen von Emschergenossenschaft und Lippeverband wurden allein im Jahr 2005 rund 39 Millionen Kubikmeter Klärgas gewonnen. Zum Vergleich: In einen normalen Heißluftballon passen 3.000 Kubikmeter Gas.

Folie 5.11
Funktionsschema Faulbehälter.
Seite 191

der Natur abgeschaut, der **Selbstreinigungskraft der Gewässer:** Es sind vor allem die in Bächen, Flüssen und Seen lebenden Winzlinge, Mikroorganismen wie zum Beispiel die Bakterien, die organische Schmutzstoffe im Wasser abbauen und unschädlich machen. Sie nutzen sie einfach als „Nahrung“. In den speziellen **Belebungsbecken** der Kläranlage finden sie dafür optimale Lebensbedingungen und können sich wie die Maden im Speck vermehren. Und so entfernen Millionen von Bakterien die gelösten Schmutzstoffe aus dem Abwasser. Mit diesem biologischen Reinigungsverfahren werden die restlichen 70 bis 80 Prozent der Schmutzstoffe aus dem Abwasser entfernt. Im **Nachklärbecken** werden der Bakterienschlamm und das geklärte Wasser voneinander getrennt. Das saubere Wasser kann nun in ein Gewässer fließen. Der größte Teil des Bakterienschlamms wird in das Belebungsbecken zurückgepumpt **(Rücklaufschlamm),** wo die Mikroorganismen ihre Arbeit erneut aufnehmen. Da sich die Bakterien vermehrt haben, wird der **Überschussschlamm** zusammen mit dem Schlamm aus der Vorklärung in die Faulbehälter geleitet. „Faul-“ hat übrigens nichts mit Faulheit zu tun. Es kommt von dem Wort „Fäulnis“, was so viel wie bakterielle Zersetzung bedeutet, denn in den **Faulbehältern** (sie werden wegen ihres Aussehens auch Faultürme genannt) sorgen wieder Bakterien dafür, dass ein Großteil der organischen Bestandteile im Schlamm in anorganisches, also biologisch nicht mehr aktives Material umgewandelt wird. Das dauert ungefähr drei bis vier Wochen. Aus dem Faulschlamm wird so „ausgefaulter“ **Klärschlamm,** und dabei entsteht auch noch **Biogas,** das zur Erzeugung von Wärme und elektrischer Energie nutzbar ist. Jetzt bleibt nur noch die Frage: Wohin mit dem Klärschlamm? Da der Klärschlamm wertvolle Pflanzennährstoffe enthält, lässt er sich als Dünger verwenden. Das geht natürlich nur, wenn er frei von Schadstoffen (zum Beispiel Schwermetalle) ist. Deshalb wird er vorher genau untersucht. Der Klärschlamm lässt sich aber auch zur Wärme- und Stromerzeugung nutzen. Dafür wird er entwässert, mit Kohle angereichert und dann zu Brennstoff verarbeitet. So werden wertvolle Rohstoffe wie Gas und Erdöl gespart.

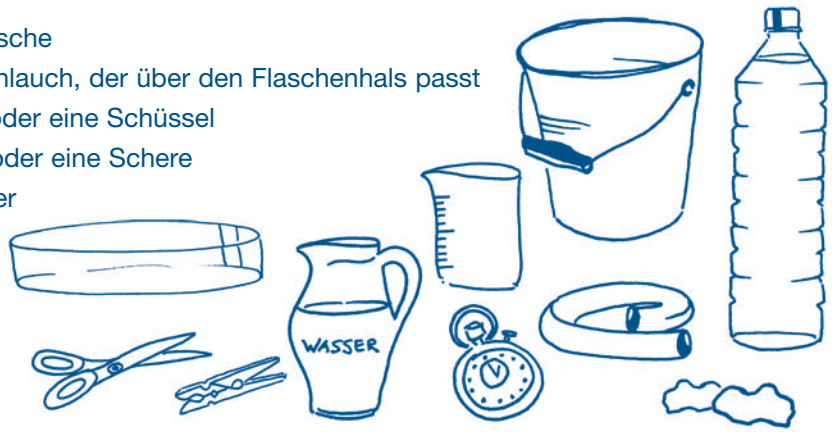
Die Wanne ist voll – Hochwasser in der Badewanne?

Wie Hochwasser zustande kommt, kannst du in der Badewanne testen.

Eine Überschwemmung im Badezimmer könnte allerdings Ärger geben, aber du kannst dir recht einfach ein Modell bauen.

Du brauchst dazu:

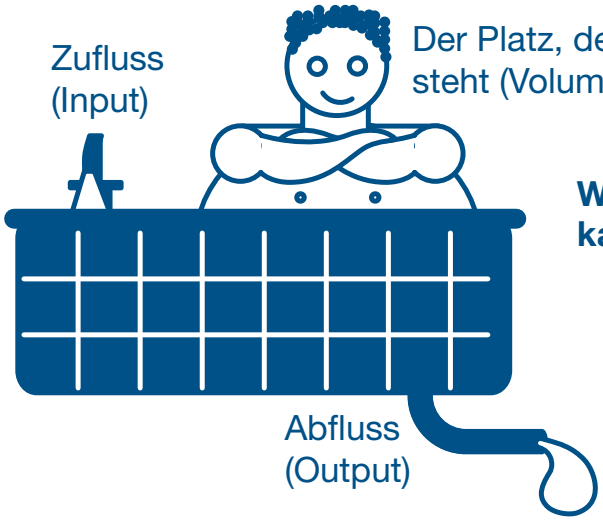
- eine eckige PET-Flasche
- ein Stück Gummischlauch, der über den Flaschenhals passt
- eine flache Schale oder eine Schüssel
- ein großes Messer oder eine Schere
- eine Wäscheklammer
- 1–2 Steine
- einen Messbecher
- eine Stoppuhr
- einen Eimer
- Wasser



Dein Versuchsaufbau (Skizze)

Nun kannst du die verschiedensten „Hochwassersituationen“ simulieren. Überlege dir zunächst, welche Fragen du beantworten möchtest und welche Versuche dafür nötig sind.
Mögliche Fragen:
Wodurch kann Hochwasser entstehen?
Welche Möglichkeiten habe ich, um Hochwasser zu verhindern?
Wie lange dauert es, bis eine bestimmte Wassermenge abtransportiert wird?
Wovon hängt es ab, wie schnell eine bestimmte Wassermenge abtransportiert wird?

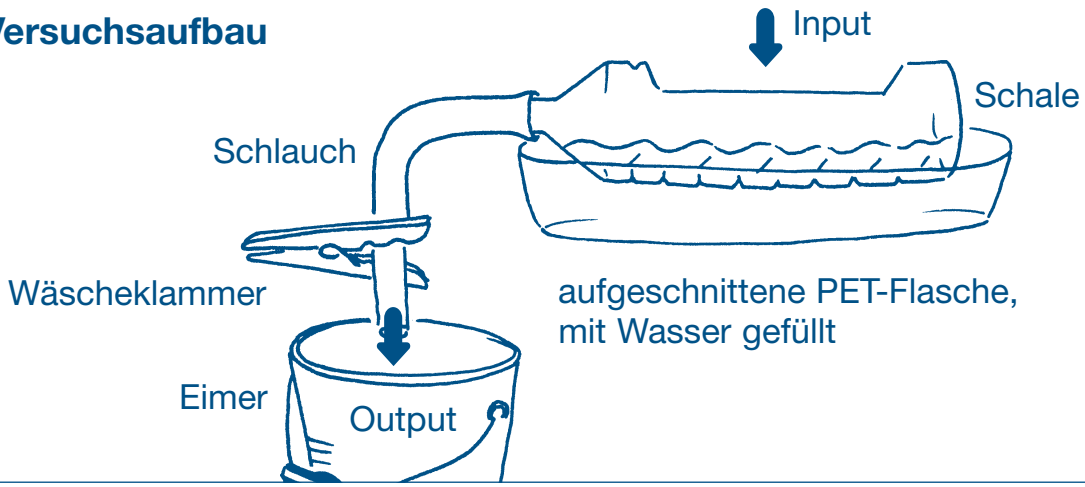
Hochwasser – ein einfaches Modell



Wie Hochwasser zustande kommt, kannst du in der Badewanne testen!

Ein einfaches Modell aus einer aufgeschnittenen PET-Flasche genügt auch:

Versuchsaufbau



Versuchsreihe

1. Es gelangt so viel Wasser in das Gewässer, wie zur gleichen Zeit abfließt. (Input gleich Output.)

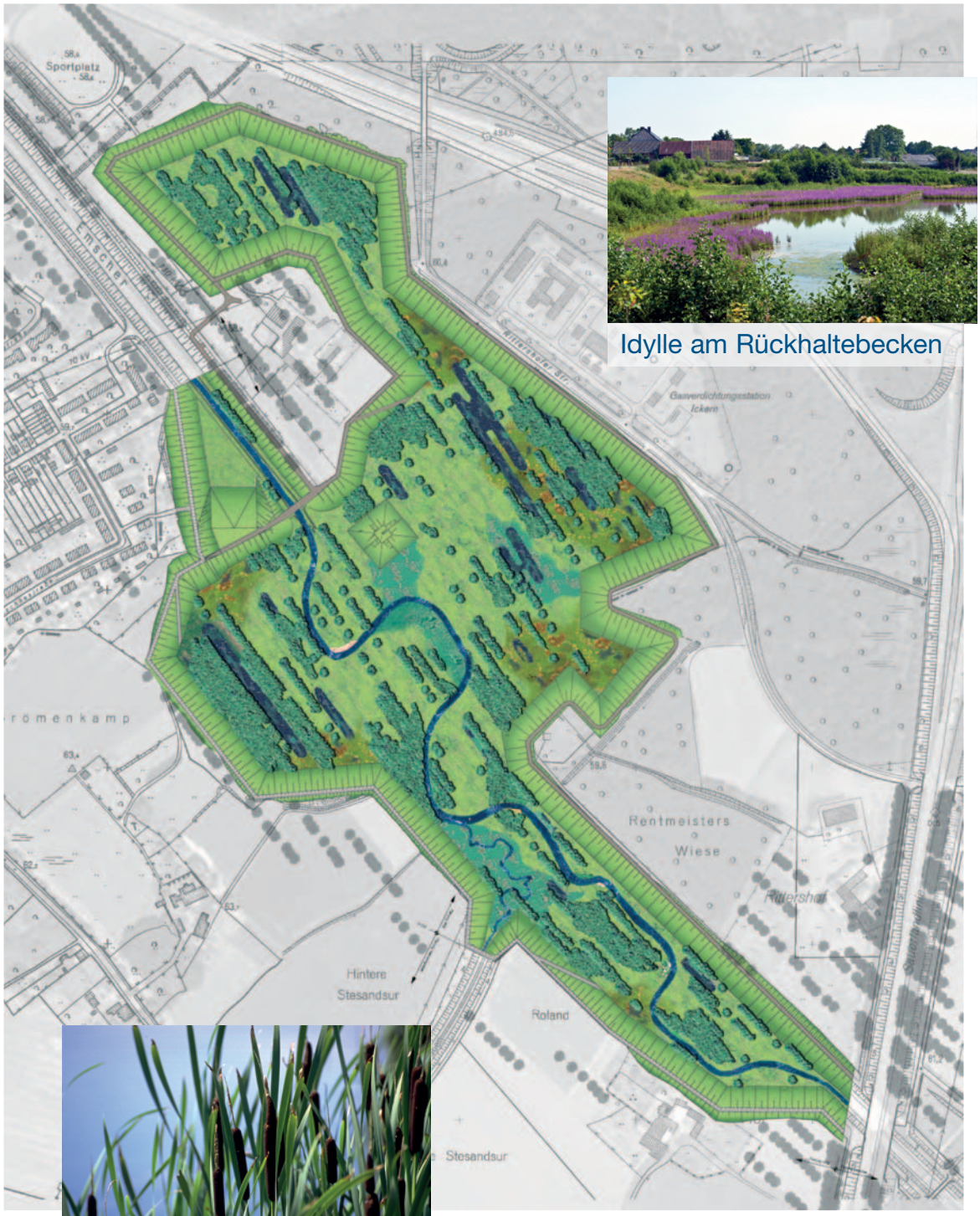
2. Der Zufluss erhöht sich. Es gelangt mehr Wasser in das Gewässer, als zur gleichen Zeit abfließt. (Der Input ist höher als der Output.)

3. Der Abfluss verringert sich. Es fließt weniger Wasser ab, als zur gleichen Zeit in das Gewässer hinzukommt. (Der Output ist geringer als der Input.)

4. Das Volumen des Gewässers verändert sich.

EMSCHER LIPPE
GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

Hochwasserrückhaltebecken Dortmund-Mengede

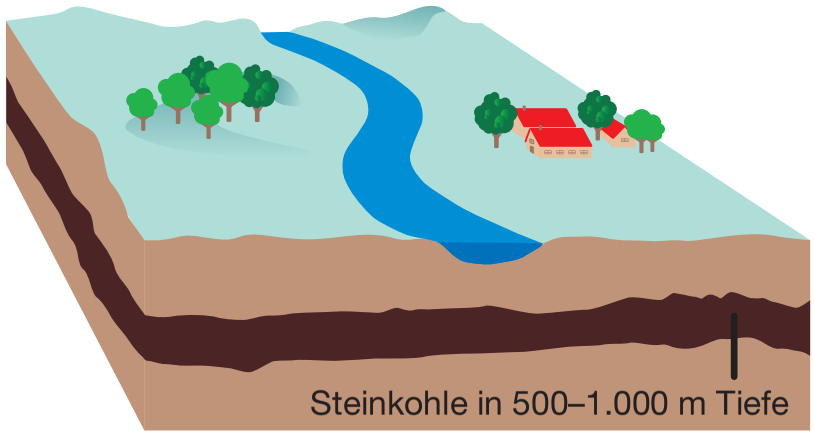


Idylle am Rückhaltebecken

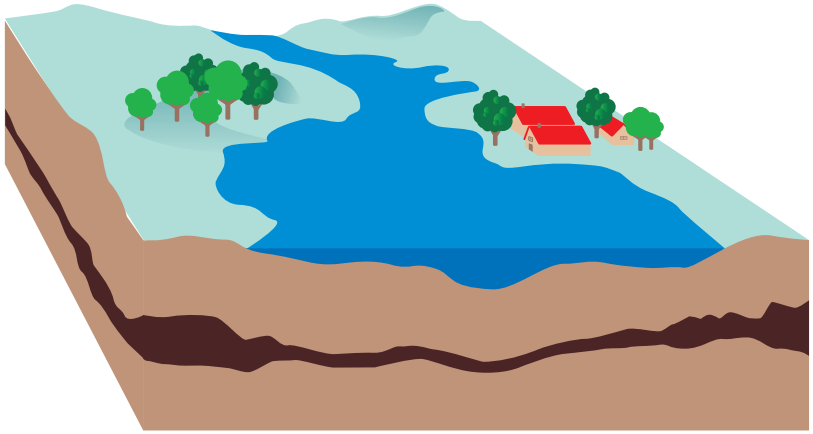
Röhricht

Bergsenkung

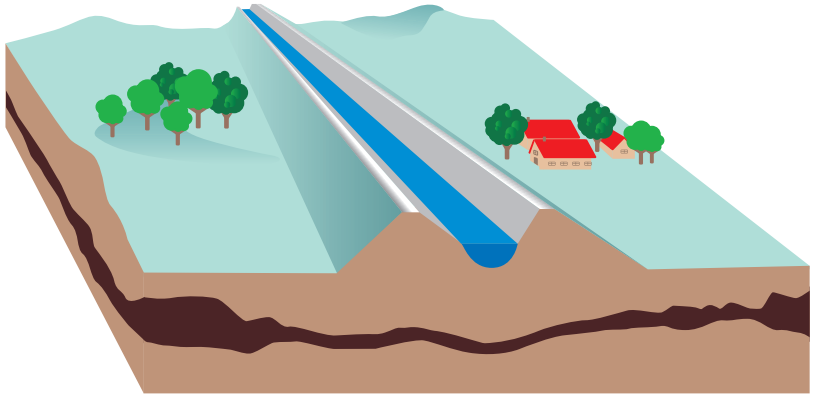
Vor dem Kohleabbau



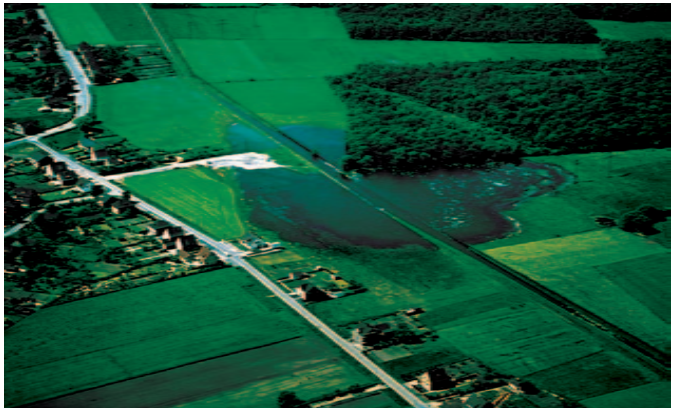
Bergsenkung



Eingedeichter Fluss

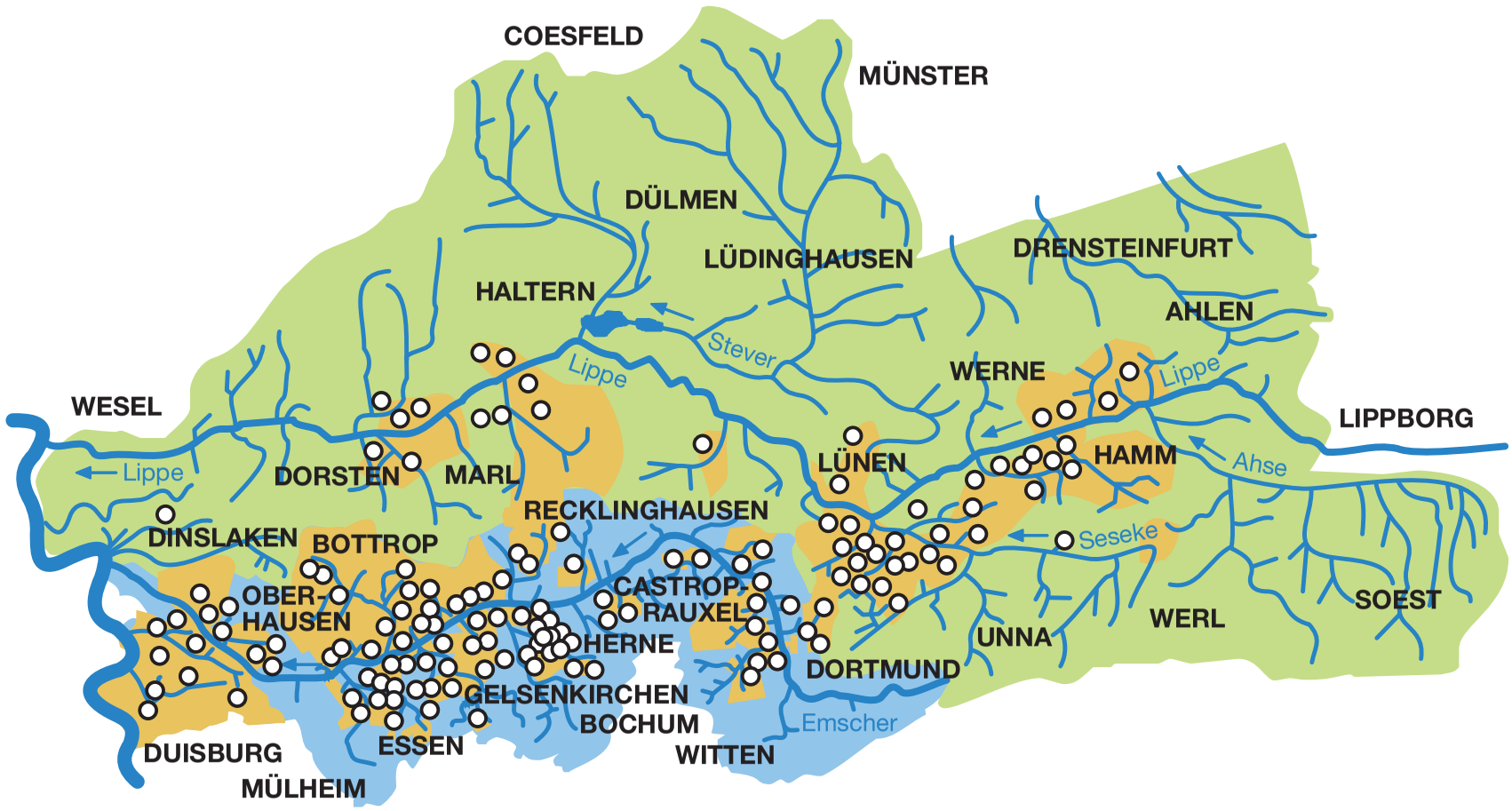


Senkungsmulde am Groppenbach



EMSCHER LIPPE
GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

Polderflächen der Emscher-Lippe-Region



Gebiet des Lippeverbandes
Gebiet der Emschergenossenschaft
Polderflächen

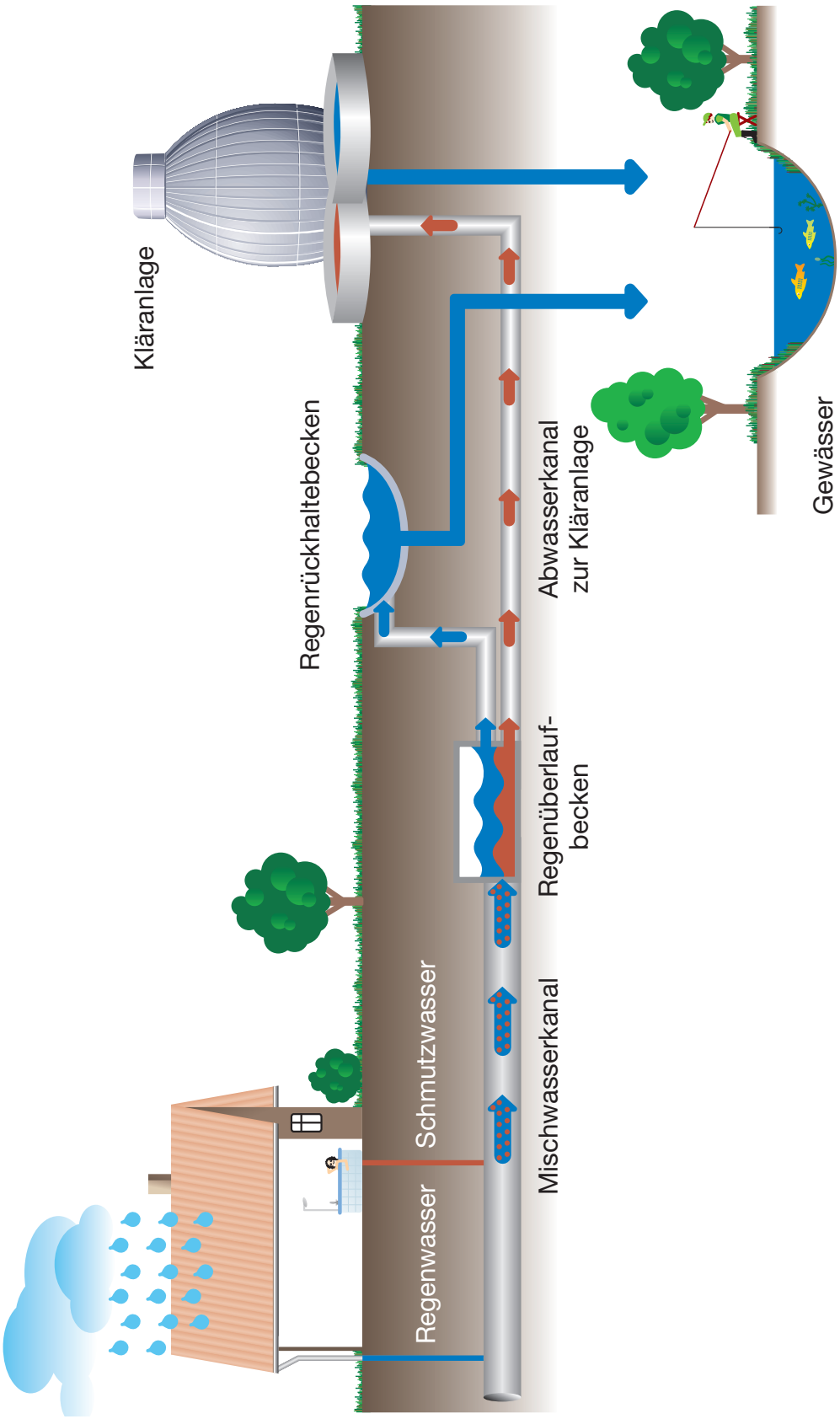
Entwässerungspumpwerk
Wasserlauf

0 5 10 15 20 km
Maßstab

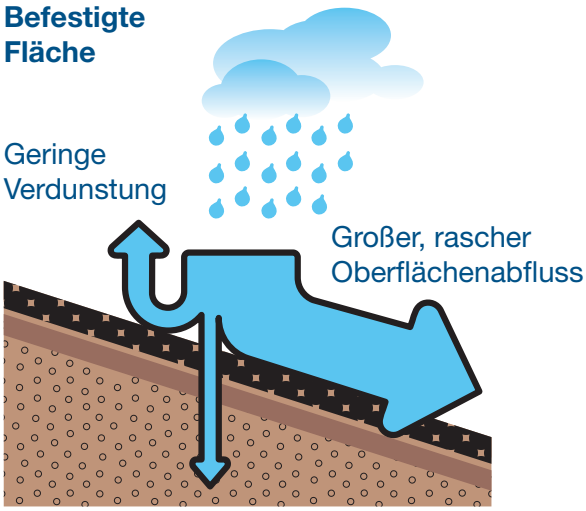
FOLIE 5.4
Polderflächen der Emscher-Lippe-Region

EMSCHER LIPPE GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

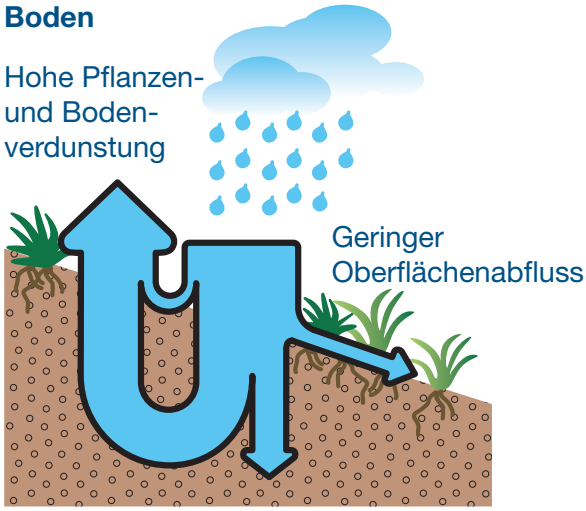
Regenüberlaufbecken und Regenrückhaltebecken



Versickerungssysteme



Minimale Grundwasser-Neubildung



Große Grundwasser-Neubildung

Regenwasserversickerung an der Hiberniaschule in Herne

Regenwasserversickerung
an der Hiberniaschule in Herne

„Wasserfall“ in Bergkamen,
Freizeitzentrum Weddinghofen

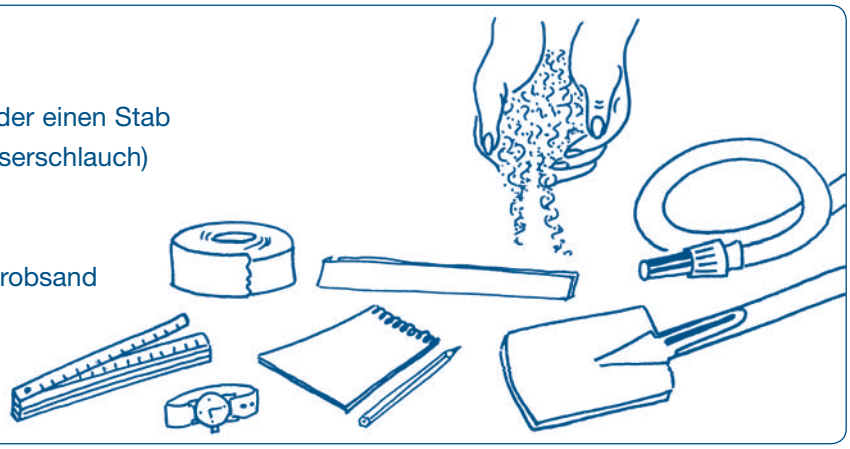
EMSCHER LIPPE GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

Was schluckt mein Boden?

Mit einem Test ist jeder in der Lage, die Versickerungsleistung des Bodens zu bestimmen.

Du brauchst dazu:

- einen Spaten
- eine kleine Holzlatte oder einen Stab
- Wasser (aus dem Wasserschlauch)
- einen Zollstock
- Klebeband
- etwas Feinkies oder Grobsand
- eine Uhr
- Papier und Bleistift
- ca. 2 Stunden Zeit



Zunächst gräbst du eine 20 mal 20 Zentimeter große, rechteckige Grube, die 30 bis 40 Zentimeter tief ist. Die Sohle muss völlig eben sein. Um eine Verschlammung zu verhindern, musst du die Sohle mit einer ein bis zwei Zentimeter dicken Feinkies- oder Grobsandschicht bedecken.
Weil ein trockener Boden das Wasser schneller aufnimmt als ein bereits feuchter, muss die Grube etwa eine Stunde lang vorbewässert werden (am einfachsten mit einem Wasserschlauch). Wichtig ist, dass die Grube während der Vorbewässerung nicht trocken wird! Ist die Vorbewässerung beendet, kann die eigentliche Messung stattfinden.
Du befestigst den Zollstock mit einem Klebeband an der Holzlatte und steckst diese in den Boden der Grube. Jetzt füllst du die Grube 20 bis 25 Zentimeter hoch mit Wasser und notierst die genaue Wasserstandshöhe und die Uhrzeit. Kontrolliere mindestens eine halbe Stunde lang etwa alle zehn Minuten den Wasserstand, und notiere die genauen Werte. Bei geringer Durchlässigkeit des Bodens solltest du den Ablesezeitraum auf 45 bis 60 Minuten erhöhen.

Ergebnis

Uhrzeit	Versickerungsdauer (Minuten)	Wasserstand (Zentimeter)
Summe		

Was schluckt mein Boden?

Auswertung

Berechne, um wie viel Zentimeter in einer Stunde der Wasserstand in der Grube sinkt (Versickerung):
In ? Minuten (Summe der Versickerungsdauer) versickern ? Zentimeter (Summe der Wasserstände)
In 1 Minute versickern: ? Zentimeter : ? Minuten
In 1 Stunde versickern: ? Zentimeter : ? Minuten x 60 Minuten

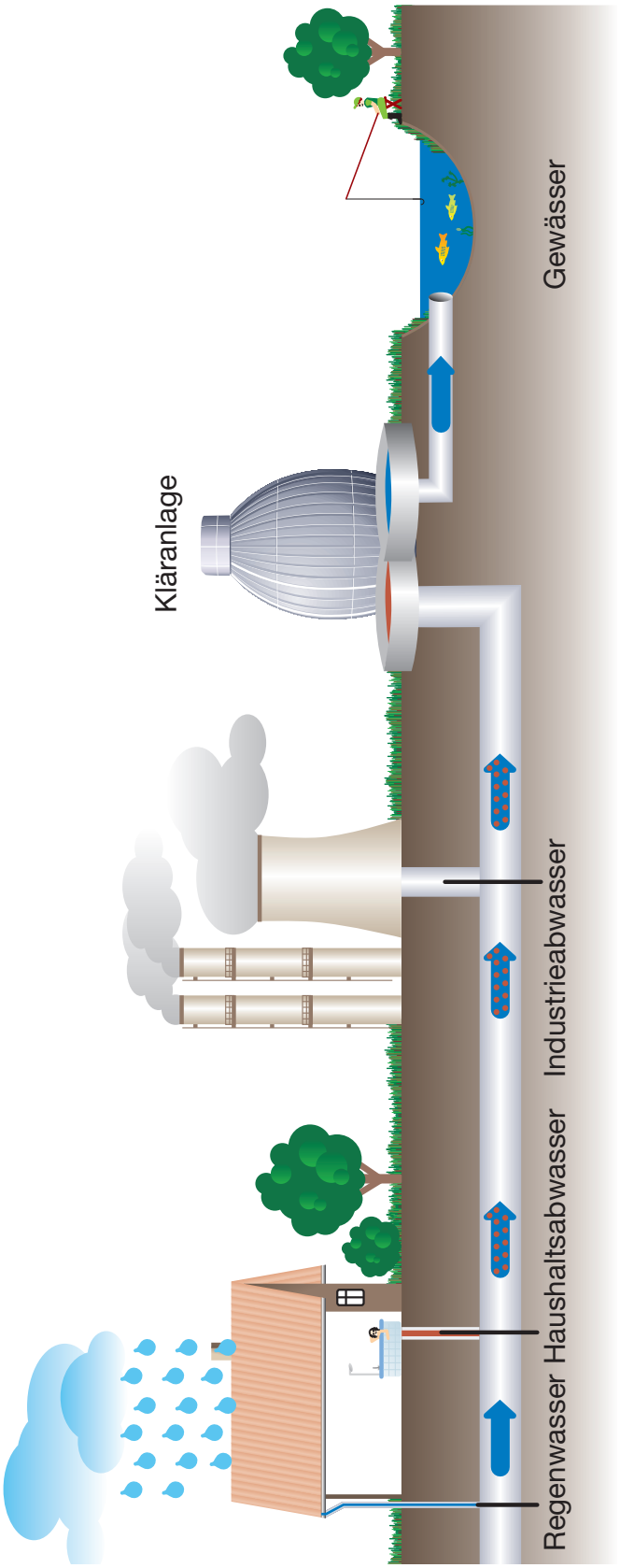
Dein Ergebnis

_____ Zentimeter: _____ Minuten x 60 Minuten = _____ Zentimeter/Stunde

Versickerung (cm/Std.)	Bewertung	Geeignete Versickerungsart
< 0,1	Sehr gering	Sehr großer Aufwand, Versickerungssysteme sind kaum anwendbar
0,1–1	Gering	Mulden-Rigolen-System, bei sehr großer vorliegender Fläche bedingt auch Muldenversickerung und Sickerteich
1–10	Mittel	Muldenversickerung und Sickerteich
10–50	Hoch	Muldenversickerung und Sickerteich
50–150	Sehr hoch	Mulden- und Flächenversickerung
> 150	Extrem hoch	Flächenversickerung

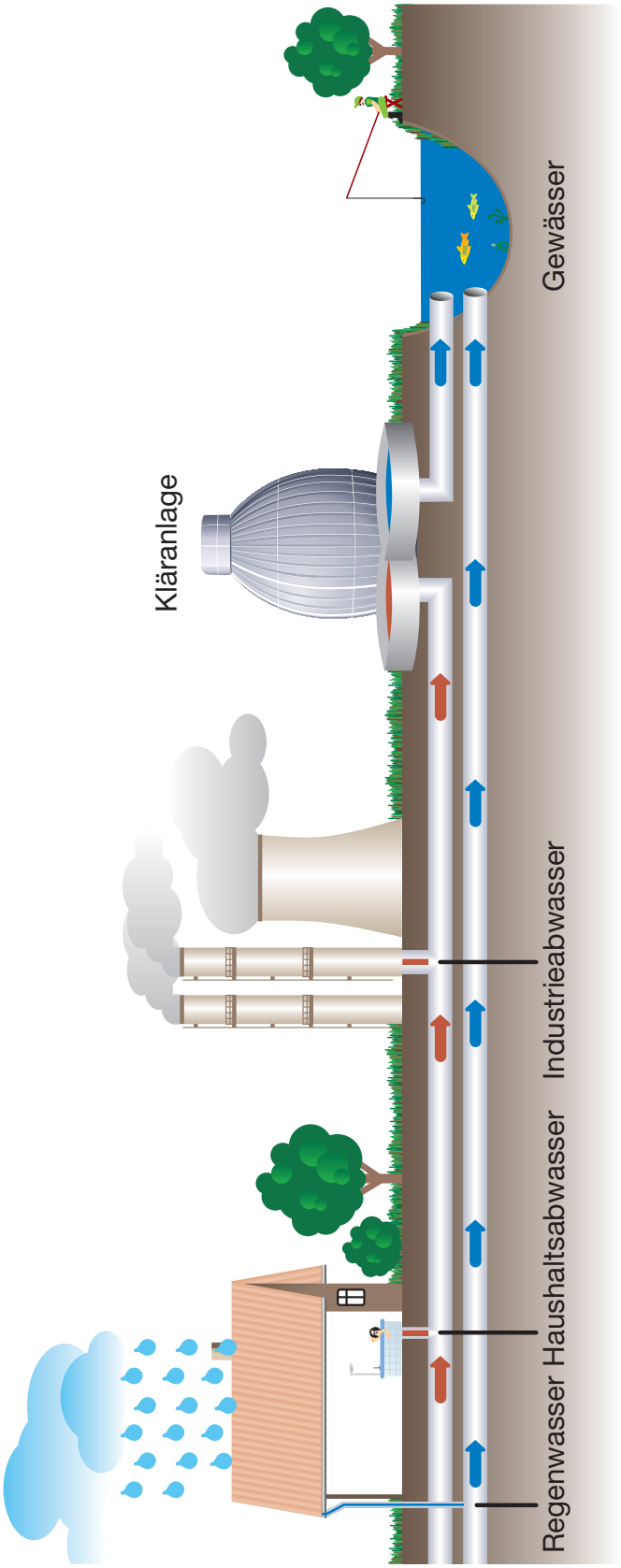
Im Mulden-Rigolen-System wird das Regenwasser in unterirdischen Kieskörpern gesammelt und mit einer zeitlichen Verzögerung an den Boden abgegeben. Diese Methode eignet sich für Böden, die nur wenig bzw. sehr langsam das Wasser versickern lassen.

Mischkanalisation



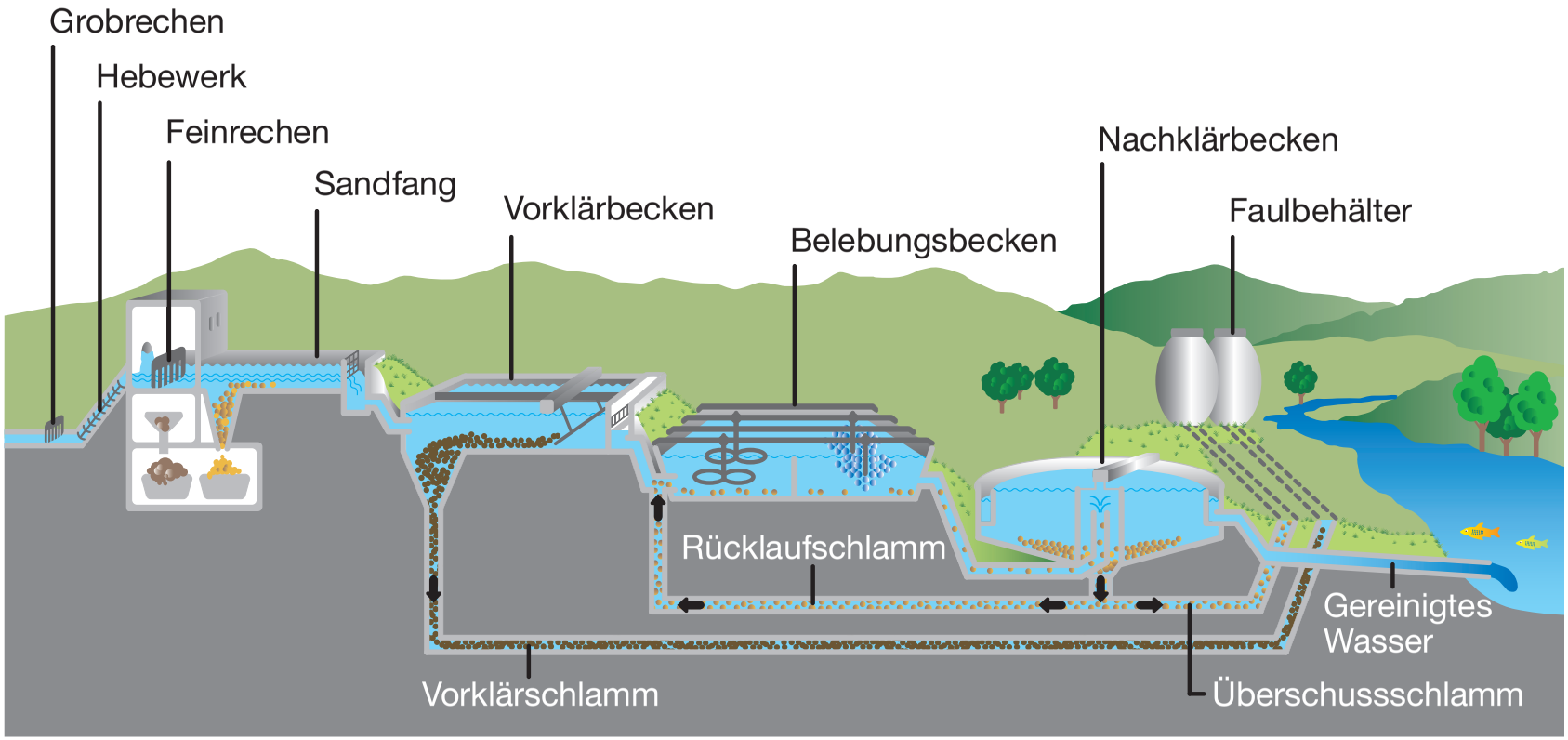
EMSCHER LIPPE GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

Trennkanalisation



Offene Abwasserläufe

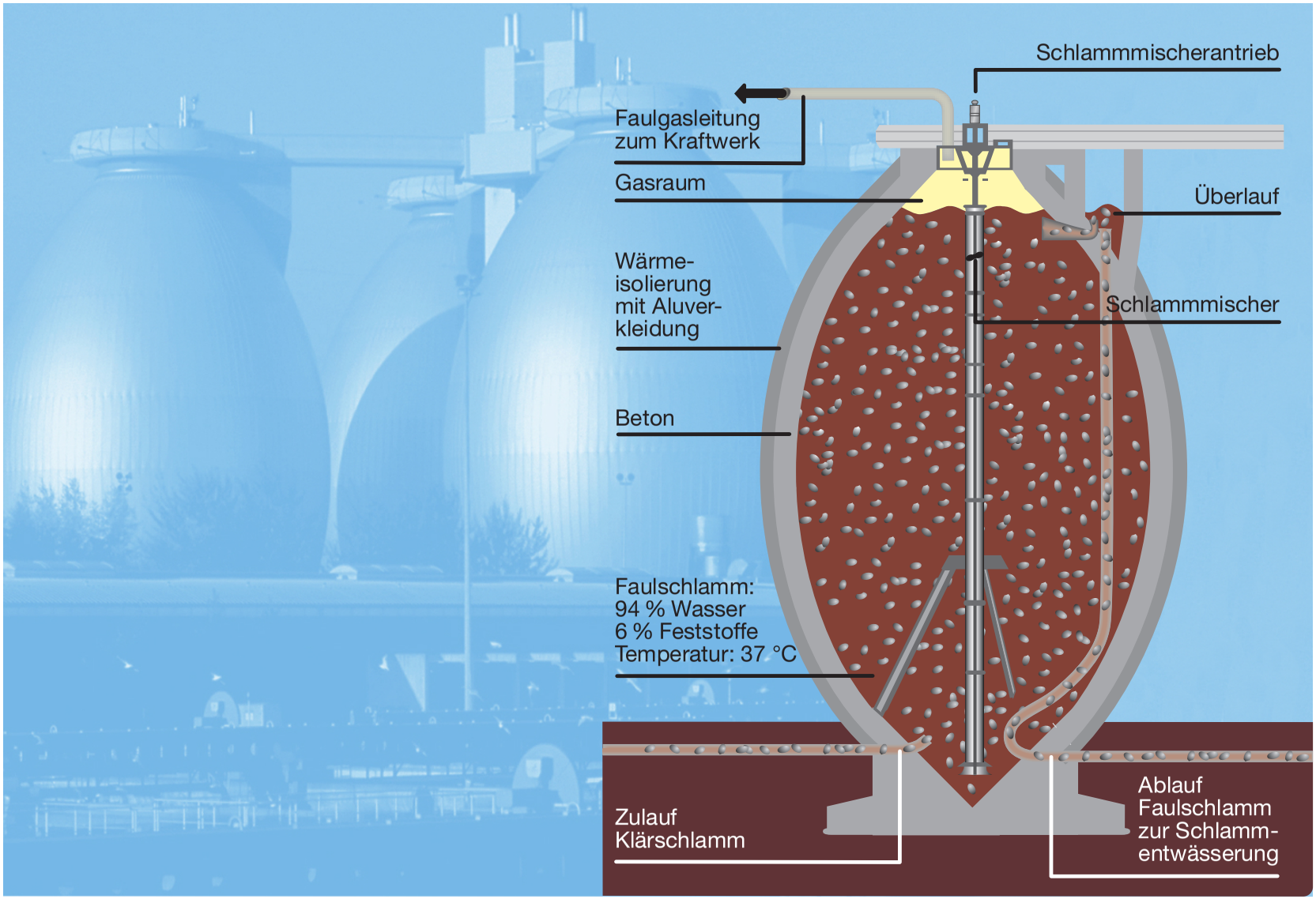
Schema einer Kläranlage



Verändert nach: Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2003): Ein Bach ist mehr als Wasser.

EMSCHER LIPPE GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

Funktionsschema Faulbehälter



EMSCHER LIPPE GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

Flusslandschaften im Wandel der Zeit 5.2

Im letzten Kapitel werden nun Emscher und Lippe und ihre Nebenbäche näher unter die Lupe genommen. Wie haben sich die Flüsse und Bäche im Laufe der Zeit durch Bergbau und Industrie verändert? Welche Folgen hatte das für die Menschen, die hier leben? Und vor allen Dingen: Wie wird die Zukunft an Emscher und Lippe aussehen? Spannende Fragen …

Lehrerlexikon und Unterrichtsmaterialien

Themen Seite

Die Emscher-Lippe-Region

Internet Animation zur Entstehung der Steinkohle 195
Selbermachen Reportage: Wie lebte es sich in den 1950er Jahren? 195

Emscher und Lippe im Wandel der Zeit – Wassergeschichten

Folie 5.12 Historischer Emscherverlauf in Oberhausen 1789 203
Internet Eine virtuelle Zeitreise 196
Folie 5.13 Überschwemmungen vor dem Emscherausbau um 1900 205
Folie 5.14 Sohlschalenverlegung für den Emscherausbau vor 1913 207

Der Umbau des Emschersystems – damit Fluss und Bach die Kurve kriegen

Internet Masterplan Emscher-Zukunft 197
Folie 5.15 Bau der Abwasserkanäle 209
Internet Emscherquellhof 199
Folie 5.16 Zeitreise Läppkes Mühlenbach 211
Internet Läppkes Mühlenbach 200

Umgestaltung der Lippe – ein Fluss auf krummen Wegen

Folie 5.17 Fischwanderung in der Lippe 213

Die neue Seseke – Umgestaltung des Sesekesystems

Internet Tourenkarte 201

Flusslandschaften im Wandel der Zeit

Die Emscher-Lippe-Region

Kaum vorstellbar, aber bis etwa 1850 war dieses Gebiet eine ländliche und dünn besiedelte Region. Bis auf wenige Städte entlang dem Hellweg, einem schon seit über 5.000 Jahren genutzten Handelsweg zwischen Duisburg und Paderborn, gab es hier nur kleine Dörfer. Diese lagen verstreut zwischen Wiesen, Sumpfflächen, Feldern und Wäldern. Heute – also nur rund 150 Jahre später – leben hier rund 3,8 Millionen Einwohner. Weite Teile der Emscher-Lippe-Region gehören zu einem der größten städtischen Ballungsgebiete Europas, dem Ruhrgebiet, und dieses verdankt seine Entwicklung in erster Linie dem Vorkommen der Steinkohle.

Erste Erwähnungen von Kohlefunden reichen zurück bis in das 13. Jahrhundert, aber bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts war der Bergbau lediglich eine willkommene Nebenbeschäftigung zur Landwirtschaft. Zunächst erfolgte der Kohleabbau an den Hängen des westlichen Ruhrtales. Hier trat die Kohle zu Tage und konnte mit wenig Aufwand gewonnen werden, zumal die Förderung bis weit ins 19. Jahrhundert hinein allein durch die Kraft von Pferd und Mensch möglich war. Aber der Bedarf an Kohle wuchs gewaltig, insbesondere für die Eisen- und Stahlindustrie. Mit zunehmender Technisierung konnten auch immer tiefer liegende Kohlevorkommen erschlossen werden, und der Steinkohlebergbau wanderte von der Ruhr aus nordwärts. Zechen entstanden überall dort, wo man die Kohle am besten abbauen konnte, und das war meistens auf der „grünen Wiese“. Um genügend Arbeiter unterbringen zu können, errichteten die Bergbaugesellschaften in der Nähe der Schächte Siedlungen, die schnell wuchsen. Innerhalb von wenigen Jahren entstand so der Ballungsraum zwischen Ruhr und Lippe. In den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts dehnten sich Bergbau, Eisen- und Stahlindustrie weiter aus, die Bevölkerungszahl wuchs auf fast vier Millionen Menschen. Hinzu kam die chemische Industrie, die mit ihren hohen Schornsteinen vor allem die Emscherzone prägte. Seit den 1960er Jahren befindet sich das Ruhrgebiet erneut im Wandel. Die Kohlevorkommen sind nahezu erschöpft oder nicht mehr wirtschaftlich abzubauen, der Bergbau und die traditionell zugehörige „Schwerindustrie“ – Stahlverarbeitung, Hüttenwerke und Ähnliches – weichen zu Gunsten von Dienstleistungs- und Hightechunternehmen.

Info
Der Hellweg verbindet den Rhein mit der Weser und war im Mittelalter wohl die wichtigste Ost-West-Verbindung in Mitteleuropa. Er führte von der Ruhrmündung über Duisburg, Essen, Bochum, Dortmund, Unna, Werl, Soest, Erwitte, Geseke, Salzkotten und Paderborn bis zur Weser.

Internet
Animation zur Entstehung der Steinkohle unter www.steinkohle-portal.de/entstehung_der_steinkohle.php

Info
Die Teufe, also die Tiefe der Schächte, stieg zwischen 1885 und 1913 von durchschnittlich 300 Metern auf über 1.000 Meter an.

Info
1816 lebten auf der Fläche des heutigen Ruhrgebietes gerade 120.000 Menschen. Bis 1858 vervierfachte sich die Zahl auf 475.000 und stieg bis 1905 auf 2,6 Millionen an.

Selbermachen
Schülerinnen und Schüler führen Interviews durch und erstellen daraus eine Reportage: Wie lebte es sich in den 1950er Jahren an der Emscher?

Emscher und Lippe im Wandel der Zeit – Wassergeschichten

Emscher und Lippe sind typische **Flachlandflüsse,** die – wie die meisten Bäche und Flüsse in unserer Region – von Natur aus ein geringes Gefälle und somit eine geringe Fließgeschwindigkeit besitzen. Sie würden sich natürlicher Weise in zahlreichen Windungen **(Mäandern)** ihren Weg durch die Landschaft bahnen. So war auch

Querverweis
Kapitel 2.1. Gewässerdynamik und Gewässerstruktur. Seite 37

Folie 5.12
Historischer Emscherverlauf in Oberhausen 1789. Seite 203

Internet
Eine virtuelle Zeitreise finden Sie unter www.emscher-zukunft.de

Info
Der Emscherbruch besaß eine artenreiche Tier- und Pflanzenwelt, darunter Wildpferde, die sogenannten Emscherbrücher Dickköpfe, die hier bis 1834 lebten. Heute ist diese Rasse ausgestorben.

Querverweis
Kapitel 5.1. Hochwasserschutz. Seite 159
Folie 5.3. Bergsenkung. Seite 171

Info
1906 begannen die Arbeiten zum technischen Ausbau der Emscher und ihrer Nebengewässer. Dabei war es nicht möglich, das Abwasser in unterirdische Kanäle zu verlegen. Die fortschreitenden Bergsenkungen hätten ständig zu Rohrbrüchen, Schlammablagerungen und Verstopfungen geführt. Die Emscher wurde bis zu drei Meter tiefer gelegt und um rund 28 Kilometer auf eine Länge von 81 Kilometern verkürzt. Um die Polderflächen zu entwässern und vor Hochwasser zu schützen, war der Bau von Pumpwerken und Deichen nötig. Damit trotz der Bergsenkung das Wasser von der Emscher in den Rhein abfließen kann, wurde außerdem der Unterlauf zweimal (1919 und 1949) nach Norden verlegt.

Folie 5.13
Überschwemmungen vor dem Emscherausbau um 1900. Seite 205

Folie 5.14
Sohlschalenverlegung für den Emscherausbau vor 1913. Seite 207

Querverweis
Kapitel 3.2. Die westdeutschen Kanäle. Seite 80

die Emscher bis ins 19. Jahrhundert ein kleiner, träger Fluss in einem kaum besiedelten, von einer Sumpflandschaft geprägten Raum. Sie entspringt östlich von Dortmund bei Holzwickede und mündete damals noch bei Duisburg-Alsum in den Rhein. In früherer Zeit war die Emscher unberechenbar. Sie suchte sich ständig neue Wege und überschwemmte vor allem nach starken Regenfällen weite Gebiete. Auch ihre zahlreichen Zuflüsse hatten aufgrund des geringen Gefälles weit verzweigte Nebenarme, und so entstand eine sumpfige Flusslandschaft, der **Emscherbruch.**

Die Emscher war aber von jeher auch von großer Bedeutung für den Menschen. Der Fluss war bekannt für seinen besonderen Fischreichtum. Das Wasser wurde durch Wehre aufgestaut, und mit Hilfe der Wasserkraft wurden Mühlen angetrieben. Mit dem Beginn des **Bergbaus** verlor die Emscherregion ihren ländlichen Charakter. Die Abwässer der neu entstandenen Industrieregion, eine teils giftige Brühe, hatten verheerende Wirkungen auf die Wasserqualität der Flüsse und Bäche. Diese wurden nach und nach zu stinkenden Kloaken. Gleichzeitig verschlechterte sich ihr Abfluss durch großflächige **Bergsenkungen** als Folge des Kohleabbaus. Zusätzlich pumpte der Bergbau noch salzhaltiges Grubenwasser in die Gewässer. Überschwemmungen wurden zum Regelfall, und faulende Abwässer in überfluteten Senken führten zu heute kaum vorstellbar unhygienischen Zuständen. Epidemien und Krankheiten wie Typhus und Malaria breiteten sich aus. Da dieses Problem nur gemeinsam zu lösen war, schlossen sich Vertreter der Gemeinden, der Industrie und des Bergbaus 1899 zusammen und gründeten die Emschergenossenschaft. Diese hatte vor allem dafür zu sorgen, dass die Abwässer störungsfrei und möglichst schnell in den Rhein flossen. Die Klärung des Abwassers war nur mit einfachen Methoden möglich, und Naturschutz spielte zur damaligen Zeit lediglich eine untergeordnete Rolle. Also wurden die Emscher und ihre Nebengewässer größtenteils als offene Schmutzwasserläufe begradigt und in Beton gefasst. Fast ein Jahrhundert lang prägten die technisch ausgebaute Emscher und ihre Nebenläufe das Gesicht der Region.

Die **Lippe** war schon im Mittelalter ein wichtiger Handelsweg. Im 12. und 13. Jahrhundert wurden entlang dem Fluss die Städte Dorsten, Haltern, Hamm, Lippstadt, Lünen und Wesel gegründet. Kein Wunder, dass es schon Ende des 15. Jahrhunderts Pläne gab, die Lippe als Schifffahrtsweg nutzbar zu machen. Es dauerte allerdings noch über 200 Jahre, bis die Lippe um 1830 durchgehend von Wesel bis Lippstadt für Schiffe befahrbar war. Nach 1850 wuchs schnell das Eisenbahnnetz und bot günstigere Transportmöglichkeiten. Zudem versandete das Flussbett der Lippe immer wieder. 1890 begann man deshalb, für den Transport von Massengütern wie Kohle, Erz und Baustoffe Schifffahrtskanäle zu bauen, den **Dortmund-Ems-Kanal** (1899), den **Datteln-Hamm-Kanal** und den **Rhein-Herne-Kanal** (1914) sowie den **Wesel-Datteln-Kanal** (1931). So entstand das **Netz**

der westdeutschen Kanäle, über das auch heute noch große Mengen an Gütern transportiert werden. Gegen 1900 hielten Bergbau und Industrie Einzug an der Lippe, und damit wuchsen auch hier die Probleme mit der Wasserqualität. Immer mehr Wasser wurde gebraucht, und immer mehr Abwässer verschiedenster Art verschmutzten die Lippe und ihre Zuflüsse. Und wegen Bergsenkungen mussten wie im Emschergebiet viele Bäche vertieft oder eingedeicht werden. Zahlreiche Pumpwerke sorgen bis heute dafür, dass die Senkungsmulden trocken gehalten werden. Die Lippe wurde örtlich begradigt und verkürzt. Die Ufer sind weitestgehend befestigt. Dadurch hat sich der Fluss bis zu drei Meter tief in den Untergrund eingeschnitten.

Die Lippe zeigt heute zwei Gesichter: In den städtischen Bereichen, in Hamm, Lünen und Dorsten sowie bei Marl, verläuft sie zwischen Deichen. Ansonsten fließt sie in gewundenem Verlauf meist inmitten von Wiesen, Weiden und Äckern, obwohl auch Industrieanlagen bis nah an den Fluss heranrücken.

Info
1926 wurde der Lippeverband gegründet. Er übernahm die Abwasserreinigung, den Hochwasserschutz und – zunächst an bergbaubetroffenen Nebenläufen und ab 1957 auch an der Lippe – die Gewässerunterhaltung. Um das Wasser der Lippe für Industrie und Kraftwerke weiterhin nutzen zu können, wurden die Abwässer zwar geklärt, bevor sie in den Fluss gelangten. Allerdings konnte die damalige Klärtechnik die chemische Belastung durch die Industrie noch nicht bewältigen. So befand sich um 1970 in der Lippe und in ihren Zuflüssen eine Vielzahl an organischen Schmutzstoffen. Seit den 1980er Jahren hat der Lippeverband insgesamt rund eine Milliarde Euro in die Abwasserreinigung investiert und damit die Gewässerqualität ganz erheblich verbessert.

Der Umbau des Emschersystems – damit Fluss und Bach die Kurve kriegen

Ein gigantisches, in Europa derzeit einmaliges Projekt ist der flächendeckende Umbau des Emschersystems, also der Emscher und ihrer Zuflüsse, mit dem die Emschergenossenschaft 1991 begonnen hat.

Die ersten Schritte sind bereits gemacht. Bis Mitte der 1990er Jahre floss das gesamte Abwasser nur mechanisch gereinigt bis zur Mündung der Emscher in den Rhein und wurde erst im Klärwerk Emschermündung biologisch geklärt. Jetzt werden die Abwässer zusätzlich in zwei weiteren biologischen Großkläranlagen gesäubert. Den Erfolg kann jeder riechen, die Emscher stinkt – anders als früher – kaum noch.

Info
Die drei Großkläranlagen befinden sich in Dortmund-Deusen, Bottrop und Dinslaken.

Der nächste große Schritt ist der **Bau unterirdischer Abwasserkanäle** entlang den Gewässern. Das Schmutzwasser soll über die Kanalisation direkt den Klärwerken zugeführt werden. Noch vor dem Jahr 2020 soll das Abwasser in der gesamten Emscherregion unter die Erde verbannt sein.

Folie 5.15
Bau der Abwasserkanäle. Seite 209

Sind die Wasserläufe von ihrer Abwasserfracht befreit, kann der Umbau in **naturnahe Gewässer** beginnen. Die Betonschalen werden entfernt, und der Wasserlauf bekommt ein neues Bett, das je nach Platzangebot möglichst naturgemäß in Windungen die Landschaft durchzieht. Anschließend werden die Ufer mit gewässertypischen Bäumen und Sträuchern bepflanzt, oder man überlässt sie einfach der Natur **(natürliche Sukzession).** Wo genügend Platz zur Verfügung steht, entstehen Feuchtbiotope und Wanderwege. So entwickeln sich neue Lebensräume für Pflanzen und Tiere sowie Erholungsraum für uns Menschen. Außerdem werden die Auen im Hochwasserschutz eine große Rolle spielen: Steigt der Wasserspiegel an, so können sie

Info
Der Umbau der Emscher verändert die Region gewaltig. Deshalb muss bei einem solchen Projekt auch die Entwicklung des gesamten Umfelds berücksichtigt werden. Diese Aufgabe übernimmt der Masterplan Emscher-Zukunft. Er bündelt alle Planungen zu den Bereichen Wasserwirtschaft, Ökologie sowie Freiraum- und Stadtentwicklung.

Internet
Ausführliche Informationen zum Masterplan Emscher-Zukunft unter www.eglv.de/projekte/masterplan_kapitel.html

große Wassermengen als Speicher aufnehmen. Allerdings ist ein naturnaher Umbau in diesem dicht besiedelten Raum nur bedingt möglich. Nicht überall ist genug Platz, und die ursprüngliche Landschaft kann nicht wiederhergestellt werden. Bergsenkungen und die Nutzung durch uns Menschen haben sie dauerhaft verändert. Entlang der Emscher entsteht zurzeit zwischen Dortmund und Dinslaken ein in der Welt wohl einmaliger Abwasserkanal, der **Emscher-Kanal.** Er wird etwa 51 Kilometer lang werden und die Kläranlage Bottrop und das Klärwerk Emschermündung mit Abwasser „versorgen". Abwasserkanäle benötigen ein bestimmtes Gefälle, damit das Abwasser mit eigener Kraft abfließen kann und nicht zu starke Verschmutzungen an den Kanalwänden hinterlässt. Deshalb nimmt die Kanaltiefe von Holzwickede aus nach Westen hin in zwei Stufen zu: Der bereits zwischen Holzwickede und Dortmund verlegte Abwasserkanal kommt auf rund 21 Metern Tiefe bei der Kläranlage Dortmund-Deusen an. Im anschließenden Abschnitt bis zum Klärwerk Emschermündung in Dinslaken wird der Kanal, ausgehend von acht Metern Tiefe, sogar bis in 40 Meter Tiefe verlegt. Der Kanal wird immer mit so viel Abwasser gefüllt sein, dass er nicht mehr so wie andere Kanäle begehbar ist. Wartung und Betrieb werden deshalb von einem besonders entwickelten, automatischen Inspektions- und Reinigungssystem übernommen.

Durch die **Umgestaltung der Emscher** soll der Fluss wieder ein lebendiger Lebensraum werden. In der Emscher sollen sich möglichst wieder solche Strukturen und Elemente entwickeln können, wie sie ursprünglich einmal typisch waren. Hierzu gehören unter anderem Mäander und Altarme, eine natürliche Gewässertiefe und -breite (also ein natürliches Gewässerprofil), aber auch die für den Fluss und seine Aue typische Tier- und Pflanzenwelt. Dabei soll sich die Emscher abschnittsweise sogar aus eigener Kraft ihr neues Flussbett gestalten. Allerdings sind die Möglichkeiten für eine solche „eigendynamische" Umgestaltung im dicht besiedelten Emscherraum durch Bebauung und Industrie vielfach stark eingeschränkt. Die Emscher wird auch in Zukunft über weite Strecken eingedeicht sein, eine „natürliche Aue" wird es hier nicht geben (man spricht deshalb von einer „Ersatzaue").

Auch wenn die Neue Emscher nicht wie früher frei mäandrieren kann, so wird sie doch ein für sie typisches, relativ flaches und sehr breites, überwiegend sandiges Flussbett bekommen. An der Mündung in den Rhein ist beispielsweise eine Aufweitung von derzeit rund 20 Metern auf 26 Meter vorgesehen.

Mit dem Umbau entsteht auch das **Neue Emschertal.** Dieses umfasst räumlich einen Korridor zwischen dem Rhein im Westen sowie Dortmund und Holzwickede im Osten. Und es gibt schon konkrete Vorstellungen, wie es einmal aussieht. Dabei wird nicht nur der Emscherfluss wieder zum Leben erweckt. Ziel ist eine nachhaltige Entwicklung und Attraktivitätssteigerung des gesamten Siedlungs-,

Info
Die meisten Bauarbeiten werden unterirdisch mit Vortriebsmaschinen durchgeführt. Zum Bau des Emscher-Kanals gehört aber auch die Errichtung von 133 Wartungs- und Kontrollschächten entlang der Emscher.

Querverweis
Kapitel 5.1. Abwasserentsorgung. Seite 162

Querverweis
Kapitel 2. Wasser als Lebensraum. Seite 33

Info
Nutzungsbedingt steht das Umland der Emscher – vor allem im Mittel- und Unterlauf – meist nur begrenzt zur Verfügung. Sogenannte Siedlungswasseraue sind deshalb wichtige Ergänzungsstrukturen. Sie liegen stets direkt angrenzend an der Emscher, bei einer Einschnittsituation der Emscher im höher gelegenen Umfeld oder entlang von Deichstrecken hinter dem Hochwasserschutzdeich. In unterschiedlichen Rhythmen werden sie mit Regenwasser, gereinigtem Abwasser oder mit Bachwasser aus den Nebenläufen bespannt. So können sich verschiedene feuchtgeprägte Lebensräume entwickeln, die eine ökologische Korrespondenz mit der Emscher aufnehmen.

Info
Emschergenossenschaft und Regionalverband Ruhr haben im März 2006 zur Entwicklung des Neuen Emschertals eine Arbeitsgemeinschaft gegründet.

Info
Emschergenossenschaft und Lippeverband haben mehrere Tourenkarten herausgegeben. Zu Fuß oder mit dem Rad können Sie damit auf Entdeckungsreise gehen.

Querverweis
Kapitel 3.2. Naherholung in der Emscher-Lippe-Region. Seite 81

Wirtschafts- und Landschaftsraumes. In der Mitte des Neuen Emschertals verläuft entlang der Emscher ein durchgängiges „grünes Band“ (Freiraumband). Fuß- und Radwege laden zu Entdeckungsreisen ein. Lust auf einen Ausflug? In Dortmund und Holzwickede lässt sich das Neue Emschertal bereits heute erleben.

Sylt und Mallorca sind Inseln, die jeder kennt, aber schon mal was von der **Emscher-Insel** gehört? Sie ist 34 Kilometer lang, liegt zwischen Emscher und Rhein-Herne-Kanal und reicht von Castrop-Rauxel bis nach Oberhausen. Mit 11 Quadratkilometern ist sie ungefähr so groß wie die Nordseeinsel Juist. Durch den Bau der Neuen Emscher wird sich auch das Gesicht der Insel verändern, denn an der Emscher entstehen neue Erholungsbereiche, und das bedeutet mehr Lebensqualität. Die Insel wird attraktiver, zum Wohnen, aber auch für Unternehmen, und das wird neue Arbeitsplätze schaffen.

Und es gibt noch weitere Pläne. In Dortmund entsteht auf einem ehemaligen Industriegelände ein großer See, der **Phoenix See.** Dieser wird über einen Kilometer lang und bis zu 310 Meter breit sein. Gleichzeitig wird hier die Emscher, die über Jahrzehnte in einem Kanal unter dem ehemaligen Industriegelände floss, zurück ans Tageslicht geholt. Sie erhält ein neues Flussbett und kann sich in einer bis zu 50 Meter breiten Gewässeraue wieder frei bewegen und über die Ufer treten. Emscher und Phoenix See haben normalerweise keine Verbindung. Nur bei seltenen Hochwasserereignissen, wie sie in der Emscher etwa alle zehn Jahre auftreten, dient der See als Hochwasserrückhaltebecken.

Zum Schluss ein kurzer Ausflug in die Vergangenheit. So wie vor 200 Jahren zu leben, ist für uns heute kaum noch vorstellbar, ohne Fernseher, CD-Player und Computer. Im **Emscherquellhof** kann sich jeder ein Bild davon machen, wie es früher einmal war. Dieser ehemalige Bauernhof wurde von der Emschergenossenschaft restauriert. Das Haupthaus, ein Fachwerkhaus (den für diese Region typischen Baustil nennt man übrigens Westenhellweghof, so heißt die Landschaftseinheit), sieht heute fast genauso aus wie zum Zeitpunkt seiner Errichtung im Jahre 1801. Eine Ausstellung zeigt, wie die Menschen hier damals gelebt und gearbeitet haben. Aber es ist nicht nur eine Reise in die Vergangenheit, sondern auch in die Zukunft möglich, durch Führungen, Vorträge und Ausstellungen über die Neue Emscher und das Neue Emschertal. Wo der Emscherquellhof liegt, verrät sein Name: nahe den Quellen der Emscher bei Holzwickede. Der Ursprung der Emscher befindet sich eigentlich einige hundert Meter südwestlich vom Hof. Hier gibt es insgesamt fünf kleinere Quellen. Am Emscherquellhof sammelt sich aus einer weiteren Quelle zusätzliches Wasser in einem Teich. Diesem Teich wird auch das Regenwasser, das von den Dächern und befestigten Plätzen abfließt, zugeleitet, und die Emscher kann nun ihren langen Weg zum Rhein beginnen.

Info
Der Phoenix See wird eine Wasserfläche von rund 24 Hektar haben. Neben vielfältigen Möglichkeiten für die Freizeit und Erholung wird er auch einen naturnahen Charakter aufweisen. Bei Hochwasser kann der See bis zu 40 Prozent seines normalen Stauraums an zusätzlichem Wasser aufnehmen. Die Emscher soll Ende 2008 durch ihr neues Flussbett fließen, und der Phoenix See wird voraussichtlich Mitte 2009 mit Wasser gefüllt.

Querverweis
Kapitel 5.1. Hochwasserschutz. Seite 159

Info
Im Emscherquellhof befindet sich eine Ausstellung über die Geschichte des Hofes und das Leben auf dem Lande im 19. Jahrhundert sowie über die Emscher, deren Historie und Wandel in heutiger Zeit. Auf dem Hofgelände beginnt der „Emscher-Weg“. Auf ihm können Radfahrer und Fußgänger den Fluss bis zu seiner Mündung in den Rhein begleiten. Ausführliche Informationen finden Sie in der Broschüre der Emschergenossenschaft „Der Emscherquellhof – Zeitzeuge einer Flussgeschichte“.

Internet
Weiter Informationen auch unter www.eglv.de/emscherquellhof/index.html

Querverweis
Kapitel 5.1. Regenwasserbewirtschaftung. Seite 161

Info
Die Boye bildet zusammen mit ihren Nebenbächen ein 90 Kilometer langes Gewässernetz, das sich zwischen Gladbeck und Bottrop erstreckt. Der Unterlauf reicht in das Essener Stadtgebiet hinein. Es ist das größte Nebenlaufsystem der Emscher. Bis zum Jahr 2011 sollen alle Abwasserkanäle (rund 26,5 Kilometer) verlegt und bis 2014 soll der gesamte Umbau des Boyesystems abgeschlossen sein. Die Kosten belaufen sich auf ca. 225 Millionen Euro.

Folie 5.16
Zeitreise am Läppkes Mühlenbach. Seite 211

Internet
Weitere Informationen zum Läppkes Mühlenbach unter: www.eglv.de/projekte/laeppkesmb_einleitung.html

Info
Im begehbaren Faulturm der ehemaligen Kläranlage Läppkes-Mühlenbach in Oberhausen-Borbeck befindet sich das Klang-Kunstwerk „Mangroven“ von Alexander R. Tietz. Der „Garten“ und der Faulturm können tagsüber besichtigt werden. An zwei Eingängen geben Infotafeln der Emschergenossenschaft einen Überblick über das Gelände.

Info
Am Deininghauser Bach wurden bis 2006 bereits 5,7 Kilometer von insgesamt 9,5 Kilometern Gewässer ökologisch verbessert. Geh- und Radwege begleiten den umgestalteten Bachlauf.

Info
1990 legte das Land NRW das Gewässerauenprogramm vor, mit dem Ziel, die großen Flüsse in Nordrhein-Westfalen als die natürlichen Lebensadern der Landschaft zu erhalten und zu reaktivieren. Von der Quelle bis zur Mündung sollen Gewässer mit ihren Auen ökologisch entwickelt oder erhalten werden. 1995 hat der Lippeverband das Lippeauenprogramm vorgestellt. Er ist im Auftrag des Landes zuständig für den Abschnitt Lippborg bei Hamm bis zur Mündung in den Rhein, und seit 2007 ist die Bezirksregierung Arnsberg (statt des Staatlichen Umweltamts Lippstadt) für den Oberlauf zuständig. Beide Abschnitte des Programms sind aufeinander abgestimmt und bereits seit mehr als zehn Jahren werden Maßnahmen aus dem Programm verwirklicht.

Nicht nur die Emscher, auch ihre Nebenbäche werden ein neues Gesicht bekommen. Der **Hellbach** beispielsweise soll bis 2012 renaturiert werden. Er fließt derzeit noch als Abwasserbachlauf von Norden nach Süden durch Recklinghausen und mündet auf der Stadtgrenze zu Herne in die Emscher.

Für die Umgestaltung der **Boye** in Bottrop und Gladbeck ist die Planung ebenfalls in vollem Gange. Im Oberlauf ist sie bereits heute ein natürlicher Lebensraum für die wassertypische Pflanzen- und Tierwelt. Ihr oberer Abschnitt wurde allerdings auch nie als Schmutzwasserkanal ausgebaut. Die Groppe, eine anspruchsvolle Fischart, die in Tieflandgewässern nur noch selten vorkommt, lebt hier und wird sich nach einem erfolgreichem Umbau der Boye und ihrer Nebenbäche sicherlich weiter ausbreiten.

Das Beispiel **Läppkes Mühlenbach** in Essen und Mülheim zeigt, dass sich die Mühe lohnt. Sein Umbau auf den oberen rund zwei Kilometern war früh, im Jahre 1991, fertig gestellt worden. Es handelt sich um eines der ersten Projekte im Emschersystem. Allerdings wird sein Mündungsbereich erst zusammen mit dem Emscher-Umbau neu gestaltet. Ein Besuch lohnt sich aber schon jetzt. Der umgebaute Bachabschnitt hat sich als Lebensraum für Tiere und Pflanzen hervorragend entwickelt. Es gibt am Unterlauf auch noch etwas ganz Besonderes: Die ehemalige Kläranlage Läppkes Mühlenbach wurde zu einem kleinen Gewerbepark in einer Gartenlandschaft umgebaut. Seerosen blühen im ehemaligen Klärbecken, und der Faulturm dient als Aussichtspunkt.

Auch am **Deininghauser Bach** in Castrop-Rauxel kann man sich schon jetzt ein Bild davon machen, wie aus offenen Schmutzwasserläufen wieder lebendige Bäche werden. Hier sind die Umbaumaßnahmen größtenteils abgeschlossen, und selbst im dicht bebauten Stadtgebiet von Castrop-Rauxel soll in der Schulstraße der bisher verrohrte Bach zurück ans Tageslicht geholt werden.

Und **Wasser macht Arbeit:** Der Umbau des Emschersystems kostet viel Geld, nämlich 4,4 Milliarden Euro. Aber die Investitionen lohnen sich, denn der Umbau bedeutet auch viel Arbeit, besonders für die Bauwirtschaft, die Kanalrohre, Baumaschinen und Fahrzeuge bereitstellt. Wissenschaftler der Universität Duisburg-Essen haben berechnet, dass bis 2015 jedes Jahr 3.400 Arbeitsplätze in Nordrhein-Westfalen und sogar 5.500 Arbeitsplätze bundesweit gesichert oder neu geschaffen werden, wobei die rund 1.500 Mitarbeiter der Emschergenossenschaft nicht eingerechnet sind.

Umgestaltung der Lippe – ein Fluss auf krummen Wegen

An der Lippe hat man sich schon immer bemüht, das Wasser möglichst sauber zu halten. Das unterscheidet die Lippe von der benachbarten Emscher, die wohl noch einige Jahre als Abwasserfluss dienen muss. Und so vermitteln die Lippe und ihre Aue auch heute noch auf langer Strecke einen idyllischen Eindruck. Aber der Eindruck täuscht.

Die Lippe wurde durch Begradigungen, Einengungen und Uferbefestigungen sowie durch Wehre und Deiche stark verändert. Sie ist schmal und „gleichförmig“ geworden, und über weite Strecken hat sie sich tief in die Landschaft „eingegraben“ (Tiefenerosion). Aber die Lippe ist auf neuen, krummen Wegen: Der Lippeverband hat ein Konzept entwickelt, das **Lippeauenprogramm.** Der Fluss soll wieder lebendiger werden, die Lebensbedingungen für die Tier- und Pflanzenwelt sollen sich deutlich verbessern. Dafür erwirbt der Lippeverband zum Beispiel einen möglichst breiten Uferstreifen, der dann der natürlichen Entwicklung überlassen bleibt. Und überall dort, wo es möglich ist, werden Böschungssicherungen beseitigt, damit das fließende Wasser die Ufer wieder selbst gestalten kann (Uferentfesselung). An den dann unbefestigten Böschungen bilden sich Steilufer, Abbrüche, Flachwasserbereiche und Anlandungen. Größere Teile der Aue sollen soweit wie möglich wieder regelmäßig überschwemmt werden. Vorgesehen ist auch, dass die landwirtschaftliche Nutzung möglichst extensiv erfolgt und Auenwäldern und anderen Feuchtlebensräumen mehr Raum gegeben wird. Die Lippemündung bei Wesel in den Rhein soll vollkommen neu gestaltet werden, und dafür zieht der Fluss sogar um. Hier erhält die Lippe ein zwei- bis dreimal breiteres und viel flacheres Bett als heute.

Können Fische Treppen steigen? An der Lippe ja, aber wieso? Noch wird die Reise der Fische in der Lippe an einzelnen Wehranlagen unterbrochen, aber auch das soll sich im Rahmen des Lippeauenprogramms ändern. Hierfür gibt es zwei Möglichkeiten: Die Wehre werden – wenn sie nicht mehr benötigt werden – beseitigt, oder man muss den Fischen helfen, das Hindernis zu überwinden. Und genau das machen **Fischaufstiegshilfen.** An einem Wehr (in Selm nördlich von Lünen) erhielten die Fische bereits 1985 eine eigene **Fischtreppe**, die zu Fischwanderzeiten täglich von bis zu 1.000 Fischen benutzt wird. An anderen Stellen wurden wie beispielsweise in Lünen extra zusätzliche Bachläufe um die Wehre herumgebaut. Weitere Aufstiegshilfen werden folgen, sodass die Lippe zwischen Lippborg und Wesel bald wieder vollständig von den Fischen durchschwommen werden kann.

Auch im Lippegebiet hatte man Bäche zu Schmutzwasserläufen ausgebaut, aber auch sie werden wieder naturnahe Bachläufe. So beispielsweise der **Dattelner Mühlenbach** und seine Nebenbäche in Oer-Erkenschwick und – wie sein Name schon verrät – in Datteln. Dort, wo in der freien Landschaft genügend freier Raum vorhanden ist, sollen die Bäche in eine Auenlandschaft eingebettet werden. Innerhalb der dicht bebauten Stadtgebiete sind der Umgestaltung zwar enge Grenzen gesetzt, aber auch hier sollen beispielsweise die Ufer abgeflacht und bepflanzt werden.

Die neue Seseke – Umgestaltung des Sesekesystems

Das Sesekegebiet war das „Sorgenkind“ des Lippeverbandes. Hier

Querverweis
Kapitel 2.2. Die Bewohner. Seite 45

Folie 5.17
Fischwanderung in der Lippe.
Seite 213

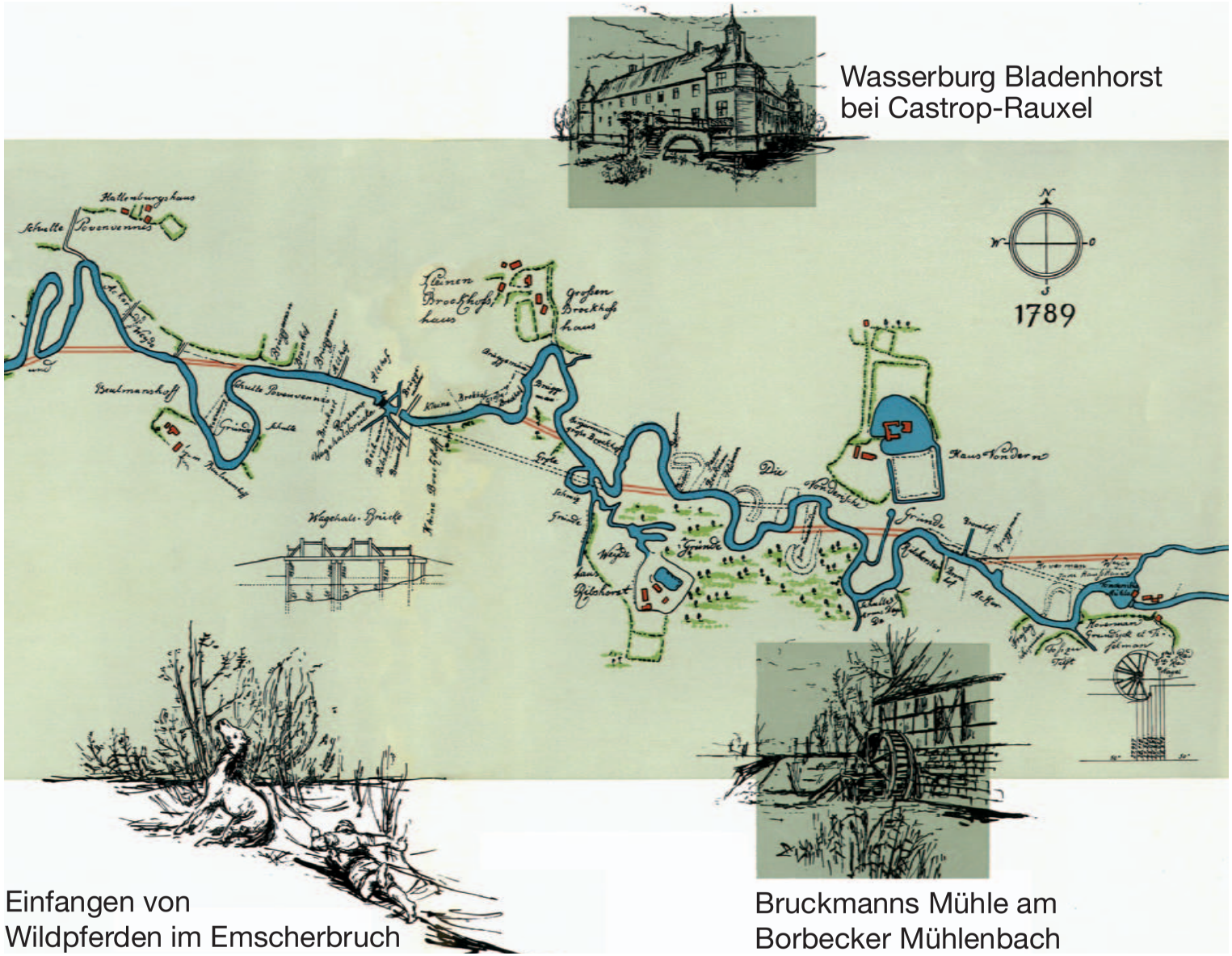
Info
Die Seseke zwischen, Lünen, Bergkamen, Kamen, Bönen, Unna und Dortmund ist nach der Stever der größte Nebenfluss der Lippe im Verbandsgebiet. Sie ist insgesamt 31 Kilometer lang, entspringt auf dem Stadtgebiet von Werl und mündet bei Lünen in die Lippe.

Info
Tourenkarte des Lippeverbandes „Unterwegs zwischen Körne, Seseke und Lippe“ bietet für Radfahrer und Fußgänger Ausflugsrunden und Informationen zur Erkundung der Region.

Internet
Weitere Informationen zu der Tourenkarte unter www.eglv.de/info/radkarten.html

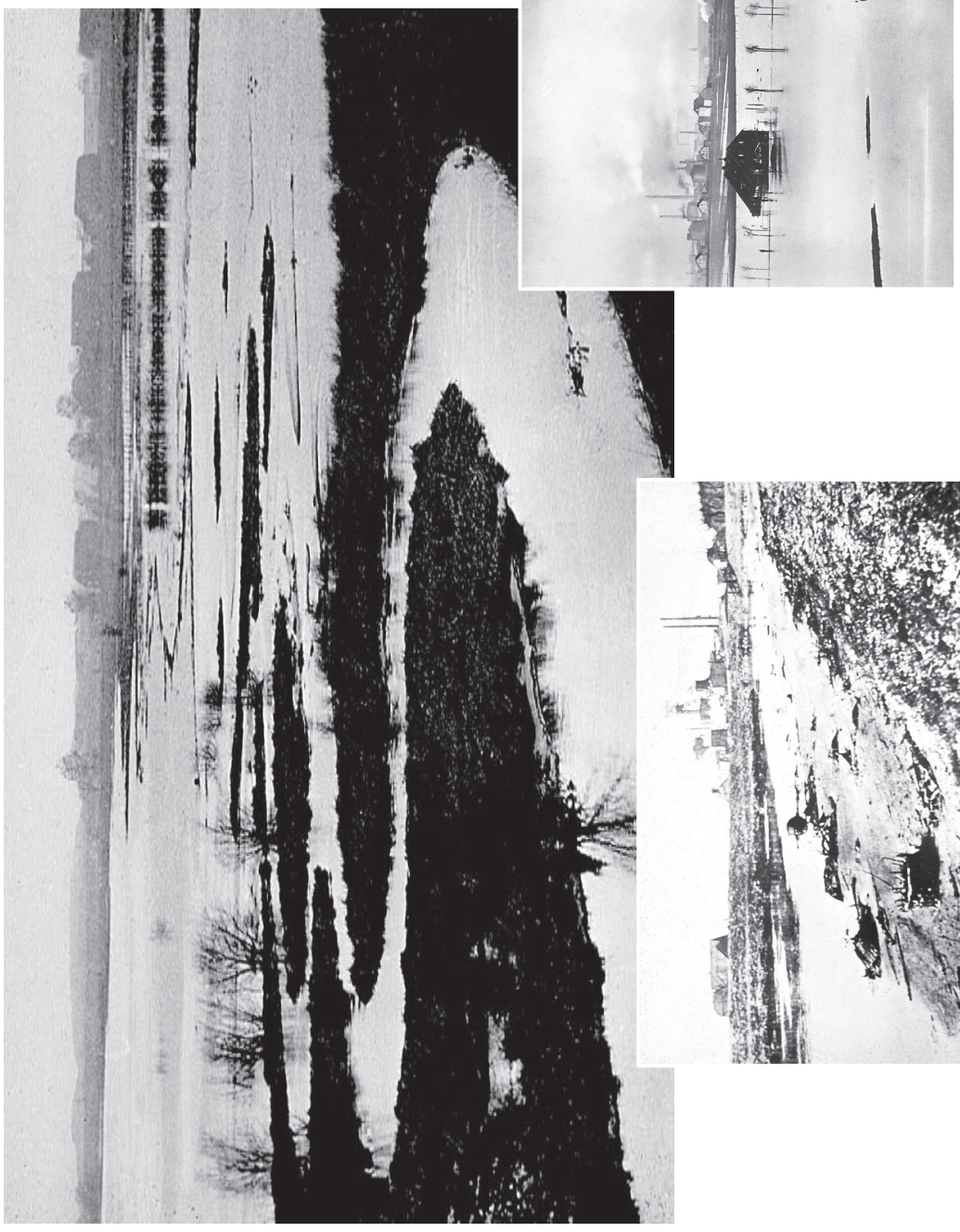
kam es zu besonders tiefen und ausgedehnten Bergsenkungen, sodass die Seseke und ihre Zuläufe in den 1930er Jahren ausnahmslos zu offenen Schmutzwasserläufen ausgebaut werden mussten. Diese wurden mittlerweile komplett durch unterirdische Abwasserkanäle ersetzt, die das Wasser zu vier modernen Kläranlagen leiten. Bis 2010 wird das gesamte Sesekesystem umgebaut sein. Die Betonschalen werden entfernt, und die Bachläufe werden – je nachdem, wie viel freies Gelände vorhanden ist – möglichst naturnah umgestaltet. Am **Massener Bach** und an der **Körne** lässt sich beispielsweise die Zukunft schon jetzt erleben.

Historischer Emscherverlauf in Oberhausen 1789



EMSCHER LIPPE
GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

Überschwemmungen vor dem Emscherausbau um 1900

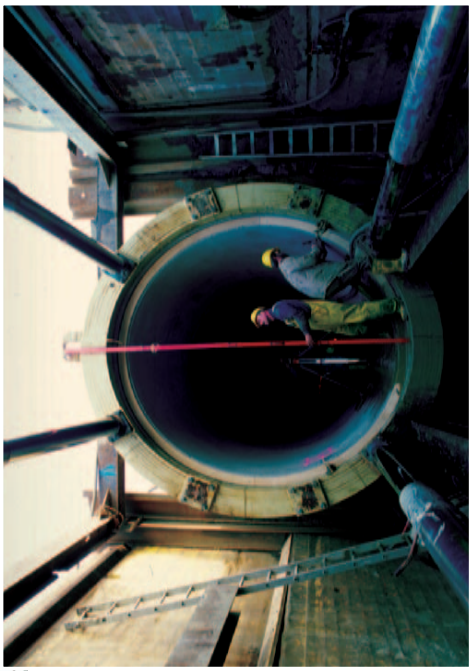


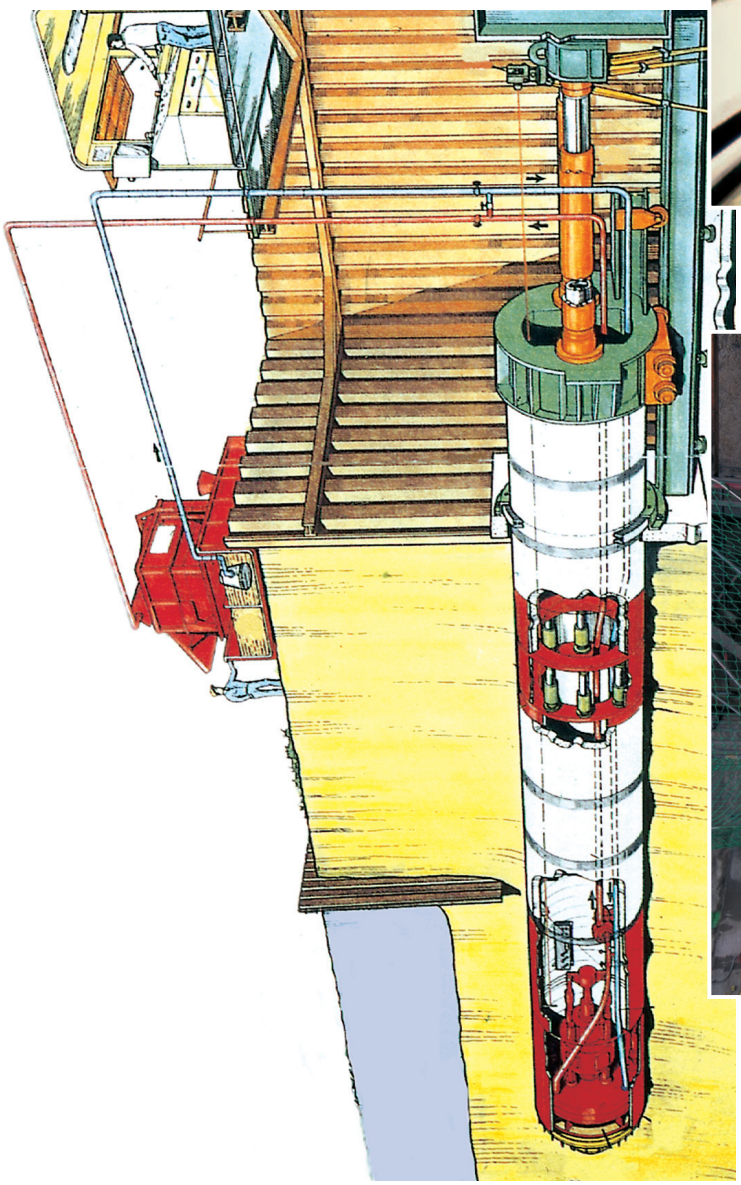
Sohlschalenverlegung für den Emscherausbau vor 1913

EMSCHER LIPPE GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

Bau der Abwasserkanäle

Unterirdisches Vortriebsverfahren



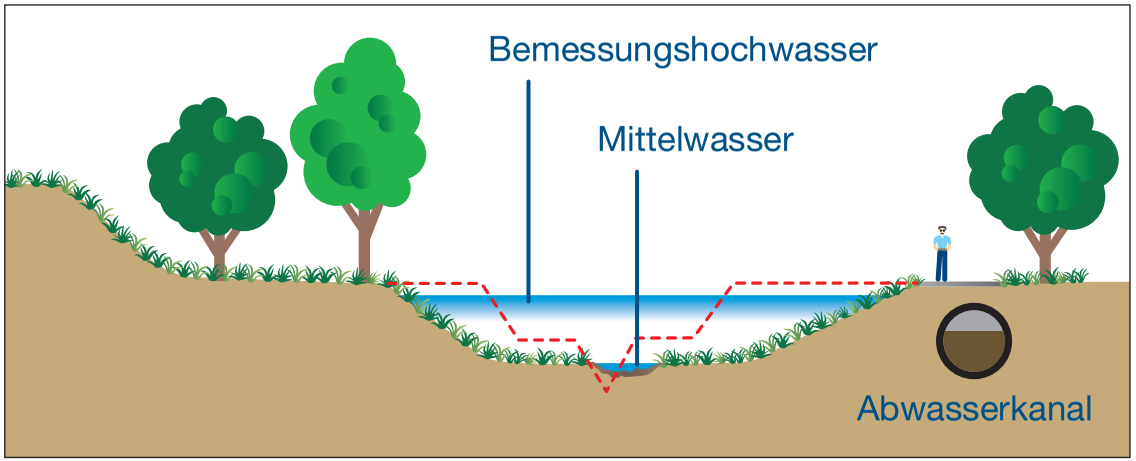


Zeitreise Läppkes Mühlenbach

Überflutung 1928

Ausbau 1929

Vor dem Umbau



Geplanter Umbau

Nach dem Umbau

EMSCHER LIPPE
GENOSSENSCHAFT EGLV.DE VERBAND

Fischwanderung in der Lippe

Wehr Lünen-Buddenburg, unterer Teilabschnitt des Fischaufstiegs

Reusen im Einlaufbauwerk

Wehr Lünen-Beckinghausen

Fischaufstieg Beckinghausen

Meerforelle

Anhang

Emschergenossenschaft und Lippeverband – ein Kurzporträt **A 2**

Außerschulische Aktivitäten mit Emschergenossenschaft und Lippeverband **A 3**
- Exkursion: Besichtigung von Kläranlagen A 3
- Exkursion: Besichtigung von Pumpwerken A 4
- Exkursionen zu renaturierten Bachläufen A 5
- Bachpatenschaften A 6

Ausbildungsmöglichkeiten bei Emschergenossenschaft und Lippeverband **A 7**
Medienauswahl **A 8**
Stichwortverzeichnis **A 9**
Impressum **A 11**

Emschergenossenschaft und Lippeverband Ein Kurzporträt

Emschergenossenschaft und Lippeverband sind gemeinsam der größte und älteste Wasserwirtschaftsverband in Deutschland. Die Emschergenossenschaft wurde 1899 von Kommunen, Bergbau und Industrie beschlossen. Der Lippeverband wurde 1926 gegründet. Zu den vielfältigen Aufgaben gehören der Hochwasserschutz, die Regelung des Wasserabflusses von Emscher und Lippe sowie deren Nebenläufen, die Gewässerunterhaltung, die Regelung des Grundwasserstandes, der naturnahe Umbau von Gewässern, die Abwasserreinigung und die Entsorgung der dabei anfallenden Abfälle. Weitere Bereiche sind die Freizeitnutzung von Fließgewässern und die Bereitstellung von Brauchwasser.

Um diese Aufgaben erfüllen zu können, planen, bauen und betreiben Emschergenossenschaft und Lippeverband die dafür notwendigen Anlagen. Hierzu gehören beispielsweise Kläranlagen, Pumpwerke, Deiche, Abwasserkanäle, Fließgewässer sowie Hochwasser- oder Regenrückhaltebecken. Emschergenossenschaft und Lippeverband sind Körperschaften des öffentlichen Rechts mit Selbstverwaltung. Sie arbeiten in gesetzlichem Auftrag. Zwischen beiden Wasserwirtschaftsverbänden besteht eine Verwaltungsgemeinschaft.

Zwei große Einzugsgebiete

Das Einzugsgebiet der Emscher umfasst die Kernzone des rheinisch-westfälischen Industriegebietes mit den Großstädten Bochum, Bottrop, Castrop-Rauxel, Dortmund, Duisburg, Essen, Gelsenkirchen, Gladbeck, Herne, Oberhausen und Recklinghausen. Auf dieser Fläche von 865 Quadratkilometern leben rund 2,4 Millionen Einwohner.
Das Einzugsgebiet des Lippeverbandes ist eher landwirtschaftlich geprägt und umfasst 3.280 Quadratkilometer zwischen Lippetal-Lippborg und der Lippemündung bei Wesel in den Rhein. Das Verbandsgebiet erstreckt sich zwischen Coesfeld, Ahlen, Soest, Dortmund, Duisburg und Wesel. In seinem Verbandsgebiet leben rund 1,4 Millionen Einwohner.

Jeder Verband ist innerhalb seines Gebietes für ca. 330 Kilometer Gewässer zuständig; das schließt den Hauptlauf, also Emscher bzw. Lippe, und ihre Nebenläufe ein.

Die Mitglieder

Als selbst verwaltete Körperschaften des öffentlichen Rechts werden die beiden Verbände durch ihre Mitglieder – Städte, Wirtschaft und Bergbau – getragen und finanziert. Über die jährlichen Versammlungen und die Verbandsräte wirken die Mitglieder bei der Meinungsbildung und den Entscheidungen mit.

Außerschulische Aktivitäten mit Emschergenossenschaft und Lippeverband

Für die Schülerinnen und Schüler ist es nicht nur lehrreich, sondern auch spannend, das, was sie über das Thema Wasser gelernt haben, in der Wirklichkeit anschauen und erleben zu können. Jetzt vielleicht sogar unter einem ganz neuen Blickwinkel: „So groß habe ich mir die Kläranlage gar nicht vorgestellt“ oder „Das war mal ein Abwasserkanal? Hätte ich nie gedacht!“
Deshalb bieten wir – Emschergenossenschaft und Lippeverband – Ihnen die Möglichkeit, die Unterrichtsinhalte zum Thema „(Ab-)Wasser“ durch Besuche unserer Anlagen oder Bäche und Flüsse vor Ort mit Ihren Schülerinnen und Schülern zu ergänzen. So lassen sich Theorie und Praxis auf interessante Weise miteinander verbinden.

Exkursion: Besichtigung von Kläranlagen

Der Kläranlagenbesuch ist in zwei Einheiten unterteilt. Eine theoretische Einführung durch einen Mitarbeiter der Kläranlage gibt den Schülerinnen und Schülern Einblicke in die Zusammenhänge wasserwirtschaftlicher Aufgaben. Das Transportsystem für das Abwasser wird ebenso thematisiert wie dessen Beschaffenheit und die Funktionsweise einer Kläranlage. Anschließend folgt ein Rundgang über die Kläranlage, auf dem die Schülerinnen und Schülern das zuvor erworbene theoretische Wissen im praktischen Betrieb nachvollziehen können.

Vorgesehene Altersgruppe
Sekundarstufe I und II
Aus Sicherheitsgründen können Kinder und Jugendliche zwischen 9 und 18 Jahren nur mit volljährigen Begleitpersonen die Anlagen besuchen. Bis 8 Besucher: 1 Begleitperson. Bis 16 Besucher: 2 Begleitpersonen. Bis 24 Besucher: 3 Begleitpersonen. Über 24 bis max. 35 Besucher: 4 Begleitpersonen. Wir wissen, dass es oft schwierig ist, andere Lehrer aus dem laufenden Schulunterricht herauszunehmen und als Begleitpersonen einzusetzen. Unser Tipp: Wenden Sie sich an die Eltern der Kinder, um sie als Begleitpersonen zu gewinnen.

Zu beachten
Festes Schuhwerk und entsprechende wetterfeste Bekleidung sind nötig.

Termine
Nach Vereinbarung

Dauer
Ca. 1,5 bis 2 Stunden

Ort
Emschergenossenschaft und Lippeverband betreiben gemeinsam ca. 70 Kläranlagen an verschiedenen Standorten. Welche Kläranlage in Ihrer Nähe für eine Besichtigung geeignet ist, erfahren Sie bei der Emschergenossenschaft und dem Lippeverband.

Kosten
Keine

Organisationsbedarf Schule
Begleitpersonal und eigene Anreise

Anmeldung
Marc Franke, Stabsstelle Kommunikation/Vorstandsbüro, Tel.: **0201/104-2630,** E-Mail: franke.marc@eglv.de

Exkursion: Besichtigung von Pumpwerken

Die Schülerinnen und Schülern erfahren, weshalb es notwendig ist, im Verbandsgebiet von Emschergenossenschaft und Lippeverband Pumpwerke zu betreiben. Sie erhalten Informationen zur Funktionsweise des Pumpwerks sowie zur Größe und geografischen Beschaffenheit des jeweiligen Einzugsgebietes. Außerdem bekommen sie Einblicke in geschichtliche Zusammenhänge zwischen industrieller Entwicklung und deren wasserwirtschaftlichen Konsequenzen.

Vorgesehene Altersgruppe
Sekundarstufe I und II
Die Altersbeschränkungen und die Anzahl der notwendigen Begleitpersonen entnehmen Sie bitte dem Punkt „Besichtigung von Kläranlagen“.
Zu beachten
Festes Schuhwerk und entsprechende wetterfeste Bekleidung sind nötig.
Termine
Nach Vereinbarung
Dauer
1 bis 1,5 Stunden
Ort
Die Stabsstelle Kommunikation/Vorstandsbüro teilt Ihnen mit, welches Pumpwerk sich in Schulnähe befindet und zu besichtigen ist.
Kosten
Keine
Organisationsbedarf Schule
Begleitpersonal und eigene Anreise
Anmeldung
Marc Franke, Stabsstelle Kommunikation/Vorstandsbüro, Tel.: **0201/104-2630,** E-Mail: franke.marc@eglv.de

Exkursionen zu renaturierten Bachläufen

Auf einem Spaziergang entlang einem renaturierten Bachlauf werden die Schülerinnen und Schüler über das Gewässer und seinen Umbau informiert. Vor Ort können sie in der Praxis überprüfen, was sie zuvor über den Gewässerumbau, die Lebensbedingungen für Pflanzen und Tiere an Fließgewässern, über Gewässergüte und Wasserabfluss gelernt haben.

Vorgesehene Altersgruppe
Sekundarstufe I und II
Die Altersbeschränkungen und die Anzahl der notwendigen Begleitpersonen entnehmen Sie bitte dem Punkt „Besichtigung von Kläranlagen“.
Zu beachten
Festes Schuhwerk und entsprechende wetterfeste Bekleidung sind nötig.
Termine
Nach Vereinbarung
Dauer
Nach Vereinbarung
Ort
Nach Vereinbarung
Kosten
Keine
Organisationsbedarf Schule
Begleitpersonal und eigene Anreise
Anmeldung
Marc Franke, Stabsstelle Kommunikation/Vorstandsbüro, Tel.: **0201/104-2630,** E-Mail: franke.marc@eglv.de

Bachpatenschaften

Bachpatenschaften können von Schulen bzw. Schulklassen an den renaturierten Fließgewässern der Emschergenossenschaft und des Lippeverbandes übernommen werden. Sie tragen dazu bei, dass die Schülerinnen und Schüler

- den ökologischen Wert eines Gewässers als Lebensraum für Pflanzen und Tiere sowie als Erholungsraum für die Menschen erkennen
- mit allen Sinnen den Lebensraum Bach oder Fluss wahrnehmen
- Verantwortung für ihre Umwelt übernehmen

In einer gemeinsamen Vereinbarung (Bachpatenvertrag) werden die zu übernehmenden Aufgaben des Bachpaten sowie die weiteren zu beachtenden Punkte an dem betroffenen Fließgewässerabschnitt geregelt. Anfallende Aufgaben wären zum Beispiel das Beobachten des Gewässers, die Entnahme von Wasserproben aus dem entsprechenden Bachlauf zur Feststellung von Inhaltsstoffen, Säubern des Gewässers und seiner Ufer sowie die Pflege der Bepflanzung. Auf den Internetseiten www.bachpate-emschergebiet.de und www.bachpate-lippegebiet.de können Sie weitere Informationen zum Thema erhalten und die beiden Bachpatenverträge der Emschergenossenschaft und des Lippeverbandes einsehen. Informationen zum Thema Bachpatenschaften finden Sie auch in Kapitel 4.2 „Aktiv werden!“ (Seite 131). Selbstverständlich erhalten Sie darüber hinaus auch gerne weitere fachkundige Unterstützung.

Vorgesehene Altersgruppe
Sekundarstufe I und II
Zu beachten
Die Übernahme einer Bachpatenschaft wird durch einen Vertrag geregelt, der die Aufgaben der Schulklasse festlegt. Von der Schule wird ein Ansprechpartner benannt, über den der Kontakt zu Emschergenossenschaft oder Lippeverband gehalten wird.
Dauer
Nach Vereinbarung
Ort
In Absprache mit der Stabsstelle Kommunikation/Vorstandsbüro wird ein geeigneter Bachabschnitt ausgesucht, der möglichst in der Umgebung der Schule liegt.
Kosten
Keine
Organisationsbedarf Schule
Begleitpersonal und eigene Anreise
Anmeldung
Astrid Keune, Stabsstelle Kommunikation/Vorstandsbüro, Tel.: **0201/104-2320,** E-Mail: keune.astrid@eglv.de

Bitte beachten Sie, dass Sie und Ihre Schüler ohne Erlaubnis der Emschergenossenschaft und des Lippeverbandes keine umzäunten Bachabschnitte oder Anlagengelände betreten dürfen. Hier bestehen verschiedene Gefahren, wie zum Beispiel Verletzungsgefahr bei sich eigenständig bewegenden Anlagen, Rutschgefahr an steilen Grasböschungen und die Gefahr des Ertrinkens in den mit Betonsohlschalen ausgekleideten offenen Abwasserläufen. Das rot umrandete Schild am Bach (auf Folie Seite 139) mit dem Hinweis „Lebensgefahr!“ macht an den betroffenen Fließgewässerabschnitten darauf aufmerksam.

Ausbildungsmöglichkeiten bei Emschergenossenschaft und Lippeverband

Emschergenossenschaft und Lippeverband bilden in folgenden Berufen aus:

- Bauzeichner/-in
- Bürokaufmann/-frau
- Bürokommunikationskaufmann/-frau
- Elektroniker/-in für Betriebstechnik
- Fachinformatiker/-in für Systemintegration
- Fachkraft für Abwassertechnik
- Industriekaufmann/-frau
- Fachkraft für Wasserwirtschaft
- Industriemechaniker/-in – Instandhaltung
- Mechatroniker/-in
- Tischler/-in
- Vermessungstechniker/-in
- Wasserbauer/-in

Als Ansprechpartner zu den Ausbildungsmöglichkeiten bei den beiden Wasserwirtschaftsverbänden steht Ihnen gerne der Ausbildungsleiter Gerd Brucherseifer, Personalabteilung, Tel.: **0201/104-2245,** zur Verfügung.
Unter der Internetadresse www.madebyazubis.de finden Sie ebenfalls weitere Bewerbungs- und Ausbildungsinformationen zu unserem Haus.

Medienauswahl

Es macht einfach Spaß, zu sehen, wie die Schüler und Schülerinnen mitmachen, sobald es konkret und anschaulich wird. Sie sind also herzlich eingeladen, die vielfältigen Materialien zu nutzen, die wir bisher entwickelt haben:

- Flyer, Broschüren und Veröffentlichungen zu verschiedenen Aufgabenbereichen, Betriebsanlagen und Projekten von Emschergenossenschaft und Lippeverband, auf der Internetseite www.eglv.de unter dem Suchbegriff „Infomaterialien“ zu bestellen
- über 700 Töne, Interviews etc., im Tonarchiv unter www.emscherplayer.de anzuhören

Bei der weiteren Suche nach Medien und Kontakten sind wir Ihnen gern behilflich. Wenden Sie sich dazu bitte an die Stabsstelle Kommunikation/Vorstandsbüro, Tel.: **0201/104-2663.**

Stichwortverzeichnis

Abwasser 59, 61, 64, 65, 66, 79, 103, 159, 162, 163, 164, 196, 197, 198, A3
Abwasserentsorgung 157, 162
Abwasserkanal 155, 160, 161, 162, 163, 197, 198, 199, 202, 209, A2, A3
Agenda 21 129, 131
Aggregatzustände des Wassers 3, 7
Aue 33, 53, 54, 55, 56, 57, 79, 80, 81, 89, 102, 135, 159, 160, 197, 198, 200, 201
Ausbau (Gewässer) 38, 77, 79, 80, 102, 196, 211

Bachpatenschaft E6, 129, 131, 132, A6
Bakterien 29, 41, 65, 66, 103, 164
Belebungsbecken 163, 164, 189
Bergbau 155, 157, 159, 160, 161, 193, 195, 196, 197
Bergsenkung 102, 155, 160, 162, 163, 171, 196, 197, 198, 202
Boden 6, 23, 24, 27, 29, 30, 31, 45, 64, 73, 79, 80, 141, 145, 161, 162, 163, 181

Deich E6, 102, 155, 160, 196, 197, 198, 201, A2
Dichte 6, 7
Dichteanomalie des Wassers 3, 6
Dipol 3, 5, 7
Dynamik 35, 37, 39, 55, 79, 89, 102

Eis 6, 7, 13, 15
Emscher E6, 38, 45, 80, 81, 99, 102, 127, 159, 193, 195, 196, 197, 198, 199, 200, A2
Emschergebiet 37, 65, 131, 160, 197
Emschergenossenschaft E5, E6, E9, 81, 131, 132, 155, 157, 159, 160, 161, 162, 164, 196, 197, 198, 199, 200, A2, A3, A4, A6, A7
Emscher-Lippe-Region E6, 77, 80, 81, 102, 132, 155, 157, 160, 162, 163, 173, 195
Emscherquellhof 199
Emscherregion 161, 196, 197
Emscher-Umbau E5, 102, 197, 198
Erosion 35, 37
Eutrophierung 65

Faulturm 189, 191, 200
Fisch 38, 41, 45, 46, 99, 101, 102, 103, 147, 201
Fischart 200
Fischwanderung 213
Fließgeschwindigkeit 37, 38, 83, 85, 87, 153, 195
Flussaue s. Aue
Flussgebietsmanagement 155, 159
Flussgebietsmanager E5
Flussregion 38, 45
Freizeit 77, 80, 81, 199

Gewässerausbau s. Ausbau (Gewässer)
Gewässerdynamik s. Dynamik
Gewässergüte 95, 97, 99, 100, 101, 102, 117, 131, 132, 147, 149, A5
Gewässergüteklasse 100, 101, 103, 105, 107, 109, 111, 113, 115, 147
Gewässerorganismen 46, 66
Gewässerrenaturierung s. Renaturierung (von Gewässern)
Gewässerstruktur 37, 38, 39, 97, 99, 100, 102
Gewässertyp 38
Gewässerumbau s. Umbau (von Gewässern)
Grundwasser, 7, 23, 24, 27, 29, 30, 63, 64, 65, 73, 80, 99, 161, 162
Grundwasserneubildung 55, 80

Hochwasser 55, 135, 159, 160, 161, 162, 165, 167, 196
Hochwasserschutz E6, E7, 55, 80, 159, 197, A2

Industrie 63, 64, 79, 80, 159, 162, 193, 196, 197, 198
Ionen 29, 30

Kanal 80, 163, 196, 198, 199
Kanalisation 65, 79, 80, 161, 162, 163
Kläranlage E6, 64, 65, 102, 132, 155, 161, 162, 163, 164, 189, 197, 198, 200, 202, A2, A3, A4
Klärwerk 197, 198
Kondensation 23, 65
Kraftwerk 63, 79, 80, 159, 197

Landwirtschaft 59, 63, 64, 65, 75, 79, 195, 201
Lebensbedingungen 33, 35, 38, 41, 43, 45, 53, 99 102, 103, 164, 200, A4

Stichwortverzeichnis

Lebensraum E7, 29, 33, 35, 37, 45,46, 53, 55, 57, 79, 100, 160, 197, 198, 199, 200, 201, A5
Lippe A2, 37, 38, 45, 46, 80, 81, 99, 102, 125, 155, 159, 162, 193, 195, 196, 197, 200, 201, 213, E6
Lippeaue 81, 200
Lippeauenprogramm 200, 201
Lippegebiet 131, 201
Lippeverband E5, E6, E9, 81, 99, 131, 132, 155, 157, 159, 160, 164, 197, 198, 200, 201, A2, A3, A4, A6, A6, A7

Mäander 33, 37, 198
Mikroorganismen 29, 65, 100, 164
Mischwasser 65, 161, 175

Nachklärbecken 164, 189
Naturnähe 83, 87, 102, 132, 159, 161, 197, 198, 199, 201
Neues Emschertal 198
Niederschlag 23
Niederschlagswasser 65, 163

Oberflächenspannung 3, 5

Polderflächen 160, 173, 196
Pumpen 160, 161
Pumpwerke E6, 102, 155, 160, 162, 196, 197, A2, A4

Regenwasser 29, 30, 64, 65, 79, 80, 159, 161, 162, 163, 181, 198, 199
Regenwasserversickerung 161, 162
Renaturierung (von Gewässern) E6, 37, 46, 159

Sandfang 163, 189
Saprobienindex 105–117, 123, 147, 149
Saprobiensystem 100, 101, 132, 147
Sauerstoff 5, 46, 66, 100, 101, 103, 163, 164
Sauerstoffgehalt 38, 41, 101, 102, 103
Schadstoff 29, 30, 164
Schifffahrtskanäle 80, 93, 196
Schmutzwasser 163, 164, 196
Sedimentation 35, 37
Selbstreinigung 65, 66
Selbstreinigungskraft 164
Siedepunkt 7
Strömung 35, 37, 38, 45, 46, 47, 49, 51, 143, 153
Strömungsgeschwindigkeit 46, 132

Trinkwasser 24, 59, 61, 63, 69, 73, 79
Trinkwasserverbrauch 67, 61

Überschwemmung 55, 160, 165, 196, 205
Umbau (von Gewässern) 45, 102, 159, 162, 197, 198, 199, 200, 211, A2, A5
Umgestaltung (Gewässer) 162, 198, 199, 200, 201

Vorklärbecken 163, 189

Wärmespeicher 7
Wasserhaushalt 21, 80, 99
Wasserkreislauf 21, 23, 24, 25, 63, 64, 80, 91, 161
Wassermolekül 3, 5, 6, 7
Wasserqualität 97, 99, 100, 102, 147, 196, 197
Wasserrahmenrichtlinie 97, 99, 102
Wasserstoffbrücke 3, 5, 7
Wasserverbrauch 61, 63, 64, 67, 69
Wasservorrat 21, 23

Zeigerart 100, 101, 117, 147, 149

Impressum

Herausgeber
Emschergenossenschaft/Lippeverband
Stabsstelle Kommunikation/Vorstandsbüro
Kronprinzenstraße 24
45128 Essen
Tel.: 0201/104-2663
Fax: 0201/104-2692
www.eglv.de

Projektleitung
Astrid Keune
Emschergenossenschaft/Lippeverband Essen
Tel.: 0201/104-2320
E-Mail: keune.astrid@eglv.de

Konzept und Layout Schulordner und CD-ROM
IVÖR, Düsseldorf; Martin Kellersmann, Meerbusch; [ka:media], Düsseldorf; Supersieben, Mettmann; Martina Wallraf – Visuelle Kommunikation, Meerbusch

Redaktion Schulordner und CD-ROM
IVÖR, Düsseldorf; Martin Kellersmann, Meerbusch; [ka:media], Düsseldorf

Redaktionelle Mitarbeit Schulordner und CD-ROM
Externe Redaktion
Friedrich Angerstein, Käthe-Kollwitz-Gesamtschule, Lünen; Dr. Benno Dalhoff, Conrad-von-Soest-Gymnasium, Soest; Erika Dutkowski, ehem. Willy-Brandt-Gesamtschule, Castrop-Rauxel; Dr. Elke Ettrich, Kommunikationsbüro, Hamburg; Gottfried Flachbart, Janusz-Korczak-Gesamtschule, Bottrop; Cornelia Gonsior, Hauptschule Husen, Dortmund; Horst Graffa, Bottrop; Tanja Kasprzak, Landesinstitut für Schule, Soest; Carola Soltau, Gesamtschule Horst, Gelsenkirchen
Redaktion Emschergenossenschaft/Lippeverband
Kirsten Adamczak, Patricia Bender, Dr. Steffen Bold, Ines Budach, Ulrich Cziollek, Ulrich Enning, Susanne Fries, Winfried Geisel, Michael Getta, Manfred Göllner, Helmut Herter, Rudolf Hurck, Christof Illigen-Geldmacher, Peter Jagemann, Sylvia Junghardt, Reinhard Ketteler, Astrid Keune, Sylvia Mählmann, Till Möller, Jörg Moosburger, Berthold Oberkönig, Dr. Martina Oldengott, Andreas Petruck, Rüdiger Prinz, Ulrike Raasch, Dr. Jürgen Ruppert, Josef Schön, Ralf Schumacher, Mechthild Semrau, Dr. Mario Sommerhäuser, Brigitte Spengler, Michael Steinbach, Hans Streng, Heinz-Peter Strux, Martin Voigt, Thomas Voßmerbäumer, Katrin Zillig, Peter zur Mühlen

Fotos, Zeichnungen, Grafiken
Archiv Emschergenossenschaft/Lippeverband, Essen; Hans Blossey; Reinhard Felden; IVÖR, Düsseldorf; Supersieben, Mettmann; Bart Vanhout, Smet-Tunnelling, Dessel (Belgien); Martina Wallraf – Visuelle Kommunikation, Meerbusch; Diethelm Wulfert; Umschlagsillustration: Crenetic GmbH, Mühlheim

Druck
Schröers Druck GmbH, Essen

Essen, Dezember 2006. Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.
© Emschergenossenschaft/Lippeverband, Essen 2006. Alle Rechte vorbehalten.
Als Kopiervorlage für den Unterrichtsgebrauch freigegeben.