

LEBENSGRUNDLAGE
WASSER

Jahrgangsstufe 7/8



**HANDREICHUNGEN ZUR ARBEIT
MIT DEM RAHMENPLAN NATURWISSENSCHAFTEN SEK. I
HEFT 5**

Lebensgrundlage Wasser

Jahrgangsstufe 7/8

AutorInnen: Anette Schülleremann, Werner Rogler
Redaktion: Lutz Stäudel, Brigitte Werber, Armin Kremer

Lebensgrundlage Wasser – Jahrgangsstufe 7/8

AutorInnen: Anette Schüllermann, Werner Rogler

Hessisches Landesinstitut für Pädagogik (HeLP)*
Wiesbaden • 1997

Handreichungen zur Arbeit mit dem Rahmenplan Naturwissenschaften Sek. I
Heft 5

ISBN 3-88327-378 – 3

Herausgeber:

Hessisches Landesinstitut für Pädagogik (HeLP)*
Walter-Hallstein-Straße 3, 65197 Wiesbaden
Telefon 0611 / 8803 - 0

AutorInnen: Anette Schüllermann, Werner Rogler
Redaktion: Lutz Stäudel, Brigitte Werber, Armin Kremer

Reihe: Handreichungen zur Arbeit mit dem Rahmenplan Naturwissenschaften Sek. I
Heft 5

In der Reihe „Handreichungen zur Arbeit mit dem Rahmenplan Sekundarstufe“ werden Materialien zum Rahmenplan vorgelegt. Diese Veröffentlichungen werden im Auftrag des Hessischen Kultusministers herausgegeben; sie stellen jedoch keine verbindliche, amtliche Verlautbarung des Hessischen Kultusministers dar.

Dem Lande Hessen (Hessisches Institut für Bildungsplanung und Schulentwicklung) sind an den abgedruckten Beiträgen alle Rechte der Veröffentlichung, Verbreitung, Übersetzung und auch die Einspeicherung und Ausgabe in Datenbanken vorbehalten.

Schriftliche Bestellungen sind zu richten an:

Hessisches Landesinstitut für Pädagogik (HeLP)
PI Wiesbaden, Zentralstelle Publikationsmanagement
Postfach 3105, 65021 Wiesbaden
Fax: 0611 / 8803-340

ISBN 3-88327-378 – 3
1. Auflage 1997

| | |
|---------------------------|--|
| Umschlaggestaltung: | Jürgen Löber Graphikdesign • Wiesbaden |
| Satz / Umbruch: | Branislav Ljubcic • HeLP, PI Wiesbaden |
| Lektorat: | Rolf Engelke • HeLP, PI Wiesbaden |
| Druck- und Bindearbeiten: | Elektra • Niedernhausen |

* bislang noch Hessisches Institut für Bildungsplanung und Schulentwicklung (HIBS), Hessisches Institut für Lehrerfortbildung (HILF), Staatliche Landesbildstelle Hessen und Erwachsenenbildungsstätte Falkenstein

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----|---|----|
| 1. | Zum Inhalt dieses Heftes | 1 |
| 2. | „Lebensgrundlage Wasser“ in Gesellschaft, Alltag und im Unterricht | 2 |
| 3. | Zur Konkretisierung des Rahmenthemas „Lebensgrundlage Wasser“ im Lernbereich Naturwissenschaften | 3 |
| | – Didaktische und methodische Hinweise | 4 |
| | – Konkretisierungsbeispiel (A) <i>Wir gebrauchen Wasser</i> | 6 |
| | – Konkretisierungsbeispiel (B) <i>Wasser in unserer Stadt</i> | 9 |
| 4. | Experimente / Vorschläge für Untersuchungen | 13 |
| 5. | Materialien | 33 |
| 6. | Außerschulische Lernorte am Beispiel Wiesbaden | 47 |
| 7. | Medien | 47 |
| 8. | Literaturhinweise | 50 |
| 9. | Adressen | 51 |
| | Anhang: Auszug aus dem Rahmenplan Naturwissenschaften | 52 |

1. Zum Inhalt dieses Heftes

Der Rahmenplan Naturwissenschaften für die Sekundarstufe I gibt die im Unterricht zu behandelnden *verbindlichen Inhalte* und die *Rahmenthemen* vor, in deren Zusammenhang diese Inhalte zu erarbeiten sind. Diese Rahmenthemen müssen entsprechend der Situation am Ort (Lerngruppe, Bildungsgang, Ausstattung, örtliche und situative Gegebenheiten) weiter konkretisiert werden. Diese Handreichung soll hierfür Hilfe und praktische Unterstützung sein. Ihr Gegenstand ist das Rahmenthema der Jahrgangsstufe 7/8¹⁾

“Lebensgrundlage Wasser”.

Im zweiten Abschnitt wird in Umrissen dargestellt, welche Bedeutung das Wasser für alle Lebensprozesse hat, insbesondere für den Menschen und seine technischen Aktivitäten. Skizziert wird auch, welche Auswirkungen die Eingriffe in den natürlichen Wasserhaushalt haben und wie ein verantwortlicher Umgang mit der Ressource Wasser gestaltet werden könnte. Davon ausgehend wird der Stellenwert der Thematik für die Schülerinnen und Schüler entwickelt.

Im Zentrum des 3. Abschnitts stehen die praktischen Konkretisierungsmöglichkeiten. Wie im Rahmenplan dargelegt, kann das Rahmenthema *Lebensgrundlage Wasser* unter verschiedenen thematischen Aspekten entfaltet werden. Aus der Vielzahl prinzipiell möglicher Themen werden die beiden folgenden näher dargestellt:

Wir gebrauchen Wasser

Wasser in unserer Stadt

Diese Auswahl markiert zugleich die Spannweite für mögliche eigene Konkretisierungen: Je nach Thema kann ein eher theoretischer oder ein eher praktischer Zugang zur Fragestellung eröffnet werden, kann die Durchführung stärker projektartig oder lehrgangsartig sein, und schließlich können auch Dauer und Tiefe der Arbeit am Thema im gegebenen Rahmen variieren.

In den Abschnitten 4 und 5 werden zu den genannten Unterrichtsthemen Vorschläge für Untersuchungen und Anleitungen für Experimente angeboten, außerdem Informationen, Arbeitsblätter und weitere Anregungen zum Thema. Die Experimentieranschläge reichen von der chemischen Gewässeruntersuchung bis zur Auseinandersetzung mit den Zustandsformen des Wassers, von der Kartierung eines Gewässers bis zur Destillation.

Ergänzend sind in den Abschnitten 6 bis 8 Informationen zu außerschulischen Lernorten zusammengestellt, die in den Unterrichtsgang einbezogen werden können. Hinweise zu verfügbaren Medien (Kreisbildstellen) schließen sich an. Die Angaben zur weiterführenden Literatur sind thematisch geordnet und geben Hinweise auf im Unterricht einsetzbare Schriften, Versuchsanleitungen bzw. verweisen auf didaktische Konzepte und weitere mögliche Themen, an denen das Rahmenthema *Lebensgrundlage Wasser* konkretisiert werden könnte.

Die vorgeschlagenen Konkretisierungen sind in der Praxis erprobt. Rückmeldungen, Kritik und Vorschläge zur Ergänzung sind ausdrücklich erwünscht.

¹⁾ Das Rahmenthema „Lebensgrundlage Wasser“ ist als Auszug aus dem Rahmenplan im Anhang wiedergegeben.

2. "Lebensgrundlage Wasser" in Gesellschaft, Alltag und im Unterricht

Wasser ist **Lebensgrundlage für alle Organismen**. Es ist an vielen biologischen bzw. physiologischen Prozessen beteiligt und fungiert als Lösungs- und Transportmittel für praktisch alle Stoffe im menschlichen Körper. So muß ein erwachsener Mensch täglich 2 bis 3 Liter Wasser aufnehmen, damit eine gleichbleibende Konzentration der Körperflüssigkeiten aufrecht erhalten wird.

Auch außerhalb von Organismen und biologischen Systemen findet Wasser vielseitige Anwendungen. **Im Haushalt** wird es überwiegend als **Lösungs- und Transportmittel** für Schmutzstoffe genutzt. Den 5 bis 10 Litern, die für die Nahrungsmittelzubereitung und Trinkzwecke verwendet werden, stehen 145 bis 170 Liter Wasser pro Person und Tag für Dusche, Bad, Waschmaschine, Geschirr und WC-Spülung gegenüber, mit weiterhin steigender Tendenz. Die Reinigung der dabei anfallenden Abwässer wird immer aufwendiger und teurer. Mit den steigenden Kosten sind gesellschaftliche Konflikte vorprogrammiert.

Für die **Industrie** ist Wasser ein unentbehrlicher Stoff, der in großen Mengen als **Wärmeüberträger** beim Heizen und Kühlen sowie als **Löse- und Reinigungsmittel** verwendet wird. In der chemischen Industrie wird Wasser zudem als **Rohstoff** und als **Reaktionsmedium** für chemische Prozesse genutzt.

Durch die vielfältige und massenhafte Nutzung von Wasser hat auch die **Belastung der Oberflächengewässern** deutlich zugenommen. In landwirtschaftlich genutzten Gebieten werden insbesondere Düngemittel- und Pestizidrückstände durch Niederschläge und Oberflächenabfluß ausgewaschen; zusammen mit Schwermetallsalzen aus industriellen und Haushaltsabwässern erreichen sie über den Boden das Grundwasser und führen zu einer Gefährdung der Trinkwasserreservoirs. Wegen zu hoher Belastung mußten in der Vergangenheit bereits mehrfach Brunnen geschlossen werden.

Ein **möglicher Wassermangel** erscheint global wie auch in unseren Breiten zunächst paradox: 2/3 der Erdoberfläche bestehen aus Wasser (ca. 1,4 Milliarden km³). Jedoch sind rund 97% ungenießbares Salzwasser; der prinzipiell nutzbare Süßwasseranteil beträgt lediglich 2,8%. Von der Gesamtsüßwassermenge stehen wiederum nur 0,6% zur Verfügung. Der Rest liegt in Form von unzugänglichem Tiefen Grundwasser, Inlandeis und Gletschern vor.

Kinder im Alter von 12 bis 14 Jahren verfügen einerseits über **vielfältige Erfahrungen** mit Wasser - aus dem häuslichen und schulischen Umfeld, der Freizeit und den Medien. Entsprechend umfangreich ist die Liste der Stichworte, die Schülerinnen und Schülern zum Thema Wasser einfallen, ebenso groß ist ihr Interesse. Dagegen ist der Informationsstand über Wasser und seine Verwendung eher gering. Insbesondere wird der eigene Wasserverbrauch deutlich zu niedrig eingeschätzt, ebenso der Umfang der industriellen und gewerblichen Nutzung.

Die Auseinandersetzung mit Wasser und die Reflexion der gemachten Erfahrungen kann dazu beitragen, alltägliche Vorgänge wie Waschen und Spülen, den Wasserverbrauch in Bad, Dusche und WC bewußt zu machen und einen **verantwortlichen Umgang** mit der Ressource Wasser zu fördern. Die Vermittlung von Kriterien, die einen Rückschuß auf den Zustand eines Gewässers erlauben, trägt dazu bei, Flüsse und Badeseen als Ökosysteme zu begreifen, die durch menschliche Aktivitäten gefährdet werden können. Erste Einblicke in diese Zusammenhänge können auch dazu beitragen, daß Betroffenheit angesichts von Umweltzerstörungen nicht in Hilflosigkeit mündet, sondern Perspektiven auf ein **verantwortungsbewußtes Handeln** eröffnet.

3. Zur Konkretisierung des Rahmenthemas "Lebensgrundlage Wasser" im Lernbereich Naturwissenschaften

Übergreifender inhaltlicher Aspekt des Rahmenthemas *Lebensgrundlage Wasser* ist die Tatsache, daß der verschwenderische Umgang mit Wasser auf lange Sicht zu gesellschaftlichen Problemen führen wird und die Belastung des Wassers mit giftigen Stoffen eine Bedrohung für alle Lebewesen darstellt. Die Schülerinnen und Schüler sollen für diese Zusammenhänge sensibilisiert werden mit dem Ziel, daß sie selbst bewußt und maßvoll mit dieser Ressource umgehen und den gesellschaftlichen Umgang mit Wasser kritisch bewerten können.

*

Für die Arbeit am Rahmenthema spielt daneben die **sinnliche Erfahrung mit Wasser** eine wichtige Rolle. Schülerinnen und Schüler verbinden mit Wasser in der Regel viele positive Erlebnisse und sind auch motiviert, sich auf dieses Thema einzulassen. Wenn das "Wassererlebnis" gleichberechtigt neben der eher analytischen Betrachtung des Umgangs mit Wasser steht bzw. damit verknüpft wird, kann es gelingen, daß die gewonnenen Ergebnisse tatsächlich zu veränderten Einstellungen führen und schließlich in Verhaltensänderungen münden.

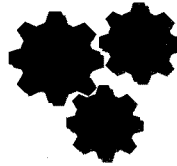
*

Eine Entwicklung der Thematik ausgehend vom konkreten Erleben entspricht auch den Forderungen des Rahmenplans Naturwissenschaften. Dieser fordert darüber hinaus, daß das Thema *Lebensgrundlage Wasser* - wie alle anderen Rahmenthemen - unter den drei Kategorien **Naturwissenschaften, Technik** und **Umwelt** entfaltet und konkretisiert wird.

*

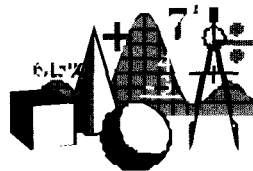


Unter **Umweltaspekten** kann, ausgehend von Brauchwasser oder Oberflächenwasser, durch einfache Versuche gezeigt werden, welche Vielzahl von Stoffen unser Wasser verschmutzen und welche Schwierigkeiten es macht, diese Stoffe wieder zu entfernen. Ebenso läßt sich aufzeigen, wie sich Verschmutzungen von Oberflächengewässern auf Anzahl und Vielfalt der Lebewesen auswirken. Mißt man darüber hinaus die Menge des anfallenden Brauchwassers und setzt sie in Relation zu den verfügbaren Ressourcen, so lassen sich daraus Ideen entwickeln, welchen Beitrag jede Schülerin, jeder Schüler zum Wassersparen leisten kann. Erkennbar wird hier aber auch, daß die Wasserprobleme nicht allein auf der individuellen Ebene gelöst werden können.



Unter dem **Technikaspekt** soll aufgezeigt werden, welcher Aufwand betrieben werden muß, um das anfallende Brauchwasser zu klären und wieder zu Trinkwasser aufzubereiten, und welche Kosten dadurch entstehen. Die immer noch steigende Zahl von eingeleiteten Stoffen erfordert die Entwicklung und Anwendung aufwendiger und teurer Technologien. Weil diese Technologien oftmals für Länder der dritten Welt unerschwinglich sind, wird die ungleiche Verteilung und Nutzungsmöglichkeit der lebensnotwendigen Ressource Wasser weiter begünstigt, was zu massiven gesellschaftlichen und politischen Problemen führt.

*



Der **naturwissenschaftliche Aspekt** stellt die für das Verständnis der anderen Aspekte notwendigen Informationen bereit und bietet über die verfügbaren experimentellen

Ansätze die Möglichkeit, komplexe Zusammenhänge zu erschließen und zu begreifen.

Aus *physikalischer Sicht* kann die Bedeutung der Dichteanomalie des Wassers erschlossen werden: Das Dichtemaximum bei 4 °C und die geringere Dichte von Eis ermöglichen den Lebewesen im Wasser ein Überleben im Winter. Die große Energieaufnahme beim Schmelzen - auch im Schülerexperiment gut zugänglich - und Sieden läßt verständlich werden, daß Oberflächengewässer gute Wärmespeicher darstellen, die für ein eher gemäßigtes Klima sorgen.

Die Erkundung eines aquatischen Ökosystems nach *biologischen* und *chemischen* Gesichtspunkten ermöglicht die Beurteilung des betreffenden Gewässers nach Güteklassen. Eine solche praktische Auseinandersetzung mit der Umwelt hilft zu verstehen, welche Konsequenzen die Eingriffe des Menschen in das ökologische Gleichgewicht haben und was ggf. zu unternehmen ist, damit die Folgen abgemildert bzw. rückgängig gemacht werden können.

Chemische Untersuchungen zur Trennung von unterschiedlichen Stoffgemischen geben erste Aufschlüsse darüber, wie man Brauchwasser wieder reinigen kann, und schaffen u.a. die Voraussetzung für ein Verständnis der Funktionsweise eines Klärwerkes.

Didaktisch-methodische Hinweise

Für die Bearbeitung eines Rahmenthemas stehen in Klasse 7 und 8 durchschnittlich sechs Wochen mit drei Wochenstunden zur Verfügung. Wegen der Fülle der möglichen Aspekte ist ein **exemplarisches Vorgehen** angebracht. Bei der Festlegung der Schwerpunkte sollten insbesondere die **Möglichkeiten der Schule** und die Gegebenheiten in ihrem Umfeld berücksichtigt werden, soweit sie für das Thema bedeutsam sind.

Die konkrete Unterrichtsgestaltung muß sich ebenso an den Fragestellungen der Schülerinnen und Schüler orientieren wie am jeweiligen Schularbeitsplan: Wenn im Lernbereichsunterricht bereits ein Rahmenthema vorausgegangen ist, bei dem die Schülerinnen und Schüler einschlägige experimentelle Erfahrungen (z.B. mit chemischen Gerätschaften) machen konnten, können viele **Versuche eigenständig** durchgeführt und auch geplant werden.

*

Eine **Eingrenzung** der zu bearbeitenden Fragestellungen kann auf mehrfache Weise erfolgen. So kann man entweder vom täglichen Umgang mit Wasser (Trinkwasser - Brauchwasser - Abwasser) ausgehen oder aber von natürlichen Wasservorkommen (Oberflächengewässer, Grundwasser, Regen). In jedem Fall muß der gewählte Realitätsausschnitt den **Anforderungen des Rahmenplans** entsprechen: Es muß gewährleistet sein, daß eine experimentelle Auseinandersetzung unter den drei genannten Aspekten stattfindet und möglichst außerschulische Lernorten einbezogen werden. So können die Schülerinnen und Schüler mit der Wassersituation in ihrem Umfeld vertraut gemacht werden und sich einen Bezugspunkt für die Orientierung ihres Verhaltens erschließen.

*

Die unterschiedlichen Erfahrungen, die Schülerinnen und Schüler bereits mit Wasser gemacht haben, ermöglichen ebenso unterschiedliche Ansatzpunkte zur Konkretisierung des Rahmenthemas:

a) Themen, die sich auf den alltäglichen Umgang mit Wasser beziehen

Abwasser - zum Weggiessen zu schade:

Das beim Gebrauch verschmutzte Wasser enthält eine Vielzahl von Stoffen. Im Zusammenhang mit der notwendigen Reinigung können Methoden der Stofftrennung im Labor und im Klärwerk behandelt werden. Durch Wiederaufbereitung in Kläranlagen und Wasserwerk erhalten viele Gemeinden ihr Trinkwasser zurück.

Wasser - ein ganz besonderer Stoff

Ausgehend vom Aufbau des Wassermoleküls werden die Besonderheiten bezüglich Schmelz- und Siedepunkt, Dichte, Oberflächenspannung und Löslichkeit behandelt und in Zusammenhang mit dem täglichen Umgang gebracht.

b) Themen, die sich auf das natürliche Vorkommen von Wasser beziehen

Lebensraum Wasser

Ausgangspunkt hierbei ist die Erkundung eines Gewässers im Umfeld der Schule (Teich, Bach, Fluß, See). Anhand der Untersuchung von Gewässerproben auf gelöste Stoffe sowie auf vorhandene Organismen werden die Gewässergüteklasse bestimmt und ggf. die Folgen der menschlichen Eingriffe auf das Gleichgewicht in der Natur thematisiert.

Wasser aus heilenden Quellen

Der unterschiedliche Aufbau von Böden bedingt eine ebenso unterschiedliche Speicherkapazität und Reinigungsmöglichkeit von Sickerwasser. Auch wird das Wasser im Boden mit unterschiedlichen Stoffen angereichert, die heilende Wirkung ausüben können. In diesem Zusammenhang spielt die Eigenschaft von Wasser als Lösungsmittel für viele Stoffe bzw. Wasser als Teil von Stoffgemischen eine wichtige Rolle.

c) Themen, die sich auf den Kreislauf des Wassers beziehen

Wasser bestimmt unser Wetter

Ausgehend von den Aggregatzuständen des Wassers werden der Wasserkreislauf in der Natur erarbeitet und über Wetterbeobachtungen Niederschlagsmengen, Luftfeuchtigkeit, Nebel- und Wolkenbildung konkret dargestellt. Motor in diesem Kreislauf ist die Sonne, deren Energie - in Wasser gespeichert - auch vom Menschen genutzt werden kann, z.B. in Wasserkraftwerken.

Regen - Wasserspender für alle Lebewesen

Dürreperioden im Sommer haben meist schlechte Ernten zur Folge, da Wasser ein entscheidender Faktor für das Wachstum von Pflanzen ist. Versuche zur Wasseraufnahme und zum Wassertransport der Pflanze zeigen die Bedeutung des Wassers als Transportmittel für gelöste Stoffe auf. Ist der Regen aber mit Schadstoffen angereichert, so werden Boden und Lebewesen dadurch stark geschädigt. Keimungsversuche und Regenwasseruntersuchungen können hierüber Aufschluß geben.

Je nach Schwerpunktbildung und je nach regionalen und situativen Unterrichtsbedingungen (Möglichkeiten zu Gewässerexkursionen, Jahreszeit, Besuch von Klär- und Wasserwerken oder einer Papierfabrik) können weitere Akzentuierungen gewählt und/oder als Gruppenthemen bearbeitet werden, z.B.:

- Belastung unserer Gewässer durch Haushalt, Industrie und Landwirtschaft
- Wasserverbrauch und Möglichkeiten der Einsparung in Schule und Haushalt
- Gesetze zur Reinhaltung von Wasser und deren Umsetzung durch kommunale oder Landesbehörden
- Wasserknappheit in der dritten Welt und deren Folgen für die Menschen
- Verschmutzung der Meere und deren Folgen

Zwei erprobte **Beispiele zur Konkretisierung** des Rahmenthemas *Lebensgrundlage Wasser* sind im folgenden näher ausgeführt:

- A Wir gebrauchen Wasser
- B Wasser in unserer Stadt.

Beide Themen besitzen eine Reihe von Gemeinsamkeiten:

- Sie weisen eine gut nachvollziehbare inhaltliche **Verknüpfung von biologischen, physikalischen und chemischen Aspekten** auf.
- In beiden Fällen geht der Unterricht von **ganzheitlichen Erfahrungen** aus, die die Schülerinnen und Schüler zu eigenen Fragen anregen sollen, die dann auch praktisch - im Sinne einer Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Sachzusammenhängen - überprüft werden können.
- Mit relativ geringem Aufwand kann in beiden Fällen eine **Vielzahl von Experimenten und Untersuchungen** durchgeführt werden. Diese sind so ausgewählt, daß sie zumeist von den Schülerinnen und Schülern **selbständig in Gruppen** vorbereitet und ausgeführt werden können.
- In beiden Fällen findet eine **gemeinsame Arbeitsplanung** statt. Ziel dieses Vorgehens ist es, die Schülerinnen und Schüler zunehmend in die Lage zu versetzen, eigene Fragestellungen zu entwickeln und Untersuchungen und Versuche auch selbständig zu planen.

Das Rahmenthema wie beide Konkretisierungen geben auch Gelegenheit und Anlaß, mit den Schülerinnen und Schülern am Wasser die **Aggregatzu-**

stände zu erarbeiten. Ausgehend vom Vorwissen, daß Wasser (und andere Stoffe) in verschiedenen Formen - fest, flüssig, gasförmig - vorkommen kann, können jetzt nähere Untersuchungen angestellt und ausgewertet werden, z.B. die Bestimmung von Schmelz- und Siedetemperatur des Wassers, die Aufnahme einer Aufheizkurve (E 10). Zur Interpretation kann ein **einfaches Teilchenmodell eingeführt** werden, ggf. unterstützt durch spielerische Elemente. Die Teilchenvorstellung kann zudem durch die Beobachtung der Brownschen Molekularbewegung vertieft werden.

Die Erarbeitung des Teilchenmodells erfordert erfahrungsgemäß zusätzlich 2 bis 3 Wochen, kann jedoch - entsprechend dem schulischen Arbeitsplan - auch im Zusammenhang mit anderen Rahmenthemen und Inhalten eingeführt werden.

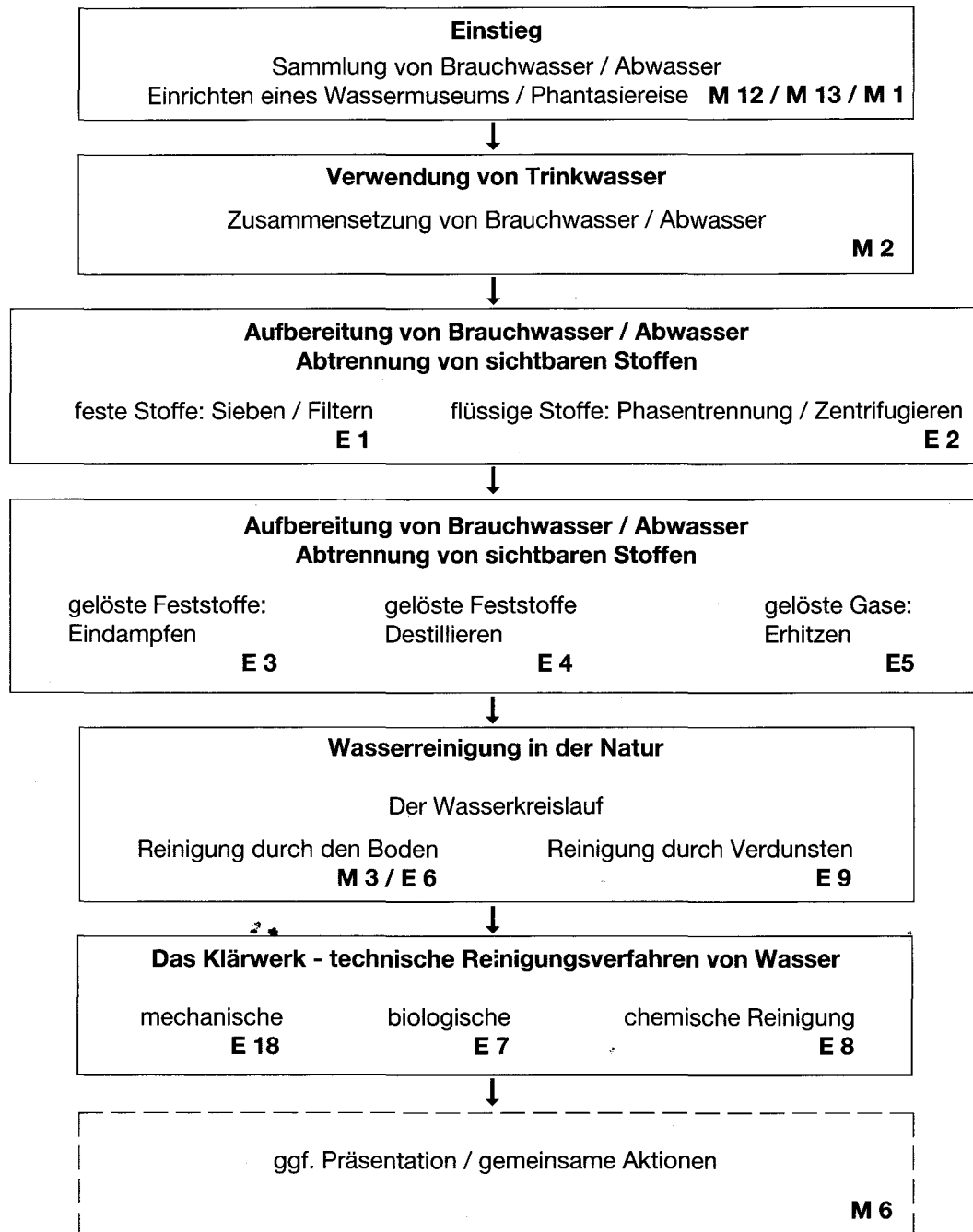
*

Die nachstehenden **Verlaufsübersichten** zeigen, wie die thematischen Konkretisierungen in der Praxis aussehen können.

Konkretisierung A: Wir gebrauchen Wasser

(Aufbereitung von Brauchwasser)

Schematische Verlaufsübersicht



Die Abkürzungen beziehen sich auf die Vorschläge im Experimentier- bzw. im Materialteil (E bzw. M)

Anmerkungen zum Konkretisierungsbeispiel A

Prognosen zufolge steigt der Wasserverbrauch von z. Zt. 145 - 170 l bis zum Jahre 2000 auf über 200 l pro Person und Tag - und somit auch die Menge des Brauch- und Abwassers, das gereinigt werden muß (**M 12**). Um den notwendigen Aufwand erfahrbar zu machen und für den sparsamen Umgang mit Wasser zu sensibilisieren, wird im Verlauf dieser Konkretisierung ein im Umfeld der Schule "erzeugtes" Brauchwasser/Abwasser so gereinigt, daß es wieder annähernd Trinkwasserqualität aufweist. Vergleiche mit den Reinigungsverfahren aus Natur (Bodenfilter) und Technik (Klärwerk) verdeutlichen im Anschluß, welche Schwierigkeiten bei der Abtrennung aller Inhaltsstoffe auftreten. Die Diskussion und Einführung von Maßnahmen zur Wassereinsparung sollen am Ende Anstöße zu Verhaltensänderungen geben.

Für die Durchführung dieser Konkretisierung sind sechs Wochen erforderlich. Werden weitere Interessenschwerpunkte ergänzt (bzw. die Erarbeitung der Aggregatzustände und des Teilchenmodells einbezogen; vgl. S. 8), dann ist ein längerer Zeitraum erforderlich.

1. Schritt: Drei Vorschläge für den Einstieg

- Aus mitgebrachtem Brauchwasser / Abwasser wird mit den Schülerinnen und Schülern ein Wassermuseum eingerichtet, ergänzt durch selbsthergestellte Mischungen mit Phantasienamen.
- Ausgehend von der Situation in der Kommune, z.B. einer Meldung über die drastische Erhöhung der Abwassergebühren (**M 13**), wird die Wassernutzung thematisiert.
- Eine Phantasiereise (**M 1**) führt in ein unterirdisches Kanalsystem, in dem gebrauchtes Wasser zusammenfließt und schließlich im Klärwerk wieder gereinigt wird.

Ein Ergebnis kann die Auflistung verschiedener Brauchwassersorten nach Herkunft sein.

2. Schritt: Verwendung von Trinkwasser - Entstehung von Brauchwasser/Abwasser

Ausgehend von Schätzungen zum individuellen Wasserverbrauch erfolgt ein Vergleich mit den tatsächlichen Trinkwasserverbrauchswerten im Haushalt pro Person und Tag (**M 2**). Thematisiert wird auch der enorme Abwasserabfall in Industrie und Landwirtschaft. Es wird deutlich, daß eine Vielzahl von Stoffen im Brauch- und Abwasser enthalten sein muß. Mögliche Inhaltsstoffe bzw. Belastungen des Wassers werden zusammengestellt und nach Eigen-

schaften wie sichtbar/unsichtbar, fest, flüssig oder gasförmig geordnet.

3. Schritt: Abtrennung von sichtbaren Stoffen aus dem Brauchwasser/Abwasser

Wenn die Schülerinnen und Schüler bereits zuvor Trennverfahren durchgeführt haben, machen sie selbst einen Plan für das experimentelle Vorgehen und führen ihn nach Absprache eigenständig durch. Ansonsten werden die Experimente **E 1** und **E 2** unter Verwendung der eigenen Wasserproben gemeinsam durchgeführt. Die dabei angewendeten Trennverfahren werden erläutert. Am Ende erfolgt eine Vorstellung der Ergebnisse im Plenum.

4. Schritt: Trennung von unsichtbaren Stoffen aus dem Brauchwasser/Abwasser (**E 3 - E 5**)

Die Versuche zeigen, daß klares Wasser noch kein reines Wasser sein muß, und daß nach der Abtrennung der Fest- und Schwebstoffe verschiedenartige, vorher unsichtbare Stoffe zu entdecken sind. Enthaltene Farb- und Geruchsstoffe können mit Aktivkohle entfernt werden. Zum Schluß werden alle Proben herangereicht und nach Aussehen und Geruch beurteilt.

Ergänzung

An dieser Stelle kann der Vorgang des Lösens vertieft behandelt werden. Das Lösungsverhalten von Stoffen bei unterschiedlichen Temperaturen gibt Aufschluß über die Verwendungsmöglichkeiten von Wasser beim Waschen und Kochen.

5. Schritt: Wasserreinigung in der Natur

Bei der Vielzahl der Stoffe, die das Wasser verschmutzen, stellt sich die Frage nach den Reinigungsverfahren in der Natur, denn Quellwasser hat vielfach Trinkwasserqualität, während Oberflächenwasser oft starke Verschmutzungen aufweist. Experiment **E 6** zeigt die Funktionsweise eines Bodenfilters auf. Es wird dabei deutlich, daß nicht alle Stoffe im Bodenfilter festgehalten werden und damit eine Gefahr für Grund- und Trinkwasser darstellen (**M 3**).

Gibt es im Umfeld einer Schule Trinkwasserschutzgebiete, so kann ein Besuch, verbunden mit der Besichtigung eines Trinkwasserstollens, angeschlossen werden. Ergänzend bietet sich die Beschäftigung mit der Trinkwasserverordnung an. Diese könnte, ebenso wie eine Befragung von Politikern der Region zu diesem Aspekt, nach Absprache auch lernbereichsübergreifend behandelt werden.

Ergänzung: An dieser Stelle sollte auf den Wasserkreislauf eingegangen werden, da bei der Verdun-

stung von Oberflächenwasser gelöste Salze zurückbleiben, Regen aber nahezu Trinkwasserqualität besitzt (**M 3**). Wenn die Schülerinnen und Schüler in diesem Zusammenhang die Problematik des sauren Regens ansprechen, können einfache Experimente (z.B. Keimungsexperimente unter Belastung) eingeschoben werden, um aufzuzeigen, welche schädliche Wirkung die in Wasser gelösten Säuren auf Lebewesen haben können.

reinhalt werden. Die Experimente **E 7 - E 8, E 18** zeigen die Funktionsweise eines Klärwerkes. Beim anschließenden Besuch einer Kläranlage werden die Reinigungsverfahren in der Realität (**M 4, M 5**) begutachtet. Vielfach fehlt in den Klärwerken noch eine chemische Reinigungsstufe, aber auch wenn sie vorhanden ist, hängt die Qualität des gereinigten Wassers deutlich davon ab, mit welchen Stoffen es zuvor belastet wurde.

6. Schritt: Das Klärwerk - technische Reinigungsverfahren

Die vorhergehenden Experimente verdeutlichen, daß die Reinigungsmöglichkeiten der Natur keinesfalls ausreichen, um die vielen, dem Wasser zugesetzten Stoffe zu entfernen. Bevor belastetes Wasser wieder in die Natur entlassen werden kann, muß es mit aufwendigen technischen Verfahren weitgehend ge-

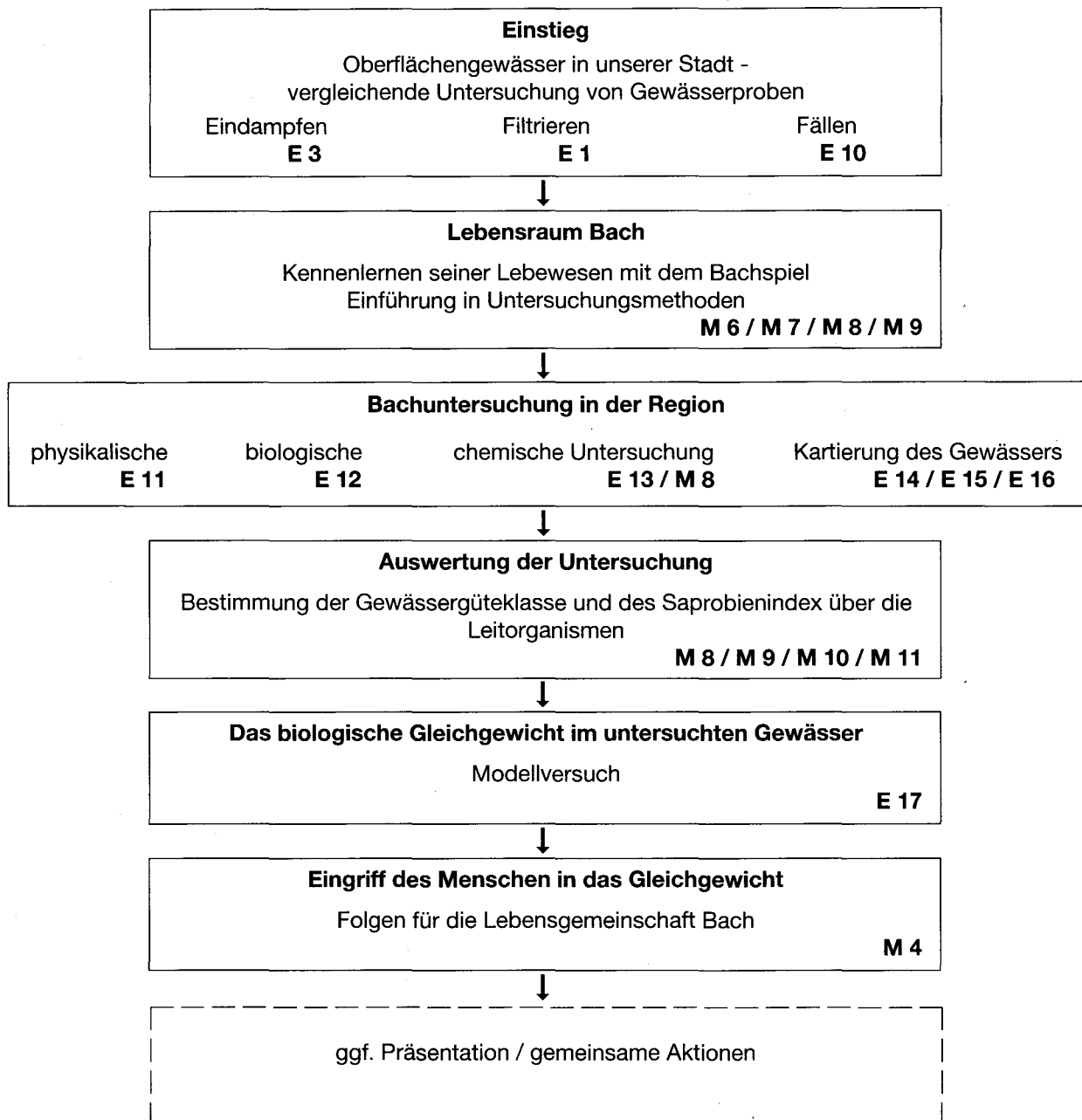
Anregung zu gemeinsamen Aktionen

Ausdruck einer Sensibilisierung für den schonenden Umgang mit Wasser könnte eine gemeinsame Aktion sein, mit der auf beobachtete Mißstände aufmerksam gemacht wird. Ein interessantes Objekt hierfür kann die eigene Schule sein, für die Maßnahmen zum Wassersparen entwickelt und umgesetzt werden können. Erste Anregungen hierzu gibt **M 6**.



Konkretisierung B: Wasser in unserer Stadt (Untersuchung eines schulnahen Fließgewässers)

Schematische Verlaufsübersicht



Die Abkürzungen beziehen sich auf die Vorschläge im Experimentier- bzw. im Materialteil (E bzw. M)

Anmerkungen zum Konkretisierungsbeispiel B ¹⁾

Mit vielfältigen Aktivitäten im Rahmen von Bacherkundungen und Gewässeruntersuchungen soll die Beobachtungsfähigkeit geschult und das Interesse geweckt werden, sich mit den natürlichen Gegebenheiten vor Ort auseinanderzusetzen. Im Mittelpunkt steht die Erkundung eines schulnahen Baches, den die Schülerinnen und Schüler bereits aus eigenen Erfahrungen kennen. Dabei erfahren sie u.a., daß bereits viele menschliche Eingriffe an Gewässern stattgefunden haben, z.B. Bachbegradigung oder Einleitung von Abwässern. Die Folgen wahrzunehmen und herauszufinden, wie man solche Veränderungen ggf. rückgängig machen kann, ist ein wichtiges Ziel bei der Realisierung dieses Themas.

1. Schritt: Vorschläge für den Einstieg

- Bei einem gemeinsamen Unterrichtsgang werden Gewässerproben von möglichst vielen Oberflächengewässern (z.B. Bach, Fluß, Teich, See) genommen und in der Schule untersucht (**E 1, E 3, E 10**). Vergleiche zeigen hierbei unterschiedliche Gewässerqualitäten auf. Dieser Einstieg bietet den Vorteil, daß man ohne größere Vorbereitungen praktisch beginnen kann.
- Sind für das Rahmenthema mehr als sechs Wochen Zeit eingeplant, so kann am Anfang eine Wanderung entlang des Baches stehen, bei der zwar die Untersuchungspunkte für die spätere Begehung bestimmt werden, zunächst aber das Erleben von Wasser mit allen Sinnen im Vordergrund steht: Wassergerausche aufnehmen, mit Wasserfarben malen, Wassergeschichten vorlesen oder selbst schreiben. Daran anschließend können erste Gewässeruntersuchungen durchgeführt werden (**E 1, E 3, E 10**).

2. Schritt: Vorbereitung der Bachuntersuchung

Die Bachuntersuchung muß im Unterricht vorbereitet werden. Zum Kennenlernen der Kleinlebewesen kann man das *Bachspiel* (**M 6, M 7, M 8**) durchführen, bei dem die Schüler über Spielkärtchen Namen und

Aussehen von Tieren erfahren. Notwendig ist auch die Einführung in verschiedene Untersuchungsmethoden, damit die Schüler/innen an Ort und Stelle sicher in der Anwendung der betreffenden Verfahren sind.

Die Gruppeneinteilung selbst und die Arbeit in der Gruppe sollte man anhand von **M 9** so organisieren, daß innerhalb einer Vierergruppe alle Untersuchungsmethoden arbeitsteilig vorbereitet, durchgeführt und ausgewertet werden können.

Anregung: Die Planung und Durchführung der Bachexkursion kann ggf. zusammen mit einer Lehrkraft für Erdkunde erfolgen. Auf diese Weise erhalten die Beteiligten kompetente Unterstützung bei der Kartierung des untersuchten Baches und bei der Anfertigung von Querschnittszeichnungen.

3. Schritt: Durchführung der Bachexkursion

Jede der eingeteilten Gruppen führt die vorbereiteten Untersuchungen an 2 bis 3 Meßstellen durch (**E 11 - E 16, M 8**). Die ermittelten Werte werden in ein gemeinsames Ergebnisprotokoll eingetragen. Abgesehen vom Sauerstoffnachweis reicht bei der chemischen Untersuchung des Gewässers die Verwendung von handelsüblichen Teststreifen für ein eindeutiges Ergebnis aus. Dies gilt besonders für den Fall, daß es sich - wie häufig - um gering belastetes Wasser handelt. Vergleiche mit den Ergebnissen der biologischen Untersuchung geben Aufschluß über die zugehörige Gewässergüteklasse.

4. Schritt: Auswertung der Untersuchungen

Bei der Auswertungsphase in der Schule werden die ermittelten Daten in Auswertungsbögen (**M 8 und M 10**) eingetragen und ggf. mit Daten der vergangenen Jahre verglichen, um Veränderungen in die abschließende Bewertung (**M 11**) miteinzubeziehen.

Über HESSNET gibt es eine hessenweite Vernetzung von Schulen, die die Daten ihrer regelmäßigen Bachuntersuchungen auch anderen Schulen zugänglich machen. Diese Vernetzung bietet auch die Möglichkeit zu einem weitergehenden Erfahrungsaustausch.²⁾

¹⁾ Die Untersuchung aquatischer Ökosysteme wird im Rahmenplan für die Jahrgangsstufen 9/10 unter dem Rahmenthema *Bedrohte Lebensräume* vorgeschlagen. Der schuleigene Arbeitsplan kann aber auch eine Thematisierung unter dem Rahmenthema *Lebensgrundlage Wasser* vorsehen, wenn die örtlichen Gegebenheiten im Schulumfeld dies sinnvoll erscheinen lassen. Die davon betroffenen verbindlichen Inhalte müssen entsprechend an anderer Stelle berücksichtigt werden bzw. können dort entfallen.

²⁾ Informationen zu HESSNET, verfügbarer Software, Verfahren des Datenaustauschs sowie über die im Rahmen dieses Umweltprojektes bevorzugt benutzten Untersuchungsverfahren, die geringfügig von den hier vorgestellten abweichen, gibt es beim Schulbiologiezentrum Biedenkopf (siehe Adressteil). Die Meßdaten werden über das Brett SCHULE/UMWELT/HESSNET im Hessischen Schulnetz allgemein zugänglich gemacht. Informationen gibt es auch unter der Internetadresse <http://stud-www.uni-marburg.de/~Schubiz/wasser.htm>.

5. Schritt: Wechselbeziehung der Organismen im Lebensraum Bach

Nach den so gewonnenen ersten Einblicken in den Lebensraum Bach ist eine Erkundung von Wechselbeziehungen der Organismen sinnvoll, um klar zu machen, daß Eingriffe des Menschen zu einer Störung des Gleichgewichtes führen können. Entsprechende konkrete Beobachtungen lassen sich im Modellversuch machen. Mit Bachwasser wird ein Aquarium eingerichtet und die eingesetzten Lebewesen gezielt untersucht (E 17).

6. Schritt: Eingriffe des Menschen und dessen Folgen für den Bach

Bei solchen Eingriffen kann es sich um Einleitungen von ungeklärten Abwässern oder Auswaschungen von Düngemitteln und Pestiziden handeln. Die eigenen Untersuchungsergebnisse legen entsprechende Einträge dann nahe, wenn an aufeinanderfolgenden Meßpunkten abnehmende Wasserqualität vorliegt.

Anregung zu gemeinsamen Aktionen:

Schülerinnen und Schüler können nun als "Umwelt-detektive" erneut an den Untersuchungsstellen nach

möglichen Ursachen forschen. Verstöße gegen die Gesetze und Verordnungen zur Reinhaltung von Fließgewässern können öffentlich gemacht werden. In jedem Falle sollte man alle Untersuchungsergebnisse im Stadtteil vorstellen und die Bevölkerung auf den aktuellen Zustand ihres Baches aufmerksam machen. „Umwelttage“ bieten hierfür eine gute Möglichkeit.

Thematische Erweiterungen:

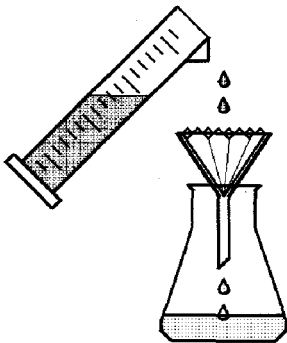
- Über Karten und Filme läßt sich der weitere Weg des Bachs verfolgen, z.B. in den Main oder den Rhein. Mit der Nutzung der großen Flüsse als Transportwege kann ein wichtiger Aspekt ihrer wirtschaftlichen Bedeutung thematisiert werden.
- Aus der Nutzung von Oberflächengewässern für Freizeitaktivitäten resultieren massive Konflikte (individuelle und wirtschaftliche Interessen versus Erhaltung des ökologischen Gleichgewichts).
- Eine anschließenden *Klassenfahrt* kann als *Kanufahrt* durchgeführt werden, bei der Verhaltensweisen im schonenden Umgang mit der Natur in der Praxis erprobt werden können.

4. Experimente / Vorschläge für Untersuchungen

| | | |
|------|--|----|
| E 1 | Abtrennen fester Stoffe von Wasser / Filtrieren | 14 |
| E 2 | Abtrennen flüssiger Stoffe von Wasser | 15 |
| E 3 | Eindampfen von Wasserproben | 16 |
| E 4 | Trennung von Flüssigkeiten durch Destillation | 17 |
| E 5 | Abtrennung gasiger Stoffe von Wasser | 18 |
| E 6 | Wasserreinigung in der Natur - Bodenfilter | 19 |
| E 7 | Reinigungsverfahren im Klärwerk - Biologische Reinigung | 20 |
| E 8 | Reinigungsverfahren im Klärwerk - Chemische Reinigung | 21 |
| E 9 | Vom Eis zum Wasserdampf | 22 |
| E 10 | Nachweisreaktionen von gelösten Salzen | 23 |
| E 11 | Physikalische Untersuchung eines Baches | 24 |
| E 12 | Kartierung eines Gewässerabschnitts | 25 |
| E 13 | Bestimmung von Leitorganismen | 26 |
| E 14 | Bestimmung von Gesamthärte, pH-Wert und Nitratgehalt | 27 |
| E 15 | Bestimmung von Sauerstoff | 28 |
| E 16 | Bestimmung von Nitrit und Ammonium | 29 |
| E 17 | Modellversuch: Das biologische Gleichgewicht in Gewässern | 30 |
| E 18 | Hinweise auf weitere interessante Experimente und Versuche | 31 |

E1**Abtrennen fester Stoffe von Wasser / Filtrieren**

| Materialien/ Chemikalien | Sicherheitshinweise | Geräte |
|--|---|--|
| Wasserproben (frische Brauchwasserproben oder Gewässerprobe) | Kennzeichnung der Flaschen (Inhalt, Datum) | – Erlenmeyerkolben (50 ml) – Glastrichter – Filterpapier – Meßzylinder (100 ml) |

| Versuchsaufbau | Versuchsdurchführung |
|--|---|
|  | <p><i>Vorversuch</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Beobachte die Gewässerprobe(n) ganz genau, indem du sie gegen das Licht hältst und dabei leicht umschüttelst. 2. Öffne das Glas und rieche vorsichtig an deiner Probe. 3. Notiere deine Beobachtungen. <p><i>Hauptversuch</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Falte das Filterpapier zweifach und lege es in den Trichter ein. 2. Stelle deinen Trichter in den Erlenmeyerkolben. 3. Miß 50 ml deiner Wasserprobe ab und gieße sie portionsweise in den Filter (nicht überlaufen lassen, nicht rühren oder stochern). 4. Beschreibe nach Ablauf des Wassers die Rückstände im Filter. 5. Halte das Filtrat gegen das Licht, rieche vorsichtig daran und notiere deine Beobachtungen. |

A) Filtrieren von Brauchwasser

Läßt man Schülerinnen und Schüler Brauchwasser bzw. Abwasser mitbringen, so muß dessen **Herkunft eingegrenzt** werden. Für Untersuchungszwecke gut geeignet ist z.B. Spül-, Bade-, Koch- oder Waschmaschinenwasser, nicht dagegen mit Fäkalien oder giftigen Stoffen wie Motorenöl belastetes Wasser. Die Proben werden zu Hause in einheitliche Behälter aus der Sammlung abgefüllt oder in der Schule in solche Gefäße umgefüllt und mit *Namen*, *Herkunft* und *Datum* gekennzeichnet. Ein zweites Sammelgefäß, ebenfalls mit Name und Datum versehen, sollte für das filtrierte Brauchwasser zur Verfügung stehen.

Der gefaltete Filter wird trocken in den Trichter eingelegt, mit Wasser befeuchtet und angedrückt. Beim Filtrieren darf man den Filter nie ganz vollgießen. Für größere Flüssigkeitsmengen sind **Faltenfilter** vorzuziehen, da sie ein schnelleres Filtrieren ermöglichen.

Sind die Feststoffe so fein verteilt, daß sie durch den Filter gehen, so kann versucht werden, den Niederschlag durch **Zentrifugieren** von der Flüssigkeit zu trennen.

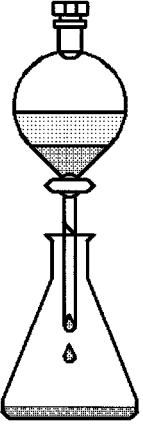
B) Filtrieren von Wasserproben natürlicher Herkunft

Als Filtrerrückstände liegen in erster Linie unlösliche Stoffe wie organische Schwebstoffe oder grobe Schmutzteilchen vor. Unter dem **Mikroskop** betrachtet lassen sich ggf. dazwischen auch Planktonorganismen erkennen, die anhand von Bestimmungshilfen (siehe Abschnitt 7) identifiziert werden können.

E 2

Abtrennen fester Stoffe von Wasser

| Materialien/ Chemikalien | Sicherheitshinweise | Geräte |
|---|---------------------------------------|---|
| vorgereinigtes Brauchwasser (aus Versuch E 1) Öl/Wasser-Testgemisch | Salatöl verwenden, kein Mineralöl! | <ul style="list-style-type: none"> - Scheidetrichter - Erlenmeyerkolben - Zentrifugenglas - Zentrifuge (Handzentrifuge) |

| Versuchsaufbau | Versuchsdurchführung |
|--|---|
|  | <ol style="list-style-type: none"> 1. Schütte das Testgemisch in den Scheidetrichter, verschließe ihn mit einem Glasstopfen und lasse das Gemisch so lange stehen, bis sich die beiden Flüssigkeiten voneinander getrennt haben. 2. Öffne nun vorsichtig den Hahn und lasse die untere Flüssigkeit so lange in den Erlenmeyerkolben einlaufen, bis die Trennlinie erreicht ist. 3. Fülle die abgetrennte Flüssigkeit in ein Zentrifugenglas und zentrifugiere etwa 2 Minuten. 4. Haben sich hierbei wieder zwei Phasen gebildet, so kannst du sie durch vorsichtiges Abgießen voneinander trennen. 5. Wiederhole den Versuch mit deiner Brauchwasserprobe. 6. Hebe das abgetrennte Wasser für weitere Versuche auf. |

Dieser Versuch zeigt das Verhalten von in Wasser unlöslichen Flüssigkeiten. Obenauf schwimmendes Öl bildet z.B. eine zu Wasser klar abgegrenzte Phase. Durch Schütteln entsteht kurzzeitig eine **Emulsion**, die fein verteilten Fetttropfchen wandern beim Stehenlassen jedoch schnell wieder in die Ölphase zurück. Daher läßt sich Öl mit Wasser nicht abwaschen.


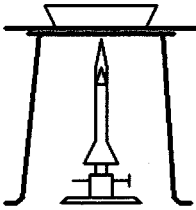
Milch dagegen bildet, aufgrund ihres Eiweißgehalts, eine **Daueremulsion**. Mit der Lupe oder unter dem Mikroskop kann man fein verteilte Fetttropfchen erkennen, die sich klar vom Wasser abgrenzen. Daher läßt sich Milch gut mit Wasser verdünnen, ohne daß sich Öl- und Wasserphase trennen. Jedoch werden Milchflaschen beim Ausspülen mit Wasser nicht sauber, weil Fetttropfchen am Glas hängenbleiben.

Ursache für die mangelnde Mischbarkeit von Fetten und Ölen mit Wasser ist die **unterschiedliche Polarität**: Fette und Öle sind praktisch nicht polar, Wasser gehört zu den Flüssigkeiten mit der größten Polarität.

Auf Grund ihrer geringeren Dichte und der Tendenz zur Phasenbildung lassen sich Öle im Brauchwasser gut abtrennen. Anstelle des Scheidetrichters wird in der Klärwerkspraxis ein sog. **Ölabscheider** eingesetzt.

Fette, Öle und andere unlösliche Flüssigkeiten sind häufig giftig und stellen daher eine große Belastung für Wasser in jeder Form dar. In Oberflächengewässern können sie **Umweltkatastrophen** (Ölpest) verursachen. Ölreste gehören daher weder in Ausguß und Kanalisation, noch in Bäche und Seen, sondern müssen getrennt entsorgt werden.

| Materialien/ Chemikalien | Sicherheitshinweise | Geräte |
|--|---------------------|--|
| Wasserproben (vorgereinigtes Abwasser oder Salzwasser bzw. Gewässer- probe) | Schutzbrille | <ul style="list-style-type: none"> – Erlenmeyerkolben – Pipette (10 oder 25 ml) – Porzellanschale – Dreifuß mit Drahtnetz – Bunsenbrenner |

| Versuchsaufbau | Versuchsdurchführung |
|--|---|
|   | <p><i>Vorübung</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fülle einen Erlenmeyerkolben mit Leitungswasser und tauche eine Pipette ein. 2. Saug mit dem Peläusball 10 bzw. 25 ml Wasser in die Pipette. 3. Lasse das Wasser langsam bis zur Null-Markierung auslaufen. 4. Übe dies einige Male, bis du es sicher kannst. <p><i>Hauptversuch</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fülle auf die zuvor geübte Weise je 10 bzw. 25 ml der zu untersuchenden Wasserproben in eine Porzellanschale. 2. Stelle die Porzellanschale auf einen Dreifuß mit Drahtnetz. 3. Erhitze die Flüssigkeit <i>vorsichtig</i> so lange, bis das Wasser verdampft ist. Während des gesamten Versuchs Schutzbrille tragen! Spritzgefahr! 4. Untersuche den Rückstand nach Geruch, Farbe und Oberflächenbeschaffenheit (ggf. auch unter dem Mikroskop). |

A) Eindampfen von Brauchwasser/Abwasser

Als **Vorbereitung zur destillativen Reinigung** kann man bei diesem Versuch den Wasserdampf auffangen. Dazu wird eine Glasplatte schräg über der Abdampfschale befestigt und das daran kondensierende Wasser in einem seitlich aufgestellten Becherglas gesammelt.

Zur möglichen **Identifizierung** einer im Wasser gelösten Substanz bringt man 2 Tropfen der zuvor fast vollständig eingedampften Lösung auf einen Objektträger. Dieser wird mit der Sparflamme des Bunsenbrenners (oder Gasfeuerzeug) von unten her vorsichtig erwärmt. Auskristallisierende Salze können unter dem Mikroskop betrachtet werden, ebenso Vergleichskristalle aus einer Testlösung.

(Technisch wird ein ähnliches Verfahren zur **Gewinnung von Salz** aus Salinen angewandt. Mit Wasser wird das Salz in einer Salzlagerstätte gelöst. Die unlöslichen Gesteinsbestandteile bleiben zurück, das mit Salz gesättigte Wasser, die Sole, wird herausgepumpt und in speziellen Apparaturen eingedampft.)

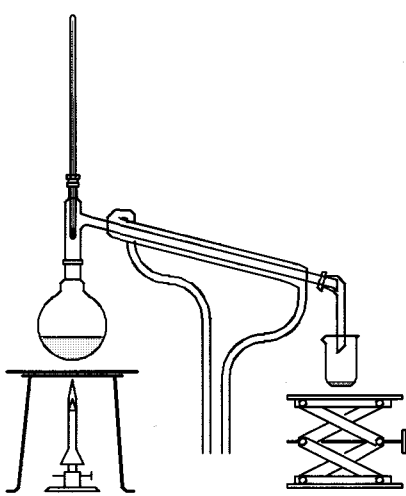
B) Eindampfen von Gewässerproben

Je nach Herkunftsort sind mehr oder weniger Rückstände mit unterschiedlichen Eigenschaften erkennbar. Bei Gewässern, die arm an gelösten Stoffen sind, bleibt u.U. kein sichtbarer Rückstand beim Eindampfen übrig. Gemeinsam werden die Ursachen für die unterschiedliche Menge und Zusammensetzung diskutiert und erste Vermutungen über den Zusammenhang von Inhaltsstoffen der Gewässerproben und Zustand der Gewässer geäußert.

E 4

Trennung von Flüssigkeiten durch Destillation

| Materialien/ Chemikalien | Sicherheitshinweise | Geräte |
|---------------------------------|---|--|
| Brauchwasser oder Rotwein | Siedesteine und Schliffklammern verwenden! | Destillationsanlage mit – Kolben, 250cm ³ – Kühler mit Schläuchen – Thermometer – Becherglas, 100 ml – Bunsenbrenner – Dreifuß mit Drahtnetz – Stativ mit Muffen und Klemmen |

| Versuchsaufbau | Versuchsdurchführung |
|---|--|
|  | <ol style="list-style-type: none"> 1. Stelle den Destillierkolben auf das Drahtnetz des Bunsenbrenners und befestige ihn in dieser Höhe mit Klemme und Muffe an einem Stativ. 2. Befestige den Kühler an einem weiteren Stativ und verbinde ihn über ein Zwischenstück mit dem Destillierkolben. Sichere die Verbindungen mit Schliffklammern. 3. Fülle die zu destillierende Flüssigkeit in den Kolben und füge 3 bis 5 Siedesteine hinzu. 4. Stecke ein Thermometer durch einen Stopfen und verschließe damit den oberen Teil des Destillierkolbens. 5. Schließe die Schläuche des Kühlers so an, daß der untere Schlauch mit der Wasserleitung verbunden ist und der obere Schlauch in das Wasserbecken hängt. Öffne den Wasserhahn wenig, bis das Wasser aus dem oberen Schlauch langsam herausläuft. 6. Stelle den Bunsenbrenner an und erhitze die Flüssigkeit, bis sie siedet. 7. Beobachte das Thermometer und schreibe die Temperatur auf, bei der der erste Tropfen ins Becherglas kommt. |

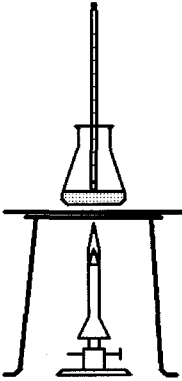
Die Trennung zweier Flüssigkeiten durch Destillation erfolgt aufgrund ihrer **unterschiedlichen Siedepunkte**. Ethanol z.B. siedet bei 78 °C, Wasser bei 100 °C (Rotwein).

Bei etwa 80 °C beginnt Ethanol zu verdampfen. Es gehen aber immer auch Teile des Wasser mit über. Die Temperatur steigt im weiteren Verlauf der Destillation weiter an, wobei der Ethanolgehalt im Destillat immer weiter abnimmt. Will man z.B. - wie in der Schnapsbrennerei - ein Destillat mit möglichst hohem Alkoholgehalt erhalten, dann muß die Destillation rechtzeitig abgebrochen werden. Wenn der Alkohol zum größten Teil aus der Vorlage abdestilliert ist, erreicht die Temperatur der Gasphase praktisch den Siedepunkt der Wassers: 100 °C.

Soll das Verhalten der Stoffe beim Übergang vom flüssigen in den gasförmigen Zustand verdeutlicht werden, so kann man alle 30 sec die Temperatur messen, protokollieren und die Werte in ein Diagramm eintragen. Man erhält eine sog. **Siedekurve**.

E 5**Abtrennung gasiger Stoffe von Wasser**

| Materialien /Chemikalien | Geräte |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Leitungswasser- Mineralwasser- Brauchwasser | <ul style="list-style-type: none">- Erlenmeyerkolben- Thermometer- Bunsenbrenner- Dreifuß mit Drahtnetz |

| Versuchsaufbau | Versuchsdurchführung |
|--|--|
|  | <ol style="list-style-type: none">1. Fülle jeweils etwa 20 ml frisches Brauchwasser, Leitungswasser und abgestandenes Mineralwasser in je einen Erlenmeyerkolben und stelle ein Thermometer hinein.2. Erwärme die Proben nacheinander vorsichtig auf 40 °C und beobachte die unterschiedliche Gasentwicklung. Zähle die aufsteigenden Gasbläschen pro Minute und trage die Werte in eine Tabelle ein. |

Da Wasser erst bei 100 °C siedet, müssen die bei 40 °C aufsteigenden Gasblasen von **im Wasser gelösten gasigen Stoffen** stammen. Im Leitungswasser können Bestandteile der Luft gelöst sein, im Brauchwasser/ Abwasser zusätzlich noch Duftstoffe und Faulgase wie Schwefelwasserstoff, im Mineralwasser Kohlendioxid in höherer Konzentration.

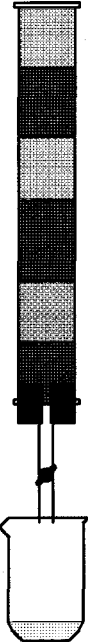
Die Löslichkeit der Gase nimmt mit steigender Temperatur ab, daher entweichen sie bei Erwärmung.

Auch im Fluß- und Seewasser sind Bestandteile der Luft gelöst. Hierbei ist für alle tierischen Organismen der **Sauerstoff** besonders wichtig. Da dessen Löslichkeit bei zunehmender Temperatur ebenfalls stark abnimmt, kann die Einleitung warmer Abwässer von Industriebetrieben und Kernkraftwerken zu akutem Sauerstoffmangel bei Fischen führen. Daher müssen Kühlwasser und Abwässer vor dem Einleiten in die Gewässer gekühlt werden.

E 6

Wasserreinigung in der Natur – Bodenfilter

| Materialien /Chemikalien | Geräte |
|--------------------------|---|
| – Sand | – Glasrohr, 0,5 cm Ø (alternativ: Plastikflasche mit Löchern unten als Auslauf) |
| – Kies | – Gummistopfen mit Loch |
| – Erde | – Glasröhrchen, 5 cm lang |
| – Glaswolle | – Becherglas, 100ml |
| – Schmutzwasser | – Stativ mit Klemme und Muffe |
| | – Bunsenbrenner, Dreifuß mit Drahtnetz |
| | – Eindampfschale |

| Versuchsaufbau | Versuchsdurchführung |
|--|--|
|  | <ol style="list-style-type: none"> 1. Stecke das kleine Glasröhrchen durch das Loch des Gummistopfens und verschließe mit dem Stopfen die eine Seite der großen Glasröhre. 2. Befestige die große Glasröhre mit Klemme und Muffe an einem Stativ. 3. Gib nun etwas Glaswolle in den unteren Teil der Röhre und fülle abwechselnd mit den Schichten Erde, Sand, Kies auf. 4. Lasse so lange sauberes Wasser hindurchlaufen, bis das unten aufgefangene (Sicker-)Wasser nicht mehr trüb ist. 5. Überprüfe das Schmutzwasser auf seinen Geruch und mit pH-Papier auf seinen pH -Wert. 6. Gieße langsam oben das Schmutzwasser ein und fange das Wasser unten in einem Becherglas auf. 7. Prüfe das aufgefangene Wasser erneut mit pH - Papier. 8. Dampfe das aufgefangene Wasser ein und untersuche ggf. die Rückstände mit der Lupe / unter dem Mikroskop. |

Der Bodenfilter hält nur grobe Schmutzteilchen und Schwebstoffe zurück, gelöste Stoffe wie Salze, Säuren, Laugen u.a. bleiben überwiegend im Filtrat.

Vom **Sickerwasser** werden in den oberen Bodenschichten verschiedene Stoffe aufgenommen (z.B. Nitrate und Phosphate, die aus Düngemitteln oder aus auf die Felder aufgebracht Gülle stammen). Diese Stoffe werden in tieferen Schichten **an Bodenteilchen angelagert** (adsorbiert). Eine wichtige Rolle spielen dabei die Tonminerale. Sie sind wie Blätterteig geschichtet und weisen, ähnlich wie ein Schwamm, eine große Oberfläche auf, an der sich die ausgewaschenen Stoffe anlagern können. Bei der Bodenpassage können auch Krankheitserreger und andere schädliche Stoffe aus dem Wasser herausgefiltert werden.

Im allgemeinen hat Grundwasser nach der Bodenpassage praktisch Trinkwasserqualität. Immer häufiger aber tauchen in Trinkwasserbrunnen verschiedene Gifte auf. Viele Giftstoffe gelangen z.B. von wilden Müllkippen mit dem Sickerwasser in den Boden. Nach einiger Zeit sind alle "Filterplätze" auf den Bodenteilchen besetzt. Die Folge: Neue Giftstoffe werden nicht mehr adsorbiert, bereits früher adsorbierte werden gegen neue ausgetauscht oder reagieren untereinander zu anderen, z.T. hochgiftigen Stoffen, die freigesetzt werden. Im Zusammenhang mit diesem Versuch kann der **Wasserkreislauf** thematisiert werden (**M 3**).

| Materialien/ Chemikalien | Sicherheitshinweise | Geräte |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Leitungswasser - Eiklar - verdünnte Salpetersäure | <p>Handschuhe und Schutzbrille benutzen!</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Aquarium - Plexiglasbehälter - Kreiselpumpe - Verbindungsrohre aus Plexiglas - Basaltsplit und Poroton |

Versuchsdurchführung

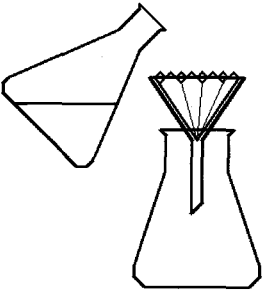
1. Richte ein Aquarium mit Wasser, Sand und einer Wasserpflanze ein.
2. Fülle in einen Außenfilter schichtweise Porotonkugeln und Basaltsplit und schließe den Außenfilter über Verbindungsrohre an eine Kreiselpumpe an, welche das Wasser aus dem Aquarium durch den Filter pumpt.
3. Leite über einen Ausströmstein Luft in den Außenfilter.
4. Halte die Anlage einige Tage in Betrieb.
5. Gib etwas Eiklar in das Aquariumwasser.
6. Führe mit 10 ml der Gewässerprobe einen Eiweißnachweis durch. Dazu wird diese in einem Reagenzglas mit 3 ml verdünnter Salpetersäure erhitzt (Siedesteine dazugeben u. Schutzbrille aufsetzen).
7. Wiederhole diesen Versuch in den nächsten Tagen, bis kein Eiweiß mehr nachgewiesen werden kann.

Erhitzt man Eiweiß-Lösungen mit verdünnter Salpetersäure, so färben sich die ausgeschiedenen Eiweißflocken gelb (Xanthoprotein-Reaktion). Diese Nachweisreaktion ist sehr empfindlich und zeigt auch schon kleine Mengen von Eiweiß an.

Das Eiklar im Aquarienwasser stellt eine organische Verunreinigung dar, wie sie auch im Abwasser vorkommt. Im Versuch wird das belastete Wasser in den Außenfilter eingeleitet, der bei der biologischen Reinigungsstufe im Klärwerk einer **Tropfkörperanlage** oder dem **Belebtschlammbecken** entspricht. Das Material im Außenfilter hat eine große Oberfläche, auf der sich aerobe Bakterien und Protozoen absetzen. Diese ernähren sich unter Sauerstoffverbrauch aus der zugeführten Luft von organischen Bestandteilen. Belebtschlamm- und Tropfkörperverfahren arbeiten nach dem gleichen Prinzip; diese Verfahren ahmen die Selbstreinigungsprozesse der Gewässer nach.

Die **aerob abbauenden Bakterien** werden bei diesem Versuch über die Luft bzw. mit der Wasserpflanze eingebracht. Anstelle von Leitungswasser kann auch eine frische Wasserprobe aus dem untersuchten Fließgewässer oder dem Schulteich verwendet werden.

| Materialien /Chemikalien | Geräte |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - vorgereinigtes Ab- bzw. Brauchwasser (aus E 7) - Eisen (III)-chloridlösung - Kaliumphosphatlösung | <ul style="list-style-type: none"> - 2 Erlenmeyerkoben (100ml) - Trichter - Filterpapier |

| Versuchsaufbau | Versuchsdurchführung |
|--|---|
|  | <ol style="list-style-type: none"> 1. Fülle das vorgereinigte Abwasser in einen Erlenmeyerkolben. 2. Gib etwa 5 ml Eisen (III)-Chloridlösung zu und trenne den Niederschlag durch Filtrieren ab. 3. Stelle eine Vergleichslösung mit Kaliumphosphat her, indem du einige Kristalle in Wasser löst. 4. Gib ebenfalls 5 ml Eisen (III)-Chloridlösung hinzu und vergleiche die Ergebnisse der beiden Versuche. |

Eisen-(III)-Chlorid ergibt mit Phosphat einen **gelben Niederschlag von Eisenphosphat**.

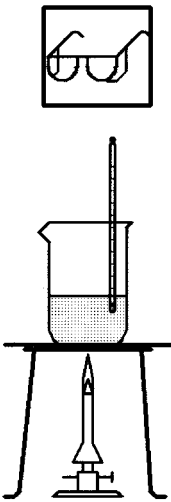
Ähnlich wie in diesem Versuch werden in vielen Kläranlagen, vor allem in denen von Industriebetrieben, dem Abwasser Fällungsmittel wie Eisen-(III)-chlorid zugesetzt, um gelöste Chemikalien - wie hier Phosphate - auszuflocken. Alternativ zu Eisensalzlösungen werden technisch auch **Aluminiumsalze** in der chemischen Reinigungsstufe eingesetzt.

In Oberflächengewässer wirken Phosphate als Düngemittel und rufen ein vermehrtes Algenwachstum hervor (**Eutrophierung**). Ebenso wächst die Zahl der tierischen Organismen, die sich von Pflanzen ernähren. Die Population aller Organismen steigt stark an. Sterben diese Lebewesen ab, so werden sie zunächst von aeroben Bakterien abgebaut. Ist der dazu notwendige Sauerstoff verbraucht, übernehmen anaerobe Bakterien diese Aufgabe. Die dabei entstehenden Faulgase führen zum Absterben weiterer Organismen: Das Gewässer "kippt um".

E 9

Vom Eis zum Wasserdampf

| Materialien/ Chemikalien | Sicherheitshinweise | Geräte |
|-----------------------------|---|---|
| zerkleinertes Eis | Siedesteine benutzen! Schutzbrille tragen! | – Becherglas weit, 500 ml – Thermometer – Dreifuß mit Drahtnetz – Bunsenbrenner – Siedesteine |

| Versuchsaufbau | Versuchsdurchführung |
|--|--|
|  | <ol style="list-style-type: none"> 1. Fülle ein Becherglas etwa bis zur Hälfte mit zerkleinertem Eis und stecke ein Thermometer hinein. 2. Stelle das Becherglas auf den Dreifuß mit Drahtnetz und zünde den Bunsenbrenner an. 3. Erhitze das Eis langsam, bis es schmilzt, und beobachte dabei die Temperatur. 4. Lies alle 30 sec das Thermometer ab und trage die Werte in eine Tabelle ein. 5. Wenn das Eis geschmolzen ist, gib einige Siedesteine in das Becherglas, setze die Schutzbrille auf und erhitze das Wasser langsam weiter, bis es anfängt zu sieden. 6. Lies das Thermometer wieder alle 30 sec ab und trage die Werte in eine Tabelle ein |

Das Thermometer muß ständig bewegt werden und darf nicht auf dem Boden des Becherglases stehen, da sonst die Bodentemperaturen und nicht die des Eises oder Wassers gemessen werden. Die Eiswürfel sollten **grob zerkleinert** werden; je besser verteilt das Eis im Wasser ist, desto präziser werden die Temperaturmessungen beim Schmelzen.

Trägt man die **Temperaturmeßwerte in Abhängigkeit von der Zeit** auf, so verläuft die Kurve um 0°C ganz flach - so lange, bis alles Eis geschmolzen ist - und steigt dann weiter an. Der Anstieg ist umso steiler, je stärker die Energiezufuhr ist. Ähnlich ist es am Siedepunkt: Solange noch flüssiges Wasser vorhanden ist, bleibt die Temperatur "stehen".

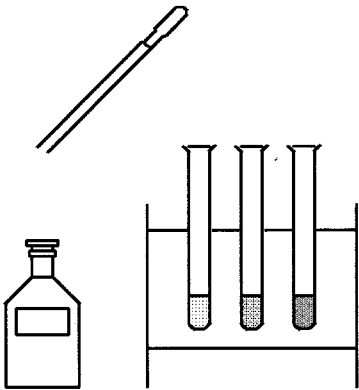
Im Zusammenhang mit den Übergängen Schmelzen, Verdampfen, Kondensieren und Erstarren können die **Aggregatzustände** benannt und gemeinsam weiter erarbeitet werden. Zum einen sollen die Schüler/innen erfahren, daß alle Stoffe in diesen Zustandsformen vorkommen und durch Energiezufuhr ineinander überführbar sind, zum anderen ergibt sich hier die Möglichkeit, ein **einfaches Teilchenmodell** zur Interpretation der Aggregatzustände und der Übergänge dazwischen einzuführen.

Neben dem Temperaturanstieg beim Erhitzen kann man beobachten, daß Eis eine geringere Dichte bzw. ein größeres Volumen als Wasser hat und somit obenauf schwimmt. Die **Dichteanomalie** von Wasser hängt mit der regelmäßigen Anordnung der polaren Wassermoleküle in einer großvolumigen Wabenstruktur zusammen. Seen frieren im Winter deswegen nicht vollständig zu, weil das bei 4°C schwerste Wasser sich immer am Boden sammelt. Viele Organismen überleben in dieser Zone.

| Dichte des Wassers | |
|--------------------|---------|
| °C | g/ml |
| Eis 0°C | 0,9168 |
| Wasser 0°C | 0,99982 |
| 4°C | 1,000 |
| 10°C | 0,99973 |
| 20°C | 0,99823 |

E 10 Nachweis von gelösten Stoffen

| Materialien /Chemikalien | Geräte |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - 3 verschiedene Gewässerproben - Silbernitratlösung | <ul style="list-style-type: none"> - Reagenzglasständer - 3 Reagenzgläser - Tropfpipette |

| Versuchsaufbau | Versuchsdurchführung |
|--|--|
|  | <ol style="list-style-type: none"> 1. Stelle 3 Reagenzgläser in einen Reagenzglasständer. 2. Fülle die Reagenzgläser mit etwa je 4 ml Gewässerprobe (ca. 4 cm Höhe im Reagenzglas). 3. Saug mit der Tropfpipette etwas Silbernitratlösung an und gib 3 Tropfen dieser Lösung zu jeder Wasserprobe, schüttele schnell und kurz um und laß die Reagenzgläser ruhig stehen. 4. Beobachte 3 Minuten lang alle Proben ganz genau und notiere deine Beobachtungen. |

Enthält die Gewässerprobe **lösliche Chloride**, so fällt ein **Niederschlag** aus. Dessen Aussehen gibt Aufschluß über die Menge der gelösten Chloride:

| Chloridgehalt mg/l | Beobachtung |
|--------------------|--|
| 3 - 10 | Opaleszenz |
| 10 - 15 | Opalisierende Trübung |
| 15 - 20 | schwache Trübung |
| 20 - 30 | mittelstarke Trübung |
| 30 - 80 | starke Trübung, jedoch noch durchsichtig |
| 80 -150 | starke, milchige Trübung |
| 150 - 300 | flockige Trübung, undurchsichtig |
| über 300 | sofortiger käsiger Niederschlag |

Bei diesem Versuch werden die beim Eindampfen der Proben bereits sichtbar gewordenen gelösten Substanzen durch Reaktion mit bestimmten Chemikalien nachgewiesen. Damit wird die chemische Gewässeruntersuchung vorbereitet.

Der Gehalt des Wassers an Chloriden hängt stark von den **geologischen Beschaffenheiten** des Bodens ab. Wasser aus Gebieten mit Buntsandstein oder Granit enthält z.B. nur wenig Chloride (etwa 10 mg/l). In Gegenden mit Salzlagerstätten kann der Chloridgehalt mehrere 100 mg/l betragen. Der Chlorid-Gehalt eines Gewässers verändert sich normalerweise nicht. Nimmt er bei aufeinanderfolgenden Messungen zu, so kann dies durch **Einleitung von Abwässern** hervorgerufen worden sein.

| Materialien /Chemikalien | Geräte |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - vorgereinigtes Ab- bzw. Brauchwasser (aus E 7) - Eisen (III)-chloridlösung - Kaliumphosphatlösung | <ul style="list-style-type: none"> - 2 Erlenmeyerkoben (100ml) - Trichter - Filterpapier |

Versuchsdurchführung

1. Fülle einen Glaszylinder mit der Wasserprobe, einen weiteren mit dem mitgebrachten Leitungswasser. Vergleiche die Farbe der beiden Proben und gib der Gewässerprobe eine Note zwischen 1 und 5. Trage diese Note in die Gesamttabelle ein.
2. Beschreibe den Geruch der Gewässerprobe und halte das Ergebnis in der Tabelle fest.
3. Senke die Porzellanscheibe an der Schnur soweit ins Wasser, daß du sie gerade noch erkennen kannst. Messe die eingetauchte Länge des Fadens und trage die so ermittelte Sichttiefe in die Tabelle ein.
4. Tauche ein Stabthermometer etwa 2 Minuten in den Bach, nimm es heraus und lese sofort die Temperatur ab. Wiederhole die Messung einige Male. Die Meßwerte werden ebenfalls in die Tabelle eingetragen.
5. Fülle Wasser des Baches in einen Standzylinder und lasse diesen einige Zeit stehen. Prüfe, ob und wieviel Schwebstoffe sich (in mm) als Bodensatz abgelagert haben. Trage die Beobachtungen in den gemeinsamen Auswertungsbogen (**M 7**) ein.
6. Stelle die Fließgeschwindigkeit des Gewässers fest.
 - a) Suche dazu einen Steg und miss eine Strecke von 3 bis 5 m ab (bei starker Strömung 10 m). Schlage als Ziel einen Pflock ein.
 - b) Auf ein Kommando des Zeitnehmers wirft ein Schüler Kreidestaub oder Papierschnitzel in das Wasser. Ein zweiter Schüler ruft, wenn diese das Ziel erreicht haben.
 - c) Wiederhole den Versuch, berechne die Geschwindigkeit in m/sec um, bilde den Mittelwert und trage ihn in die Tabelle ein.
 - d) Errechne die Durchflußgeschwindigkeit.

Je nachdem, ob man an Quelle oder Mündung, am natürlichen oder ausgebauten Bachlauf untersucht, ergeben sich **unterschiedliche Beobachtungen**. Im natürlichen Gewässer nahe der Quelle fließt der Bach eher langsam, im Seitenbereich finden sich viele Schwebstoffe, die Wassertemperatur ist relativ niedrig. Begradigte Bäche im Bereich von Wohngebieten haben zumeist einen wesentlich schnelleren Durchfluß, werden durch Einleitungen eher noch aufgeheizt und riechen unangenehm.

Die **physikalischen Untersuchungen** geben Aufschluß über abiotische Faktoren, die in der Summe den Lebensraum für alle Organismen bilden. Weiterhin läßt sich erkennen und diskutieren, welche Folgen Gewässerbegradigungen und Einleitungen für ein Fließgewässer haben.

Geräte

- 5 m Seil, an dem alle 10 cm eine wasserfeste Markierung angebracht ist
- 4 Pflöcke, Hammer,
- Lot mit einer 1,5 m langen Schnur mit wasserfesten Markierung alle 2 cm
- 2 Geodreiecke
- Bestimmungsbücher
- Photoapparat

Versuchsdurchführung

Versuchsdurchführung 1

1. Schlage an jedem Ufer einen Pflöck in den Boden und spanne daran das markierte Seil über das Gewässer.
2. Gehe gegen die Strömung im Wasser auf das Seil zu und senke an den markierten Stellen das Lot so weit ins Wasser, daß es gerade den Boden berührt.
3. Lies die Wassertiefe ab, indem du den Faden genau über der Wasserfläche anfaßt und herausziehst. Notiere den Wert.
4. Wiederhole den Vorgang alle 10 cm. Achte beim Laufen durch das Wasser darauf, daß kein Schlamm aufgewirbelt wird.
5. Trage die ermittelten Werte in eine Zeichnung im Maßstab 1:20 ein.

Versuchsdurchführung 2

1. Bestimme mit Hilfe eines Bestimmungsbuches die Pflanzen der Ufervegetation und des Bachbettes.
2. Photographiere die charakteristischen Pflanzen.

Mit den Werten der **Querschnittsbestimmung** und der **Fließgeschwindigkeit** läßt sich die **Durchflußmenge** annähernd berechnen.

Hierfür wird der Mittelwert der Bachtiefe (in dm) mit der Bachbreite (in dm) multipliziert. Man erhält dabei die Größe der Abflußfläche (in dm²). Multipliziert man diese mit der Fließgeschwindigkeit (in dm/sec), so erhält man die Durchflußmenge (in dm³/sec = l/sec).

Einen **genaueren Wert** für die Fläche des Bachquerschnitts erhält man aus der maßstäblichen Zeichnung. Wenn sie auf Millimeterpapier ausgeführt ist, können die mm²-Kästchen ausgezählt werden. Durch Multiplikation mit 0,04 erhält man die Fläche in dm².

Die **Querschnittsflächen** können ausgeschnitten und auf einer Karte oder Kartenskizze den jeweiligen Gewässerabschnitten bzw. Untersuchungsstellen zugeordnet werden.

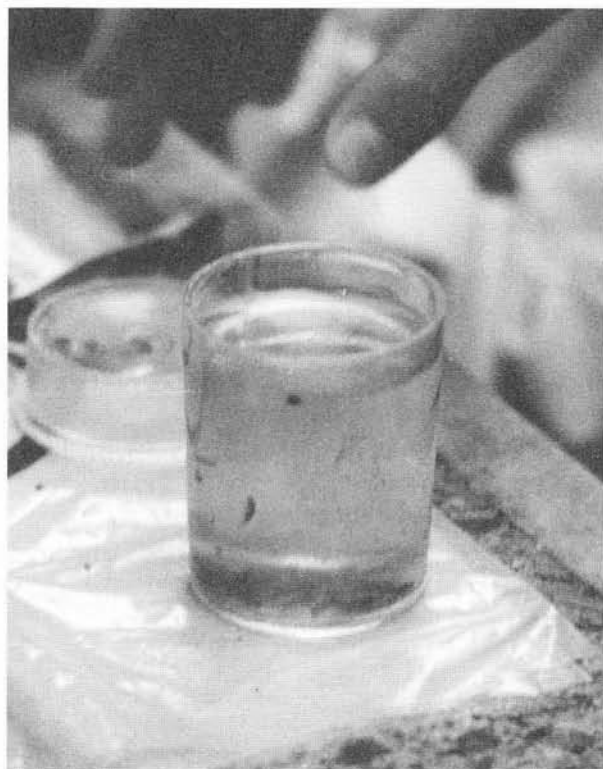
| Materialien /Chemikalien | Geräte |
|---------------------------|---|
| Kleinlebewesen des Baches | <ul style="list-style-type: none"> - Haushaltssieb bzw. Kescher - 4 Glasgefäße (ca. 1 l) - Becherlupe - Tuschpinsel |

Versuchsdurchführung

1. Sammle in je einem Gefäß die Lebewesen der folgenden Kleinlebensräume:
2. Fange mit dem Kescher die Tiere des freien Wassers.
3. Fange mit dem Kescher die im Wasserpflanzengürtel lebenden Tiere. Streife die größeren Tiere vorsichtig von den Stengeln ab.
4. Nimm 5 Steine aus dem flachen Wasser und streife die unter den Steinen sitzenden Lebewesen mit dem Pinsel in ein mit Wasser gefülltes Gefäß und lege die Steine zurück.
5. Entnimm mit dem Haushaltssieb an 5 Stellen Bodenproben und siebe die darin enthaltenen Lebewesen vorsichtig in ein mit Bachwasser gefülltes Glas aus.
6. Bestimme die Tiere mit Hilfe der Becherlupe und der Bestimmungstabelle (**M 7**) und setze sie anschließend wieder an den Fundort zurück. Kreuze die gefundenen Tiere auf dem Auswertungsbogen an und notiere die Anzahl der Formen innerhalb einer gefundenen Tiergruppe (**M 8**).
7. Entnimm dem Auswertungsbogen die Gewässergüteklasse der Untersuchungsstelle.

Statt der hier vorgeschlagenen vereinfachten biologischen Gewässergütebestimmung kann auch eine Bestimmung über den **Saprobienindex** erfolgen. Beide Verfahren sind ähnlich sicher in ihren Ergebnissen.

Beim Saprobienindex werden die gefundenen Arten bestimmt und ausgezählt. Jeder Art ist ein bestimmter Gütefaktor zugeordnet. Bei der Auswertung wird über diese Faktoren ein gewichteter Mittelwert gebildet. Der Rechenaufwand steht jedoch oft in keinem Verhältnis zum Ergebnis.



E 14**Bestimmung von Gesamthärte, pH-Wert und Nitratgehalt**

| Materialien /Chemikalien | Geräte |
|--|---------------------------------|
| – Gesamthärte-Test (z.B. Merckoquant 10046) – pH-Papier – Teststäbchen für Nitrat (z.B. Merckoquant 10020) | 3 Prüfgefäße (Marmeladengläser) |

Versuchsdurchführung

Entnimm dem Gewässer mit den Prüfgefäßen jeweils eine Wasserprobe und untersuche sie mit den zur Verfügung stehenden Teststäbchen.

Trage die gefundenen Werte in den Auswertungsbogen (**M 7**) ein.

Gesamthärte-Tests

| Gesamthärte °d | Beurteilung |
|----------------|-------------|
| 0-4 | sehr weich |
| 4-8 | weich |
| 8-18 | mittelhart |
| 18-30 | hart |
| über 30 | sehr hart |

Wasser löst aus dem Boden vor allem Calcium- und Magnesiumsalze. Wasser mit hohem Calcium- und Magnesiumgehalt wird als hart bezeichnet, bei geringem Gehalt als weich. Unter der Gesamthärte des Wassers versteht man die Summe der gelösten Calcium- und Magnesiumsalze. Sie wird zahlenmäßig ausgedrückt durch die Angabe der Härtegrade. Die Härte kann nach nebenstehender Tabelle beurteilt werden. Im Mittel weisen gesunde, nährstoffarme Gewässer eine Gesamthärte von 4 - 10 °d (Grad deutscher Härte) auf.

pH-Wert-Test

Der pH-Wert ist ein Maß für die Konzentration an Wasserstoffionen. Reines Wasser hat (definitionsgemäß) einen pH-Wert von 7, es ist neutral. Es kann mit gelösten Stoffen reagieren und dabei sauren oder basischen Charakter annehmen. Saures Wasser, das z.B. beim Lösen der Kohlensäure aus Luft entsteht, hat einen pH-Wert kleiner als 7. Basisches Wasser, das z.B. durch Auflösen von Kalk aus dem Boden entsteht, hat einen pH-Wert größer als 7.

Natürliche Gewässer haben einen pH-Wert um den Neutralpunkt. Die im Wasser lebenden Organismen gedeihen am besten bei pH-Werten zwischen 6,5 und 7,5. Veränderungen des pH-Wertes durch Einleitungen können zu Schädigungen führen: Pflanzliche Zellen (z.B. Algen) werden zerstört, empfindliche Häute von Kleintieren wie Insektenlarven werden angegriffen, Kiemen und Haut der Fische werden geschädigt, mit im Wasser gelösten Stoffen finden Reaktionen statt, bei denen Giftstoffe entstehen (z.B. wird bei einem pH-Wert um 9 aus Ammonium giftiges Ammoniak)

Nitrat-Test

Normalerweise ist Nitrat nicht oder nur in geringen Konzentrationen nachweisbar, da es als Dünger von den Wasserpflanzen sofort nach seiner Bildung wieder aufgenommen wird. Nitrat in höheren Konzentrationen kann verschiedene Ursachen haben:

- Da Nitrat durch aerobe Bakterien aus Ammonium gebildet wird, weist dessen Anwesenheit auf eine größere Verschmutzung des Baches mit Fäkalien hin.
- Als mineralischer oder organischer Dünger reichert sich Nitrat auf den Feldern an und gelangt mit dem Regen in Oberflächengewässer oder Grundwasser.

Für den Menschen ist Nitrat weniger giftig als Nitrit und Ammonium. Er nimmt pro Tag etwa 70 bis 90 mg mit der Nahrung auf. Nitrat kann durch Bakterien in Mund und Magen zu Nitrit umgewandelt werden, welches mit Eiweißstoffen weiter zu Nitrosaminen (krebserregend) reagieren kann. An Hämoglobin gebunden behindert es den Sauerstofftransport im Blut. Dies ist besonders für Säuglinge gefährlich.

E 15**Bestimmung von Sauerstoff**

| Materialien /Chemikalien | Gefahren- und Sicherheitshinweise Entsorgungshinweise |
|--|--|
| Sauerstoff-Bestimmungs-Set (z.B. Merck Nr. 11107) | siehe die Gebrauchsanleitung des jeweiligen Produktes |

Versuchsdurchführung

Führe mit Hilfe des Bestimmungs-Sets die Sauerstoffbestimmung an einer frisch genommenen Wasserprobe an Ort und Stelle durch und trage die ermittelten Werte in den Auswertungsbogen (**M 11**) ein.

Alle Wasserpflanzen erzeugen bei der Photosynthese Sauerstoff, der von Tieren wie Insektenlarven, Kleinkrebsen und Fischen zur Verbrennung der Nährstoffe genutzt wird. Sauerstoff ist temperaturabhängig in Wasser löslich und stammt außer von Wasserpflanzen auch aus der Luft. Beim Fließen über kleine Abstürze reichert sich das Bachwasser damit an. Organische Reste, die nach der Verarbeitung der Nahrung oder dem Absterben von Organismen übrig bleiben, werden von Kleinstlebewesen und aeroben Bakterien zersetzt. Sie werden jedoch nur dann vollständig abgebaut, wenn dafür auch genügend Sauerstoff vorhanden ist.

Der im Versuch gemessene aktuelle Sauerstoffgehalt wird mit dem theoretischen, bei der gemessenen Wassertemperatur möglichen **Sauerstoffsättigungswert** verglichen. Aus dem Vergleich ergibt sich das **Sauerstoffdefizit**. Dieser Wert weist auf aerobe Abbauprozesse der Mikroorganismen im Wasser hin. Je höher der Gehalt an zersetzbaren Verschmutzungsstoffen ist, desto größer ist auch das Sauerstoffdefizit. Die für eine bestimmte Temperatur geltende Sauerstoffsättigung in Prozent läßt sich wie folgt berechnen:

Beispiel: gemessene Wassertemperatur: 11,5 °C

| | | |
|--|-------------|--------|
| maximaler Sättigungswert nach Tabelle: | 10,55 mg/l | = 100% |
| tatsächlich gemessener Sauerstoffgehalt: | - 8,70 mg/l | |
| Sauerstoffdefizit: | 1,85 mg/l | |

Die Sauerstoffsättigung in Prozent ergibt sich aus $8,70 : 10,55 \cdot 100 = 82,5 (\%)$

Mit der Sauerstoffsättigung kann man Rückschlüsse auf die Gewässergüteklasse ziehen

| Güteklasse | | Sauerstoffsättigung |
|------------|---|---------------------|
| I | unbelastet, nährstoffarm | ... 100% |
| I - II | gering belastet, geringe Nährstoffzufuhr | 85 - 100% |
| II | mäßig belastet, hoher Nährstoffgehalt | 70 - 85% |
| II - III | kritisch belastet, hoher Sauerstoffverbrauch | 50 - 70% |
| III | stark verschmutzt, hoher Sauerstoffverbrauch | 25 - 50% |
| III - IV | sehr stark verschmutzt, teilweise ohne Sauerstoff | 10 - 25% |
| IV | übermäßig verschmutzt, Fäulnis | 0 - 10% |

E 16 Bestimmung von Nitrit und Ammonium

| Materialien /Chemikalien | Gefahren- und Sicherheitshinweise Entsorgungshinweise |
|---|--|
| Wasserlabor (z.B. Aquamerck Nr. 11102) bzw. entsprechende Untersuchungssets | siehe die Gebrauchsanleitung des jeweiligen Produktes |

Versuchsdurchführung

Führe mit Hilfe des Bestimmungs-Sets die Sauerstoffbestimmung an einer frisch genommenen Wasserprobe an Ort und Stelle durch und trage die ermittelten Werte in den Auswertungsbogen (**M 11**) ein.

Achtung Vergiftungsgefahr ! Reagenzien nicht einnehmen! Hände waschen!

Nitrit-Test

Wenn durch Fäkalien, Mist oder Zersetzung der Biomasse Ammonium in den Bach gelangt, wird es von aeroben Bakterien umgewandelt. Bei ausreichendem Sauerstoffgehalt des Baches entsteht zuerst Nitrit, dann Nitrat. Bei zu starker Gewässerbelastung reicht der Sauerstoffgehalt nicht zur vollständigen Umwandlung aus und Nitrit reichert sich an. Nitrit ist ein starkes **Fischgift**. Schon ab 0,2 mg/l nimmt die Sterblichkeit der Forellen stark zu.

Ammonium-Test

Beim Abbau von **Eiweiß** in tierischen Organismen entstehen stickstoffhaltige Verbindungen, die mit dem Harn ausgeschieden werden. Bakterien bilden daraus Ammonium, was durch andere Bakterien mit Hilfe von Sauerstoff sofort weiter zu Nitrat umgewandelt wird. Ammonium ist schon in geringen Mengen für Fische gefährlich: 1 mg Ammonium pro Liter Wasser ist für Fische tödlich, 0,2 mg/l für die Fischbrut.

Werden in einen Bach Fäkalien zusammen mit Waschmittellaug (pH-Wert im alkalischen Bereich) eingeleitet, so entsteht aus Ammonium das noch giftigere **Ammoniak**. 0,01 mg Ammoniak pro Liter Wasser ist für Fische tödlich!

Wegen der Gefährlichkeit des Ammoniaks werden Gewässergüteklassen danach bestimmt.

| Güteklasse | | Ammonium-Konzentration |
|------------|-----------------------------|------------------------|
| I | unbelastet | unter 0,1 mg/l |
| I - II | gering belastet | 0,1 mg/l |
| II | mäßig belastet | 0,3 mg/l |
| II - III | kritisch belastet | 1,0 mg/l |
| III | stark verschmutzt | 3,0 mg/l |
| III - IV | sehr stark verschmutzt | 5,0 mg/l |
| IV | übermäßig stark verschmutzt | 8,0 mg/l |

| Materialien /Chemikalien | Geräte |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - 10 l Wasser aus dem untersuchten Gewässer - Natriumphosphat - Wasserflöhe (aus der Zoohandlung) - Verschiedene Organismen des untersuchten Gewässers | <ul style="list-style-type: none"> - Aquarium (10 l) mit Belüftung - Mikroskop |

Versuchsdurchführung

Vorversuch

1. Fülle das Aquarium mit Wasser des untersuchten Gewässers und gib etwa 1 g Natriumphosphat hinzu.
2. Laß das Aquarium an einem hellen Standort so lange stehen, bis sich vermehrt Algen gebildet haben, was du an einer Grünfärbung des Wassers erkennst.
3. Setze dann Wasserflöhe hinzu und belüfte mittels Pumpe und Sprudelstein.

Hauptversuch

1. Betrachte den Wasserfloh unter dem Mikroskop und fertige eine Zeichnung an.
2. Betrachte den Darminhalt einiger Wasserflöhe unter dem Mikroskop. Schreibe deine Beobachtungen auf.
3. Protokolliere über den Zeitraum von einer Woche täglich, wie sich die Zahl der Wasserflöhe in Abhängigkeit von der Menge der Algen verändert.
4. Setze nach dieser Woche nun möglichst viele verschiedene Tiere und Pflanzen des untersuchten Gewässers in das Aquarium und beobachte, wer sich wovon ernährt.
5. Stelle die ermittelte Nahrungskette zeichnerisch dar.

Wasser für das Aquarium sollte bereits von der ersten Exkursion mitgebracht werden. So können sich die Algen vermehren, bis nach der Auswertung der Gewässeruntersuchung mit dem eigentlichen Versuch begonnen wird. Sinnvollerweise sollte das Aquarium in der Klasse stehen, so daß die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit zur täglichen Beobachtung haben.

Natriumphosphat wirkt als Dünger und fördert das Algenwachstum.

Die Beobachtung des Systems Alge-Wasserfloh erfolgt individuell über den angegebenen Zeitraum. Nach erfolgter Auswertung können die Organismen des untersuchten Gewässers eingesetzt und beobachtet werden. Untersuchungen sind mit dem Binokular oder mit der Becherlupe möglich.

Endglieder der Nahrungskette in einem Fließgewässer sind Fische, z.B. die Forelle. Diese frißt vor allem Insektenlarven, Würmer und niedere Krebse. Diese Kleinstlebewesen ernähren sich von tierischen Einzellern und Algen. Letztere sind die Anfangsglieder der Nahrungskette. Bakterien bauen die Reste aller Lebewesen ab und machen so aus der "Einbahnstraße" in Richtung Tier einen Stoffkreislauf (M 4).

In Abhängigkeit von den abiotischen Faktoren (z.B. Sauerstoff- und Nährstoffgehalt, Temperatur) stellt sich im Gewässer zwischen den Organismen ein dynamisches Gleichgewicht ein; die Anzahlen der vorhandenen Arten schwanken innerhalb bestimmter Grenzen. Durch Eingriffe des Menschen, z.B. durch die Einleitung toxischer Substanzen, kann es zum Absterben bestimmter Tierarten oder zur Vermehrung von Algen kommen. Das Gleichgewicht verschiebt sich durch die Störung. Im Extremfall stirbt die Lebensgemeinschaft ab. Werden nur geringe Schmutzmengen eingeleitet, so führen die Selbstreinigungskräfte des Gewässers nach einiger Zeit zu einem Gleichgewichtszustand wie vor der Einleitung.

Kapillarkräfte

Taucht man Glasröhrchen mit unterschiedlichem Durchmesser in ein Gefäß mit (angefärbtem) Wasser, so steigt die Flüssigkeitssäule um so höher, je geringer der Querschnitt des Röhrchens ist. In lebenden Systemen, insbesondere Pflanzen, spielen diese Kapillarkräfte eine wichtige Rolle beim Wasser- und Nährstofftransport.

Gelöste Gase

Ein Glaskolben wird zur Hälfte mit Leitungswasser gefüllt und kräftig geschüttelt. Beim Erwärmen oder beim Anschluß einer Wasserstrahlpumpe bilden sich in der Flüssigkeit Luftbläschen, die entweichen. Gezeigt werden kann, daß mit zunehmender Temperatur die Löslichkeit von Gasen wie Sauerstoff abnimmt; ebenso wird die Bedeutung einer Verwirbelung (durch Hindernisse) in natürlichen Gewässern deutlich.

Dichteanomalie

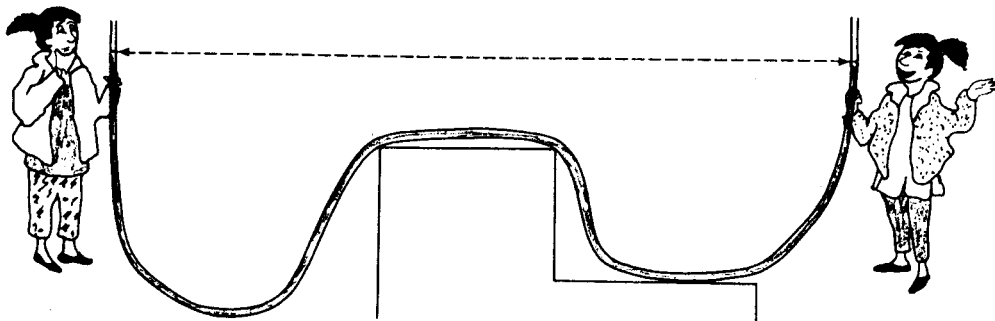
Eine Mineralwasserflasche wird mit Wasser gefüllt und verschlossen. In mehrere Gefriertüten gepackt wird die Flasche in die Kühltruhe gelegt. Das sich beim Gefrieren ausdehnende Wasser zersprengt das Glas. Vorsicht: Verletzungsgefahr! Ggf. verpackte Flasche in eine Schüssel legen und erst herausnehmen, wenn der Versuch beendet ist.

Lösen, Transportieren, Fällern

In einer mit etwas Wasser gefüllten Petrischale beobachtet man den Lösevorgang von Zucker oder Salz. Schlieren deuten auf unterschiedliche Lichtbrechung und Dichte der Lösung hin. Gibt man auf der einen Seite Kochsalz, auf der gegenüberliegenden Seite einige Körnchen Silbernitrat (Vorsicht! Ätzend!) in die wasser-gefüllte Schale, so bildet sich nach einigen Minuten etwa in der Mitte ein charakteristisch milchig-flockiger Niederschlag von Silberchlorid in Form eines Schleiers bzw. einer Wolke.

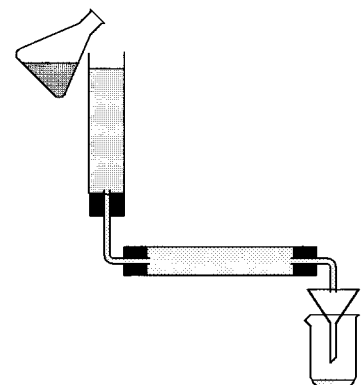
Wassertransport

Die meisten Trinkwassernetze nutzen den hydrostatischen Druck des Wassers (hochgelegene Reservoirs) für den Transport des Wassers. Das betreffende Prinzip kann mittels eines durchsichtigen Wasserschlauchs veranschaulicht werden. Beim Bau wird zur Niveaubestimmung die sog. Schlauchwaage benutzt.

*Modellversuch zur mechanischen Reinigungsstufe in der Kläranlage*

Aus zwei Glasrohren (5 cm Ø), Stopfen mit Bohrung, gebogenen Röhrchen, Stativmaterial und einem Sieb kann ein **Funktionsmodell** entsprechend der Abbildung zusammengebaut werden. Entsprechend der Skizze werden Kies und Watte eingefüllt. Ein "Modellabwasser", belastet mit Sand, Ruß, Papierschnipsel und Kaliumphosphat wird langsam durch die Anlage fließen lassen und anschließend die Wasserqualität beurteilt (Geruch, Farbe, Rückstand beim Verdampfen usw.).

Das in diesem Versuch mechanisch gereinigte Wasser kann bei E 9 (chemische Reinigungsstufe) weiter verwendet werden.



5. Materialien

| | | |
|------|--|----|
| M 1 | Erlebnisreise eines Wassertropfens | 34 |
| M 2 | Informationen zum Trinkwasser | 35 |
| M 3 | Informationen zur Filterwirkung des Bodens / Wasserkreislauf | 36 |
| M 4 | Selbstreinigungskraft von Gewässern und Kläranlage | 37 |
| M 5 | Fragen zur Kläranlage | 38 |
| M 6 | Einsparmöglichkeiten von Trinkwasser | 39 |
| M 7 | Das Bachspiel | 40 |
| M 8 | Indikatororganismen zur Wassergüte | 41 |
| M 9 | Erfassungsbogen zur Gewässergütebestimmung | 42 |
| M 10 | Gruppenarbeitsaufträge zur Bachuntersuchung | 43 |
| M 11 | Auswertungsbogen | 44 |
| M 12 | Wasser ist mehr als H ₂ O | 45 |
| M 13 | Zur kommunalen Abwassergebühr | 46 |



Anleitung für eine Phantasiereise

Schließt die Augen und konzentriert euch auf eure Atmung.

(Pause)

Atmet ruhig ein und aus, ein und aus.

(Pause)

Stellt euch vor, ihr steht vor einer großen, tiefen Badewanne, die gerade vollläuft mit wohligh warmem, dampfendem Wasser. Während ihr seinem Plätschern zuhört, zieht ihr euch langsam aus, steigt in die Badewanne und taucht euren Körper ein, bis er ganz von angenehm warmem Wasser umspült wird. Ihr spürt, wie ihr immer entspannter werdet.

(Pause)

Um Schmutz und Staub zu entfernen, schäumt ihr euch am Ende eures Bades mit einer wohlriechenden Seife ein, die, zusammen mit vielen Wassertropfen, am Körper hinab fließt.

(Pause)

Während ihr dieses Schauspiel beobachtet, werdet ihr in der Phantasie nun selbst zum Wassertropfen, der zwischen Seifenblasen, Schmutz- und Staubteilchen in ein Meer von Badewasser kullert und von der Strömung in den Abfluß gezogen wird. Von dort gelangt ihr in ein unterirdisches Kanalsystem. Es ist dunkel und kalt. Immer mehr Wassertropfen aus anderen Abflüssen kommen hinzu und fließen mit. Ihr nehmt die Gerüche der verschiedenen Abwässer wahr und seht eine Menge Dinge an euch vorbei schwimmen. Nun habt ihr eine Minute Zeit, eine Minute, die so lange dauert, wie ihr braucht, um im unterirdischen Kanalsystem auf Entdeckungsreise zu gehen.

(Nach einer Minute) Jetzt ist es Zeit zurückzukommen.

(Pause)

Langsam werdet ihr wieder groß und steigt über eine Leiter ans Tageslicht. Ihr verlaßt den Ort und kommt wieder in die Gegenwart.

Ich werde bis zehn zählen. Wenn ich bei sechs angelangt bin, könnt ihr mitzählen. Öffnet eure Augen bei zehn. Ihr seid dann ganz wach und erinnert euch an euer Abenteuer.

Eins...zwei...drei...vier...fünf...sechs...sieben...acht...neun...zehn.

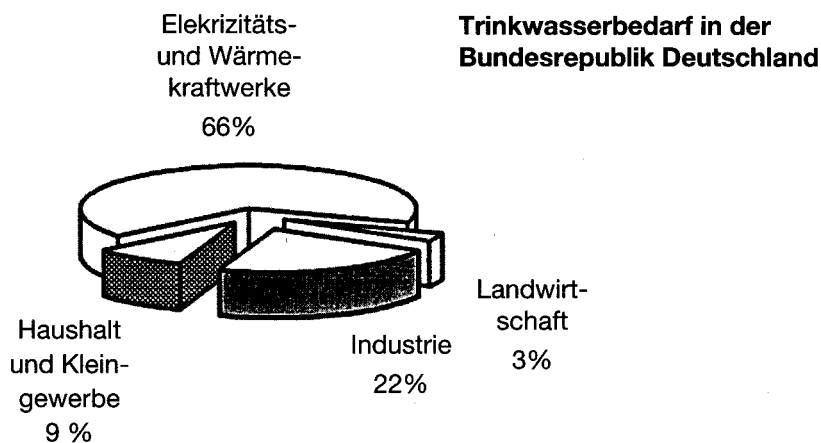
Während der Phantasiereise kann im Hintergrund leise Entspannungsmusik laufen.

Nach der Phantasiereise erzählen die Schülerinnen und Schüler ihre Erlebnisse reihum oder malen dazu ein Bild. Aus den Gesprächen oder Bildern ergeben sich Anknüpfungspunkte zum Einstieg in das Thema.

Verbrauch von Trinkwasser im Haushalt pro Person und Tag in Litern

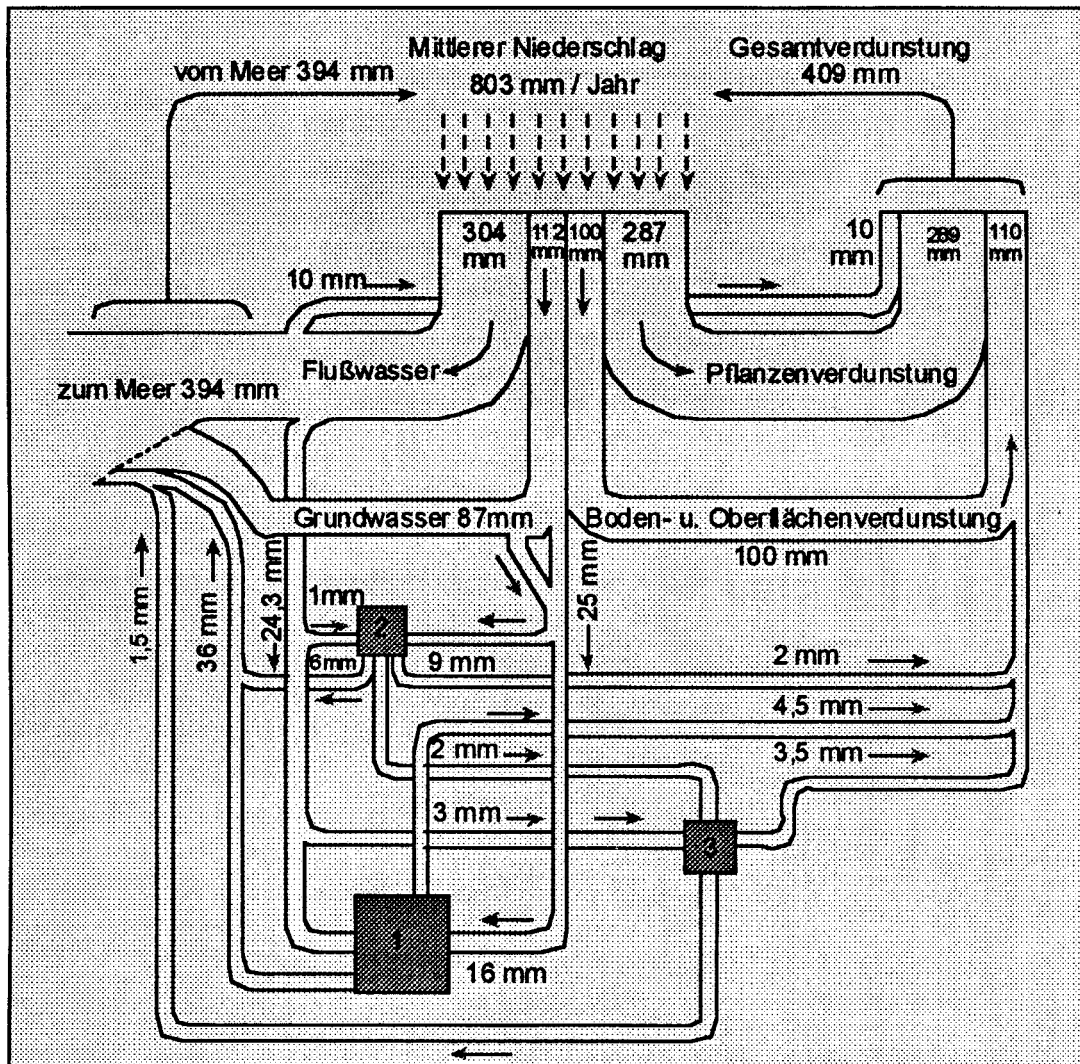
| Durchschnittsverbrauch | 1975 | 1985 | 2000 |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Duschen, Baden | 38,7 | 58,9 | 90,0 |
| WC | 43,0 | 52,2 | 59,0 |
| Wäsche waschen | 16,0 | 16,0 | 16,0 |
| Körperpflege | 8,0 | 8,0 | 8,0 |
| Geschirr spülen | 7,7 | 10,2 | 11,6 |
| Gartenbewässerung | 7,0 | 7,4 | 7,6 |
| sonstige Zwecke | 13,0 | 12,5 | 11,6 |
| Gesamt | 133,4 | 165,2 | 203,7 |

Nach: Noll, 1990



Herkunft von Trinkwasser

| | in Mio. m ³ | in % |
|-------------------------------|------------------------|------|
| Grundwasser | 2646 | 63,9 |
| See-, Fluß-, Talsperrenwasser | 460 | 11,1 |
| Quellwasser | 371 | 9,0 |
| angereichertes Grundwasser | 387 | 9,4 |
| Uferfiltrat | 275 | 6,6 |



Wasserkreislauf in Natur und Wirtschaft in der BRD¹⁾

- 1: Wasserbedarf der Industrie einschließlich Kraftwerke: etwa 40 mm
- 2: Trink- und Brauchwasser: etwa 10 mm
- 3: Landwirtschaftliche Bewässerung: etwa 10 mm

Aus Regen wird Trinkwasser

Regenwasser, das versickert, legt einen langen Weg durch den Boden zurück. Manchmal dauert es 10 und mehr Jahre, bis aus Sickerwasser Grundwasser geworden ist, das wieder als Quellwasser zum Vorschein kommt oder als Trinkwasser genutzt werden kann.

Durch den Bodenfilter wird Regenwasser von Stoffen gereinigt, die es aus der Luft mitgebracht (Stäube) oder in den oberen Bodenschichten aufgenommen hat (z.B. Kot, Dünger, Pestizide). In den Gesteinsschichten, die es durchwandert, kommen neue Stoffe hinzu, z.B. für Lebewesen wichtige Mineralien und Spurenelemente.

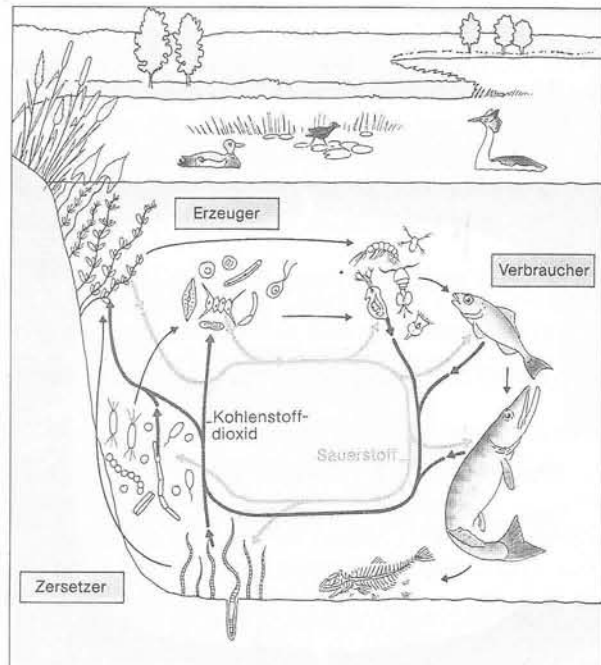
¹⁾ Aus: CD Römpp Chemie Lexikon - Version 1.0, Stuttgart 1995

Abwässer in Haushalt und Industrie gibt es schon immer. Die Reinigung dieser Abwässer leisteten Bäche und Flüsse. Noch um 1900 wurden die Abwässer in Dörfern und Städten nur von grobem Schmutz durch Besenanlagen gereinigt. Den Rest überließ man der **Selbstreinigungskraft** der Gewässer.

Im Gewässer werden Schmutzstoffe durch bestimmte Bakterien mit Hilfe von Sauerstoff abgebaut. Der notwendige Sauerstoff kommt zum Teil aus der Luft, zum Teil wird er von den Wasserpflanzen bei der Photosynthese erzeugt.

Wird zu viel Schmutz eingeleitet, so reicht der Sauerstoff zum Abbau nicht aus, und andere Bakterienarten werden aktiv. Diese bauen Schmutzstoffe ohne Sauerstoff ab (Fäulnis). Dabei entstehen giftige Gase, und zurück bleibt Faulschlamm, in dem keine anderen Organismen mehr leben können.

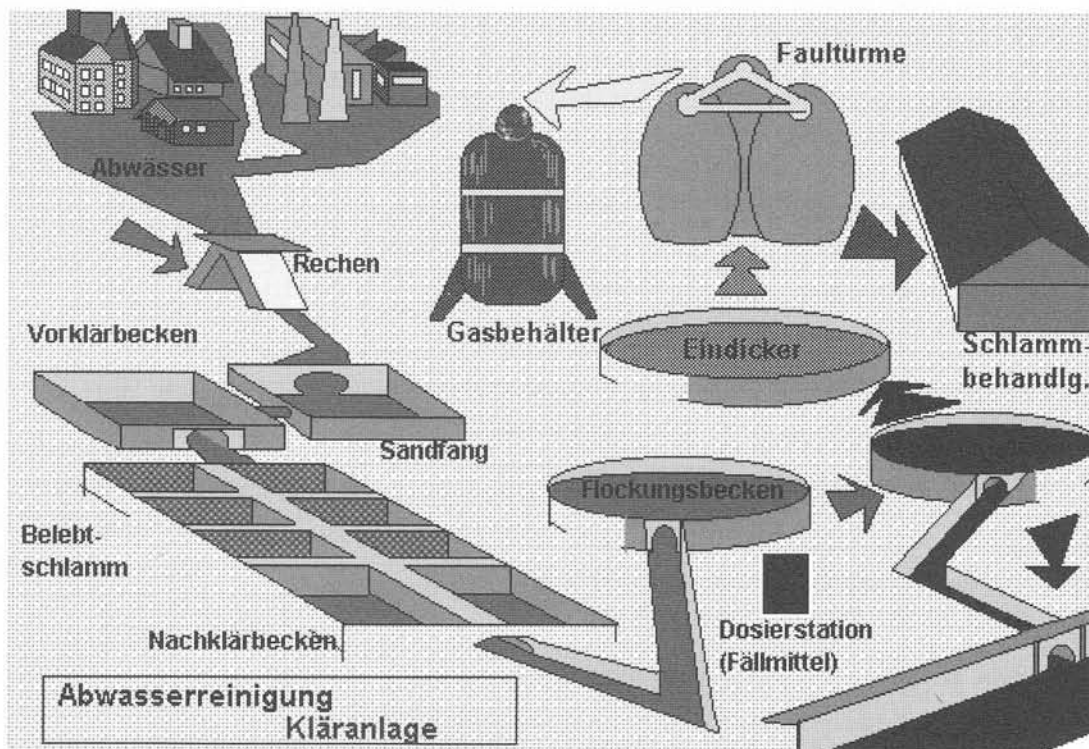
Aerobe und Fäulnis-Bakterien sowie andere Kleinstlebewesen, die Schmutzstoffe abbauen, werden auch in der Kläranlage eingesetzt.



Stoffkreislauf in Gewässern

aus: H. Schwab: Süßwassertiere

Abwasserreinigung in der Kläranlage ¹⁾



¹⁾ Aus: CD Römpf Chemie Lexikon - Version 1.0, Stuttgart 1995

1. Welche Stufen kann eine Kläranlage besitzen? Welche Stufen hat diese Kläranlage?
2. Wieviel Kubikmeter Wasser muß die Kläranlage täglich reinigen?
3. Was geschieht bei einem Wolkenbruch?
4. Wieviel Einwohner sind an die Kläranlage angeschlossen?
5. Welche weiteren Kläranlagen gibt es in der Umgebung?
6. Warum darf kein Sand in die Kläranlage gelangen, sondern muß im Sandfang abgesetzt werden?
7. Was geschieht im Belebungsbecken? Welche Lebewesen sind dort tätig?
Wie gelangt die Luft ins Belebungsbecken?
8. Was geschieht mit dem Schlamm aus dem Belebungsbecken?
9. Was geschieht im Faulturm? Welche Lebewesen sind dort tätig?
10. Welche Temperatur muß im Faulturm eingehalten werden?
11. Was macht man mit dem Faulschlamm aus dem Faulturm?
12. Was geschieht im Reaktor?
13. Kann der Klärschlamm für die Landwirtschaft verwendet werden?
14. Wie funktioniert die chemische Stufe? Welche Anlagen, welche Chemikalien sind notwendig?
15. Wie hoch ist die Reinigungsleistung der Kläranlage?
16. Was passiert, wenn Öl in die Kläranlage fließt?
17. Welche anderen Stoffe sind für die Kläranlage gefährlich?

Spartaste an der Toilettenspülung

Eine Person verbraucht etwa **52 l** Trinkwasser am Tag für die Toilettenspülung.

Ein Spülgang ohne Spartaste erfordert **9 Liter**, einer mit Spartaste dagegen **6 Liter** Wasser.

Aufgaben:

1. Berechne die Einsparung für einen 4-Personenhaushalt im Jahr!
2. Informiere dich über die Ausstattung der Schule mit Spartasten in den Toiletten!
3. Wie hoch ist der Wasserverbrauch im Jahr / am Tag in der Schule?
4. Wieviel verbraucht jedes Schulmitglied am Tag?
5. Berechne die Einsparungsmöglichkeiten mit der Spartaste!
6. Ein in der Minute 10 Mal tropfender Wasserhahn verschwendet im Monat 170 l Trinkwasser. Untersuche die Wasserhähne an der Schule! Wie viele tropfen?

Durchflußbegrenzer

Mit Hilfe von Durchflußbegrenzern, die auf Wasserhähne aufgeschraubt werden, reduziert sich die durchfließende Wassermenge auf die Hälfte. Dank eines eingebauten Siebes wird dennoch ein voller Strahl abgegeben. Ähnlich funktionierende Brauseköpfe sind im Handel erhältlich.

Aufgaben:

1. Erkundige dich im Baumarkt und bei örtlichen Installateuren über Produkte und Preise!
2. Stelle eine Liste zusammen!

Regenwasserzisterne

Vierorts werden im Sommer zur Bewässerung der Gärten Regentonnen genutzt, die an Regenrinnen angeschlossen sind. Regenwasser kann man aber auch zum Wäsche waschen und zur Toilettenspülung verwenden. Dazu braucht man einen großen, frostsicher im Erdreich oder im Haus untergebrachten Regentank, eine Regenwasserzisterne. Sehr wichtig ist die **Größe der Zisterne**. Sie muß auf den Verbrauch der nutzenden Personen, die Dachfläche und die Niederschlagsmenge abgestimmt sein.

Aufgaben:

Eine 4-köpfige Familie bewohnt ein Haus mit einer 120 m² Dachfläche. Die Niederschlagsmenge beträgt 600 mm/Jahr. Die Sammelverluste sind mit 20% veranschlagt.

1. Berechne die durchschnittlich speicherbare Regenwassermenge pro Tag und Bewohner!
2. Die Familie möchte mit Regenwasser Wäsche waschen, den Garten gießen und die Toilettenspülung (sparsam) benutzen. Rechne aus, welche Größe der Speicher haben muß, um die Wohnung ausreichend mit Wasser zu versorgen!

Benutze hierzu folgende **Verbrauchswerte** (Liter pro Person und Tag):

| | |
|-------------------------|--------|
| Wäsche waschen | 16,0 l |
| Garten gießen im Sommer | 45,0 l |
| Toilettenspülung | 34,8 l |

3. Errechne die Größe einer Regenwasserzisterne für die Schule, mit der die Toilettenspülung betrieben werden soll (Verbrauch 5 l pro Tag und Person)!

Verbrauch in Industrie und Handwerk**Aufgaben:**

Erkundige dich bei einem ortsansässigen Betrieb nach dem Wasserverbrauch in den letzten 10 Jahren! Welche Sparmaßnahmen wurden durchgeführt? Welche sind geplant?

Bachtiere spielerisch kennenlernen

Spielmaterial

- Kärtchen mit den Tieren
- Blatt mit Zusatzangaben zu den Tieren
- Bestimmungsschlüssel „Wirbellose Tiere des Süßwassers“
- Erfassungsbogen zur Bestimmung der Gewässergüteklasse

A Ratespiel

1. Jede Gruppe bekommt alle Kärtchen eines Bachspiels. Die Namen der Tiere auf den Kärtchen werden mit Hilfe des Bestimmungsschlüssels bestimmt und auf einem Zettel den angegebenen Nummern zugeordnet.
2. Ähnlich wie beim Memoryspiel dreht man nun die Kärtchen um, mischt sie und errät beim Aufdecken den Namen des Tieres. Diese Übung wird reihum so lange wiederholt, bis alle die Namen kennen.
3. Die Lehrkraft erläutert den Schülerinnen und Schülern, daß bestimmte Tiere Indikatororganismen für die biologische Wassergütebeurteilung sind. Sie kommen in der Regel nur dort vor, wo ganz bestimmte Lebensbedingungen im Gewässer existieren. Es wird darauf aufmerksam gemacht, daß man dies an den Zahlen im Bestimmungsschlüssel und in **M 8** ablesen kann.
4. Bei der nächsten Raterunde schätzen die Schülerinnen und Schüler zunächst ein, in welcher Güteklasse die Tiere vorkommen, danach vergleichen sie diese mit den angegebenen Werten und schreiben sie auf.
5. Beim abschließenden Aufdecken der gemischten Karten gewinnt derjenige, der die meisten Namen in Kombination mit dem Gütefaktor behalten hat.

B Modellbach

1. Die Lehrkraft stellt für jede Gruppe Kärtchen mit Tieren zusammen, wie man sie auch nach Art und Anzahl bei der Gewässeruntersuchung finden kann. Dabei muß darauf geachtet werden, daß die Tiere eine ähnliche Güteklassenangabe haben.
2. Die ausgegebenen Kärtchen werden in den Gruppen nach Arten sortiert, gezählt und der Häufigkeitswert nach dem Erfassungsbogen bestimmt.
3. Die ermittelten Werte werden in den Erfassungsbogen eingetragen und die Gewässergüteklasse bestimmt bzw. der Saprobienindex errechnet.
4. Ein Vergleich der Ergebnisse erfolgt in der Gesamtgruppe.

Für dieses Spiel kann z.B. "Das Bachspiel. Ein Lernspiel für Menschen ab 14 Jahren" (Institut für ökologische Forschung und Bildung e.V.) eingesetzt werden. (Bezug: Spielevertrieb u. Verlag W. Hoffmann, Hafengeweg 26 b, Münster)

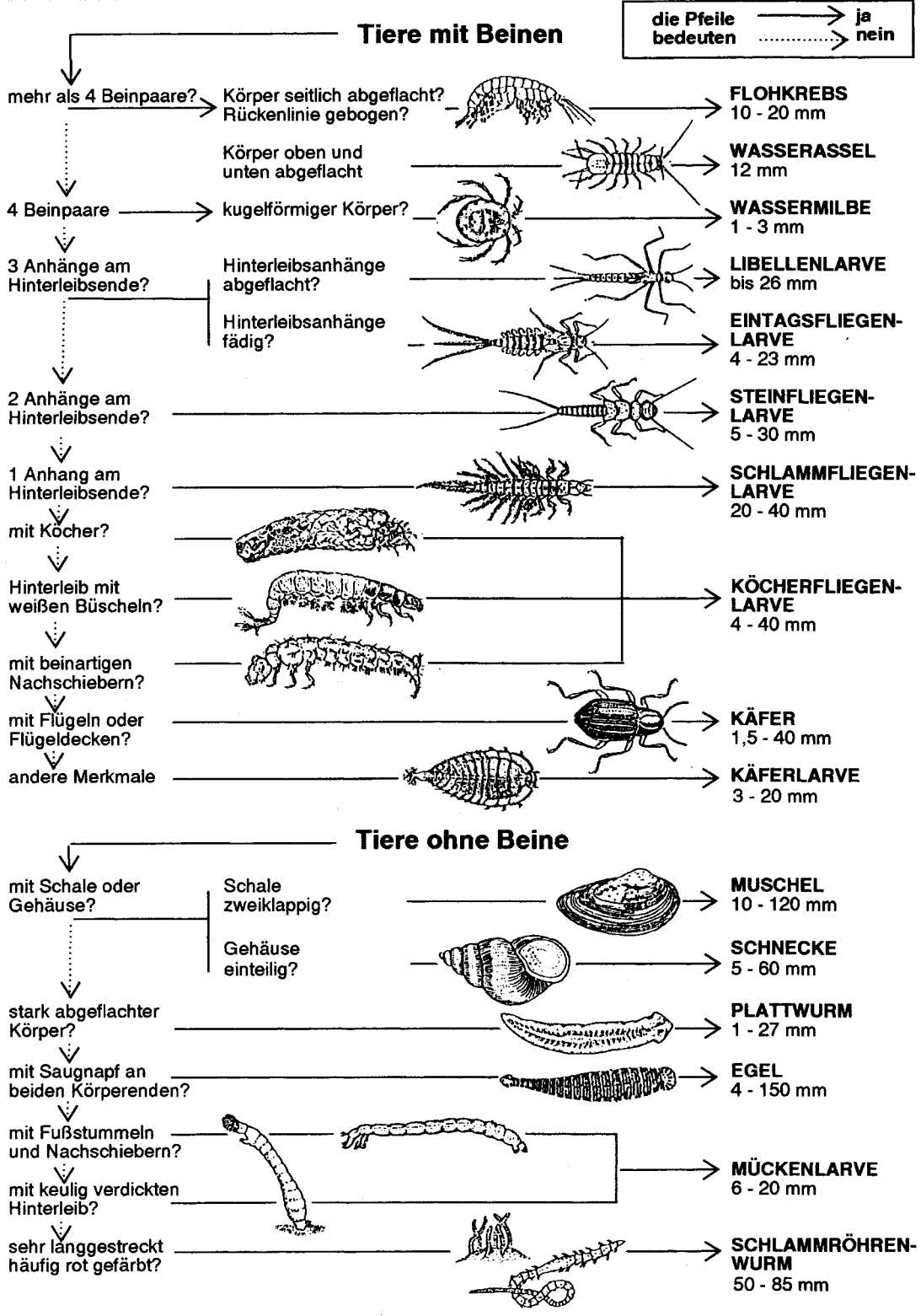
Die Spielmaterialien können aber auch selbst hergestellt werden, z.B. unter Benutzung der Bestimmungskartei von Apel und Waldrich (HILF, s. Literaturliste) und des Bestimmungsschlüssels von Wellinghorst (Friedrich Verlag, siehe Literaturliste).

Ergänzend kann ein Film gezeigt werden, der die Tiere in ihrem natürlichen Lebensraum vorstellt (3202843 Fließgewässer).

Kleintiere als Zeigerorganismen:

So bestimmt man die Tiergruppen

Schulbiologiezentrum Biedenkopf (verändert nach Wassmann/Xylander)



aus: Freie und Hansestadt Hamburg / IPN Kiel (Hrsg.): Gewässer im Stadtteil, S. 27

1. Kreuze die im Untersuchungsgewässer aufgefundenen **Tiergruppen** in der **Spalte 1** an.
2. Trage die **Anzahl der unterscheidbaren Arten** der jeweiligen Tiergruppe in **Spalte 2** ein.
3. Zähle **Spalte 2** zusammen und trage das Ergebnis als **Gesamtformenzahl** in dem dick umrandeten Kästchen ein.
4. Nach den Tieren mit den höchsten Ansprüchen, sie stehen in der Tabelle oben, richtet sich die sogenannte **Entscheidungsklasse**: Suche dein am weitesten oben stehendes Kreuz und bestimme die Entscheidungsklasse in **Spalte 3** (A,B,C,D oder E). Achtung, sie kann auch davon abhängen, wieviel unterschiedliche Formen in dieser Tiergruppe gefunden wurden.
5. In der Tabelle darunter kannst Du nun die Gewässergüte bestimmen: Die beste Wasserqualität markiert die Stufe I (unbelastet), die schlechteste Stufe IV (übermäßig verschmutzt).

| Tiergruppe | Spalte 1 gefunden | Spalte 2 Artenanzahl | Spalte 3 Auswertung | | |
|---|--|-------------------------|---|--------------|---|
| Steinfliegenlarve | | | 1 = B, 2 oder mehr = A | | |
| Eintagsfliegenlarve | | | 1 = weiter, 2 = C, ab 3 = B | | |
| Köcherfliegenlarve | | | 1 bis 3 = C, ab 4 = B | | |
| Flohkrebs | | | 1 = weiter, ab 2 = C | | |
| Schlammfliegenlarve | | | immer D | | |
| Wasserassel | | | immer D | | |
| Egel | | | immer D | | |
| Schlammröhrenwurm | | | immer E | | |
| Muschel | | | ohne Einfluß auf die Entscheidungsklasse | | |
| Schnecke | | | | | |
| Plattwurm | | | | | |
| Mückenlarve | | | | | |
| Wassermilbe | | | | | |
| Käfer, Käferlarven | | | | | |
| | | | | | |
| Bestimmung der Gewässergüte: | Gesamtformenzahl <input type="text"/> | | Entscheidungs- klasse <input type="text"/> | | |
| | 0 - 1 | 2 - 8 | 9 - 15 | ab 16 | |
| | - | II | I-II | I | A |
| | III | II-III | II | I-II | B |
| | III-IV | III | II-III | III | C |
| | IV | III-IV | III | II-III | D |
| IV | IV | III-IV | III | E | |

aus: Freie und Hansestadt Hamburg / IPN Kiel (Hrsg.): Gewässer im Stadtteil, S. 28

M 10 Gruppenarbeitsaufträge zur Bachuntersuchung

I. Vorbereitung (in der Schule, zu Hause)

1. Stellt die jeweiligen Materialien für die physikalische, biologische, chemische Untersuchung sowie für die Gewässerkartierung zusammen (siehe **E 12 - E 17**) und spricht ab, wer welche Dinge mitbringt.
2. Tragt in den Kartenausschnitt den Verlauf des Baches mit blauer Farbe ein.
3. Markiert die Untersuchungsstellen (wird gemeinsam besprochen).
4. Teilt in jeder Gruppe genau ein, wer für welche Untersuchung zuständig ist, und organisiert den Ablauf der jeweiligen Untersuchung.

II. Untersuchungen (an den verschiedenen Untersuchungsstellen)

1. Führt zunächst getrennt voneinander die jeweiligen Untersuchungen durch, notiert die Ergebnisse und tragt sie später in den gemeinsamen Protokollbogen (**M 11**) ein.
2. Tauscht am Ende der Untersuchungen eure Beobachtungen in der Gruppe aus, so daß alle einen Gesamtüberblick über jede Untersuchungsstelle gewinnen.

III. Auswertung (in der Schule, zu Hause):

in der Gruppe:

1. Berechne mit den Ergebnissen der physikalischen Untersuchung Fließgeschwindigkeit und Durchflußmenge.
2. Bestimme mit den Ergebnissen der biologischen Untersuchungen die Gewässergüteklasse.
3. Bestimme mit den Ergebnissen der chemischen Untersuchung die Gewässergüteklasse.
4. Zeichne von den jeweiligen Untersuchungsstellen einen Bachquerschnitt auf ein DIN A 3 Blatt und beziehe bei deinen Zeichnungen die Ufervegetation mit ein.

in der Klasse:

5. Tragt die Gruppenergebnisse in den gemeinsamen Auswertungsbogen ein, vergleicht sie miteinander und diskutiert die Ursachen möglicher Abweichungen.
6. Errechnet die Durchschnittswerte.

IV. Präsentation der Ergebnisse

1. Der Verlauf des Baches wird auf eine große Pappe (2m x 1m) gezeichnet.
2. Die Untersuchungsstellen werden markiert.
3. Der Auswertungsbogen mit den Gruppenergebnissen wird an die Untersuchungsstellen geheftet, zusammen mit einem Bericht über den Zustand der Untersuchungsstelle.
4. Gegebenenfalls werden Fotos der Untersuchungsstellen beigelegt.

M 11 Auswertungsbogen

| | | |
|----------------------------|---------------|-----------------|
| untersuchte Stelle: | Datum: | Uhrzeit: |
|----------------------------|---------------|-----------------|

| Merkmal | Gruppe | | | | | | ZW | MW |
|--------------------------------------|--------|---|---|---|---|---|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| Sichttiefe in cm | | | | | | | | |
| Temperatur in °C | | | | | | | | |
| Schwebstoffablagerung in mm | | | | | | | | |
| Fließgeschwindigkeit in m/sec | | | | | | | | |
| Durchflußmenge in dm³/sec (l/sec) | | | | | | | | |
| pH-Wert | | | | | | | | |
| Gesamthärte in Grad d. Härte | | | | | | | | |
| Sauerstoffsättigung in % | | | | | | | | |
| Nitrat in mg/l | | | | | | | | |
| Nitrit in mg/l | | | | | | | | |
| Ammonium in mg/l | | | | | | | | |

| Lebewesen | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ZW | MW |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|----|----|
| Steinfliegenlarve | | | | | | | | |
| Eintagsfliegenlarve | | | | | | | | |
| Köcherfliegenlarve | | | | | | | | |
| Flohkrebs | | | | | | | | |
| Schlammfliegenlarve | | | | | | | | |
| Wasserassel | | | | | | | | |
| Egel | | | | | | | | |
| Schlammröhrenwurm | | | | | | | | |
| Muschel | | | | | | | | |
| Schnecke | | | | | | | | |
| Plattwurm | | | | | | | | |
| Mückenlarve | | | | | | | | |
| Wassermilbe | | | | | | | | |
| Käfer, Käferlarven | | | | | | | | |

(Tragt die Anzahl der gefundenen Arten ein.)

(ZW=Zentralwert, MW=Mittelwert)

Franz Alt
Fernsehjournalist



ZWISCHENRUF

Wasser ist mehr als H₂O

Auch in der wasserreichen Bundesrepublik steuern wir auf einen Wassernotstand zu. Die neuen Bundesländer leiden schon heute unter Wasserarmut. Hessen kam nur mit Wassernotverordnungen über die vergangenen beiden Sommer. Daran werden sich auch andere Bundesländer bald gewöhnen müssen. Ein Teil unseres Trinkwassers wird bereits aus Tiefengrundwässern gewonnen, die sich nur alle 10 000 (!) Jahre erneuern.

Die deutsche Industrie verbraucht jährlich 16 Milliarden Kubikmeter Wasser. Die Landwirtschaft verseucht Grund- und Oberflächenwasser mit Pestiziden und Düngemitteln. Jeder von uns verbraucht heute achtmal soviel Wasser wie seine Großeltern vor 80 Jahren. Unser Wasser ist qualitativ, aber auch quantitativ bedroht. Wasser wird heute verschmutzt, verschwendet und vergiftet.

Gibt es Wege zu einem veränderten Wasserbewusstsein und einer neuen Wasserethik? Am kommenden Samstag zeigen wir in der Fernsehserie „Zeitsprung ins 21. Jahrhundert“ in Südwest 3 Wege einer neuen Wasserpolitik.

Ganz Deutschland ist heute noch ein Wasserschmutzgebiet. Wie kann es zu einem Wasserschutzgebiet werden? An vier Tatorten muß viel geschehen: in privaten Haushalten und in der Kommunalpolitik, in der Industrie und in der Landwirtschaft.

Heute verbraucht jeder und jede von uns pro Tag 146 Liter Wasser. Wasser, das so rein ist, daß man es trinken kann. Aber fürs Kochen und Trinken brauchen wir nur drei Liter pro Tag. 46 Liter Trinkwasser spülen wir täglich pro Kopf die Toilette hinunter, 52 Liter Trinkwasser benötigen wir fürs Baden und Duschen, fürs Waschen und Spülen nochmals 26 Liter Trinkwasser.

Wenn der Bundestag ein Wasserspargesetz verabschiedet, das Bauherren vorschreibt, sparsame Armaturen zu installieren, private Nachrüstungen wie Sparduschen, Wasserspartoiletten, Wasserspar-Waschmaschinen und Wasserspar-Spülmaschinen fördert und Großverbraucher einen Wasserpennig abverlangt, dann werden wir bald nur noch halb soviel Wasser verbrauchen wie heute.

In jeder Wohnung sollten künftig Wasserzähler den Verbrauch messen. Dann würden die Wassergebühren nicht mehr auf alle Mieter umgelegt. Wer viel Wasser verbraucht, muß einen Sondertarif bezah-

len. Nur über den Geldbeutel läßt sich eine sparsamere Wasserpolitik durchsetzen. In wenigen Jahren können Grauwasserfilter im großen Stil das Wasser aus Dusche und Waschmaschine wieder reinigen. Statt Trinkwasser fließt dann Grauwasser durch die Toilette. Auch Regenwasser kann fürs WC genutzt werden.

In Großsiedlungen kann das Schmutzwasser in Seen gereinigt werden. Schulen, Universitäten und Behörden werden mit Regenwasser versorgt, das in Tanks aufbereitet wird. Durch konsequente Sparprogramme können Moore, Auen und Wälder gerettet werden. Ein Flughafen-Hotel in Frankfurt braucht heute für dieselbe Gästezahl halb soviel Wasser wie noch vor fünf Jahren. Die Wassersparttechnologien rechnen sich schon nach wenigen Jahren.

Die Industrie wird — durch politische Bestimmungen — lernen, Wasser zu recyceln. Gebrauchtes Wasser kann zehn- und mehrmal verwendet werden. Wir benötigen Wasserkreisläufe.

Die Chemiewerke werden deshalb bald nur noch Stoffe einsetzen, die sie in ihren Klärwerken abbauen können. Chlor ist in unserem Zukunftsmodell verboten. Durch Kreislaufsysteme wird der Wasserverbrauch pro Kilogramm Papier auf ein Zehntel gegenüber 1995 reduziert.

Das Kühlwasser der Großkraftwerke darf keine Schwermetalle mehr enthalten. Dezentrale und umweltfreundliche Energieformen sorgen dafür, daß die wasserschluckenden Großkraftwerke überflüssig werden.

In der Landwirtschaft wird Gülle nicht mehr wie früher verspritzt, sondern direkt über dünne Schläuche in die Böden eingebracht. Somit kann der Wind das giftige Ammoniak nicht mehr auf Meere und Wälder tragen. Nitrat kann nicht mehr in Boden und Grundwasser gelangen, wenn der Dünger sparsam dosiert wird. Den Dünger liefern übrigens in zehn Jahren nicht mehr die Chemiekonzerne, sondern die eigenen Kühe.

Die deutsche chemische Industrie produziert heute 116 000 verschiedene Chemikalien, deren langfristige Auswirkungen auf Wasser und Böden wir zum großen Teil noch gar nicht kennen. Eine Wasserschutzpolitik wird dafür sorgen, daß nur noch Stoffe produziert werden dürfen, die biologisch abbaubar sind oder in die Produktion neu integriert werden können.

Wenn diese alternative Wasserpolitik konsequent umgesetzt wird, dann ist die Wasserwende bis zum Jahr 2030 vollendet: Die wasserverschmutzenden und wasserintensiven Großkraftwerke sind dann durch Windräder, Solaranlagen, Biomasse-Energie und Blockheizkraftwerke ersetzt, die den Energiebedarf fast vollständig decken.

Allerdings: Bis jetzt gelingt diese Wasserwende nur mit Hilfe von Computer-Simulationen im Fernsehen! Wir werden lernen müssen: Wasser ist mehr als H₂O.

Im FR-Zwischenruf kommen Umweltexperten zu Wort. Franz Alt ist Fernsehjournalist beim Südwestfunk in Baden-Baden.

Quelle: Frankfurter Rundschau v. 1.8.1995

Mehr Privatgeld beim Abwasser

Bonn ermahnt die Kommunen, Gebühren nicht ins Uferlose steigen zu lassen

BONN (dpa) — Die Bundesregierung hat die Kommunen gemahnt, durch mehr Wirtschaftlichkeit die Abwassergebühren nicht ins Uferlose steigen zu lassen. Umweltministerin Angela Merkel stellte klar, „daß hoher Umweltstandard und niedrige Abwassergebühren machbar sind“. Neben technischen und organisatorischen Schritten wird in Bonn vor allem der Einsatz von Privatkapital für notwendig erachtet. Merkel betonte, trotz Bereitstellung umfangreicher öffentlicher Mittel seien die notwendigen Investitionen ohne Einbeziehen privaten Kapitals in den nächsten Jahren nicht finanzierbar.

Es gelte die Wirtschaftlichkeits- und Wettbewerbspflichten sowie Managementvorteile und das Know-how privater Unternehmer zu nutzen. Dies könne nach bisherigen Er-

fahrungen sowohl in den neuen als auch in den alten Bundesländern zu einer Senkung des Preisniveaus und damit zu einer geringeren Belastung der Bürger führen. Nach einer Umfrage variieren die Abwassergebühren in den alten Bundesländern zwischen 25 Pfennig und 9 DM pro Kubikmeter, in Ostdeutschland liegen sie zwischen 1 und 13 DM. Ursache für die gravierenden Schwankungen seien die unterschiedlichen örtlichen Verhältnisse, spezifische Reinigungsanforderungen und der zum Teil erhebliche Nachhol- und Sanierungsbedarf.

Der überwiegende Teil der Entsorgungskosten entfällt auf die Kanalnetze. In den nächsten zehn Jahren sind Modernisierungen für über 150 Milliarden DM erforderlich, darunter über 80 Milliarden DM auch in den westdeutschen Kommunen. Da

wegen dieses Bedarfs in vielen Gemeinden weitere Gebührenerhöhungen nicht ausgeschlossen werden können, hält Bonn die „gemeinsame Suche nach Wegen zur Effizienzsteigerung“ für unumgänglich. Zugleich wird in der Regierungsantwort zugesichert, daß der Bund und die EU auch weiterhin Fördermittel für Investitionsprojekte bereitstellen werden. Bis 1999 stehen aus dem Europäischen Regionalfonds und dem Landwirtschaftsfonds für die neuen Länder sieben Milliarden DM zur Verfügung.

Aus den Finanzhilfen des Bundes im Rahmen des Investitionsförderungsgesetzes Aufbau Ost soll ein Großteil der ab 1995 für zehn Jahre bereitgestellten Mittel von jährlich 6,6 Milliarden DM für wasserwirtschaftliche Investitionen verwendet werden.

Quelle: Wiesbadener Tagblatt v. 24.11.1995

„In der Höhe gerechtfertigt“

Koalition im Parlament für Gebührenanhebung / Grüne: Nicht nachvollziehbar

Das Stadtparlament hat gestern mit den Stimmen von SPD, CDU und FDP die vom Magistrat vorgeschlagenen Gebührenerhöhungen für Abwasser, Müll und Bestattung beschlossen. Grüne und Republikaner lehnten die Anhebungen ab. Damit zahlen die Wiesbadener vom Jahreswechsel an rund 14 Prozent mehr für die Behandlung ihres Abwassers. Müll- und Friedhofsgebühren steigen in den nächsten beiden Jahren jeweils um fünf Prozent.

Zu Beginn hatten die Grünen gefordert, die Gebührenanhebungen von der Tagesordnung abzusetzen. Fraktionschef Jan-Karsten Meier kritisierte das „gnadenlos undemokratische Verfahren“. Auf den „allerletzten Drücker“ bekämen die Parlamentarier vom Magistrat einen „hohen Papierberg vor die Nase geknallt“. Dem hielt Oberbürgermeister Achim Exner entgegen, das Parlament bestimme seine Tagesordnung selbst. Die Vorlagen hätten so lange gebraucht, weil geprüft wor-

den sei, ob und in welchem Umfang Erhöhungen notwendig seien.

Das Ergebnis dieser Prüfungen trugen die Koalitionäre vor: Die Anhebungen seien „in der vorgesehenen Höhe gerechtfertigt“, sagte Dieter Horschler (SPD). Für die CDU bemerkte Dieter Schlempp, seine Fraktion habe „zunächst erhebliche Zweifel gehabt, ob alles so plausibel ist. Leider hat die Verwaltung es aber geschafft, diese Zweifel zu zerstreuen“. Helmut von Scheidt (FDP) machte die verschärften Umweltauflagen der EU und deren „überzogene“ Auslegung durch das Land Hessen bei der Abwasser-Reinigung für die drastische Erhöhung verantwortlich. Die „hohen Fixkosten“ in der Abfallwirtschaft trügen überdies dazu bei, daß umweltbewußte Bürger „bestraft werden“.

Die Grünen kritisierten das Verhalten der Dezernenten. Stefan Burghardt warf Stadtrat Dilger vor, hinter den Gebührenerhöhungen beim Abwasser stehe kein Investi-

tionskonzept, weil der Beschluß von 1994 zum Bau eines Großklärwerks keine Gültigkeit mehr habe. Dilger antwortete, die Anhebung sei „kalkuliert auf der Basis neuester Erkenntnisse“. Sonst hätte man die Gebühren sogar um 25 Prozent erhöhen müssen. Christiane Hinnerger erinnerte dann Umweltdezernent Kaerkes daran, daß er im Sommer noch eine viel deutlichere Anhebung der Müllgebühren gefordert habe. Dem habe aber der Oberbürgermeister widersprochen. „Und unter Berücksichtigung des politischen Gewichts kommen dann fünf Prozent heraus.“ Kaerkes sagte, er habe damals in der Tat eine Gebührenanhebung von 50 Mark pro Tonne (statt jetzt zehn Mark) gefordert. Die Erhöhung werde nun „gerechter verteilt“. Den Grünen warf er vor, in den Ausschüssen selbst stets für eine Erhöhung plädiert zu haben. Dazu Stefan Burghardt: „Ihre Gebührenanhebungen sind nicht zu hoch, sie sind nur nicht nachvollziehbar.“ st

Quelle: Wiesbadener Kurier v. 15.12.1996

6. Außerschulische Lernorte am Beispiel Wiesbaden

- Bachexkursionen über Aukamm NET nach Vereinbarung mit *Frau Schüler* (0611-312020). Kosten: 5 DM pro Schüler/in.
- Exkursion zum Rheinufer in Biebrich: Gewässeruntersuchung, Nutzung von Fließgewässer.
- Wassergewinnung Taunus: Schläferskopfstollen, Zentrale für Wasserverteilung Platter Straße, Vortrag und Führung im Stollen (1-2 Stunden) und in der Zentrale (1 Stunde), Bus zum Transport wird von ESWE gestellt.
Ansprechpartnerin: *Frau Sacher* (0611-3692259)
- Hauptklärwerk Wiesbaden: Film und Führung, Ansprechpartner: *Herr Schmidt* (0611-313297)
- Wasserwerk Schierstein: Führung bedingt geeignet.
Ansprechpartnerin: *Frau Sacher* (0611-3692259)
- Unterirdisches Kanalsystem: Führung von einer halben Stunde, da man nicht weiter hineingehen kann. Eingang bei Villa Clementine, Ansprechpartner: *Herr Boos* (0611-312720)
- Meßstation Mainz: Wasseruntersuchungen im Rhein, Vorkenntnisse über Gewässeruntersuchungen und deren Bedeutung sind erwünscht, Ansprechpartner:
Dr. Lindemann (06131-630124)
- Fahrt mit der Rheinschiff Argus: Führung und Vortrag, Vorkenntnisse über Schadstoffe und deren Wirkung sind erwünscht, Termine müssen frühzeitig vereinbart werden.
Ansprechpartner: *Hess. Landesanstalt für Umwelt* (0611-581-0)
- Rundgang durch die Innenstadt zum Thema Heilquellen in Wiesbaden.

7. Medien

Dias und Filme der Landesbildstelle

Probleme der Wasserverschmutzung

(Fließgewässer, Wasserinsekten, Leitorganismen, Wasserverschmutzung)

24 B, 1976

Best.-Nr.: 10 02537

Wasserinsekten

(Gestalt, Anpassung, Atmung)

12 B, 1986

Best.-Nr.: 10 02925

Reinhaltung des Wassers

(Kläranlage, Wasseraufbereitung, Umweltschutz)

41 B, 1982

Best.-Nr.: 10 45702

Trinkwasserversorgung – von der Quelle bis zum Wasserhahn

(Wasserleitungssysteme, Wasserversorgung, Wasserverbrauch, Wasserwerk)

24 B, 1975

Best.-Nr.: 10 46556

Fließwasser

(Anpassung, Selbstreinigung, Wasserverschmutzung)

14 min, 1976

Best.-Nr.: 32 02843

Vorsicht Grundwasser

(Nitratbelastung, Überdüngung, Saurer Regen, Trinkwasserqualität)

16 min, 1989

Best.-Nr.: 32 03977

Hochwasser am Rhein

(Andernach, Hochwasserschutz, Naturkatastrophe)

16 min, 1991

Best.-Nr.: 32 10049

Das Wasser - Eine faszinierende Flüssigkeit

(Aggregatzustände, Lösungen, Bindung/Struktur/Eigenschaft, Wasserkreislauf)

15 min, 1990

Best.-Nr.: 32 10059

Mineralwasser

(Ernährungsphysiologie, Mineralstoffe,
Chemie in Alltag und Umwelt)

29 min, 1985

Best.-Nr.: 42 47031

1. Wasser - Abwasser - Klärwerk

(Bakterien, Gewässerschutz, Ver- und Entsorgung)

60 min, 1990

Best.-Nr.: 42 48087

2. Wassergewinnung - Wasseraufbereitung

(Wasserwerk, Trinkwasser, Grundwasser,
Wasserkreislauf)

52 min, 1990

Best.-Nr.: 42 48088

3. Spezielle Methoden der Wasserreinigung

(Destillation, technische Chemie, Wasserwirtschaft)

56 min, 1990

Best.-Nr.: 42 48089

Wasser in Not

(Abwasser, Grundwasser, Nitratbelastung,
Recycling, Wasserwirtschaft)

44 min, 1994

Best.-Nr.: 42 49121

Software

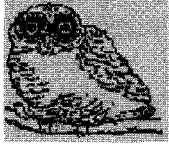
- „Hessnet“: für Hessische Schulen kostenlos zu beziehen bei Schulbiologiezentrum Biedenkopf
- Fonds der Chemischen Industrie (Hrsg.): „Biologische Reinigung chemischer Abwässer“

Folien

- Fonds der Chemischen Industrie: Umweltbereich Wasser. Folienserie und Textheft, Frankfurt 1990
- Umweltbundesamt: Umweltdaten, Farbfolienserie zum Umweltschutz, Fachgebiet Umweltaufklärung in Berlin (Adresse siehe unten)

Tonkassetten

- Verlag an der Ruhr: Wasser - Geräusche - Spiel. 24 Bildkarten und Tonkassette mit verschiedenen Geräuschen



Projekt: Lebensraum Wasser

hessnet



Umweltprojekt HESSNET - Fließgewässer in Hessen

Dr. Eberhard Scholl, Schulbiologiezentrum Biedenkopf,
Am Freibad 19, 35216 Biedenkopf

Das Umweltprojekt HESSNET versucht eine Vernetzung von schulischen Umweltaktivitäten schwerpunktmäßig zwischen den Fächern Biologie und Informatik am Beispiel von Fließgewässeruntersuchungen. Schülerinnen und Schüler begegnen „ihrem“ Bach oder Fluß in der unmittelbaren Schulumgebung und werden zu Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten angeregt. Ganzheitliches Lernen und vernetztes Denken wird bei solchen fächerübergreifenden Projekten gefördert. Bäche oder Flüsse bieten sich als Untersuchungsgegenstand besonders an, da sie allgegenwärtig und Abbilder unseres Umgangs mit der Natur sind. Neben biologischen und chemischen Gewässeruntersuchungen geht es um die Bedeutung eines Baches oder Flusses für die Region, es geht um unser ästhetisches Empfinden und um unsere Gewohnheiten. Die ganzheitliche Untersuchung eines Fließgewässers ist mehr als das bloße Erheben von Daten. Fragen der Wassernutzung und -ausnutzung können sich ebenso ergeben wie historische Fragestellungen. Wenn eine Schülergruppe einen Gewässerabschnitt untersucht, so ist es spannend und interessant etwas darüber zu erfahren, wie das Gewässer an anderen Stellen aussieht, wie es um vergleichbare Gewässer steht oder welche Bedeutung andere Gruppen den eigenen Fragen beimessen. Daher sind für das Umweltprojekt HESSNET einheitliche Beobachtungs- und Untersuchungsmethoden festgelegt worden. Innerhalb des Projektes besteht die Möglichkeit nach den schulischen Voraussetzungen verschieden aufwendige Verfahren anzuwenden. Sie sind jedoch soweit abgestimmt, daß ein Daten- und Erfahrungsaustausch mit Schülergruppen in anderen Regionen Deutschlands möglich ist. Ebenso können die Ergebnisse von behördlichen Untersuchungen mit in Betracht gezogen werden. Jede Gruppe kann nach ihren Möglichkeiten auch nur Teile der gesamten Untersuchungen (z. B. biologische Untersuchungen) durchführen und trägt so ebenfalls zum Gesamtprojekt bei. Die Ergebnisse können in verschiedener Weise dokumentiert werden. Im einfachsten Falle werden die Ergebnisse auf Arbeitsblättern erfaßt und ausgewertet. Es besteht aber auch die Möglichkeit durch die Software HESSNET, die allen interessierten Schulen in Hessen kostenlos zur Verfügung gestellt wird, eine computerunterstützte Auswertung innerhalb einer Schule zu machen und diese Daten mit anderen Gruppen auszutauschen. Die Meßwerte der einzelnen Gruppen können allen interessierten Projektteilnehmerinnen und -teilnehmern über Disketten oder durch Datenfernübertragung in dem entsprechenden Brett des Hessischen Schulnetzes (SCHULEUMWELT\HESSNET) zugänglich gemacht werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit in diesem Brett mit allen beteiligten Gruppen Fragen zum Projekt zu diskutieren. Über das Brett SCHULEUMWELT\QUADATA, das in ganz Deutschland gelesen wird, kann ein Austausch mit Projektgruppen an anderen Flüssen stattfinden. Ausgehend von einer Gewässeruntersuchung kann eine Kooperation mit verschiedenen Institutionen entstehen. Wenn es um Vergleichsuntersuchungen geht, sind die Untersuchungsergebnisse der Hessischen Landesanstalt für Umwelt von Interesse. Bei Fragen der Renaturierung ergeben sich Kontakte zu Wasserwirtschaftsämtern und dem Amt für Regionalentwicklung, Landschaftspflege und Landwirtschaft. Bei Fragen zur Nutzung der Uferstreifen entwickeln sich Gespräche mit den Kreisbauernverbänden und den Landwirten. Bei Fragen zur Gewässerbelastung wird man Kontakte zu den Abwasserzweckverbänden suchen, um beispielsweise Informationen über die Kläranlagen und deren weiteren Ausbau zu erhalten. Im Arbeitsfeld Schule werden Lehrerinnen und Lehrer verschiedener Schulstufen und Schulformen auf zentralen und regionalen Lehrerfortbildungsveranstaltungen mit dem Projekt vertraut gemacht. Gemeinsame Gewässeruntersuchungen werden durchgeführt. Bei der schulischen Umsetzung arbeiten die Schulen mit dem Hessischen Institut für Lehrerfortbildung, Außenstellen Marburg, Wetzlar und Limburg in der Region und den zentralen Fachbereichen Biologie, Umwelterziehung und Informatik des Instituts sowie dem Schulbiologiezentrum Biedenkopf und der Landesbildstelle Hessen zusammen. Bei Fragen zur Datenfernübertragung wird das Projekt durch das Hessische Institut für Bildungsplanung und Schulentwicklung unterstützt.

Hinweis

Die hiesigen Fließgewässeruntersuchungen bezogen sich (verständlicherweise) auf die Lahn, die nahe der Schule entlangfließt. (Siehe Fließgewässer Lahn)

8. Literaturhinweise

- Gundel Beck-Neumann: Fließgewässer, in: Umwelt Lernen, H. 39/40, 1988, S. 4 - 86 (Fließgewässer, Wasserverschmutzung, Umweltschutz)
- Ute Hecht: Flußauen, in: Globus, H. 5/1995, S. 46 - 48 (Auenlandschaft, Flußlandschaft, Hochwasser, Biotop)
- Dietmar Heine: Beispiel: Wasserversorgung - Arbeiten und Lernen im Schulgarten, in: Arbeiten und Lernen - Technik, 15. Jg., H. 4/1994, S. 39 - 41 (Bewässerung des Schulgartens, Einsparung von Trinkwasser)
- Hessisches Ministerium des Inneren und für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz (Hrsg.): Fische in der Lahn. Fischbesiedlung, Verbreitung, Gefährdung und Schutz. Wiesbaden 1993 (kostenlos zu beziehen bei: HMLWLFN, Referat Presse, Öffentlichkeitsarbeit, Hölderlinstr. 1-3, 65187 Wiesbaden)
- Hans-Peter Kohl: Mikroskopische Untersuchung des Wassertropfens, in: Pädagogische Welt, 45. Jg., H. 4/1991, S. 173 - 177 (Mikroskopie von Mikroorganismen im Heuaufguß)
- Armin Kremer, Lutz Stäudel: Unser täglich Wasser. Materialien zu einem Umweltproblem, Redaktionsgemeinschaft Soznat, Marburg 1989 (Trinkwasser, Wasserverschmutzung, Landwirtschaft, Grundwasser)
- Heidi Krug: Der Mineralstoffwechsel des Menschen, in: UB*, H. 168, 15. Jg., 1991, S. 37 - 41 (Mineralstoffe, Spurenelemente, Mineralwasser)
- Ralf Lemke: Anschauliche Verdampfungswärme, in: NiU** - Chemie, H. 14, 3. Jg., 1992, S. 48 ff. (Experimentiervorlage zur Verdampfungswärme von Wasser)
- Horst Müller: Stoffkreisläufe und Abwasserreinigung, in: UB, H. 199, 18. Jg., 1994, S. 55 - 57 (Abwässer, Kläranlagen, Stoffkreislauf)
- Richard Müller: Trinkwasser für Millionen, in: UB, H. 203, 19. Jg., 1995, S. 33 - 38 (Wasseraufbereitung u. -förderung im Ruhrgebiet, Flußlandschaft)
- Winfried Noak: Wasserspiele, in: UB, H. 137, 12. Jg., 1988, S. 22 - 23 (Natur erleben)
- Manfred Noll: Unterricht Biologie (UB) "Trinkwasser", H. 155, 14. Jg., 1990 (Basisartikel sowie verschiedene weitere Beiträge zur Trinkwasseraufbereitung und -belastung, Bakterien und Schwermetalle im Trinkwasser)
- Manfred Noll, Heinz Schmidkunz: Wasser, Themenheft der Zeitschrift NiU- Physik/Chemie, H. 19, 34. Jg., 1986 (Wasser aus chemischer und physikalischer Sicht, Gewässerbeurteilung. Hilfen zur Wasseruntersuchung, biologische, chemische, physikalische Untersuchungen, Gewässergütebestimmung nach 4 Güteklassen, Mineralwasser)
- Stefan Prigge: Gewässer im Stadtteil. Ansätze für eine fächerübergreifende Umwelterziehung auf den Sekundarstufen I und II. Das Umweltprojekt G.R.E.E.N. Herausgegeben von: Behörde für Schule, Jugend und Berufsbildung, Amt für Schule Hamburg / IPN Kiel / EC Tempus Office, Hamburg 1994
- Raabits Impulse und Materialien für die kreative Unterrichtsgestaltung für den fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht
 - Aktiver Umweltschutz am Beispiel eines Badesees (Best.-Nr. 957) (Projekt, Nahrungsketten, Eutrophierung, Energiefluß)
 - Die Bedeutung des Wassers für die Umwelt (Best.-Nr. 1002) (Umweltanalytik, Gewässerekursion)
- Fritz Sandrock (Hrsg.): Unterricht Biologie (UB) "Fließgewässer", H. 59, 5. Jg., 1981 (Basisartikel sowie verschiedene weitere Beiträge zur Fließgewässeruntersuchung, Beihefter "Lebenslauf eines Baches")
- Wilfried Stascheit, Winfried Kneip:
 - Wasser erkunden und erfahren. Das Element Wasser für die Klassen 5 - 7,
 - Wasser erforschen und erfahren. Wasser in den Klassen 8 - 11. Verlag an der Ruhr, Mülheim 1990 (Naturphänomene, Lebensraum Wasser, Untersuchungen, Wasserphysik)
- Jörg Sütterlin: Nitrat im Trinkwasser, in: NiU - Physik/Chemie, H. 3, 38. Jg., 1990, S.19 - 27 (Nachweisverfahren, Wasserverschmutzung)

Bestimmungshilfen

- Jürgen Apel, Werner Waldrich: Tierkartei Fließgewässer, für alle Schulstufen (Bestell Nr. 2984/0296) HILF Kassel, Hauptstelle RWS, Fulda (Wirbellose Tiere heimischer Fließgewässer, Indikatororganismen)
- Wolfgang Engelhardt: Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher? Kosmos, Franckh'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1985
- Annekathrein Otte u.a.: "Steckbriefe" heimischer Tier- und Pflanzenarten. Materialien zum Unterricht am Schulteich, Wetzlar 1987 (zu beziehen bei: Naturschutzzentrum Hessen e.V.)

¹ UB = Unterricht Biologie

² NiU = Naturwissenschaften im Unterricht

- Frieder Sauer: Wasserinsekten nach Farbfotos erkannt, Fauna Verlag, Karlsfeld 1988
- Helmut Schwab: Süßwassertiere. Ein ökologisches Bestimmungsbuch, Klett, Stuttgart 1995
- Streble / Krauter: Das Leben im Wassertropfen, Mikroflora und Mikrofauna des Süßwassers, Kosmos, Franckh'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1981
- Rolf Wellinghorst: Wirbellose Tiere des Süßwassers. Ein Bestimmungsschlüssel unter besonderer Berücksichtigung von Indikatororganismen für Gewässergüte, Friedrich Verlag, Velber o.J. (Anschrift: Im Brande 15, 30926 Seelze)
- Karl-H. Zeitler: Biologische Gewässeruntersuchung, VDSF, Paul Parey, Offenbach am Main 1991

Kinder- und Jugendbücher

- Markus Schächter (Hg): Mittendrin - Ohne Wasser läuft nichts, Wolfgang Mann-Verlag, Berlin 1988
- Frederic Vester: Wasser = Leben, Ein kybernetisches Umweltbuch mit 5 Kreisläufen des Wassers, Ravensburger Buchverlag Otto Maier 1987
- Helmut Wentzke: Bäche Flüsse Seen, mit 48 bunten Bildern zum Einkleben, HERBA-Druck und Verlag, Plochingen/Neckar 1986

9. Adressen

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Postfach 12 06 29, 53045 Bonn, Tel: 0228-305-0, Fax: 0228-535-202
 - Wasserwirtschaft in Deutschland (*kostenlose Informationsbroschüre, weitere Adressen*)
- Umweltbundesamt, Postfach 33 00 22, 14191 Berlin, Tel: 030-8903-0 (Bismarckplatz 1), Fax: 030-8903-2285
 - Ohne Wasser läuft nichts (*kostenlose Informationsbroschüre*)
 - Was Sie schon immer über Wasser und Umwelt wissen wollten (*Taschenbuch*)
 - Farbfolien-Serie zum Umweltschutz: Umweltdaten
- Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit, Postfach 3109, 65189 Wiesbaden, Pressestelle, Tel: 0611-815-1022, Fax: 0611-1941
 - Jeder Tropfen zählt (*kostenlose Informationsbroschüre*)
 - Nutzung von Regenwasser (*kostenlose Informationsbroschüre*)
 - Ausstellung - Wassersparen: Jeder Tropfen zählt, 15 - 20 Tafeln
(*alle Broschüren kostenlos, auch im Klassensatz; ausführliches Publikationsverzeichnis auf Anfrage*)
- Hessische Landesanstalt für Umwelt, Postfach 3209, 65022 Wiesbaden, Tel: 0611-581-0
 - Grundwasserbeschafftheitsbericht 1993
(*weitere Adressen hessischer Dienststellen und Hinweise auf Informationen und Broschüren über das Internet: <http://www.hessen.de/>*)
- Hessisches Statistisches Landesamt, <http://www.hsl.de/>
 - Daten zu Niederschlagsmengen, Talsperren, Gewässer
- Naturschutzzentrum Hessen e.V., Friedenstr. 38, 35578 Wetzlar, Tel: 06441-24025 (*Informationsmaterial, umfangreiche Bibliothek, Kursangebote*)
- Schulbiologiezentrum Biedenkopf, Am Freibad 19, 35216 Biedenkopf, Tel: 06461-5600, Fax: 06461-74306; eMail: E.Scholl@SBB.MR.HE.SCHULE.DE
- Fonds der Chemischen Industrie, Karlstraße 21, 60329 Frankfurt, Tel: 069-2556-459
- Verband der Chemischen Industrie e.V., Karlstraße 21, 60329 Frankfurt, Tel: 069-2556-1471
 - diverse Broschüren, z.B. „Wasser für die Chemie“, „Wasser gewinnen aufbereiten verwenden“,
 - Filme zum Umweltschutz / Wasser und Folien für den Unterricht auf Anfrage
- BUND-Umweltzentrum, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V., Rotebühlstraße 86/1, 70178 Stuttgart (*Informationsmaterial, Themenhefte der Zeitschrift Globus*)
- BUND Bundesgeschäftsstelle, Im Rheingarten 7, 53225 Bonn
- Greenpeace e.V., Vorsetzen, 20459 Hamburg (*Stellungnahmen und Informationsmaterial, Kampagnenmaterialien*)

Rahmenthema: Lebensgrundlage Wasser (7/8) *)

Zielsetzungen für den Unterricht

Ziel der Auseinandersetzung mit dem Wasser ist ein differenziertes Verständnis dafür, was Wasser als Lebensgrundlage für Mensch und Natur bedeutet: Wasser fungiert als Lösungsmittel für Nährstoffe und Salze. Im Boden macht es Mineralstoffe für die Pflanzen verfügbar, in den Zellen ist es universelles Medium des Stoffwechsels.

Die ständige Präsenz von Wasser in allen Lebensbereichen wird aufrechterhalten durch den globalen Wasserkreislauf, dessen Motor die Sonne ist. Wasser wird damit auch zum Energiespeicher, dessen natürliche Wirkung als Erosion in Erscheinung tritt, die aber auch mittels Wasserrädern und Kraftwerken genutzt werden kann. Seine Verfügbarkeit war und ist ausschlaggebend für die Herausbildung von Ansiedlungen, für die Landwirtschaft, für die Eignung eines Standorts als Industriestandort. Zu dieser Auseinandersetzung gehört auch die Wahrnehmung der kulturellen, sozialen und ästhetischen Seite des Umgangs mit dem Wasser.

Unter *naturwissenschaftlichem Aspekt* wird thematisiert, welche Rolle die Eigenschaften des Wassers in physiologischen, physikalischen und ökologischen Zusammenhängen und Prozessen spielen. Der *Technikaspekt* problematisiert die Verfügbarkeit von Wasser und deren Grenzen durch gesellschaftliche und individuelle Nutzung.

Unter dem *Umweltaspekt* wird die Belastung des Wassers durch Schadstoffe und die Verschwendung von Wasser sowie die Erschöpfbarkeit nutzbarer Ressourcen angesprochen.

Verbindliche Inhalte

- Wasser als Lösungsmittel, Salze und Gase als Wasserinhaltsstoffe
- Einfache Wasseruntersuchungen (z.B. Temperatur, Härte, pH-Wert, gelöste Feststoffe)
- Abwasser und Wasserbelastung
- Waschen und Reinigen, Waschhilfsstoffe
- Der Wasserkreislauf als Stoffkreislauf, *Energie von der Sonne*
- *Aggregatzustände und Übergänge, Anomalie des Wassers*
- Wassernutzung - qualitative, quantitative und kulturgeschichtliche Aspekte

Mögliche Themen

“Wasser früher und heute”

“Leben ‘mit’ und ‘ohne’ Wasser”

“Wasser im Stadtteil”

“Wasser ist zum Waschen da”

Im Rahmen des gymnasialen Bildungsgangs soll eine vertiefende Betrachtung der energetischen Verhältnisse beim Übergang zwischen den Aggregatzuständen erfolgen. Dazu können auch andere Stoffsysteme beispielhaft einbezogen werden.

*) “Wasser als Lebensraum” kann in anderen thematischen Zusammenhängen behandelt werden, z.B. bei den Rahmenthemen “Umgang mit Tieren”, “Umgang mit Pflanzen” oder “Bedrohte Lebensräume”. Bezüglich Begriffsbildung und Modellentwicklung vgl. Kap. A 3.4.

In der Reihe „Handreichungen zur Arbeit mit den Rahmenplänen Sekundarstufe I“ gibt die AG Rahmenpläne des HIBS Materialien zu den Rahmenplänen heraus. Diese verstehen sich als unterrichtsbezogene Konkretisierung der Rahmenpläne und bieten Anregungen für die Praxis.