

„Öko-Koffer“ – lebendig lehren und lernen



oö.
AKADEMIE  FÜR
UMWELT UND NATUR

F/IV-2002

**Medieninhaber
Herausgeber**

Land Oberösterreich
OÖ. Akademie für Umwelt und Natur
beim Amt der OÖ Landesregierung
A-4021 Linz, Kärntnerstraße 10-12
☎ 0732/7720-14402, Fax 214420
e-mail: uak.post@ooe.gv.at

Inhalt

Dr. Karl Schirl (Bundesgymnasium Gmunden)
Margit Hammer

**Redaktionelle
Bearbeitung**

Berta Adelsburg
Sylvia Aistleitner

©  2003
DVR 0069264



Inhaltsverzeichnis

1	ÖKO-Koffer – lebendig lehren und lernen	4
	Die Idee des Öko-Koffers	4
	Hinweise zur Entlehnung:.....	5
	Inhalt des Öko Koffers.....	6
2	Wasser als Lebensquelle	7
	Der Wasserkreislauf.....	7
	Wasser als Lebensraum → Biologisches Gleichgewicht.....	8
	Biologische Güte des Wassers.....	8
3	Stehende Gewässer.....	10
	Stehende Gewässer werden gegliedert in:	10
	Der Nährstoffgehalt eines stehenden Gewässers	10
	Die Seen.....	10
	Der Wärmezyklus eines Sees.....	11
	Lebensbereiche eines Sees	12
4	Fließgewässer	13
5	Auwald	15

UNTERRICHTSPRAKTISCHER TEIL - EXPERIMENTE AN GEWÄSSERN UND UMGEBUNG

Wir erforschen einen Bach - Gewässeruntersuchungen

Wir vermessen einen Bach (Vermesser)

Physikalische Untersuchung eines Fließgewässers (Physiker)

Wir bestimmen die Wassergüte (Chemiker)

Wir erkunden die bachbegleitende Flora (Botaniker)

Wir bestimmen die biologische Gewässergüte (Zoologen)

1 ÖKO-KOFFER – LEBENDIG LEHREN UND LERNEN



Die Idee des Öko-Koffers

Viele Gesetzmäßigkeiten der Natur lassen sich nicht einfach beobachten, sie sind verdeckt, mit bloßem Auge nicht erkennbar oder zu ungeprüften Selbstverständlichkeiten geworden.

Mit dem Öko-Koffer können Sie mit Ihren Schüler/innen diesen Gesetzmäßigkeiten auf den Grund gehen. Er enthält ein Kompaktlabor für Wasseruntersuchungen, zwei Mikroskope, diverse Laborgeräte, Bestimmungsliteratur, usw. Ein ideales Werkzeug also, um das Klassenzimmer einmal zu verlassen und die Gewässer und Uferzonen in der näheren Schulumgebung zu erkunden. Auch der Einsatz auf einer Projektwoche mit ökologischem Schwerpunkt hat sich bewährt. Mit einfachen aber eindrucksvollen chemischen und biologischen Untersuchungen lernen die Schüler/innen die Vorgänge in der Natur besser verstehen.

Auch im außerschulischen Bereich bei Jugendlagern oder Ferienaktionen ist der Öko-Koffer ideal einsetzbar.

Der Öko-Koffer bietet Anleitungen und Materialien zur

- physikalischen und chemischen Untersuchung des Wassers (Wassergütebestimmung)
- Bestimmung der biologischen Gewässergüte nach dem Saprobien-system
- Vermessung des Wasserkörpers
- Bestimmung der bachbegleitenden Flora
- Untersuchung der Organismen, die im Wasser leben.

Diese Broschüre dient als Handreichung zum Einsatz des Ökokoffers in der umweltorientierten Bildungs- und Jugendarbeit. Die Herausgeber weisen darauf hin, dass es sich beim Ökokoffer um kein Expertenwerkzeug, sondern um ein Lehrmittel handelt. Die beschriebenen Experimente dienen nicht als Ersatz für professionelle Gewässeruntersuchungen, die Resultate der chemischen Bestimmungen aus dem Wasserlabor können aufgrund ihrer Ungenauigkeit von den offiziell gemessenen Werten abweichen. Sie sollen den Jugendlichen jedoch eine Vorstellung von der Arbeit der Gewässerökologen vermitteln und dazu anregen, die unterschiedlichen Merkmale eines Gewässers und einer Gewässerlandschaft bewusst wahrzunehmen.

Dementsprechend wurden Untersuchungs- und Auswertungsmethoden im Hinblick auf ihre Praktikabilität im Schulunterricht vereinfacht.

Hinweise zur Entlehnung:

Der Öko-Koffer kann von Lehrer/innen und Erzieher/innen nach telefonischer Voranmeldung (mind. zwei Wochen vor Abholwunsch) während der Amtsstunden (Mo bis Fr: 8.00 – 12.00 Uhr) unentgeltlich unter folgender Adresse entlehnt werden:

OÖ. Akademie für Umwelt und Natur
Kärntnerstraße 10-12
A-4021 Linz
Fon: 0732/7720-14440
Fax: 0732/7720-14420
Mail: uak.post@ooe.gv.at



Die Entlehndauer beträgt in der Regel zwei Wochen. Der Koffer muss vom Entlehner in der Kärntnerstraße 10-12, Hauserhof (2. Stock) abgeholt und wieder zurückgebracht werden. Wir vereinbaren mit Ihnen einen Entlehnungszeitraum und einen Abhol- und Rückgabetermin. Bitte halten Sie diese Termine genau ein!

Tipps für den Entlehner:

Der Koffer kann nicht nach jeder Entlehnung überprüft werden; er wird lediglich in regelmäßigen Abständen durchgecheckt. Wir bitten Sie daher:

1. Halten Sie den Koffer sauber. Geben Sie ihn so zurück, wie Sie ihn vorzufinden wünschen. Insbesondere Petri-Schalen, Objektträger und benutzte Geräte müssen gesäubert werden (Tipp: Küchenrolle mitnehmen)
2. Überprüfen Sie gleich vor Ort, ob alle Gegenstände auch wirklich wieder in den Koffer eingepackt wurden. Die Liste der Bücher und Gegenstände finden Sie auf der nächsten Seite.
3. Sagen Sie uns bitte, wenn etwas zu Bruch oder verloren gegangen ist. Wenn keine Fahrlässigkeit vorliegt, müssen Sie keinen Ersatz leisten (ausgenommen Mikroskope).
4. Melden Sie bitte zu Ende gehende Chemikalien, damit sie rasch aufgefüllt werden können.

Der nächste Entlehner wird Ihre Ehrlichkeit und Gewissenhaftigkeit zu schätzen wissen. Ein unbürokratischer und funktionierender Entlehnbetrieb kann nur durch Ihre Mithilfe sichergestellt werden.



Inhalt des Öko Koffers

BÜCHER, BROSCHÜREN

Aichele, D. (1994): Was blüht denn da? Stuttgart: Franckh-Kosmos.	Peterson, R. u.a. (1985): Die Vögel Europas. Hamburg und Berlin: Parey.
Fitter, R. u.a. (1985): Pareys Blumenbuch. Hamburg und Berlin: Parey.	Engelhardt, W. (1989): Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher? Stuttgart: Franck.
Grey-Wilson, C. / Blamey, M. (1980): Pareys Bergblumenbuch. Hamburg und Berlin: Parey.	Streble, H. / Krauter, D. (1988): Das Leben im Wassertropfen. Stuttgart: Franckh.
Amann, G. (1993): Bäume und Sträucher des Waldes. Augsburg: Naturbuch-Verlag.	Ursula Lassert (1999): Natur um uns herum - "Das Wasser". Kopiervorlagen zur Freiarbeit im Sachunterricht Donauwörth: Auer
Aichele/Schwegler (1992): Welcher Baum ist das? Stuttgart: Franckh-Kosmos	Grammel, E (2001): So funktioniert das Band 1: WASSER. Lernmaterialien für den fächerübergreifenden Unterricht. Wien: Jugend und Volk. ACHTUNG Einzelteile!
Chinery, M. (1984): Insekten Mitteleuropas (3. Auflage). Hamburg und Berlin: Parey.	Lüders-Barrie, N./Hoenecke C. (2003): Trinkwasser, Abwasser und Experimentieren mit Wasser. Kopiervorlagen und Materialien Berlin: Cornelsen
<u>Nur in Koffer Nr. 1</u> Umweltspürnasen Aktivbuch Tümpel und Teich Umweltspürnasen Aktivbuch Wasser Video " Der Wasserkreislauf in der Natur ", ca. 19 Min, Düsseldorf: Hagemann Gewässerkarten-Bestimmungsset	

Zubehör:

- 2 Mikroskope samt Zubehör
 - 1 blaues Plättchen, 2 verschraubbare Behälter, 2 verschließbare Behälter, 1 Werkzeug
 - 1 Aquamerck-**Kompaktlabor für Wasseruntersuchungen**
(Reagenziensatz zur Bestimmung von pH-Wert, Ammonium, Nitrat, Nitrit, Sauerstoff, Summe Erdalkalitionen - Gesamthärte, Säurebindungsvermögen = SBV - Carbonathärte)
 - 1 Merckoquant **Nitrat-Test** (Teststreifen)
 - 1 Merckoquant **Gesamthärte-Test** (Teststreifen)
 - 1 **Planktonnetz**
 - 2 **Fischnetze**
 - 1 Pkg. **Objektträger**
 - 1 Pkg. **Objektträger mit Vertiefung**
 - 1 Pkg. **Deckgläser**
 - 10 **Petrischalen** 100 x 20 mm
 - 5 **Pinzetten**
 - 2 **Federpinzetten**
 - 5 **Augentropfer**
 - 5 **Pinsel**
 - 1 Pkg. **Rasierklingen**
 - 2 **Zweiwegflaschenlupen**
 - 1 **Laborschale**
 - 1 **Thermometer**
- 10 **Becherlupen** (Vergrößerung 2-4fach) können **bei Bedarf** zusätzlich entlehnt werden.

ÜBERPRÜFEN SIE ANHAND DIESER LISTE BITTE DIE VOLLSTÄNDIGKEIT VOR UND NACH GEBRAUCH DES ÖKOKOFFERS.



Wasser als Lebensraum → Biologisches Gleichgewicht

Die Lebensgemeinschaft (Biozönose), die an einem bestimmten Lebensraum angetroffen wird, ist das Resultat der an dieser Stelle herrschenden Lebensumwelt aus belebter und unbelebter Natur. Ganz allgemein setzen sich die Lebensgemeinschaften aus **Produzenten, Konsumenten und Destruenten** zusammen. Produzenten bauen aus anorganischen Stoffen organische Biomasse auf. Konsumenten leben von der organischen (pflanzlichen) Masse, die verbraucht oder in Körpersubstanz umgewandelt wird. Destruenten sind Zersetzungsorganismen, auch Saprophyten genannt, wie z.B. Bakterien und Pilze, welche abgestorbene Organismen vollständig zersetzen.

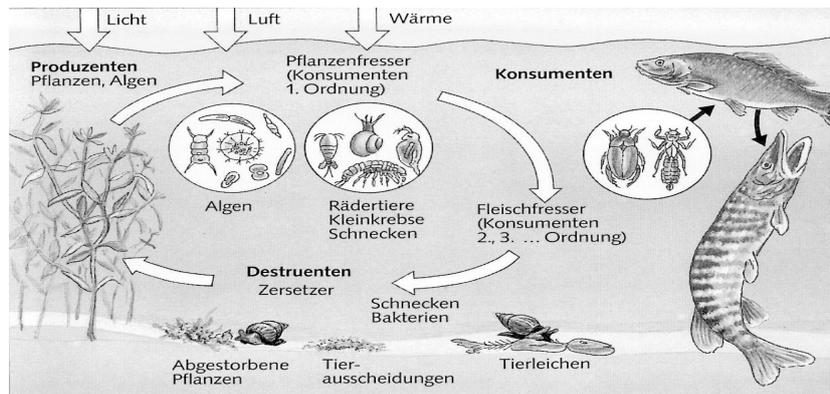


Abbildung 2: Stoff- und Energiekreislauf (Quelle: Feuchtgebiete)

Bei konstanten Faktorengefügen stellt sich ein ausgewogenes Verhältnis zwischen den Organismen einer Biozönose ein, welches als „biologisches Gleichgewicht“ bezeichnet wird. Dieses Gleichgewicht ist umso stabiler, je mehr Organismenarten am Aufbau beteiligt sind. Ändern sich die Umweltfaktoren, dann werden bestimmte Arten bevorzugt, andere sterben aus. Dabei kann es zu Massenentwicklungen bestimmter Lebensformen kommen. Bleiben die geänderten Umweltfaktoren gleich, dann stellt sich ein neues „biologisches Gleichgewicht“ ein.

Je strukturierter ein Lebensraum ist, desto größer ist seine Faktorenviefalt, desto mehr „ökologische Nischen“ können besetzt werden. Solche ökologische Nischen sind etwa Ernährungstypen wie Filtrierer, Weidgänger, Räuber, etc.

Die Strukturiertheit des Lebensraumes Fließgewässer kann mit dem Arbeitsbehelf „Landschaftsbewertung von Fließgewässern“ bestimmt werden.

Biologische Güte des Wassers

Sowohl physikalische (z.B. Erwärmung durch Kühlwasser von kalorischen Kraftwerken) als auch chemische Belastungen können maßgebliche Veränderungen im Lebensraum Wasser bewirken. Die Verschmutzung der Gewässer führt zu einer Verschiebung der Artenzusammensetzung, an denen die Gewässergüte abgelesen werden kann.

An Hand des häufigen Vorkommens oder Fehlens bestimmter Pflanzen und Tiere, die als Leitformen für die Klassifizierung dienen, kann man die Gewässergüte zuordnen. Beim Auftreten von nicht biologisch abbaubaren Stoffen (z.B. Schwermetallen) kann die biologische Gütebestimmung allerdings nur bedingt angewandt werden. Die Gewässergüte spiegelt längerfristig bestehende Lebensbedingungen in den Gewässern wider. Die biologische Gütebestimmung der Fließgewässer erfolgt nach dem Saprobien-system. Das Saprobien-system stellt den Zusammenhang zwischen Tier- und Pflanzengesellschaft und den Verschmutzungsgrad dar. Es wird zwischen 4 Güteklassen unterschieden; jeder Klasse kann man die „Leitorganismen“ zuordnen. In den Gewässerzustandskarten ist die Belastung durch die jeweilige Farbenmarkierung erkennbar (von blau → unbelastet bis rot → sehr stark belastet).

Güteklasse	Farbe	Merkmale	Pflanzen	Tiere
Güteklasse I sehr gut	Blau	Reines, kaum verschmutztes Wasser, hoher Sauerstoffgehalt, geringer Gehalt an Nährstoffen.	kaum Pflanzenbewuchs (Wassermoos)	nur wenige Arten von Lebewesen (Steinfliegenlarven, Köcherfliegenlarven, Strudelwürmer)
Güteklasse II gut	Grün	Gering verschmutztes Wasser; Bei zunehmender Verunreinigung wird vorerst viel Nahrung angeboten. Das bedeutet, dass die Wasserorganismen arten- und mengenmäßig reichlich vorhanden sind. In Hinblick auf die Fischerei ist dies der günstigste Zustand, zumal der Sauerstoffgehalt des Wassers noch groß ist.	reicher Bewuchs	Eintagsfliegenlarven, Flusskrebse, Bachflohkrebse, Hakenkäfer
Güteklasse III mäßig	Gelb	Stark verschmutztes Wasser, reich an organischem Abfall – daher großer Sauerstoffbedarf; Charakteristisch für diesen Verschmutzungsgrad ist die Verminderung der Mannigfaltigkeit der Besiedlung; nur besonders widerstandsfähige Arten zeigen eine Massentwicklung. Der Fischbestand ist durch zeitweiligen Sauerstoffmangel gefährdet. Im Sediment können bereits anaerobe Abbauvorgänge auftreten.	reich an Bakterien und Algen	Wenigborster, Rollegel, Kriebelmückenlarven
Güteklasse IV schlecht	Rot	Sehr stark verschmutzt, hoher Nährstoffüberschuss – dadurch Sauerstoffmangel	reich an Bakterien (Abwasserpilz)	Schlammröhrenwürmer, Rattenschwanzlarven

In Österreich werden Fließgewässer nach dem ökologischen Zustand beurteilt. Es ist eine ideale biologische Beurteilung des längerfristig bestehenden Gewässerzustandes. Während ein guter Zustand für einen Gebirgsbach eine außerordentlich hohe Belastung darstellt, kann ein Tieflandfluss diese Gewässergüte mitunter nur schwer erreichen. Die Güte der Fließgewässer wird aber nicht nur von Schadstoffen bestimmt, sie hängt auch eng mit der Natürlichkeit des Fließverlaufes zusammen. Je größer die Ursprünglichkeit an Lebensräumen im Fließgewässer ist, umso größer ist die natürliche Selbstreinigungskraft.

Während **biologische Gewässergütebestimmung** immer einen längerfristigen Zustand indiziert, ergeben sich physikalisch-chemische Untersuchungen aufgrund von Momentaufnahmen der Wassersituation. Allerdings wird seit Jahrzehnten versucht, die saprobiellen Güteklassen an physikalisch-chemische Parametern zu eichen (Sauerstoffgehalt, BSB etc.). Auch **bakteriologische** Untersuchungen dienen der Erhebung der Wasserbeschaffenheit und werden wie **physikalisch-chemische** Untersuchungen der **Wassergütebestimmung** zugeordnet.

3 STEHENDE GEWÄSSER

Stehende Gewässer werden gegliedert in:

- Ausdauernde Gewässer: Seen, Weiher, Teiche, Stauseen
- Regelmäßig austrocknende Kleingewässer: Tümpel (Regentümpel, Spritzwassertümpel)
- Übergangs- und Verlandungsbiotope: Sümpfe, Moore

Der Nährstoffgehalt eines stehenden Gewässers

Die Gewässergüte stehender Gewässer wird durch die Menge der Produktion der pflanzlichen Organismen mitbestimmt. Das Ausmaß des Zuwachses an Biomasse ist abhängig vom Nährstoffangebot. Es gibt nährstoffarme, nährstoffreiche und äußerst nährstoffreiche stehende Gewässer.

Zwischen den einzelnen Zuständen gibt es fließende Übergänge. Der Übergang vom nährstoffarmen zum nährstoffreichen Zustand, die Anreicherung von Nährstoffen (sogenannte Eutrophierung) ist ein natürlicher Vorgang in der Lebensgeschichte eines stehenden Gewässers. Durch menschliche Einflüsse ist allerdings dieser Vorgang sehr stark beschleunigt worden. Vor allem die Einbringung von Phosphorverbindungen, die für Pflanzen einen Dünger darstellen, beschleunigt die Eutrophierung.

Durch die Nährstoffhöhung kommt es zur enormen Vermehrung der Pflanzenbiomasse. Sind die Nährstoffe im Gewässer verbraucht, dann sterben diese Pflanzen und werden von den Zersetzerorganismen abgebaut. Dazu benötigen die Destruenten Sauerstoff. Dieser Abbau führt etwa bei Kohlenstoffverbindungen zum Kohlendioxid (CO_2), bei Stickstoffverbindungen zum Nitrat (NO_3) und bei Schwefelverbindungen zum Sulfat (SO_4).

Schreitet die Nährstoffzufuhr und die dadurch angekurbelte Pflanzenproduktion fort, dann wird irgendwann der Punkt erreicht, wo die Abbauprozesse im Gewässer den vorhandenen Sauerstoff aufzehren. Der Abbau erfolgt dann in der Folge unter sauerstofffreien (anaeroben) Bedingungen an Stelle von Kohlendioxid zu Methan (CH_4), von Nitrat zu Ammonium (NH_4) oder von Sulfat zu Schwefelwasserstoff (H_2S). Diese giftigen Stoffe bringen die tierischen Organismen um. Das Gewässer ist **gekippt**.

Die Seen

Seen können unterschiedliche Tiefen aufweisen, die von wenigen Metern bis zu über 1000 Meter reichen. Die tieferen Seen unserer Breiten sind im Sommer temperaturbedingt in drei „Stockwerke“ gegliedert. Dieser Mechanismus beruht auf der Tatsache, dass das Wasser seine höchste Dichte bei 4 °C erreicht. Sowohl wärmere als auch kältere Wasserschichten sind spezifisch leichter und schwimmen über der 4 °C-Wasserschicht.

DER WÄRMEZYKLUS EINES SEES

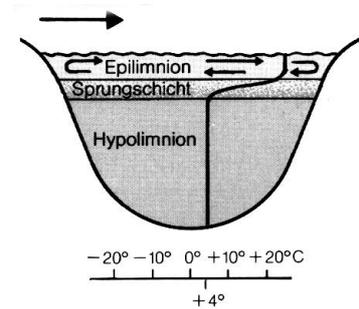
Im Sommer lagert sich eine warme **Oberflächenschicht (Epilimnion)** über die kalte **Tiefenschicht (Hypolimnion)**, wobei in der **Übergangszone (Sprungschicht)** die Temperatur sprunghaft abnimmt.

Die Wärmeverfrachtung bleibt daher im Sommer auf die warme Oberflächenschicht beschränkt, denn über die Sprungschicht hinaus erfolgt keinerlei Wärmetransport in die Tiefe. Die Temperatur im Tiefenwasser beträgt ständig etwa 4 °C. Diesen Zustand der stabilen thermischen Schichtung im See nennt man die **SOMMERSTAGNATION**.

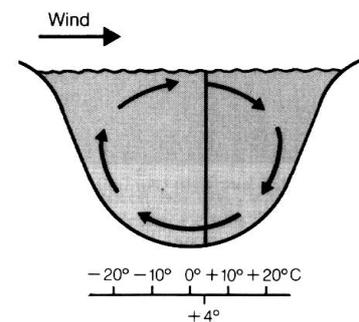
Im Herbst kühlt sich die Oberfläche des Gewässers ab, das dichtere und damit schwerere Wasser sinkt nach unten, Wind und Sturm führen allmählich zu einer tiefgreifenden Durchmischung, bis bei einer Abkühlung auf 4°C die gesamte Wassermasse des Sees von der Zirkulation erfasst wird. Dieser Zustand ist die **HERBSTZIRKULATION**.

Bei weiterer Abkühlung im Winter folgt darauf wieder eine thermische Schichtung, die **WINTERSTAGNATION**. Diese ist gekennzeichnet durch zwei Temperaturzonen, dem kalten Oberflächenwasser und dem 4 °C warmen Tiefenwasser.

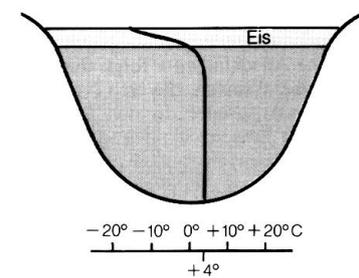
Im Frühjahr setzt nach dem Abschmelzen der Eisdecke die Erwärmung der Oberfläche bis zur Temperaturgleichheit von 4 °C des gesamten Wasserkörpers ein und führt unter Mitwirkung des Windes zur **FRÜHJAHRSZIRKULATION**. Mit weiterer Erwärmung bildet sich dann wieder das typische „Drei-Stockwerk-System“ heraus.



Sommerstagnation



Frühjahrs- bzw. Herbstzirkulation



Winterstagnation

Abbildung 3: Jährliche Zirkulation und Schichtung in einem See (Quelle: Tiere unserer Gewässer)

Der Wärmehaushalt und die Trübung des Seewassers sind eng miteinander verknüpft. Einerseits behindert die Trübung den Lichtzutritt in größere Tiefen, andererseits nehmen die Schwebstoffe mehr Wärme auf. Trübes Wasser erwärmt sich daher schneller als klares (Temperaturunterschied klarer Gebirgssee – durch Schwebstoffe getrübt Moorsee).

LEBENSBEREICHE EINES SEES

Als besiedelte Lebensräume werden Seen in die **FREIWASSERZONE** und die **BODENZONE** gegliedert. Die Organismen der Freiwasserzone haben keine oder nur zeitweilige Beziehung zum Boden und halten sich sonst schwebend oder schwimmend im freien Wasser auf. Die Bewohner der Bodenzone findet man dagegen vorwiegend in oder auf dem Sediment oder an Pflanzen.

Die Bodenzone ist weiter untergliedert in die Uferzone und die Tiefenzone. Die Grenze zwischen den beiden Zonen liegt in jener Gewässertiefe, in der wegen nicht ausreichender Versorgung mit Lichtenergie die Fotosynthese nicht mehr möglich ist. Die Wasserschicht, in der die Fotosynthese möglich ist, wird als Nährschicht, die ohne Fotosynthese als Zehrschicht bezeichnet.

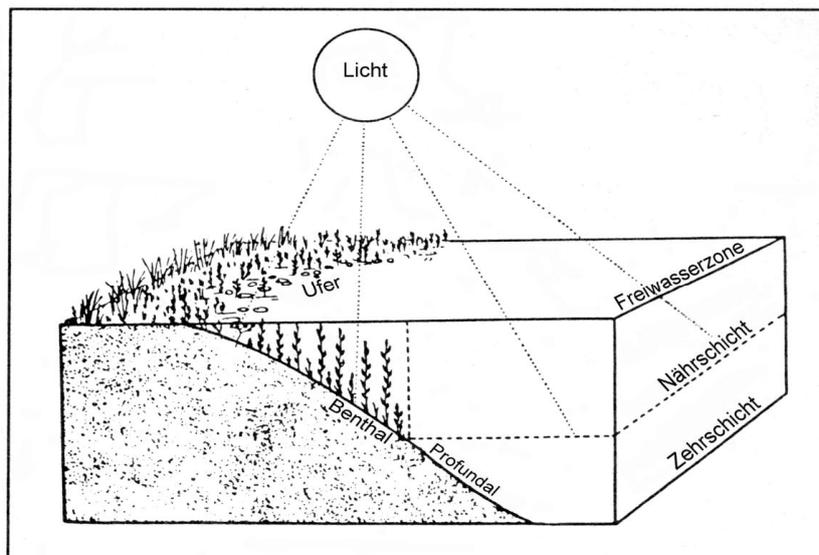


Abbildung 4: Gliederung eines Sees (Quelle: Unser steirisches Wasser)

LEBENSRAUM FREIWASSERZONE

Eine in allen Seen auf der Erde charakteristische Lebensgemeinschaft der Freiwasserzone ist das PLANKTON. Diese Lebensgemeinschaft umfasst die Gesamtheit der im Freiwasserraum lebenden, mit den Wasserbewegungen passiv treibenden Organismen ohne nennenswerte Eigenbewegungen. Man unterscheidet Phytoplankton (pflanzliche Organismen) und Zooplankton (tierische Organismen).

Die Zusammensetzung des Planktons verändert sich im Jahreslauf mit den Bedingungen des Lebensraumes Wasser (Temperatur, Sauerstoffgehalt, Strömungen etc.). Große Mengen von Plankton treten regelmäßig im Frühjahr und Spätsommer auf, im Winter findet es sich nur spärlich. Das Plankton spielt eine große Rolle als Nahrung für Fische, Muscheln und andere Tierarten – es ist die Basis zahlreicher „Nahrungsketten“.

4 FLIEßGEWÄSSER

Bäche und Flüsse sind Bestandteile des großen, von der Sonnenstrahlung angetriebenen Wasserkreislaufes auf unserem Planeten. Ein Fließgewässer entwickelt sich auf seinem Weg zum Meer fast wie ein Lebewesen, vom stürmischen, rauschenden Gebirgsbach bis zum breiten, langsam fließenden Tiefland-Strom. Fließgewässer sind Lebensräume voller Dynamik.

Von der Quelle zum Strom

Fließgewässer entstehen z.B. dort, wo Grundwasser in Quellen aus dem Boden austritt und sich aufgrund des Geländegefälles einen Weg ins Tal bahnt. Quellwasser und oberirdisch abfließende Niederschlagswasser lassen ein Bachbett entstehen, das abhängig von der Wassermenge und dem Gefälle verläuft. Das Bachbett der Gebirgs- und Mittelgebirgsbäche zeichnet sich durch grobes Geröll und Schotter aus. Meistens ragen Geröllbrocken aus dem Wasser und behindern den Abfluss. Mit der hohen Strömungsgeschwindigkeit des Wassers werden Geröllmassen zu Tal befördert, während des Transports zerschlagen, abgeschliffen und immer stärker zerkleinert. Dieser Bereich des Fließgewässers ist gekennzeichnet durch hohe Strömungsgeschwindigkeit, hohen Sauerstoffgehalt, geringen Temperaturschwankungen und niedrige Temperatur des Wassers.

Im Unterlauf eines Baches verbreitert sich das Bachbett. Der Verlauf des Baches weist Windungen auf. Mit zunehmender Entfernung vom Quellbereich werden die Temperaturschwankungen größer, die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers nimmt ab, ebenso der Sauerstoffgehalt des Wassers. Das Bachbett ist von größeren Steinen, grobem Kies und etwas Sand bedeckt. Im Querprofil des Bachbettes sind an den Windungen bereits Prall- und Gleithänge zu erkennen. Auch dieser Fließabschnitt wird durch die Faktoren mehr oder weniger hohe Strömungsgeschwindigkeit, reichliches Sauerstoffangebot und charakteristischen Untergrund (große Steine und Kies) geprägt.

Der Zusammenfluss mehrerer Bäche weiter talwärts vergrößert die Wassermenge, die aber aufgrund des kleiner werdenden Gefälles mit geringer Geschwindigkeit abfließt. Durch die langsamere Strömung ist die Schleppkraft des Wassers verringert, die mittransportierten Teile werden immer kleiner (Kies). Bei verringerter Fließgeschwindigkeit erhöht sich die Verweildauer des Wassers. Umweltfaktoren, wie die herrschende Temperatur, wirken sich stärker aus. Es erhöhen sich die Temperaturschwankungen. Je höher die Temperatur, desto geringer ist der Sauerstoffgehalt im Wasser.

Hinzu kommt, dass sich nun in dem zum Fluss gewordenen Bereich die Verweildauer des Wassers durch Mäanderbildung erhöht. Es kommt zu einer selektiven Ablagerung der Flusssedimente gemäß der Fließgeschwindigkeit. Der Anteil an Sanden und Schlämmen steigt, Feinsedimente werden vor allem an der Innenseite der Mäanderkurve (Gleithang) abgelagert, an der Außenseite (Prallhang) kommt es zu Abtragungen (Kolke).

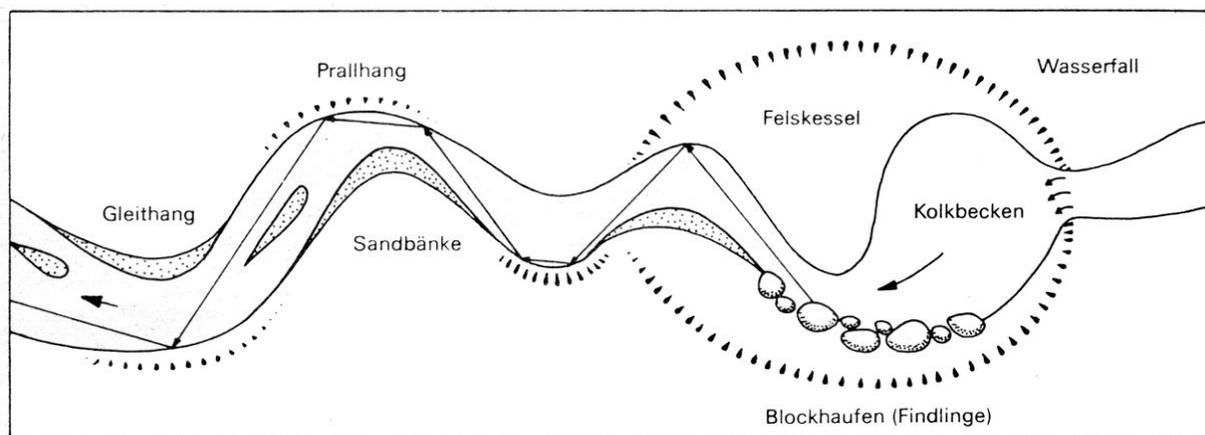


Abbildung 5: Prall-, Gleithang usw. (Quelle: Unser steirisches Wasser)

Entlang der Mäander bilden sich Feuchtbiotope und weiter flussabwärts Altarme (durch Abtragung von Mäandern). Die Tendenz, Mäander und Altarme zu bilden, nimmt mit dem weiterem Verlauf des Flusses zu. Die größere Verweildauer des Wassers in den Mäandern führt zur Erhöhung des Grundwasserspiegels und zur Bildung von ausgedehnten Auwäldern. Bei Hochwässern kommt es zu Überschwemmungen der Uferbereiche. Die Überschwemmungsbereiche werden als „Au“ bezeichnet.

Das Bild der Landschaft wird durch die Fließgewässer entscheidend geprägt. Durch Talbildung gliedern sie einzelne Bergzüge, die Wasserscheiden zwischen den einzelnen Fließwassersystemen darstellen. Durch die andauernde Erosion und Aufschüttung des abgetragenen Materials im Tal tragen die Fließgewässer entscheidend zur Gestaltung der Landschaft bei. Ihr Einfluss auf das Mikroklima und die Bodenbeschaffenheit der angrenzenden Biotope ist dabei nachweisbar hoch.

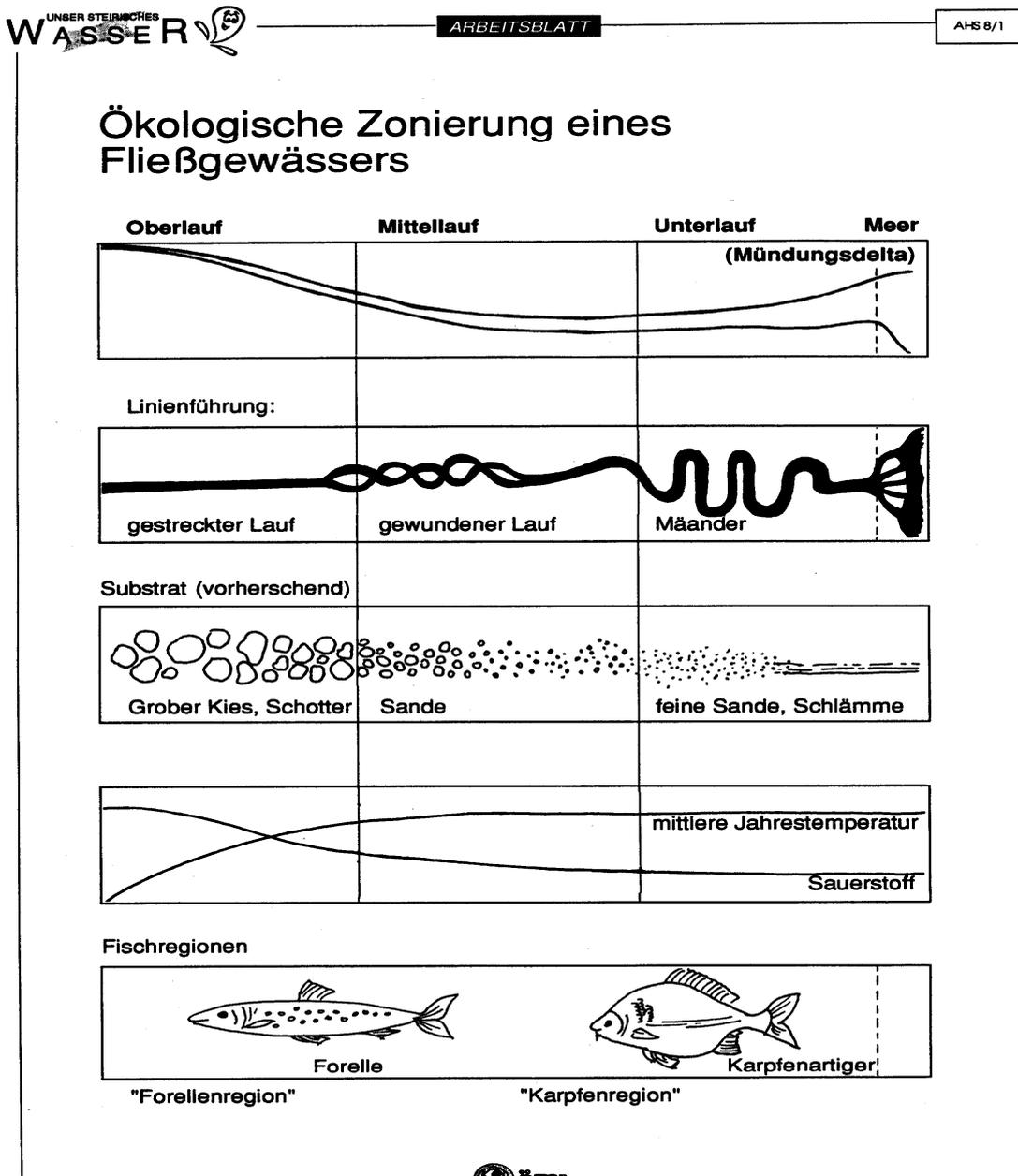


Abbildung 6: Zonen des Fließgewässers (Quelle: ÖZU, Graz – Kampagne Wasser)

5 AUWALD

Zur Flusslandschaft gehören die Auwälder. Periodisch auftretende Überschwemmungen führen dem Boden reichlich Nährsalze und Sinkstoffe zu (als natürliche Düngung), der Grundwasserspiegel liegt hoch. Diese Bedingungen lassen nur bestimmte Pflanzen aufkommen.

Auwaldstufen

Ufergesellschaften: ----->

Oftmalige Überschwemmung.
Schilf, Rohr, Gräser, niedriges Weidengebüsch.

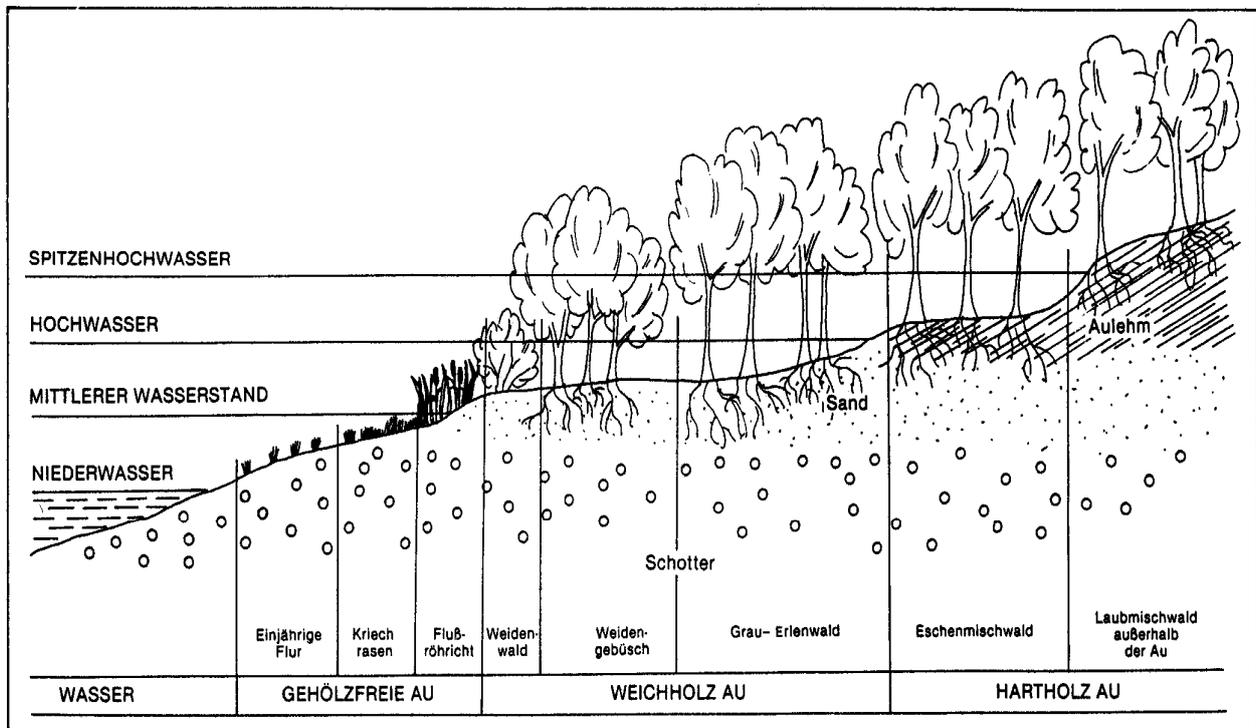
Weichholzau: ----->

Tiefere feuchte Stufe des Auwaldes, dem Fluss näher, zuweilen überschwemmt.
Holz der Bäume weich: Weidenarten, Silberpappel, Schwarzpappel.

Hartholzau: ----->

Höhere trockenere Stufe des Auwaldes. Vom Fluss weiter entfernt, selten – nur bei Spitzenhochwässern – überschwemmt.
Versorgung vorwiegend durch Grundwasser.
Holz der Bäume hart: Schwarzerle, Esche, Traubenkirsche, Ulmenarten, Stieleiche.

Auch für die Tierwelt ist der Auwald mit seiner urwaldartigen Undurchdringlichkeit, seinen Altarmen und Tümpeln ein Gebiet, in welchem Kleinsäuger, viele Vögel, Reptilien, Amphibien und ein Heer wirbelloser Tiere eine oft letzte Zuflucht finden.



An Flußufem entwickeln sich ganz bestimmte, vom Wasser abhängige Pflanzengesellschaften.

Abbildung 7: (Quelle: OKA – Lebensraum Wasser)



Wir erforschen einen Bach - Gewässeruntersuchungen

Ein Lehrausgang zu einem schulnahen Fließgewässer kann unter verschiedenen Aspekten durchgeführt werden:

- Der Bach als Lebensraum
- Der Bach als Vorfluter einer Kläranlage
- Veränderung eines Baches durch menschliche Eingriffe.

Ziele:

- einen bestimmten schulnahen Bach zu erforschen, eine Art „Bestandsaufnahme“ zu machen.
- Die Schüler sollen mit „ihrem“ Bach vertraut werden.
- Je nach Interesse können die Schüler vermessen, die bachbegleitende Flora erfassen, die Tierwelt des Baches kennenlernen, die Güteklasse bestimmen oder chemische Untersuchungen durchführen.
- Anschließend müssen aber alle Ergebnisse unbedingt zu einer Einheit (Ökosystem) zusammengefasst werden.

Im Folgenden werden Methoden zur Untersuchung von Gewässern in physikalischer, chemischer und biologischer Hinsicht beschrieben. Es wurden Methoden ausgewählt, die mit einfachen Mitteln ohne Spezialausstattung mit Kindern/Schülern durchzuführen sind. Der Öko-Koffer bietet viele der dazu benötigten Materialien an. Alle übrigen notwendigen Gegenstände sind haushaltsübliche Artikel und daher leicht zu beschaffen. Aufgrund der Platzprobleme im Koffer können sie leider nicht beigelegt werden.

Je nach Interesse kann man fünf verschiedene Gruppen bilden:

1. Vermesser
2. Physiker
3. Chemiker
4. Botaniker
5. Zoologen

Mit den vorgestellten Methoden kann aber auch ein stehendes Gewässer (Teich, Tümpel) untersucht werden. Natürlich können manche Punkte (z.B. Vermessen der Wassertiefe quer durch einen See) nicht durchgeführt werden.





Wir vermessen einen Bach



Aufgaben:

- 30 m des Baches vermessen: Verlauf, Breite, Prall- und Gleithänge eintragen, Skizze einordnen.
- den Wasserkörper an zwei Stellen (gerades Stück, Mäander) vermessen.
- eine Landschaftsbewertung von Fließgewässern vornehmen.

A) VERMESSEN DES BACHES

Material:

Kompass, Wäscheleine (mit Markierung alle 10 cm) oder Maßband, Schreibpapier (ev. Millimeterpapier), Bleistift, Schreibunterlage

So wird gearbeitet:

30 m Bachlänge durch Abschreiten (1 Schritt = 0,75 m) ermitteln; wenn möglich ein Stück Mäander aussuchen. Den ungefähren Uferverlauf in eine Skizze eintragen. Mit einer Wäscheleine, die alle 10 cm markiert ist, die Bachbreite bestimmen. Dabei geht ein Schüler auf der bereits skizzierten Uferseite, ein zweiter mit der über den Bach gespannten Leine auf der anderen Seite. Ein dritter Schüler „schreitet“ mit und trägt alle 2 m die gemessene Breite in die Skizze ein. Das zweite Ufer wird in der Skizze ergänzt, Prall- und Gleithänge eingetragen.

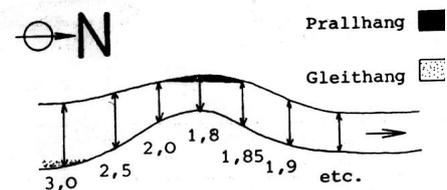


Abbildung 8: Skizze der Bachvermessung (Quelle: Biologie aktuell)

B) KARTIERUNG DES WASSERKÖRPERS:

Material:

2 Pflöcke, Hammer, 1 Seil (markierte Wäscheleine oder ev. Maßband), Messstab (Zollstock), Geo-Dreieck, Din A4-Bögen für die Zeichnung, Bleistift, Radiergummi, Schreibunterlage.

So wird gearbeitet:

Fertigt einen Querschnitt vom untersuchten Gewässer an. Die Skizze soll euch als Hilfe dienen.

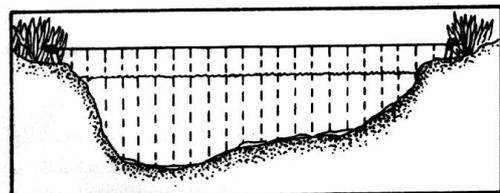


Abbildung 9: Skizze der Kartierung eines Wasserkörpers (Quelle: Biologie aktuell)

- Schlagt an jedem Ufer einen Pflöck in den Boden und spannt daran das markierte Seil (Maßband) über das Gewässer.
- Einer von euch geht gegen die Strömung im Wasser vorsichtig auf das Seil zu. Er senkt entlang des Seils alle 10 cm den Messstab (Zollstock) so weit ins Wasser, dass er den Boden berührt.
- Die Wassertiefe wird bestimmt, indem man den Wert am Messstab (Zollstock) genau über der Wasseroberfläche abliest.
- Dieser Vorgang wird alle 10 cm wiederholt und die Werte aufgeschrieben.
- Anschließend werden die Werte in eine Zeichnung im Maßstab 1:20 (1 m = 5 cm) umgesetzt. Das heißt, ein 200 cm langes Seil wird 10 cm lang gezeichnet. Eine Wassertiefe von 70 cm entspricht $70:20=3,5$ cm in der Zeichnung.
- Wiederholt danach die ganze Messung an einer 2. Stelle.





LANDSCHAFTSBEWERTUNG VON FLIESSGEWÄSSERN (KREUZE AN)

Beobachtbar	JA (Punkte)	NEIN (Punkte)	TEILS (Punkte)
FLUSSBREITE			
Einheitlich	0	2	1
Wechselnd	2	0	1
FLUSSFORM			
Geradlinig	0	2	1
Mäander	2	0	1
Seitenarme	2	0	1
FLUSSBODEN			
Verschieden tief	2	0	1
Verschieden große Steine	2	0	1
Für Fische unüberwindliche Stufen	0	2	1
Einheitliche Sohle	0	2	1
BÖSCHUNGEN			
Unverbaut	2	0	1
Locker verbaut	1	0	1
Dichte Mauern	0	2	1
UFERVEGETATION			
Einzelbäume und Sträucher	2	0	1
Über 10 m breiter Austreifen	3	0	1
Fichtenforst oder Ziergehölz	1	0	1
Summe			

Legende:	Über	20 Punkte	Zustandsklasse 1
	Ab	15 Punkte	Zustandsklasse 2
	Ab	08 Punkte	Zustandsklasse 3
	Weniger		Zustandsklasse 4

Diese Gewässerbewertung beruht auf einer vereinfachten Methode. Sie bezweckt primär die bewusste Wahrnehmung der Gewässerlandschaft durch Jugendliche und ersetzt keine professionelle ökomorphologische Gewässeruntersuchung.

Zum genauen Nachlesen verweisen wir auf die Beilage "Auszug aus Gewässerzustandskartierungen in Oberösterreich".

TIPP:

Suche auch nach der schönsten Stelle am Bach/Fluss! Begründe deine Entscheidung. Vielleicht kannst du eine Skizze oder ein Foto deines Lieblingsplatzes machen!





Physikalische Untersuchung eines Fließgewässers



Aufgabe:

- Messungen von Strömung, Sichttiefe, Temperatur, Korngröße des Sediments.

Material:

Secchi-Scheibe (= weiße Porzellan- oder Holzscheibe, die an drei Stellen waagrecht aufgehängt ist; Bastelanleitung auf der nächsten Seite); Zollstock, Stoppuhr, 2 Plastikflaschen (500 ml), 2 Standzylinder – Marmeladegläser, Kreide oder Papierschnitzel, ein wasserfester Filzstift, 1 Thermometer (0-40 °C)

So wird gearbeitet:

ACHTUNG!!! Betretet das Wasser nicht bevor ihr Wasserproben entnommen habt! Die entstehende Trübung könnte sonst die Ergebnisse verfälschen.

1. Füllt einen klaren Glaszylinder (Weckglas) mit Wasser. Versucht die Farbe des Wassers festzustellen und vergleicht sie mit einem Glas Leitungswasser, das ihr mitgebracht habt.
2. Beschreibt den Geruch des Wassers in der Tabelle!
3. Senkt die Porzellanscheibe an einer Schnur so weit ins Wasser, dass sie gerade noch erkennbar ist. Misst die eingetauchte Länge des Fadens und tragt dann die so ermittelte „Sichttiefe“ in die Tabelle ein!

Sichttiefe 0,5 – 1,5 Meter:	sehr trübes Wasser
Sichttiefe 1,5 – 3,0 Meter:	trübes Wasser
Sichttiefe 3,0 – 6,0 Meter:	klares Wasser
Sichttiefe über 7 Meter:	sehr klares Wasser

Diese Messung ist vor allem bei stehenden Gewässern von Bedeutung und kann am besten vom Boot aus durchgeführt werden.

4. Taucht ein Stabthermometer etwa 2 Minuten ins Wasser, nehmt es heraus und lest sofort ab. Wiederholt die Messung einige Male. Die Messwerte werden in der Tabelle festgehalten.
5. Füllt Wasser in ein Glas (z.B. Marmeladeglas) und lasst dieses einige Zeit stehen. Prüft dann, ob und wie viele Schwebstoffe sich als Bodensatz abgelagert haben. Tragt die Beobachtungen in die Tabelle ein.
6. Füllt ein Marmeladeglas etwa 5 cm hoch mit Bodensediment, verschließt es und schüttelt es kräftig durch. Lasst es dann einige Zeit stehen. Je nach Korngröße und Sinkgeschwindigkeit entstehen mehrere Schichtungen. Misst diese mit einem Lineal und überträgt diese Verteilung in eine Skizze.
7. Stellt die Fließgeschwindigkeit des Gewässers fest. Sucht dazu einen Steg (zur Not tut es auch ein eingeschlagener Pflock) und misst eine Strecke von 3 – 5 m ab (bei starker Strömung 10 m). Schlagt als Ziel einen Pflock ein. Auf ein Kommando des Zeitnehmers wirft ein Schüler Kreidestaub in das Wasser (Ihr könnt auch Papierschnitzel verwenden; vor allem bei längeren Strecken). Damit misst ihr allerdings nur die Geschwindigkeit an der Oberfläche). Ein zweiter Schüler ruft, wenn die Kreide das Ziel erreicht hat. Der Zeitnehmer misst die Zeit. Die Messung sollte mindestens einmal wiederholt werden. Rechnet die Geschwindigkeit in cm/sec um (Formel: Weg = Geschwindigkeit x Zeit) und tragt die Werte in die Tabelle ein.

z.B. 10 m werden ausgesteckt, die Papierschnitzel benötigen 50 Sekunden.

$$\begin{aligned} \text{Weg} &= 10 \text{ m} & \text{Berechnung: Geschwindigkeit} &= \text{Weg} : \text{Zeit} \\ \text{Zeit} &= 50 \text{ sec} & &= 10 : 50 = 0,2 \text{ m/sec} = 20 \text{ cm/sec} \end{aligned}$$

Auswertung:

langsam fließende Gewässer	bis ca. 12 cm/sec
mittlere Fließgeschwindigkeit	12 – 90 cm/sec
schnell fließende Gewässer	über 90 cm/sec





Tipp:

Bastelanleitung für die Secchi-Scheibe:

Material: 4 mm Sperrholzplatte, 15 m Schnur, Bleigewicht, weißer und schwarzer Holzlack

Mit einem Zirkel einen Kreis (Radius 125 mm) auf die Sperrholzplatte auftragen. Mit Laubsäge ausschneiden. Standorte der Löcher bestimmen (15 mm vom Rand entfernt). Löcher bohren (Dicke der Schnur beachten!). Scheibe weiß lackieren. Unterseite mit schwarzen Dreiecken kennzeichnen. Schnüre einfädeln, an der Unterseite mit Knoten fixieren.

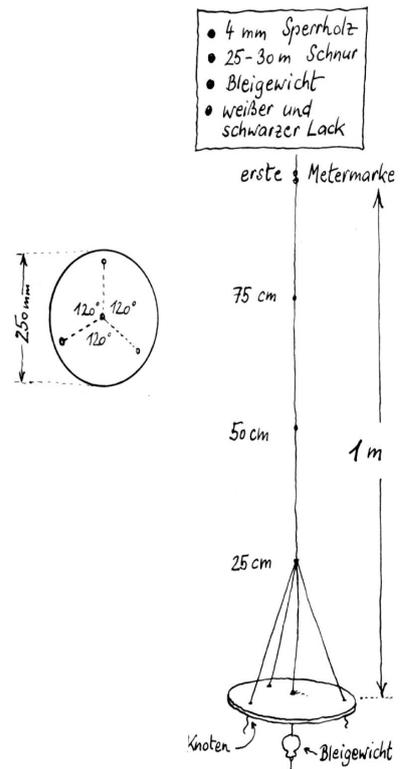


Abbildung 10: Bastelskizze für Secchi-Scheibe (Quelle: Umweltspürnasen)

Auswertung der physikalischen Untersuchung:

Wasserfarbe:	_____
Geruch:	_____
Sichttiefe:	_____
Temperatur:	1. Messung _____ °C
	2. Messung _____ °C
	3. Messung _____ °C
Bodensatz:	_____
Fließgeschwindigkeit:	1. Messung _____ cm/sec
	2. Messung _____ cm/sec





Wir bestimmen die chemische Wassergüte



Aufgaben:

- Bestimmung folgender Werte:
 pH-Wert, Sauerstoffgehalt, Ammoniumgehalt, Nitrit, Nitrat, Carbonathärte, Gesamthärte, Resthärte

Material:

Thermometer, Aquamerck-Kompaktlabor, Nitrat- und Gesamthärte-Teststreifen, 1 verschraubbares Gefäß (Gurkenglas) zum Sammeln der Probenflüssigkeit.

Infos:

Der Öko-Koffer bietet durch das Aquamerck-Kompaktlabor Anleitungen für die Untersuchung verschiedenster chemischer Parameter.

Im Folgenden sind die Anleitungen dazu näher beschrieben. Zur Untersuchung werden entweder 1. Kolorimetrische oder 2. Titrimetrische Methoden angewandt.

1. Kolorimetrische Methoden

Bei den kolorimetrischen Methoden wird durch Zugabe von Reagenzien ein Farbwert erzielt, welcher der Konzentration des gesuchten Inhaltsstoffes proportional ist. Die Auswertung der Farbreaktion erfolgt durch Vergleich mit den Farbfeldern auf den Farbkarten. Die Farbkarten für den Probenvergleich findet Ihr im Kompaktlabor. Durch die gleichzeitige Verwendung von Probenwasser ohne Reagenzienzusatz für den Blindwert werden Eigenfärbungen oder leichte Trübungen der Probe kompensiert.
 Angewendet bei: Ammonium, Nitrit, Nitrat, pH-Wert, Resthärte

2. Titrimetrische Methoden

Bei den titrimetrischen Methoden ist die Zugabe (Verbrauch) einer Titrierlösung proportional zu dem zu bestimmenden Wasserinhaltsstoff. Die Menge der Zugabe der Titrationslösung wird mit Hilfe des Farbumschlages eines spezifischen Indikators festgelegt (Titrationsendpunkt). Nach Erreichen des Titrationsendpunktes wird der Verbrauch der Titrationslösung auf der Skala der Titrierpipette, was der Konzentration des zu bestimmenden Stoffes entspricht, abgelesen.
 Angewendet bei: Sauerstoffgehalt, Gesamthärte, Carbonathärte

Fachwörter, die bei der Verwendung des Kompaktlabors benötigt werden:

Prüfglas: längliches, verschraubbares Glasrohr zur Untersuchung der Wasserprobe.

Komparator: wird bei der kolorimetrischen Bestimmung benötigt. In dieses Gerät werden die Prüfgläser mit und ohne Reagenzienzusatz gegeben, auf die Farbkarte gesetzt und so der entsprechende Wert abgelesen.

Messgefäß: offenes Plastikgefäß mit einer 5 ml Markierung.

Zustandsklasse	I	II	III	IV
Grad der organischen Belastung	Unbelastet bis Geringfügig	Mäßig	stark	sehr stark
Farbe auf der Gütekarte	Blau	Grün	gelb	rot
Sauerstoff-sättigung	95 – 100	70 – 85	25 – 50	10
BSB ₂ , mg/l	0 - 5	10 – 20	40 – 70	95
BSB ₅ , mg/l	0 – 0,5	2,0 – 4,0	7,0 – 13,0	22
Ammonium, mg/l	nicht nachweisbar bis Spur	0,3	0,5	mehrere mg/l





Vom Grad der organischen Belastung:

BSB₂ Biologischer Sauerstoffbedarf innerhalb von 2 Tagen:

Darunter versteht man den Sauerstoff, den die im Wasser vorhandenen Kleinlebewesen (v.a. Bakterien und Pilze) während einer bestimmten Zeit (hier 2 Tage) verbrauchen. Da die Menge des verbrauchten Sauerstoffs von der Menge des abgebauten organischen Materials abhängig ist, dient der BSB zum Nachweis der im Wasser vorhandenen organischen Belastungen. Je mehr Sauerstoff verbraucht wird, desto belasteter ist das Wasser.

Zur Bestimmung werden zwei Wasserproben genommen. Mit der 1. Probe wird die Sauerstoffbestimmung durchgeführt. Die 2. Probe wird in einem dunklen Gefäß aufbewahrt (am besten im Untersuchungsgewässer versenken, um dieselbe Temperatur zu halten) und nach 2 bzw. 5 Tagen (BSB₅-Wert) wieder herausgeholt und der Sauerstoff bestimmt. Die Differenz ergibt den BSB₂ (BSB₅)-Wert.

AMMONIUM (NH₄⁺)

Benötigt werden:	Arbeitsschritte:	Hinweise zur Messung:
Reagenz Ammonium 1; Reagenz Ammonium 2 mit integriertem Microlöffel; Reagenz Ammonium 3; Dosierspritze; 2 Prüfgläser mit Schraubdeckel; Schiebe- Komparator; Farbkarte Ammonium	<ol style="list-style-type: none">1. Beide Prüfgläser mehrmals mit Probenflüssigkeit spülen.2. Je 5 ml Probenflüssigkeit mit der Dosierspritze in die Prüfgläser füllen.3. Ein Prüfglas ohne weitere Zugaben in den Komparator setzen (Blindprobe).4. Ins zweite Prüfglas (Messprobe) 12 Tropfen Reagenz 1 geben, verschließen und kurz schütteln.5. Einen Microlöffel Reagenz 2 (gestrichen voll) ins Prüfglas geben, verschließen und durch Schütteln lösen.6. 5 Minuten warten.7. 4 Tropfen Reagenz 3 ins Prüfglas geben, verschließen und kurz schütteln.8. 7 Minuten warten und anschließend Prüfglas neben die Blindprobe zum Farbabgleich in den Komparator setzen.	Die Proben sollten möglichst schnell nach der Entnahme untersucht werden.

Ammonium entsteht in Gewässern als Zwischenprodukt beim Abbau stickstoffhaltiger, organischer Substanzen (z.B. Harnstoff aus Jauche) und wird von Bakterien unter geeigneten Bedingungen rasch zu Nitrat oxidiert. Ein erhöhter Ammoniumgehalt in Gewässern ist meist ein Hinweis auf Düngerabschwemmungen oder Verunreinigungen durch Exkremate. Ammoniumhaltiges Wasser muss daher immer als hygienisch bedenklich angesehen werden. Im anaeroben (sauerstofffreien) Milieu (z.B. in Mooren) können Ammonium und Ammoniak auch durch Redoxvorgänge gebildet werden.

Im Wasser stehen Ammonium und Ammoniak immer im Gleichgewicht, das sich mit steigender Temperatur und steigendem pH-Wert in Richtung Ammoniak verschiebt. Daher kann sich in flachen, mit Jauche belasteten Teichen im Sommer eine Ammoniakkonzentration einstellen, die auf viele Tiere bereits giftig wirkt.

Grenzwert: Trinkwasser 0,5 mg/l

Richtwert: Trinkwasser 0,05 mg/l

pH-Wert

Benötigt werden:	Arbeitsschritte:	Hinweise zur Messung:
pH-Reagenz; Dosierspritze; 2 Prüfgläser mit Schraubdeckel; Schiebe- Komparator; Farbkarte pH	<ol style="list-style-type: none">1. Beide Prüfgläser mehrmals mit Probenflüssigkeit spülen.2. Je 5ml Probenflüssigkeit mit der Dosierspritze in die Prüfgläser füllen.3. Ein Prüfglas ohne weitere Zugaben in den Komparator setzen (Blindprobe).4. Ins zweite Prüfglas (Messprobe) 2 Tropfen pH-Reagenz geben, verschließen und kurz schütteln.5. Prüfglas neben die Blindprobe zum Farbabgleich in den Komparator setzen.	Damit die Erkennung des Indikator-Farbtönen nicht beeinträchtigt wird, sollten die Proben farblos und klar bzw. nur schwach gefärbt und leicht getrübt sein.





Der pH-Wert ist ein Maß für das Säure-Basen-Gleichgewicht einer Lösung. Ist der Wert hoch (7-14) ist sie basisch, ist er niedrig (0-7), sauer. Ein zu niedriger pH-Wert in einem Oberflächengewässer stört den Calciumstoffwechsel von Wasserorganismen. Schnecken und Muschelschalen werden angegriffen und das Kiemengewebe von Fischen wird geschädigt. Auch ein zu hoher pH-Wert führt zu Schädigungen. Der pH-Wert eines Wassers kann sowohl durch natürliche Einflüsse wie auch durch Menschen bedingte Verunreinigungen unterschiedlich hoch sein. Weiches, kohlendioxidreiches Wasser hat einen pH-Wert von 5-6, sehr karbonatreiches Wasser kann einen pH-Wert bis ca. 9 aufweisen. Optimal für Trinkwasser gilt ein pH-Wert zwischen 6,5 und 8,5 wobei 7 neutral bedeutet. Ein zu niedriger pH-Wert ist im Trinkwasser unerwünscht, da es zu einer Korrosion der Rohrleitung kommen kann. Bei einem sehr hohen pH-Wert besteht die Gefahr der Ammoniumbildung.

Normale pH-Werte im Kalkalpenbereich: 8,0 – 8,5
im Kristallin: 6,5 – 7,5

NITRAT (NO₃⁻)

Benötigt werden: Arbeitsschritte:

Reagenz Nitrat 1 mit integriertem Microlöffel; Dosierspritze; 2 Prüfgläser mit Schraubdeckel Schiebe- Komparator; Farbkarte Nitrat	<ol style="list-style-type: none">1. Beide Prüfgläser mehrmals mit Probenflüssigkeit spülen.2. Je 5 ml Probenflüssigkeit mit der Dosierspritze in die Prüfgläser füllen.3. Ein Prüfglas ohne weitere Zugaben in den Komparator setzen (Blindprobe).4. Ins zweite Prüfglas (Messprobe) einen Microlöffel Reagenz (gestrichen voll) geben, verschließen und 1 Minute kräftig schütteln.5. 5 Minuten warten und anschließend Prüfglas neben die Blindprobe zum Farbabgleich in den Komparator setzen.
---	--

Nitrat ist im Boden ein wichtiger Nährstoff für Pflanzen. Es entsteht im Boden durch die Bildung von Humus, der weitaus größere Teil stammt aus stickstoffhaltigen Düngemitteln aus der Landwirtschaft. Gelangt durch falsche Düngermaßnahmen (im Winter oder bei wassergesättigtem unbewachsenem Boden) zuviel Stickstoff in den Boden, so wird er entweder oberflächlich in Bäche abgeschwemmt oder ins Grundwasser ausgewaschen. Die Menge, die ins Grundwasser gelangt, ist von den Bodeneigenschaften wie Verteilung und Größe der Poren, Gehalt an Tonteilchen und Humus, Aktivität der Bodenlebewesen, Bodenfeuchtigkeit und den Witterungsverhältnissen abhängig.

Vom Menschen wird Nitrat zu ca. 70 % durch nitratreiche Lebensmittel (Gemüse bis zu 5000 mg/kg, Pökelfleisch) sowie durch Trinkwasser aufgenommen. Nitrat selbst gilt zwar als toxikologisch unbedenklich, wird aber im Verdauungstrakt zu giftigem Nitrit und zu krebserregenden Nitrosaminen umgewandelt.

Grenzwert: Trinkwasser 50 mg/l
Gemüse (vor allem Blattgemüse)
Richtwert: Trinkwasser 25 mg/l

Einfachere bzw. schnellere Bestimmung des Nitrat-Wertes mittels Teststreifen (im Koffer).





NITRIT (NO₂)

Benötigt werden:	Arbeitsschritte:	Hinweise zur Messung:
Reagenz Nitrit 1; Reagenz Nitrit 2 mit integriertem Microlöffel; Dosierspritze; 2 Prüfgläser mit Schraubdeckel; Schiebe- Komparator; Farbkarte Nitrit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beide Prüfgläser mehrmals mit Probenflüssigkeit spülen. 2. Je 5 ml Probenflüssigkeit mit der Dosierspritze in die Prüfgläser füllen. 3. Ein Prüfglas ohne weitere Zugaben in den Komparator setzen (Blindprobe). 4. Ins zweite Prüfglas (Messprobe) 5 Tropfen Reagenz 1 geben, verschließen und kurz schütteln. 5. Einen Microlöffel Reagenz 2 (gestrichen voll) ins Prüfglas geben, verschließen und durch Schütteln lösen. 6. Eine Minute warten und anschließend Prüfglas neben die Blindprobe zum Farbgleich in den Komparator setzen. 	Die Proben sollten möglichst schnell nach der Entnahme untersucht werden.

Nitrit kommt in Gewässern meist nur als Zwischenprodukt natürlicher Ab- und Umbauvorgänge bei der Oxidation von Ammonium und der Reduktion von Nitrat vor. Wegen seines labilen Charakters ist es in reinem, unverschmutztem Wasser maximal in Spuren vorhanden. Das Fehlen bedeutet aber keineswegs hygienische Unbedenklichkeit. Nitrit ist sowohl für den Menschen als auch für Wasserlebewesen stark giftig.

Grenzwert: Trinkwasser 0,1 mg/l

Richtwert: Trinkwasser 0,01 mg/l

SAUERSTOFF (O₂)

Benötigt werden:	Arbeitsschritte:	Hinweise zur Messung:
Reagenz Sauerstoff 1;	1. Reaktionsflasche mehrmals mit Probenflüssigkeit spülen.	<p>*Die Analyse sollte sofort nach der Probenentnahme durchgeführt werden. Kann dies nicht sofort erfolgen, so muss der Sauerstoff in der Probe fixiert werden (Zugabe von Reagenz 1 und 2). Die blasenfrei verschlossenen Reaktionsflaschen können dann maximal 24 Stunden gelagert werden (kühl und lichtgeschützt).</p> <p>*Bei sehr hohen Sauerstoffkonzentrationen müssen für die vollständige Lösung des Niederschlages zusätzlich 1-3 Tropfen der Reagenz 3 zugegeben werden.</p> <p>*Tritt nach abgeschlossener Titration erneut eine Blaufärbung der Probenlösung auf, so wird diese nicht berücksichtigt.</p>
Reagenz Sauerstoff 2;	2. Reaktionsflasche blasenfrei bis zum Überlauf mit Probenwasser füllen.	
Reagenz Sauerstoff 3;	3. Sauerstoff-Fixierung Je 5 Tropfen Reagenz 1 und Reagenz 2 in Reaktionsflasche geben, verschließen und gut schütteln.	
Reagenz Sauerstoff 4;	4. Eine Minute stehen lassen.	
Reagenz Sauerstoff 5 mit Titrierpipette;	5. Sauerstoff-Bestimmung 10 Tropfen Reagenz 3 in Reaktionsflasche geben, verschließen und gut schütteln.	
Reaktionsflasche;	6. Messgefäß mit der so erhaltenen Lösung vorspülen	
Messgefäß	7. 5ml dieser Lösung in das Messgefäß füllen.	
	8. Einen Tropfen Reagenz 4 ins Messgefäß geben und gut mischen.	
	9. Titration: Titrierlösung (Reagenz 5) in das Tropfrohr der Titrierpipette ziehen.	
	10. Titrierlösung tropfenweise ins Messgefäß geben (dabei Messgefäß umschwenken) bis die Probe nach farblos umschlägt.	
	11. Das Ergebnis an der Skala der Titrierpipette ablesen.	





Der Sauerstoffgehalt eines Wassers ergibt sich aus dem Zusammenwirken des Sauerstoffeintrages durch die Luft und durch pflanzliche Sauerstoffproduktion sowie durch Atmungsprozesse, den Abbau organischer Substanz und die Nitrifikation. Je nach pflanzlicher Aktivität schwankt daher der Sauerstoffgehalt eines Gewässers im Tagesgang beträchtlich.

Grundsätzlich soll die Sauerstoffkonzentration in stehenden Gewässern nicht unter 5 mg/l betragen, in Fließgewässern soll sie nahe der Sättigung liegen. Sauerstoffgesättigtes Wasser enthält je nach Temperatur ca. 8 bis 14 mg O₂/l. Die Temperatur ist bei der Angabe des Sauerstoffgehaltes immer anzugeben z.B.: 5 mg/l bei 18 °C.

Für Trinkwasser gilt ein Sauerstoffgehalt von 5 - 6 mg/l (bei Zimmertemperatur) als optimal.

Tabelle zur Ermittlung der Sauerstoffsättigung in Abhängigkeit von der Temperatur.

°C	mg O ₂ /l	°C	mg O ₂ /l
0	14,16	14	9,98
1	13,77	15	9,76
2	13,40	16	9,56
3	13,05	17	9,37
4	12,70	18	9,18
5	12,37	19	9,01
6	12,06	20	8,84
7	11,76	21	8,68
8	11,47	22	8,53
9	11,19	23	8,38
10	10,92	24	8,25
11	10,67	25	8,11
12	10,43	26	7,99
13	10,20	27	7,86

Eine noch detailliertere Tabelle findest Du auf Seite 16 des Begleitheftes zum Kompaktlabor.

Der hier angegebene Wert zeigt bei der entsprechenden Temperatur die max. Sättigung (100%ige Sättigung) an.

Beispiel für eine Bestimmung der Sauerstoffsättigung:

Die gemessene Temperatur beträgt 14°, der gemessene Sauerstoff 8mg/l. Wie hoch ist die Sättigung?

$$\begin{array}{r} 9,98 \dots\dots\dots 100 \% \\ 8,00 \dots\dots\dots X \\ \hline 9,98 : 8,00 = 100 : X \end{array}$$

$$9,98 X = 8,00 \times 100$$

$$X = \frac{8 \times 100}{9,98}$$

$$\underline{X = 80,16}$$

Die Sauerstoffsättigung beträgt 80,16 %.





GESAMTHÄRTE

Benötigt werden: Arbeitsschritte:

Reagenz	1. Messgefäß mehrmals mit Probenflüssigkeit spülen.
Gesamthärte 1; Reagenz	2. Messgefäß bis zur 5ml-Markierung mit Probenflüssigkeit füllen.
Gesamthärte 2 mit Titrierpipette;	3. 3 Tropfen Reagenz 1 ins Messgefäß geben und gut mischen (bei Anwesenheit von Härtebildern folgt Rotfärbung)
Messgefäß	4. Titrierlösung (Reagenz 2) in das Tropfrohr der Titrierpipette ziehen.
	5. Titrierlösung tropfenweise ins Messgefäß geben, bis Farbe der Lösung von rot über grauviolett nach grün umschlägt. Dabei Messgefäß umschwenken.
	6. Die Gesamthärte in °d oder mmol/l von der entsprechenden Skala der Titrierpipette ablesen.

Einfachere bzw. schnellere Bestimmung der Gesamthärte mittels Test-Streifen (im Koffer).

Die Wasserhärte gibt den Gehalt an Erdalkalitionen (hauptsächlich Calcium- und Magnesiumionen) im Wasser an. Calcium und Magnesium sind für die Menschen lebensnotwendige Mineralstoffe. Die Wasserhärte wird meist mit der alten Bezeichnung Grad deutsche Härte (°dH) angegeben, wobei 1°dH einem Gehalt von 10 mg/l Calcium- und Magnesiumionen entsprechen. Die gesetzliche Einheit gibt die Stoffmengenkonzentration der Ionen in Millimol pro Liter (mmol/l) an. Ein mmol/l entsprechen 5,6 °dH.

sehr weiches Wasser	0 - 6 °dH
weiches Wasser	6 - 11 °dH
mittelhartes Wasser	11 - 17 °dH
hartes Wasser	17 - 22 °dH
sehr hartes Wasser	> 22 °dH

Geologie und Boden bestimmen entscheidend die chemische Zusammensetzung des Wassers. Sehr weiches Wasser existiert in Gebieten mit Basalt-, Sandstein- und Granitböden, harte Wässer entstammen Kalk-, Gips- oder Dolomitböden.

Die Härte kann auch als Verschmutzungsindikator durch Jauche und Abwässer dienen, weil dadurch die Härte erhöht und das Calcium/Magnesium-Verhältnis gestört wird.





Wir erkunden die bachbegleitende Flora

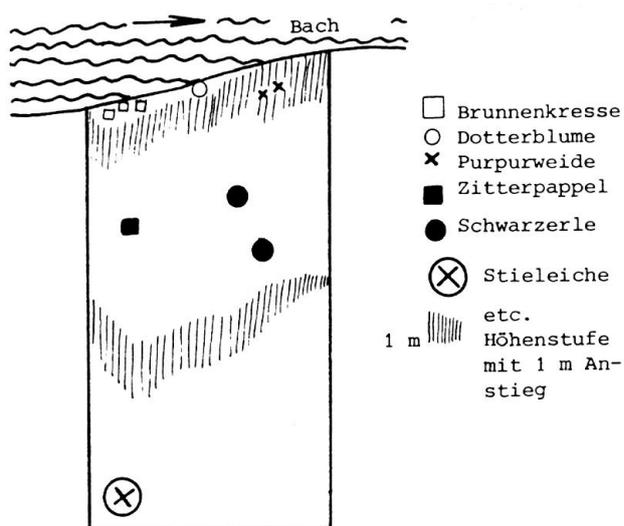
	<p>Aufgaben:</p> <ul style="list-style-type: none">- Die bachbegleitende Flora des gewählten Abschnittes bestimmen, herbarisieren (keine geschützten Pflanzen pflücken) und die häufigsten Vertreter eines kleinen Abschnitts kartieren.- Einen Pflanzen-Steckbrief anfertigen (siehe Tipp!)
---	--

Material:

Bestimmungsliteratur, Schreibpapier, Bleistift, Schreibunterlage, Maßband, Pflanzenpresse

So wird gearbeitet:

Ein kleineres Segment (ca. 2 x 4 m) wird ausgesteckt und vom Ufer ausgehend genauer untersucht, die häufigsten Arten mittels Symbole in die Skizze eingezeichnet. Auftretende Geländestufen in die Skizze einzeichnen.



Tipp:

Pflanzen pressen und herbarisieren leicht gemacht:

Ein Scanner und Farbdrucker sind hervorragend geeignet, um sich das doch sehr aufwändige Pressen und herbarisieren von Pflanzen zu vereinfachen. Einfach leicht gepresste Pflanzen in den Scanner legen und los geht's.

Abbildung 11: Skizze zur Bestimmung der bachbegleitenden Flora (Quelle: Biologie aktuell)





Pflanzen-Steckbrief

	Wo gefunden? _____ _____ _____
	Wann gefunden? (Jahreszeit, Monat) _____ _____ _____

(Zeichnung oder gepresstes Blatt, Pflanze)

Beschreibung: (Farbe der Blüte, Höhe des Gewächses, Aussehen der Blätter, etc.)

Name (Bezeichnung): (nach Suchen in Bestimmungsbüchern oder Erfragen)





Wir bestimmen die biologische Gewässergüte

Vorrangiges Ziel einer biologischen Gewässergüteuntersuchung mit Kindern/Schülern sollte es sein, die Eigenart des Lebensraumes Fließgewässer mit seinen Organismen kennenzulernen.

	Aufgaben: <ul style="list-style-type: none">- Fische bestimmen und der entsprechenden Bachregion zuordnen- Steine umdrehen und nach Organismen absuchen; Bestimmen der Organismen- Biologische Gewässergüte mit Hilfe der Übersicht bestimmen
---	--

Infos:

Während die chemische und physikalische Wasseruntersuchung immer nur eine Momentaufnahme der WASSERGÜTE darstellt, kann bei der biologischen Gewässeruntersuchung nach dem Saprobien-system auf längerfristige Zustände geschlossen werden: Die **GEWÄSSERGÜTE** wird bestimmt, die Rückschlüsse auf Belastungen des untersuchten Gewässers mit organischen Stoffen erlaubt.

Saprobien: Gesamtheit der Organismen eines Gewässers, die keine Photosynthese betreiben können z.B.: Tiere, die meisten davon Bakterien.

Wesen des Saprobien-systems

Organismen können dauerhaft nur dort existieren, wo die Umwelt ihren Ansprüchen gerecht wird. Da die Organismenarten unterschiedliche Ansprüche stellen, kann aus der Organismenzusammensetzung auf die ökologischen Zustände des Besiedlungsortes geschlossen werden.

Material:

verschiedene Kescher mit unterschiedlicher Maschengröße (auch selbstgemachte – siehe Tipp), weiße Schalen zum Aufbewahren der Organismen, Petrischalen, Lupe bzw. Binokular, (Feder)Pinzetten, Pinsel

So wird gearbeitet:

A) Sammeln der Organismen:

Im geröllreichen Bach suchst du dir einige faustgroße Steine, drehst sie um und untersuchst die Unterseite nach kleinen Lebewesen, die du mit Pinsel oder Pinzette vorsichtig abstreifst und in einer flachen Schale mit Wasser aufbewahrst.

Stehst du an einem Ufer mit Sand oder Schlamm, so nimmst du ein Sieb, ziehst es mit kreisenden Bewegungen gegen die Strömung so durch den Schlamm, dass der Rand noch ein bisschen über die Wasseroberfläche hinausragt – so kann dir nichts entweichen. Die gefangenen Tiere setzt du in deine Beobachtungsschale (nicht in die Sonne stellen).

Willst du die Lebewesen sammeln, die auf den Wasserpflanzen sitzen, musst du die Pflanzen über dem Sieb abspülen, die Tiere fallen ins Sieb. Oder im Wasser die Tiere von den Pflanzen ins Netz streifen.

B) Bestimmung des Probenmaterials:

Bestimme die Tiere nach den Bildern (siehe Anhang) und trage ihre Anzahl in die Tabelle ein. Du kannst auch sofort die Häufigkeit eintragen: hierbei wird bei nur wenigen Tieren die Zahl 1, bei mehreren die Zahl 2 bei zahlreichen die 3 und bei sehr zahlreichen die 4 angegeben.

z.B. Es werden 2 Napfschnecken gefunden, 3 runde Eintagsfliegenlarven, 8 Rollegel und 25 Bachflohkrebse; das würde folgende Häufigkeiten ergeben: Häufigkeit

- 1 (wenige): Napfschnecken, runde Eintagsfliegenlarve
- 2 (mehrere): Rollegel
- 3 (zahlreich): -
- 4 (sehr zahlreich): Bachflohkrebse



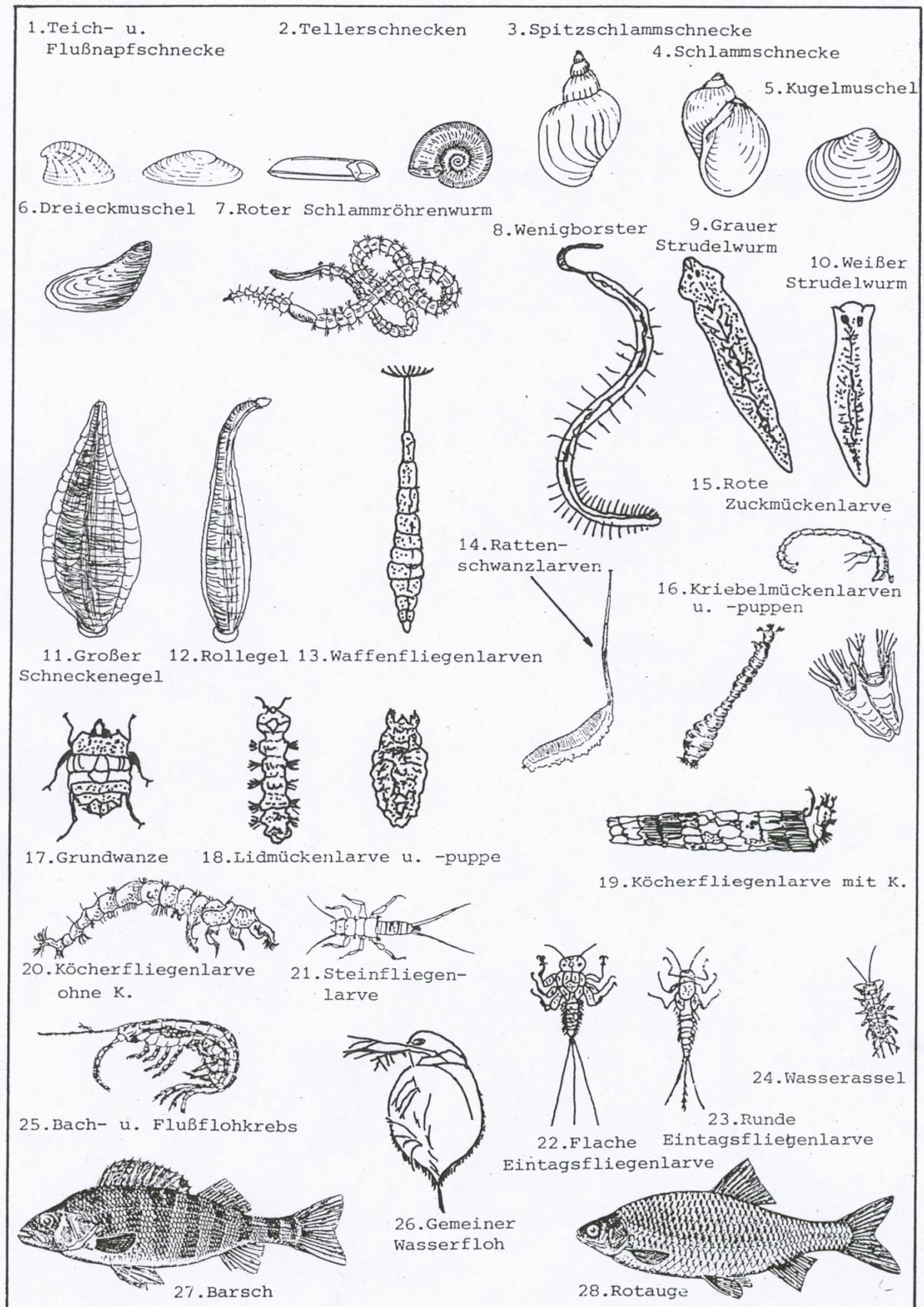
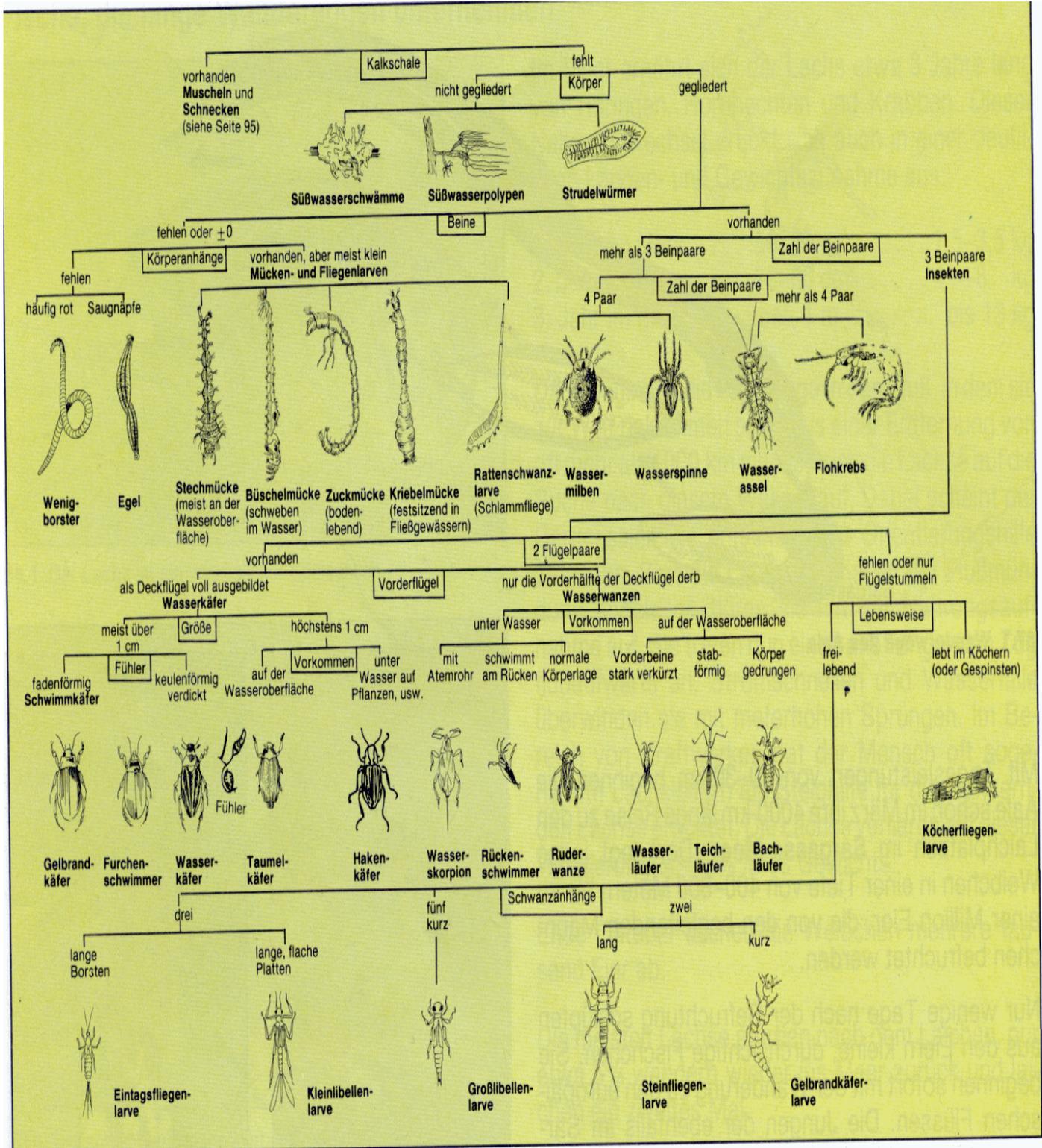


Abbildung 12: Wasserorganismen (Quelle: Biologieunterricht aktuell)





Bestimmungshilfen für Wasserorganismen:



88.1 Bestimmungshilfe für wirbellose Tiere im Süßwasser (fließend und stehend)

Abbildung 13: Bestimmungshilfe für wirbellose Tiere im Süßwasser (Quelle: Biologie aktuell)



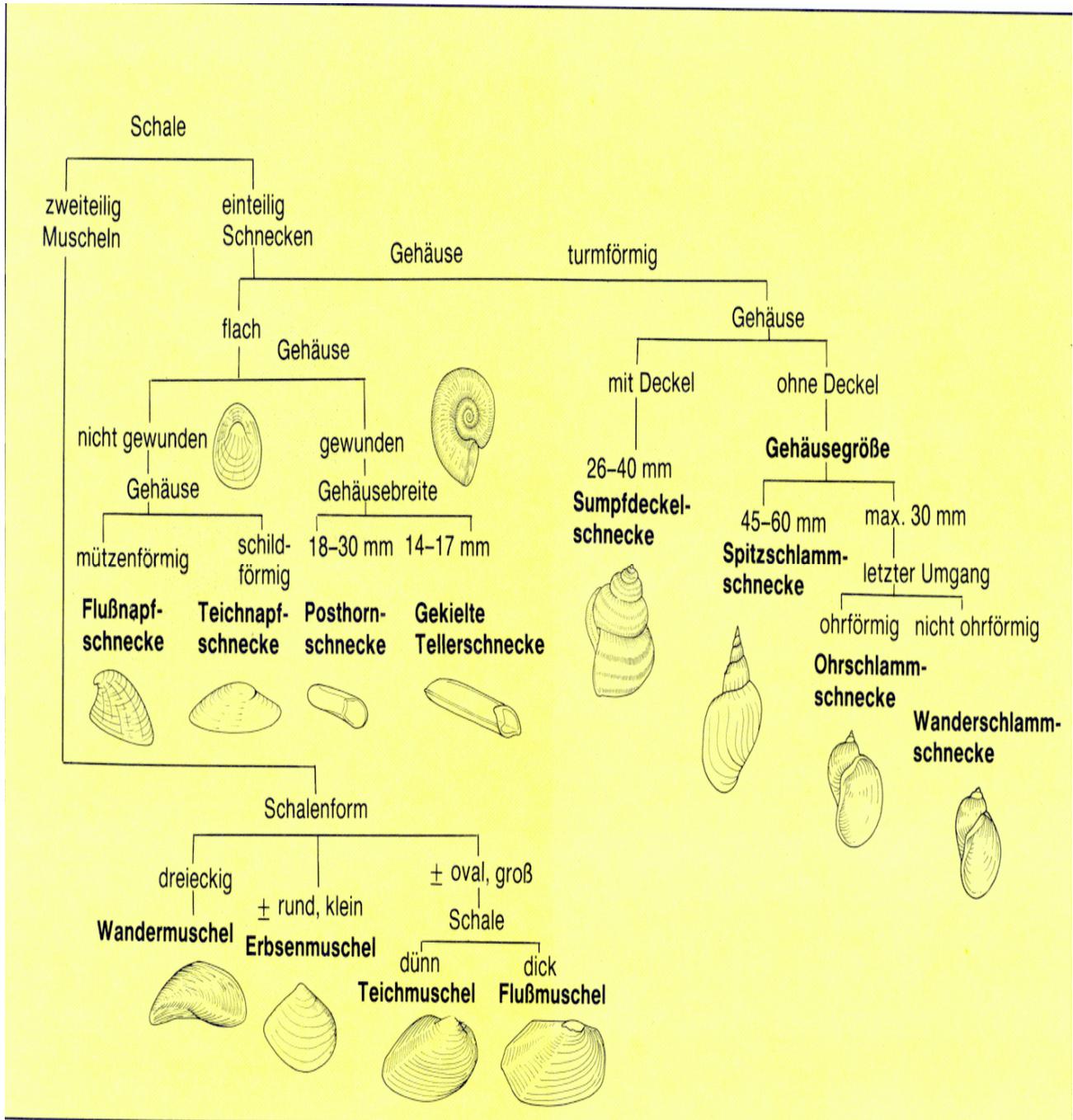


Abbildung 14: Bestimmungshilfe für einheimische Wasserschnecken und Muscheln (Quelle: Biologie aktuell)



Verwendete Literatur:

Engelhardt W.: „Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher?“ Kosmos Naturführer/Franckhische Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1989

Greisenegger I., Katzmann W. & Pitter K.: „Umweltspürnasen. Aktivbuch Wasser.“ Orac/ Wien, 1984

Hohenberger, E.: „Feuchtgebiete: Quellen, Flüsse, Seen, Moore“. Maier/Ravensburg, 1989

Jedicke E.: „Kleingewässer: Teiche, Tümpel, Weiher“. Maier/Ravensburg, 1988

Ludwig H.W. (Hrsg.): „Tiere unserer Gewässer. Merkmale, Biologie, Lebensraum, Gefährdung.“ BLV Bestimmungsbuch./München, 1989.

ÖZU – Österreichisches Zentrum für Umwelterziehung der Österreichischen Naturschutzjugend: „Projekt Unser steirisches Wasser“. Lehrerhandreichung/Graz, 1991

Steinbachs G. (Hrsg.): „Leben in Bach und Teich. Pflanzen und Wirbellose der Kleingewässer“. Steinbachs Naturführer/Mosaik/München, 1988

Uitz H., Schirl K., Hartl H.: „Biologie aktuell 3. 7. Schulstufe“ Leykam/Graz-Wien, 1989

Uitz H.: „Biologieunterricht aktuell Band 3 – 7. Schulstufe (Lehrerausgabe)“ Leykam/Graz, 1987

Amt der öö. Landesregierung, Abteilung Wasserbau: "Gewässerzustandskartierungen in Oberösterreich", Linz, 1989

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Der Wasserkreislauf (Quelle: Unser steirisches Wasser)	7
Abbildung 2: Stoff- und Energiekreislauf (Quelle: Feuchtgebiete)	8
Abbildung 3: Jährliche Zirkulation und Schichtung in einem See (Quelle: Tiere unserer Gewässer).....	11
Abbildung 4: Gliederung eines Sees (Quelle: Unser steirisches Wasser).....	12
Abbildung 5: Prall-, Gleithang usw. (Quelle: Unser steirisches Wasser).....	13
Abbildung 6: Zonen des Fließgewässers (Quelle: ÖZU, Graz – Kampagne Wasser)	14
Abbildung 7: (Quelle: OKA – Lebensraum Wasser)	15
Abbildung 8: Skizze der Bachvermessung (Quelle: Biologie aktuell)	17
Abbildung 9: Skizze der Kartierung eines Wasserkörpers (Quelle: Biologie aktuell)	17
Abbildung 10: Bastelskizze für Secci-Scheibe (Quelle: Umweltspürnasen)	20
Abbildung 11: Skizze zur Bestimmung der bachbegleitenden Flora (Quelle: Biologie aktuell).....	27
Abbildung 12: Wasserorganismen (Quelle: Biologieunterricht aktuell)	31
Abbildung 13: Bestimmungshilfe für wirbellose Tiere im Süßwasser (Quelle: Biologie aktuell).....	32
Abbildung 14: Bestimmungshilfe für einheimische Wasserschnecken und Muscheln (Quelle: Biologie aktuell)	33

