



Gewässer entdecken

Umsetzung des Themas Gewässer im Unterricht der
Jahrgangsstufe 6 des Bayerischen Gymnasiums

Herausgeber

Bayerisches Staatsministerium für
Unterricht und Kultus
Salvatorstraße 2
80333 München

Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz
Rosenkavalierplatz 2
81925 München

Redaktion

Dr. Katharina Stöckl-Bauer, ANL
Peter Sturm, ANL
Ernst Hollweck, ISB
Simon Haselbauer, ALP

Autoren

Florian Bernhard, Ammersee-Gymnasium Dießen
Dr. Martin Eiblmaier, Jakob-Brucker-Gymnasium Kaufbeuren
Tobias Fröhlich, Holbein-Gymnasium Augsburg
Thomas Gerl, Ludwig-Thoma-Gymnasium Prien
Simon Haselbauer, ALP Dillingen
Ernst Hollweck, ISB München
Martin Jochner, Annette-Kolb-Gymnasium Traunstein
Dr. Katharina Stöckl-Bauer, ANL Laufen
Peter Sturm, ANL Laufen
German Weber, Bernhard-Strigel-Gymnasium Memmingen
Martin Wild, Erasmus-Grasser-Gymnasium, München

Grafiken, Layout und Satz

Johann Feil

Titelbild

Anna Aicher / anna-aicher.com

Gesamtproduktion

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)
© 2020

Diese Publikation wurde gefördert mit Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) im Rahmen der Umsetzung der Bayerischen Biodiversitätskampagne.



Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



Wichtiger Hinweis

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten.
Das Kopieren für den Einsatz im Rahmen der schulischen und außerschulischen Umweltbildung und den Gebrauch für Schulklassen im Klassensatz ist ausdrücklich erwünscht.
Die Nutzung von Textauszügen oder Bildmaterial in Publikationen jeder Art bedarf der Zustimmung der Herausgeber.



Prof. Dr. Michael Piazolo



Thorsten Glauber

Wasser ist ein kostbarer Rohstoff, mit dem wir alle sorgfältig und sparsam umgehen müssen. Es ist unsere Aufgabe, dieses Allgemeingut für unser Leben in seiner ökologischen Qualität zu bewahren und für die kommenden Generationen zu erhalten. Dabei ist Bildung eine unerlässliche Voraussetzung für einen nachhaltigen Umgang mit der Natur.

Die Handreichung «Gewässer entdecken» stellt die Gewässer als bedeutende Elemente der Landschaft mit ihrem unschätzbaren Wert für die Sicherung unserer Lebensgrundlagen und als Hotspots der Biodiversität in den Mittelpunkt. Nicht zuletzt sind Gewässer in unserer bayerischen Heimat wichtige Orte der Erholung.

Wir freuen uns, wenn die Handreichung mit ihren vielfältigen Anregungen und Anwendungsmöglichkeiten zu eindrucksvollen Unterrichtsstunden in der Natur beiträgt

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Piazolo', written over a horizontal line.

Prof. Dr. Michael Piazolo, MdL
Bayerischer Staatsminister für
Unterricht und Kultus

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Thorsten Glauber', written over a horizontal line.

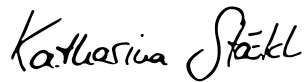
Thorsten Glauber, MdL
Bayerischer Staatsminister für Umwelt
und Verbraucherschutz

Vorwort des Redaktionsteams

Umweltbildung ist Teil der Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE) und hat in den bayerischen Schulen eine lange Tradition. Auch im neuen LehrplanPLUS ist BNE als schulart- und fächerübergreifendes Bildungs- und Erziehungsziel aufgenommen. Dabei stehen Themen wie Biodiversität, Ökologie und Ökonomie im Mittelpunkt. Somit übernehmen die bayerischen Lehrerinnen und Lehrer durch die Vermittlung entsprechender Inhalte eine hohe Verantwortung, junge Menschen zu einem nachhaltigen Lebensstil zu befähigen.

Die Veröffentlichung zeigt mit praxiserprobten Modulen Wege auf, wie Gewässer im Freiland oder im Klassenzimmer unterrichtlich behandelt und deren Wertschätzung bei den Schülerinnen und Schülern gefördert werden kann. Auch die Veränderung der Gewässer und der Rückgang der Biodiversität in diesen Ökosystemen werden thematisiert. Die Veröffentlichung kann ferner als wertvolle Ergänzung zu den jährlich an der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege in Laufen in Kooperation mit der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung Dillingen stattfindenden Fortbildungsveranstaltungen «Biodiversität – Biologische Vielfalt im Unterricht erlebbar machen» verstanden werden.

Die Bildung ist eine der entscheidenden Zukunftsaufgaben bei der Umsetzung der Bayerischen Biodiversitätsstrategie. Wir müssen das Umweltwissen unserer Kinder stärken und ihr Umweltbewusstsein schärfen: Der Schule kommt dabei entscheidende Bedeutung zu. Gemeinsam mit ihren Schülerinnen und Schülern leisten Sie als Lehrkräfte damit einen wertvollen Beitrag zum Erhalt der Biodiversität und somit für eine nachhaltige Entwicklung.



Dr. Katharina Stöckl-Bauer
ANL



Peter Sturm
ANL



Ernst Hollweck
ISB



Simon Haselbauer
ALP

Gewässer entdecken

Umsetzung des Themas Gewässer im Unterricht der Jahrgangsstufe 6 des Gymnasiums

Vorwort	3
Inhaltsverzeichnis	5
1 Einführung	9
2 Biodiversitätsbildung am Beispiel Gewässer	10
3 Hintergrundwissen: Ökosystem Gewässer	13
3.1 Grundlegende Einteilung von Gewässern.....	13
3.2 Gewässer in Bayern – ein Überblick.....	13
3.3 Lebensraum Fließgewässer und Auen	17
3.4 Lebensraum Stillgewässer	23
3.4.1 Seen	23
3.4.2 Teiche und Weiher	27
3.4.3 Tümpel	28
3.5 Lebensraum Quelle.....	28
3.6 Gewässer als Hotspots der Artenvielfalt – Vorstellung von Artengruppen.....	30
3.6.1 Makroinvertebraten	30
3.6.2 Plankton	31
3.6.3 Fische	35
3.6.4 Amphibien und Reptilien	36
3.6.5 Wasservögel.....	38
3.6.6 Säugetiere	41
3.6.7 Höhere Pflanzen und Moose	43
3.7 Moore und ihre Bedeutung für den Klimaschutz	45
3.8 Biodiversität und Nutzung von Gewässern	47
3.8.1 Ökosystemleistungen von Gewässern	47
3.8.2 Rückgang der Artenvielfalt	47
4 Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie	49
4.1 Das Prinzip der Bioindikation.....	49
4.2 Qualitätskomponenten und Referenzbedingungen.....	50
4.3 Gewässerentwicklung – Ziele und Maßnahmen	51
5 Hinweise zur Umsetzung des Themas im Unterricht	52
5.1 Vorgaben für die Behandlung des Themas Gewässer	52
5.2 Planung von Modulen zum Thema Gewässer	53
5.3 Umsetzung des LehrplanPLUS	54
5.4 Schnelle Übersicht über die einzelnen Module	56

6	Hinweise zur Durchführung von Gewässerexkursionen	57
6.1	Rechtliche Aspekte	57
6.2	Umgang mit Pflanzen und Tieren	58
6.3	Vorbereitung eines Unterrichtsgangs	58
6.4	Kommunikation – Formulierungshilfen – Gefährdungsbeurteilung	59
7	Unterrichtsmodule	64
7.1	Tabellarische Übersicht	64
7.2	Gewässer finden	69
	Modul 1: Informationen zu Gewässern finden – Nutzung von Kartendiensten	69
7.3	Gewässerlebewesen kennenlernen	73
	Modul 2: Pflanzenvielfalt der Uferzone	73
	Modul 3: Biodiversität der Fische kennenlernen	77
	Modul 4: Fisch auf dem Tisch	85
	Modul 5: Wasservogel an Still- und Fließgewässern	93
	Modul 6: Der Biber als Wasserbauer	101
	Modul 7: Amphibien bestimmen	113
	Modul 8: Amphibien – Fortpflanzung: Die Entwicklung des Grasfrosches	119
	Modul 9: Leben im Gewässerboden	129
	Modul 10: Libellen bestimmen	139
	Modul 11: Anpassungen der Seerose an ihren Lebensraum	147
7.4	Gewässer erforschen	155
7.4.1	Biotop erforschen	155
	Modul 12: Fließgeschwindigkeit ermitteln – analog und digital	155
	Modul 13: Abiotische Faktoren digital erfassen	161
	Modul 14: Ein Gewässertagebuch erstellen	165
	Modul 15: Sichttiefe und Temperaturschichtung in Gewässern	171
	Modul 16: Strukturvielfalt eines Gewässers untersuchen	177
7.4.2	Biozönose erforschen	183
	Modul 17: Tiere im Fließgewässer bestimmen, Gewässerzustand bewerten	183
	Modul 18: Nahrungsnetze	189
	Modul 19: Beziehungen im Ökosystem Gewässer – Arbeiten mit Modellen	193
7.4.3	Einfluss des Menschen	205
	Modul 20: Zeitreise – unser Gewässer gestern, heute und morgen	205
	Modul 21: Mikroplastik	209
	Modul 22: Gewässerrenaturierung: ein Mystery	219
	Modul 23: Die Teichwirtschaft: ein Mystery	229

7.5	Gewässer und Klima	237
7.5.1	Klimakrise	237
	Modul 24: Bau einer Modelllandschaft im Klimawandel	237
	Modul 25: Klimagewinner – Klimaverlierer.....	241
	Modul 26: Ist Baden gefährlich?.....	247
7.5.2	Klimaschutz.....	251
	Modul 27: Baggern für den Natur- und Klimaschutz?.....	251
	Modul 28: Wasserkraft – ein ökologisches Dilemma	257
7.6	Spiele	263
	Modul 29: Am Gewässer spielen.....	263
8	Literatur	277
9	Autoren.....	284
10	Anlagen	
	Anlage 1 Bestimmungsschlüssel: Makrozoobenthos	
	Anlage 2 Laminiervorlagen: Nahrungsnetze	
	Anlage 3 Laminiervorlagen: Pflanzen am Gewässer	

1 Einführung

Die vorliegende Publikation «Gewässer entdecken» für die Jahrgangsstufe 6 des Gymnasiums setzt die mit «Grünland entdecken» für die Jahrgangsstufe 5 begonnene Reihe fort. In kompakter Form werden die wichtigsten Informationen zur Verfügung gestellt, sodass Lehrkräfte leicht selbst Exkursionen, Unterrichtsgänge oder Schullandheimaufenthalte gestalten können. Praxiserprobte Module zeigen Wege auf, wie Gewässer im Freiland beziehungsweise im Klassenzimmer unterrichtlich behandelt und gleichzeitig dessen Wertschätzung bei den Schülerinnen und Schülern (SuS) gefördert werden kann. Auch deren Veränderung und der Rückgang der Biodiversität in Gewässern werden thematisiert.

Gewässer prägen unsere Landschaften. Sie haben einen unschätzbaren Wert für die Sicherung unserer Lebensgrundlagen und sind Hotspots der Biodiversität. Gleichzeitig sind sie spannende Lernorte. Die meisten SuS kennen Gewässer als belebendes Element und nutzen diese in ihrer Freizeit zum Baden. Trotzdem bleibt ihnen das Leben im Wasser meist verborgen. Ge-

wässereckursionen machen diese Vielfalt sichtbar.

Die im Folgenden beschriebenen Kapitel und Module sollen ...

- den Lehrkräften das notwendige Hintergrundwissen zum Thema «Gewässer» liefern und schnelles Einarbeiten ermöglichen,
- Lehrkräfte bei der Unterrichtsvorbereitung und Umsetzung unterstützen,
- durch direkte Naturbegehung und lebende Objekte sowohl SuS als auch Lehrkräfte motivieren, für die Natur begeistern und an das wissenschaftliche Arbeiten heranzuführen,
- durch Aufgaben zur Selbstbeobachtung das genaue Beobachten, das Sammeln, das Bestimmen und Dokumentieren fördern und somit die Artenkenntnis stärken sowie
- durch vielfältige Sozialformen den intensiven Austausch zwischen den SuS anregen.

2 Biodiversitätsbildung am Beispiel Gewässer

Biodiversitätskrise und Umweltbildung

Die biologische Vielfalt nimmt weltweit wie auch in Bayern stark ab. Zu Beginn der 1990er-Jahre einigte sich die Staatengemeinschaft in der sogenannten Konvention von Rio darauf, die Biodiversität besser zu schützen (UNEP 1992). Wie der IPBES-Bericht (DÍAZ et al. 2019) zeigt, konnte das Artensterben nicht gestoppt, ja nicht einmal gebremst werden. Auch in Bayern ist ein dramatischer Verlust von biologischer Vielfalt zu verzeichnen (zum Beispiel BAYLFU 2016 a–c) und es gehen immer weitere Lebensräume verloren (zum Beispiel LUDING et al. 2017). Mit dem von HALLMANN et al. (2017) und SEIBOLD et al. (2019) nachgewiesenen Insektensterben hat die öffentliche Aufmerksamkeit für dieses Thema rasant zugenommen. Artenvielfalt und die Vielfalt attraktiver Landschaften sind prägend für Bayern. Es ist eine Frage der ökonomischen Vernunft, biologische Vielfalt als existenzielle Grundlage für unsere Ernährung, für die Rohstoffgewinnung sowie für Freizeit und Tourismus zu erhalten und nachhaltig zu nutzen.

Mit der Bayerischen Biodiversitätsstrategie (StMUG 2008) hat sich Bayern für die Bildung ein weitreichendes Ziel gesetzt: Die biologische Vielfalt soll als eine zentrale Lebensgrundlage verstanden und bei relevanten Entscheidungen berücksichtigt werden. Wege zur Umsetzung dieser Strategie im Unterricht wurden von STURM & BERTHOLD (2015) beschrieben. Die Teilnahme am politischen Diskurs setzt ein Mindestmaß an naturkundlichem Fachwissen, geeignete Kommunikationsstrategien und Erkenntnismethoden voraus, um letztlich für sich selbst wertorientiert entscheiden zu können. In diesem Zusammenhang leistet die Umwelt-

bildung einen wichtigen Beitrag für den Erhalt der Biodiversität und ist deshalb im Handlungsfeld Bildung der nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt explizit ausgewiesen (BMUB 2015).

Naturkunde als Teil der Bildung

Taxonomisches und naturkundliches Wissen sind die Voraussetzung dafür, am politischen Diskurs zu Naturschutzthemen teilhaben zu können. Sie haben damit eine enorme Gesellschaftsrelevanz. FROBEL & SCHLUMPRECHT (2016) leiten aus ihrer Befragung von 70 taxonomisch versierten Personen eine «Erosion der Artenkenner» ab, die sie unter anderem auf erhebliche Veränderungen in der Forschung und Lehre zurückführen. HOOYKAAS et al. (2019) berichten über eine unerwartet große Lücke beim Erkennen einheimischer Wirbeltiere zwischen einer immer kleiner werdenden Zahl an Experten und der großen Masse der Laien. Auch die Artenkenntnisse der SuS nehmen ab (zum Beispiel ZAHNER et al. 2007; GERL et al. 2018), verbunden mit einer zunehmenden Naturentfremdung (BRÄMER 2010; BRÄMER et al. 2016). Die Förderung von Naturbezug und eines Problembewusstseins ist daher grundlegend. Sie sind Voraussetzung für die Wahrnehmung einer persönlichen Verantwortung und der daraus resultierenden Handlungsbereitschaft.

Das Wissen über ökologische Zusammenhänge und vertiefte Artenkenntnisse sind ausschlaggebend, um die Herausforderungen der Zukunft, wie die Erhaltung der Biodiversität und deren Veränderung in der Klimakrise, zu meistern. Doch woher sollen die erforderlichen Experten kommen? SCHULTE et al. (2019) fordern ein Fördersystem ähnlich wie im Sportbereich, das davon ausgeht, dass sich durch eine Vergrößerung der Zahl

naturkundlich gebildeter SuS mehr taxonomisch versierte Spitzenkräfte an Universitäten oder in Naturschutzverbänden heranbilden lassen. Dabei sind – auch an Schulen – Citizen Science-Projekte nicht nur als motivierende Lerngelegenheiten wichtig, sondern können auch wertvolle Daten für die naturschutzfachliche Praxis liefern (RÜDISSEK et al. 2017).

Der Aufbau von Artenkenntnissen und naturkundlichem Wissen ist aber nicht nur aus gesellschaftlicher Sicht notwendig. Er hat auch eine handfeste persönliche Bedeutung. Die Wahrnehmung einer vielfältigen, lebendigen Umwelt wirkt sich positiv auf die eigene physische und psychische Gesundheit aus (COX & GASTON 2015; MARSELLE et al. 2019) und sollte deshalb aus ganz egoistischen Motiven heraus gefördert werden.

Schulische Umsetzung

Die historische Betrachtung der letzten 150 Jahre zeigt einen rapiden Bedeutungsverlust naturkundlicher Inhalte im Biologie-Unterricht (GERL & URBASIK 2019).

Durch die Einführung des LehrplanPLUS zeichnet sich nun ein Paradigmenwechsel zugunsten ökologisch ausgerichteter Inhalte ab (ISB 2017). Mit der konsequenten Erwähnung des Begriffes «Artenkenntnis» in zahlreichen Lernbereichen geht dieses Curriculum weit über die minimale Forderung der Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss, Lebewesen «bestimmen» zu können, hinaus (KMK 2005). Die Ausweisung verpflichtender Unterrichtsgänge in allen Jahrgangsstufen, um verschiedene Ökosysteme im Freiland zu untersuchen, sollte im Hinblick auf die naturkundliche Bildung der SuS Vorbildcharakter für andere Bundesländer haben.

Die beschriebene Herangehensweise mit Fokus auf einheimische Lebewesen in ihren Lebensräumen stellt

keineswegs einen Rückfall in einen lehrerzentrierten Naturkunde-Unterricht längst vergangener Zeiten dar. Diese Herangehensweise bietet Lehrkräften die Gelegenheit, projektorientierte Unterrichtseinheiten zu gestalten (GERL et al. 2019; GERL et al. 2018) und attraktive, höchst lernwirksame interaktive Aufgabenformate zu entwickeln (CHI & WYLIE 2014; GERL et al. 2017). Dabei können digitale Medien so genutzt werden, dass sie über einen einfachen Ersatz analoger Repräsentationsformen hinausgehen (GERL 2018; PUENTEDURA 2016; SCHAAL et al. 2015) und so einen Beitrag zur digitalen Bildung der Lernenden leisten.

Lernort Gewässer

In der Jahrgangsstufe 5 erkundeten SuS das «Ökosystem Grünland», wobei neben der Messung abiotischer Faktoren in Kombination mit dem Schwerpunkt «Naturwissenschaftliches Arbeiten» der Fokus auf dem Kennenlernen einheimischer Pflanzenarten und der Auswirkung von Bewirtschaftungsmethoden lag. Umfangreiche Unterrichtsmaterialien sind in der Handreichung «[Grünland entdecken](#)» frei verfügbar (STMUK & STMUV 2019).

In der Jahrgangsstufe 6 rücken nun Gewässer in den Blick des unterrichtlichen Geschehens. Auch hier bietet es sich wieder an, die in diesem Lernbereich ausgewiesenen Inhalte mit anderen Lerneinheiten wie beispielsweise zu den Wirbeltieren ([Modul 6](#)) zu verknüpfen. Dabei können bereits vorhandene Materialien wie etwa das Aktionshandbuch Tiere live (ANL & ALP 2010) gesichtet und an die Erfordernisse des neuen LehrplanPLUS angepasst werden. Auch eine Kooperation mit dem Fach Informatik erscheint vielversprechend, um beispielsweise den Verlauf und die Beobachtungen bei der Freilandexkursion entsprechend zu dokumentieren und zu präsentieren.

Die Beobachtung von (Wirbel-)Tieren in der Natur ist immer ein besonderes, in Erinnerung bleibendes Erlebnis. Allerdings sind die meisten Wirbeltiere aufgrund ihrer scheuen, oft nachtaktiven Lebensweise nur schwierig in freier Wildbahn zu sehen. Eine Ausnahme bilden hier Arten der Gewässer wie etwa Wasservögel, die durch das schützende Wasser oft eine geringere Fluchtdistanz haben, oder Amphibien während der Laichzeit, die zu bestimmten Jahreszeiten häufig anzutreffen sind. Gewässer sind für Tierbeobachtungen besonders gut geeignet, weil es auf der Wasseroberfläche keine Versteckmöglichkeiten gibt und sich so ein vergleichsweise großes Gebiet absuchen lässt.

Dabei wirken technische Hilfsmittel, um Unsichtbares sichtbar zu machen, sehr motivierend. Um den natürlichen «Jagdinstinkt» der Kinder anzusprechen, lohnt sich der Einsatz von Fanggeräten wie etwa Keschern, ebenso die Bereitstellung von Ferngläsern oder Spektiven, um weit ent-

fernte Tiere zu beobachten. Die Nutzung von Lupen und Binokularen ermöglicht, die verborgene Welt kleiner Wirbelloser sichtbar zu machen.

Die vorliegende Handreichung zeigt konkrete Möglichkeiten auf, wie SuS mit Freude und Forscherdrang ein Gewässer in ihrer Umgebung entdecken können. Dabei geht es um wesentlich mehr als nur die sinnliche Wahrnehmung. Neben dem Erwerb von naturkundlichem Wissen, müssen emotionale Naturbegegnung, Forschen, Reflektieren und das aktive Handeln tatsächlich zusammenwirken, um erfolgreiche Bildung zu ermöglichen. Selbstverständlich bieten sich zahlreiche Lehrplaninhalte auch für die Vermittlung im Klassenzimmer an. Für diesen Zweck können eine Reihe jahrgangsstufengerechter Module für den kompetenzorientierten Unterricht verwendet werden. Neben klassischen biologischen Themen werden auch aktuelle Inhalte zur Rolle von Gewässern in der Klimakrise aufgegriffen.

3 Hintergrundwissen: Ökosystem Gewässer

3.1 Grundlegende Einteilung von Gewässern

Unter einem Gewässer versteht man ganz allgemein ein in der Natur stehendes oder fließendes Wasser, das in den natürlichen Wasserkreislauf eingebunden ist. Dabei gibt es aufgrund der Vielgestaltigkeit der Gewässer eine Reihe von unterschiedlichen Kriterien für ihre Einteilung. Klassischerweise werden sie in die zwei großen Kategorien Meere (Salzwasser) sowie Binnengewässer mit Grundwasser (Süßwasser) eingeordnet. Die Binnengewässer (von niederdeutsch: bin-nen = «innen») sind also all jene Gewässer, die keine Meere oder Teile von Meeren sind. Sie werden wiederum

in Still- und Fließgewässer unterteilt (siehe Abbildung 1). Eine weitere Rolle spielt die Entstehungsgeschichte der Gewässer: Neben den natürlich entstandenen Gewässern gibt es unzählige Gewässer, die künstlich, also durch den Menschen, geschaffen wurden.

3.2 Gewässer in Bayern – ein Überblick

Bayern ist ein wasserreiches Bundesland. Wenn auch die Gewässer nur insgesamt weniger als 2 % der Landesfläche einnehmen (LFSTAT 2016), so haben sie doch außerordentlich wichtige Funktionen für den Naturhaushalt und sind gleichzeitig seit jeher Lebens-

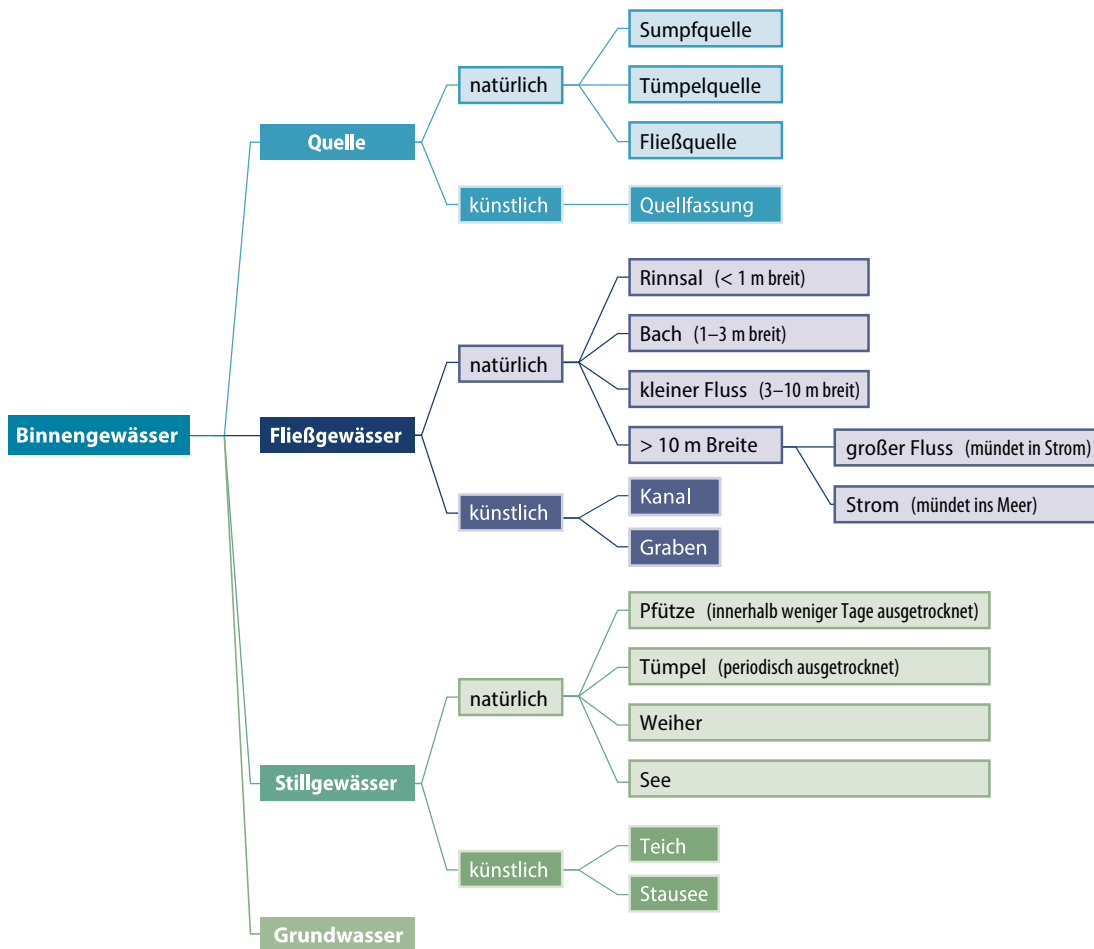


Abbildung 1

Fließgewässer und Stillgewässer werden entsprechend ihrer Entstehungsgeschichte (künstlich oder natürlich) weiter unterteilt.

grundlage für den Menschen: Wir gewinnen Trinkwasser aus dem Grundwasser und nutzen die Gewässer als Nahrungs- und Energiequelle sowie als Verkehrsweg. Alle Fließgewässer Bayerns zusammen – also Flüsse, Bäche und Gräben – erreichen eine Gesamtlänge von 100.000 Kilometern. Sie durchziehen und vernetzen die Landschaft wie feine Adern und formen und gestalten diese dynamisch (siehe Kapitel 3.3).

Die insgesamt mehr als 200 natürlichen Seen Bayerns sind nicht nur attraktiv für die Freizeit- und Naherholung, sondern gelten aufgrund ihres Artenreichtums auch als «Hotspots» der Biodiversität. Die hohe Anzahl von Seen im Freistaat im Vergleich zu anderen Gebieten Deutschlands geht auf die Aktivität der Gletscher zurück, die die Seen aus dem Molassegrund schürften oder auf ihrem Rückzug – zunächst als Toteisblöcke – zurückließen.

Ebenso ist Bayern mit den Alpen und seinen Mittelgebirgen das quellreichste Bundesland. Da Quellen zu den bundesweit gefährdeten Bio-

topen zählen (FINCK et al. 2017), trägt der Freistaat eine besondere Verantwortung für deren Erhaltung.

Fließgewässer in Bayern

Die Landschaft Bayerns ist sehr vielfältig und abwechslungsreich. Die Naturräume zwischen den Alpen im Süden und dem Flachland im Norden unterscheiden sich deutlich in den vorherrschenden geologischen, morphologischen und klimatischen Bedingungen. Diese Unterschiede schlagen sich natürlich auch in den Fließgewässern nieder. Zum Beispiel hat ein rauschender Quellbach im Hochgebirge ganz andere Strömungseigenschaften und folglich eine andere Artengemeinschaft als ein träge fließender, breiter Flachlandfluss.

Es ist jedoch möglich, Gewässer anhand ihrer Eigenschaften zu typisieren. Kriterien für die Typisierung sind:

- Größe (Bach, kleiner Fluss, Fluss, Strom)
- geografische Lage (Alpen, Alpenvorland, Mittelgebirge, Flachland)
- geologischer Untergrund/Gestein (kalkhaltig = karbonatisch, kalkarm = silikatisch, organisch, wie Torf oder Schlamm)
- Substrat (Sand, feines Material, grobes Material, zum Beispiel Kies)

Neben diesen Faktoren beeinflussen die Strömung und das Gefälle die Artengemeinschaft, die für den jeweiligen Fließgewässertyp charakteristisch ist. Insgesamt werden in Deutschland 25 Fließgewässertypen unterschieden, von denen in Bayern 15 (mit Subtypen) vertreten sind (siehe Tabelle 1).

Donau und Main gehören zum Gewässertyp der kiesgeprägten Ströme. Südlich der Donau finden sich die alpin geprägten Gewässertypen. Dazu gehören, in der Folge von Süd nach

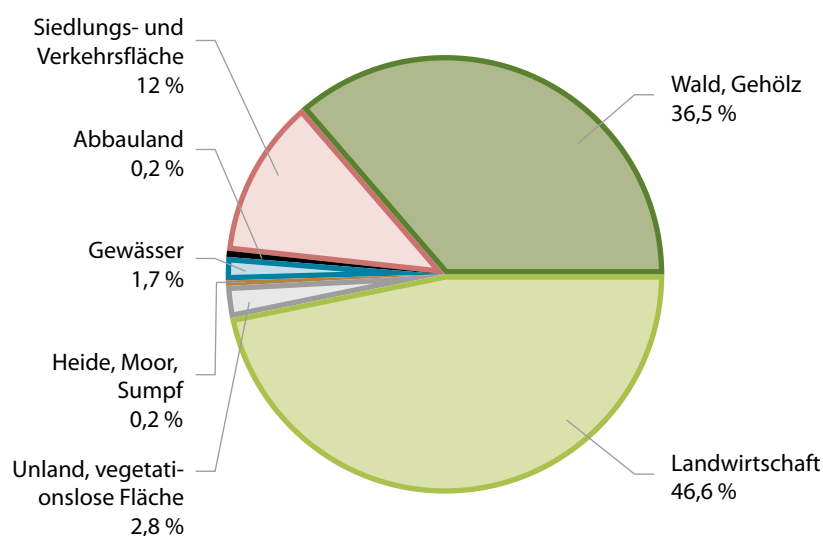


Abbildung 2

Fläche nach Art der tatsächlichen Nutzung in Bayern (Stand: 31.12.2016; Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik; eigene Darstellung).




	Fließgewässertyp	Beschreibung	Beispiele
Typen der Alpen und des Alpenvorlandes			
	Typ 1	Fließgewässer der Alpen	Ammer, Iller, Rissbach
	Typ 2	Fließgewässer des Alpenvorlandes	Ilm, Vils, Westliche Günz
	Typ 3	Fließgewässer der Jungmoräne des Alpenvorlandes	Attel, Mangfall, Loisach
	Typ 4	Große Flüsse des Alpenvorlandes	Isar, Lech, Inn
Typen des Mittelgebirges			
	Typ 5	Silikatische Mittelgebirgsbäche, grobmaterialreich	Odenwaldbäche, Aschaff, Rinnacher Ohe
	Typ 5.1	Silikatische Mittelgebirgsbäche, feinmaterialreich	Hafenlohr mit Nebengewässern, Creußen, Brend, Premich
	Typ 6	Karbonatische Mittelgebirgsbäche, feinmaterialreich	Els, Bahra, Streu
	Typ 7	Silikatische Mittelgebirgsflüsse, fein- bis grobmaterialreich	Zuflüsse der Wiesent, Oberlauf der Pegnitz, linksseitige Zuflüsse des Mains
	Typ 9	Karbonatische Mittelgebirgsflüsse, fein- bis grobmaterialreich	Bayerische Schwarzach, Ilz, Erlau, Sächsische Saale, Haßlach, Sinn
	Typ 9.1	Karbonatische Mittelgebirgsflüsse, fein- bis grobmaterialreich	Schwarze Laber, Vils (zur Naab), Wiesent
	Typ 9.2	Große Flüsse des Mittelgebirges	Naab, Regen, Main, Pegnitz
	Typ 10	Kiesgeprägte Ströme	Donau
Von der Ökoregion unabhängige Typen			
	Typ 11	Organisch geprägte Bäche	Bäche im Donaumoos, Bäche im Murnauer Moos
	Typ 19	Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss und Stromtälern	Rechtsseitige Zuflüsse der Donau bei Vils-hofen
	Typ 21	Seeausflussgeprägte Fließgewässer	Alz, Amper, Ostersee-Ach

Tabelle 1

Die Fließgewässer in Bayern sind vielgestaltig. Sie werden entsprechend ihrer Größe, geografischen Lage, dem geologischen Untergrund und dem vorherrschenden Substrat verschiedenen Typen zugeordnet. Charakteristische Pflanzen- und Tierarten des jeweiligen Typus sind in detaillierten Steckbriefen zusammengestellt (Fotos von oben nach unten: Stefanie Riehl, Ingo Zahlheimer, Dr. Katharina Stöckl-Bauer).

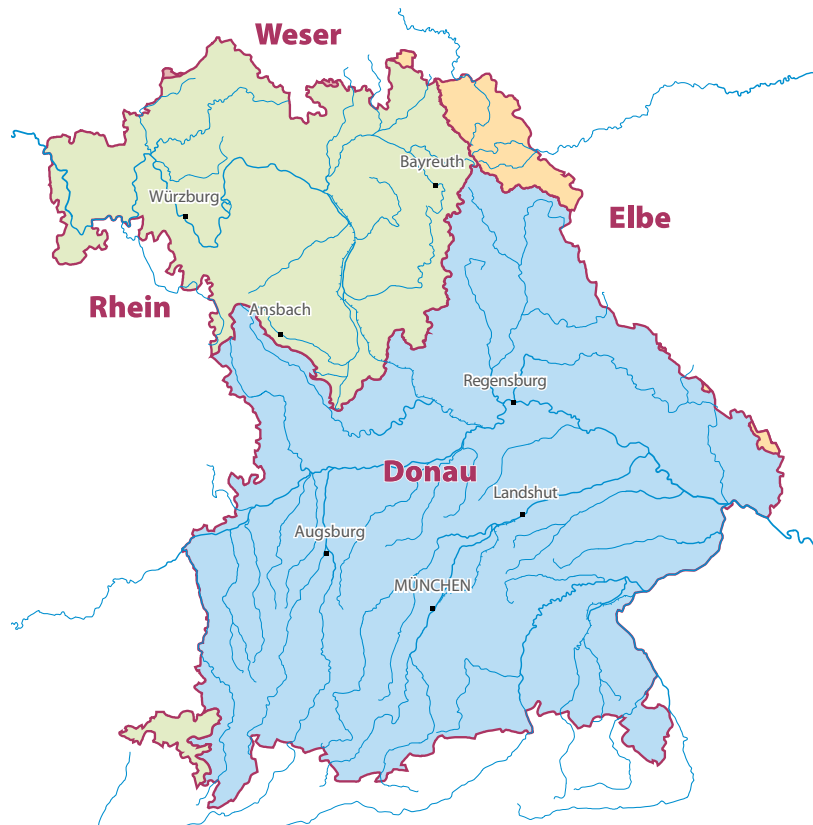


Abbildung 3
Einzugsgebiete der Gewässer in Bayern (Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung).

Einzugsgebiete

- Donau
- Elbe
- Rhein
- Weser

Nord, die Bäche und die Flüsse der Kalkalpen sowie die Fließgewässer des Alpenvorlandes und der Jungmoränen des Alpenvorlandes. Sie sind alle stein- oder kiesgeprägt. Nördlich der Donau liegen in den Urgesteinsregionen wie dem Bayerischen Wald und dem Fichtelgebirge kiesgeprägte Bäche und Flüsse der silikatischen Mittelgebirge. Im Bereich der Fränkischen Alb fließen die Bäche der Kalkgebiete, die

lösslehm-, kies- oder steingeprägt sind, sowie Karstbäche. Zusätzlich gibt es noch Gewässertypen, die unabhängig sind von dem Naturraum, den sie durchfließen. Dazu gehören die organisch geprägten Bäche und die Fließgewässer, die durch einen Seeausfluss geprägt sind.

Über den [UmweltAtlas Bayern](#) kann für viele Gewässer der jeweilige Fließgewässertyp abgerufen werden. Diese Informationen sind für die Vorbereitung einer Exkursion an das Gewässer hilfreich. Die charakteristischen Lebensgemeinschaften der Fließgewässertypen sowie einige wichtige Kennzahlen sind in der Publikation [«Die deutsche Fließgewässertypologie»](#) zusammengestellt.

Eine weitere Zuordnung der Fließgewässer erfolgt über ihr Einzugsgebiet. Dabei ist das Einzugsgebiet die Fläche, aus der ein Gewässersystem sein Wasser bezieht, also das Areal innerhalb der Wasserscheiden des Gewässers. Von der Fläche Bayerns liegen ungefähr 96 % in den Flussgebieten des Mains und der Donau. Die bayerischen Anteile an den Einzugsgebieten der Elbe (etwa 2.000 km²), des Hochrheins (Bodensee-Gebiet, zirka 600 km²) und der Weser (zirka 50 km²) sind deutlich kleiner (siehe Abbildung 3).

Tabelle 2
Die zehn größten Seen in Bayern.

See	Oberfläche in km ²	Max. Tiefe in m	Volumen in Mio. m ³	Erneuerungszeit in Jahren	Umfang in km	Einzugsgebiet in km ²
Chiemsee	80	73	2.048	1,3	64	1.399
Starnberger See	56	128	2.999	21,0	49	315
Ammersee	47	81	1.750	2,7	43	993
Walchensee	16	190	1.300	1,3	27	783
Tegernsee	9	73	323	1,3	21	211
Staffelsee	8	39	75	1,3	19	81
Waginger See	7	27	90	1,0	16	124
Simssee	6	23	87	1,4	14	60
Kochelsee	6	66	185	0,1	15	684
Königssee	5	190	512	2,4	20	136

Seen in Bayern

In Bayern gibt es mehr als 200 natürliche Seen, deren Seeoberfläche größer als drei Hektar ist. Vor allem in Südbayern prägen sie das Landschaftsbild. Infolge der Gletscheraktivitäten sind hier besonders viele und große Seen entstanden. So liegen die zehn größten Seen alle im Bayerischen Voralpenland (siehe Tabelle 2). Darüber hinaus existieren viele künstliche Seen, vor allem Talsperren und Baggerseen. Mit einer Fläche von 80 km² ist der Chiemsee nach dem Bodensee (Gesamtfläche: 536 km², Anteil Deutschlands am See: 28 %) und der Müritz innerhalb der Mecklenburgischen Seenplatte (Fläche: 103,5 km²) der drittgrößte See Deutschlands. Im weltweiten Vergleich erscheint aber selbst der Bodensee winzig: Das Kaspische Meer in Westasien ist mit einer Fläche von mehr als 371.000 km² der größte See der Erde.

Wichtige Kriterien für die Typisierung der Seen sind deren Größe, Geologie, Hydrologie und Schichtungstyp. In Deutschland werden vierzehn Seentypen unterschieden, von denen acht auch in Bayern vertreten sind.

Über den Kartendienst für Gewässerbewirtschaftung kann man für einen bestimmten See erfragen, welchem Typ er zugeordnet ist. Eine ausführliche Beschreibung der jeweiligen Seentypen einschließlich der dort vorkommenden Pflanzen und Tiere sind auf der Homepage des Umweltbundesamtes zusammengestellt. Eine Anleitung zur Recherche nach den Seentypen findet sich in [Modul 1](#).

3.3 Lebensraum Fließgewässer und Auen

Durch die Dynamik der Fließgewässer sind auf kleinem Raum verschiedene Teillebensräume vorhanden, die von unterschiedlichen Tieren oder ihren Lebensstadien genutzt werden. So wechseln sich innerhalb eines natur-

Seentyp	Beschreibung	Ca ²⁺ in mg/l	VQ in km ² /10 ⁶ m ³	Beispiele
Typen der Alpen und des Alpenvorlandes				
Typ 1	Polymiktischer Alpenvorlandsee	≥ 15	> 1,5	Hofstätter See, Grüntensee
Typ 2	Geschichteter Alpenvorlandsee mit relativ großem Einzugsgebiet*	≥ 15	> 1,5	Großer Ostersee, Pilsensee, Großer Alpsee, Hartsee, Abtsdorfer See
Typ 3	Geschichteter Alpenvorlandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet	≥ 15	≤ 1,5	Staffelsee, Wörthsee, Rottachsee, Simssee, Waginger See
Typ 4	Geschichteter Alpensee	≥ 15	nicht relevant	Chiemsee, Königssee, Schliersee, Tegernsee, Ammersee, Starnberger See, Bodensee
Typen des Mittelgebirges				
Typ 5	Geschichteter, calciumreicher Mittelgebirgssee mit relativ großem Einzugsgebiet	≥ 15	> 1,5	Großer Brombachsee, Rothsee, Untreusee
Typ 6	Polymiktischer, calciumreicher Mittelgebirgssee	≥ 15	> 1,5	Altmühlsee, Drachensee
Typ 8	Geschichteter, calciumarmer Mittelgebirgssee mit relativ großem Einzugsgebiet	< 15	> 1,5	Förmitztalsperre, Eixendorfer Stausee
Typ 9	Geschichteter, calciumarmer Mittelgebirgssee mit relativ kleinem Einzugsgebiet	< 15	≤ 1,5	Trinkwassertsperre Frauenau

Tabelle 3

Seentypen in Bayern. Die Einteilung der Seen erfolgt in Abhängigkeit von der Größe des Einzugsgebiets (Volumenquotient VQ = Einzugsgebietsgröße in m³; Seevolumen in m³), dem geologischen Untergrund (Ca²⁺ = Calcium-Ionengehalt des Wassers größer oder kleiner als 15 mg/l) und der Temperaturschichtung (geschichtet, ungeschichtet, polymiktisch). Von den insgesamt 14 Seentypen in Deutschland kommen nur acht Typen in Bayern vor. Zu jedem Seentyp gibt es einen ausführlichen Steckbrief auf der Seite des Umweltbundesamtes.

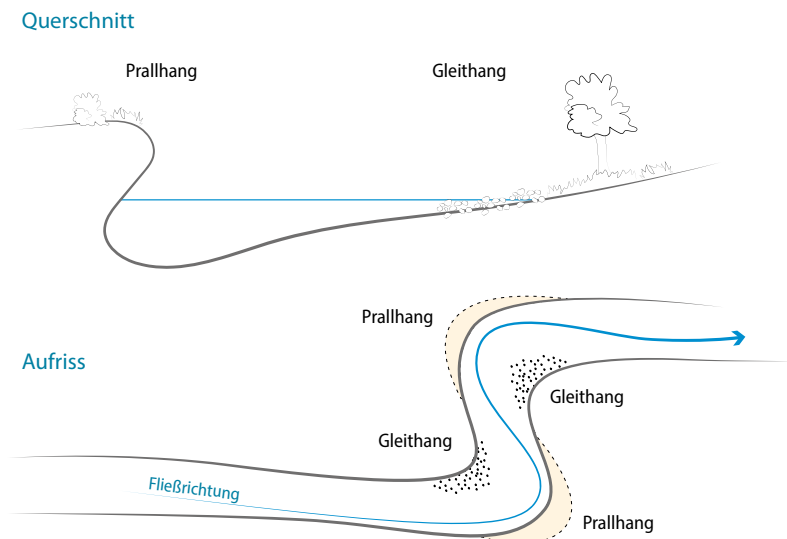


Abbildung 4

Am Fließgewässer werden Prallhang und Gleithang unterschieden. Der Prallhang entsteht durch Seitenerosion, am Gleithang werden Sedimente abgelagert.

nahen, strukturreichen Fließgewässers tiefe und flache Bereiche sowie Bereiche mit starker und schwacher Strömung ab. An der Außenseite der Flussschleifen, dem **Prallufer**, gräbt sich der Fluss immer weiter ins Gelände ein. Das ausgewaschene Material wird von der Strömung mitgenommen und in ruhigen Bereichen, beispielsweise an den Innenseiten der Flusskurven, den **Gleitufern**, wieder abgelagert. So verändert das Fließgewässer ständig sein Gesicht (siehe Abbildung 4).

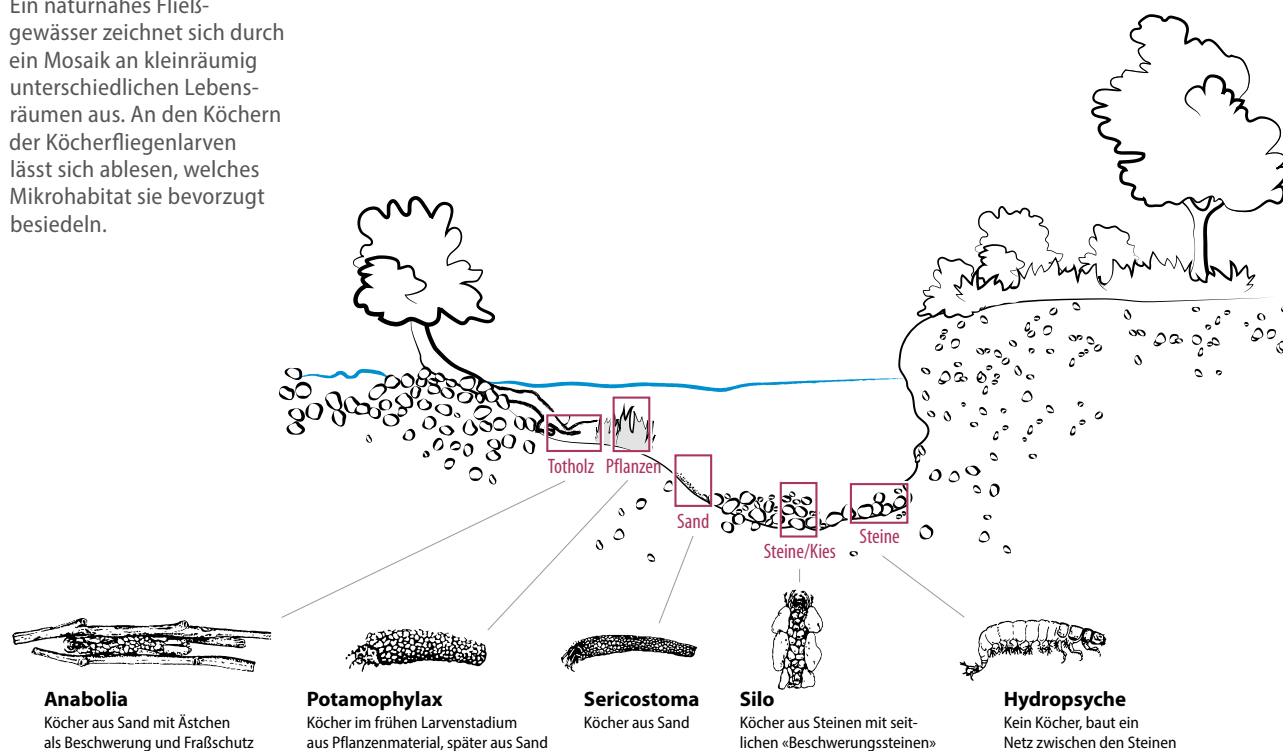
Die Gewässerorganismen sind durch ihr Verhalten, ihre Ernährungsweise und ihre Körperform sehr gut an die jeweils herrschenden Lebensbedingungen angepasst. Bereits kleine Unterschiede in räumlich nahe liegenden Bereichen machen sich in der Zusammensetzung der Artengemeinschaft und ihrer Entwicklungsstadien bemerkbar. Beispielsweise werden tiefe Stellen, sogenannte **Kolke**, vor allem im Winter als Einstand von Fischen genutzt. Flach überströmte Bereiche, die **Rauschen**, bieten Jungfischen einen Lebensraum.

Ein strukturreiches Gewässer weist eine große Anzahl von Kleinlebensräumen (Mikrohabitats) und in der Folge eine größere Artenvielfalt auf als ein stark begradigtes, strukturarmes Gewässer. Ein schönes Beispiel für die Anpassung der Lebewesen an die jeweiligen Kleinlebensräume ist die Ausgestaltung der Köcher bei den Köcherfliegenlarven (siehe Abbildung 5).

Ein sehr wichtiger Teillebensraum in einem Bach oder Fluss ist das **Kieslückensystem** im Gewässergrund, das

Abbildung 5

Ein naturnahes Fließgewässer zeichnet sich durch ein Mosaik an kleinräumig unterschiedlichen Lebensräumen aus. An den Köchern der Köcherfliegenlarven lässt sich ablesen, welches Mikrohabitat sie bevorzugt besiedeln.



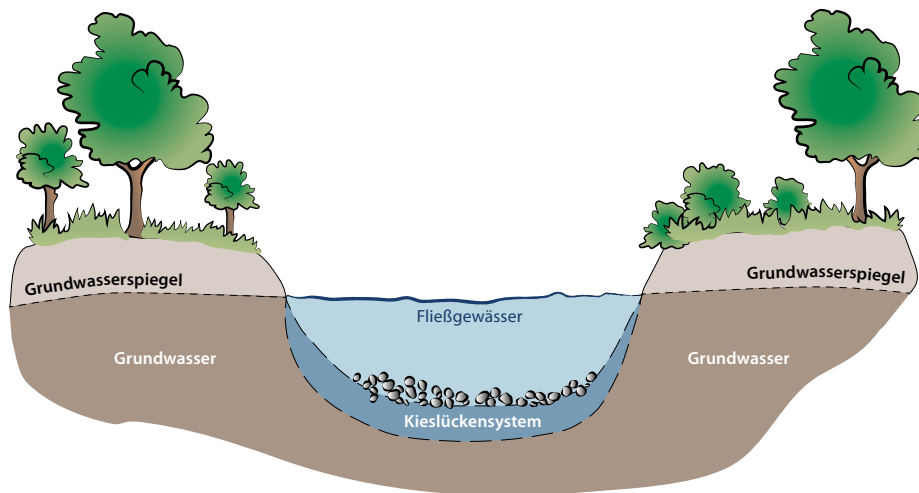


Abbildung 6

Das Kieslückensystem ist ein wichtiger Teillebensraum in einem Fließgewässer.

sogenannte hyporheische Interstitial (BOULTON et al. 1998). Je nach geologischem Untergrund kann das Kieslückensystem nur wenige Zentimeter bis zu einem Meter tief sein. Es ist nach unten hin nicht scharf abgrenzbar, da zwischen dem Kies oder dem Sand kleine Zwischenräume bestehen, die vom Wasser durchströmt werden. In dieser Übergangszone zwischen Oberflächen- und Grundwasser herrschen spezifische Umweltbedingungen für die Organismen vor.

Das Kieslückensystem ist von außerordentlich großer Bedeutung für das Leben im Fließgewässer, da hier für viele Organismen deutlich günstigere Lebensbedingungen herrschen als im freien Wasser: bei ausgeglichenen Temperatur- und Strömungsverhältnissen sind sie im Gewässerbett mit ausreichend Sauerstoff versorgt und gleichzeitig vor Fressfeinden geschützt. Vertreter fast aller Tiergruppen verbringen hier zumindest einen Teil ihres Lebens. Besonders die Jugendstadien von verschiedenen Insektenarten und von kieslaichenden Fischarten sind hier besonders geschützt. Darüber hinaus gibt es Organismen, wie manche Rädertierchen oder Brunnenkrebse, die ausschließlich im Interstitial leben.

Neben den kleinräumigen Unterschieden ändern sich auch großräumig die Bedingungen im Längsverlauf eines

Fließgewässers, vor allem im Hinblick auf Wassermenge, Tiefe, Breite und Temperatur. Ein sehr bekanntes Modell zur Einteilung von Fließgewässern und zur Einordnung ihrer Lebensgemeinschaften ist das **River Continuum Concept** (VANOTTE et al. 1980). Danach sind die Gewässerorganismen an die graduellen Veränderungen im Fließgewässer angepasst und bilden ihrerseits ein Kontinuum, bei denen die Lebensgemeinschaften an die jeweils vorherrschenden physikalischen Bedingungen angepasst sind (siehe Abbildung 7). Es herrscht jeweils ein Gleichgewicht zwischen den Produzenten von organischem Material (vor allem Pflanzen) und den Konsumenten. Darüber hinaus verändert sich entlang des Flusslaufs das Verhältnis zwischen Produktion und Verbrauch von organischem Material.

Auch die Zusammensetzung der vier wichtigen Ernährungstypen der Makroinvertebraten im Gewässer (= wirbellose Tiere, die mit bloßem Auge oder zumindest mit der Lupe erkennbar sind) – Zerkleinerer, Sammler, Weidegänger und Räuber – ändert sich im Längsverlauf.

Ein Fließgewässer lässt sich außerdem in Abschnitte einteilen, die nach den dort charakteristisch vorkommenden Fischarten (den Leitarten) benannt sind (THIENEMANN 1925): die «Forellen-Region» zwischen

Ernährungstypen des Makrobenthos

- Weidegänger:** Weiden den Aufwuchs (Algen und Bakterien) von Steinen und anderen Hartsubstraten ab.
- Zerkleinerer:** Ernähren sich von Falllaub und anderem groben organischen Material, das noch zu zerkleinern ist.
- Sedimentfresser/Filterierer:** Ernähren sich von feinpartikulären, organischen Stoffen wie zerkleinertem, verrottenden Pflanzenmaterial (Detritus), Bakterien, lebenden Algen. **Sedimentfresser** sammeln die Nahrungspartikel aus dem Sediment auf. **Filterierer** fangen schwebende Nahrungspartikel aus dem freien Wasser ein.
- Räuber:** Ernähren sich von lebenden Tieren.

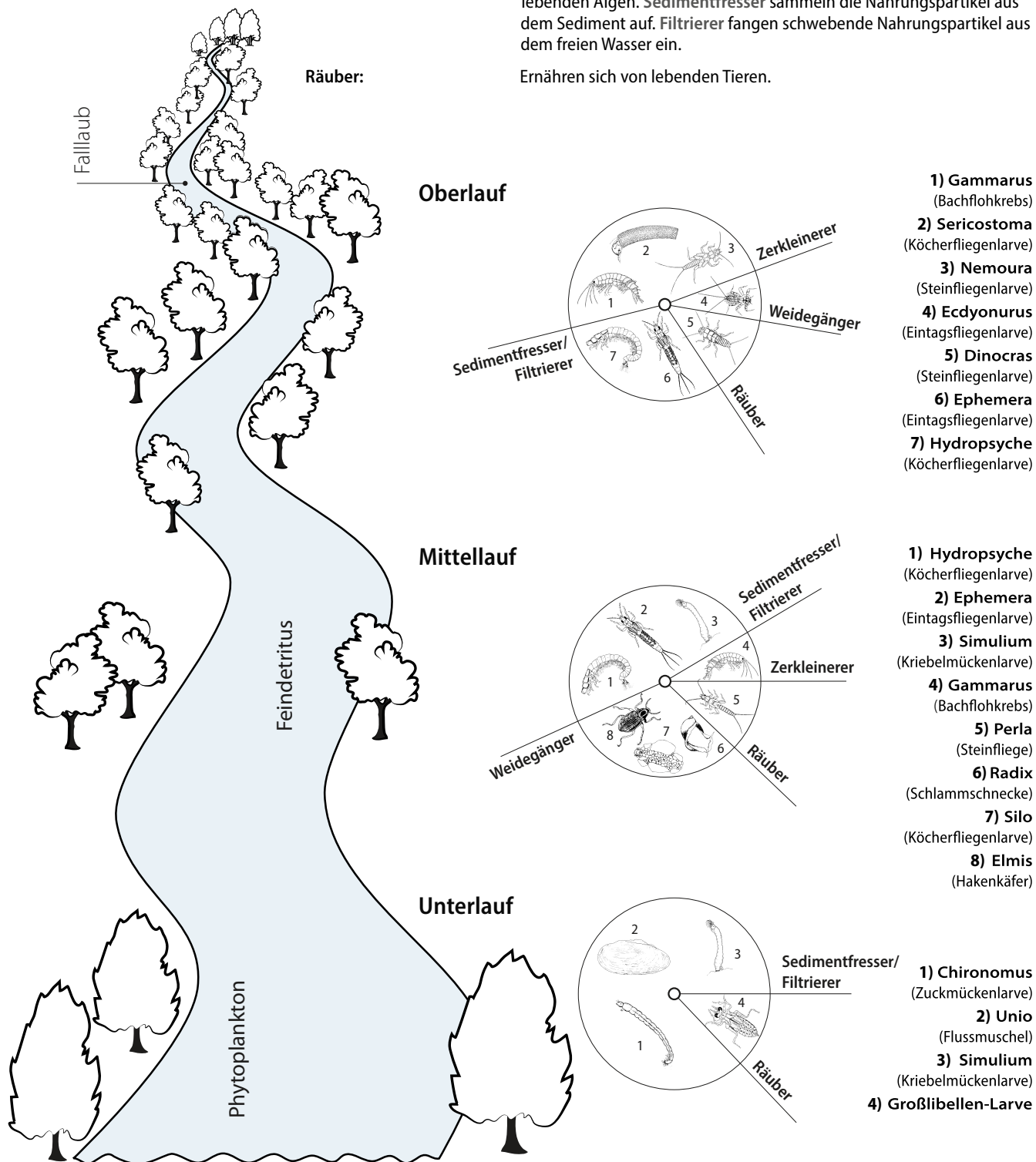


Abbildung 7

Entlang des Fließgewässers ändert sich die Zusammensetzung der Ernährungstypen des Makrozoobenthos – abhängig vom Nahrungsangebot. Während der Anteil der Zerkleinerer im Oberlauf sehr hoch ist, nimmt der Anteil der Sedimentfresser nach stromabwärts zu (Abbildung nach: HMULV 2003).

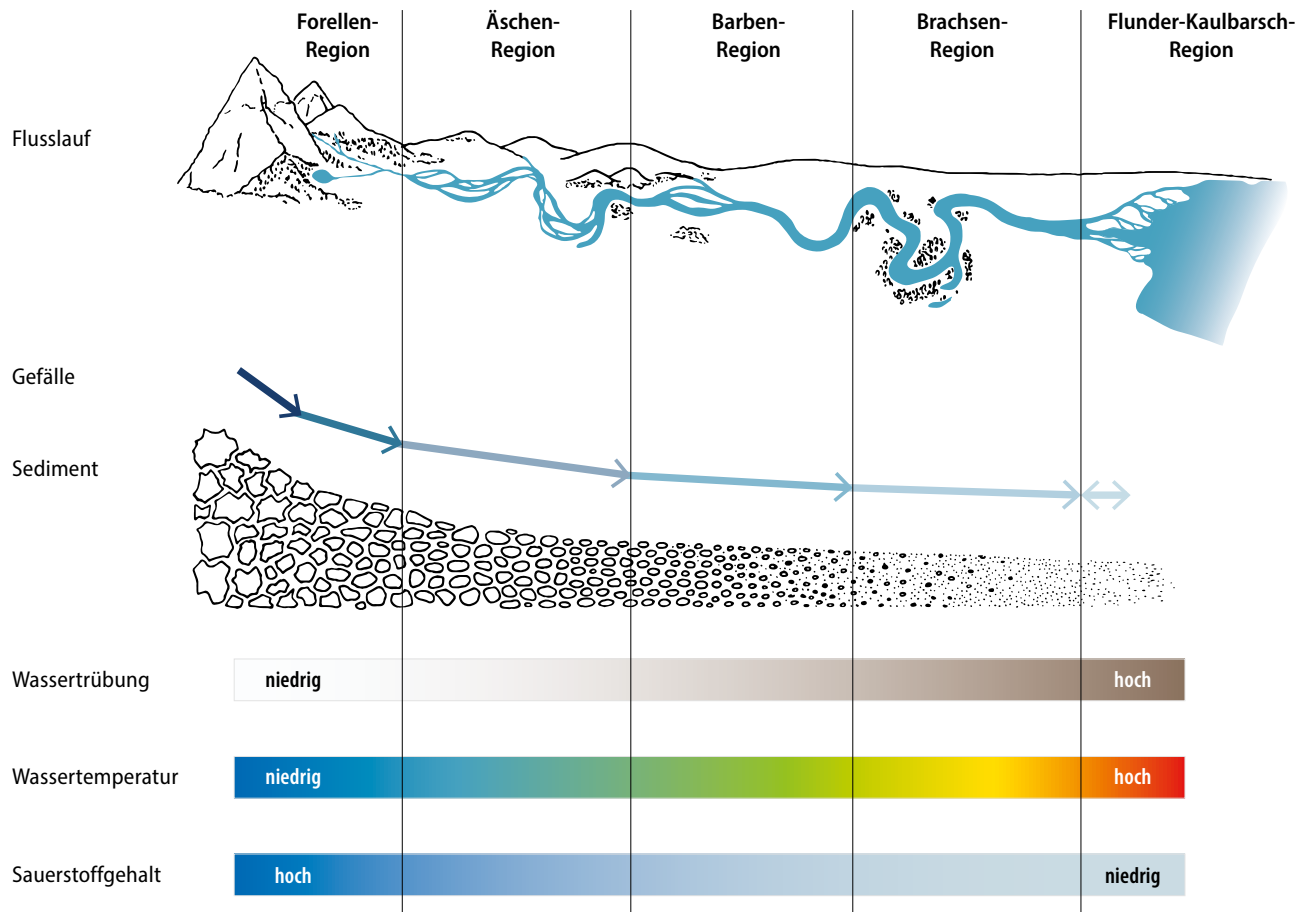


Abbildung 8

Von der Quelle bis zur Mündung eines Fließgewässers ändern sich viele abiotische Faktoren, zum Beispiel Gefälle, Sediment, Wassertrübung, Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt. Abhängig davon stellen sich bei den Fischen charakteristische Lebensgemeinschaften entlang des Gewässerverlaufs ein. In den Fischregionen treten neben der namensgebenden Leitfischart typische Begleitfischarten auf.

Quelle und Oberlauf, dann stromabwärts anschließend die «Äschen-Region», «Barben-Region», «Brachsen-Region» und am Ende bis zur Mündung ins Meer die «Kaulbarsch-Region», in der das Wasser schon brackig, also mit Salzwasser vermischt sein kann. Diese Leitarten sind in den Fließgewässerabschnitten mit gleichen Habitatbedingungen mit anderen charakteristischen Fischarten vergesellschaftet.

Lebensraum Aue

Fließgewässer sind untrennbar mit ihren Auen verbunden und bilden mit diesen einen Ökosystemkomplex. Als Auen bezeichnet man die Uferlandschaften von Bächen und Flüssen, die stark vom Wechsel zwischen Überflutung und Trockenfallen geprägt sind und in permanentem Austausch mit dem Fließgewässer stehen. Sie verändern ihr Aussehen kontinuierlich, da die Kraft des Wassers beständig

Uferpartien verschiebt, Sedimente abgelagert oder neue Flussschlingen durchstößt. Dadurch bilden sich sowohl im Längsprofil von Ober- zu Unterlauf als auch im Querprofil viele unterschiedliche Lebensräume aus, die von einer Vielzahl von Tieren und Pflanzen genutzt werden (SCHNEIDER et al. 2017). So werden rund 12.000 Arten verschiedener Gruppen für österreichische Auen genannt (TIEFENBACH 1998).

Die Vegetation ist an die Überschwemmungsdynamik der Aue angepasst und weist eine charakteristische, nach Überflutungsdauer und -höhe differenzierte Zonierung auf (SCHNEIDER et al. 2017). Auf den vom Fluss neu geschaffenen, vegetationsfreien Flächen direkt oberhalb des sommerlichen Mittelwassers siedeln sich schnell Pionierarten wie Silber- und Purpurweide (*Salix alba* et *purpurea*) oder Gewöhnliche Pestwurz

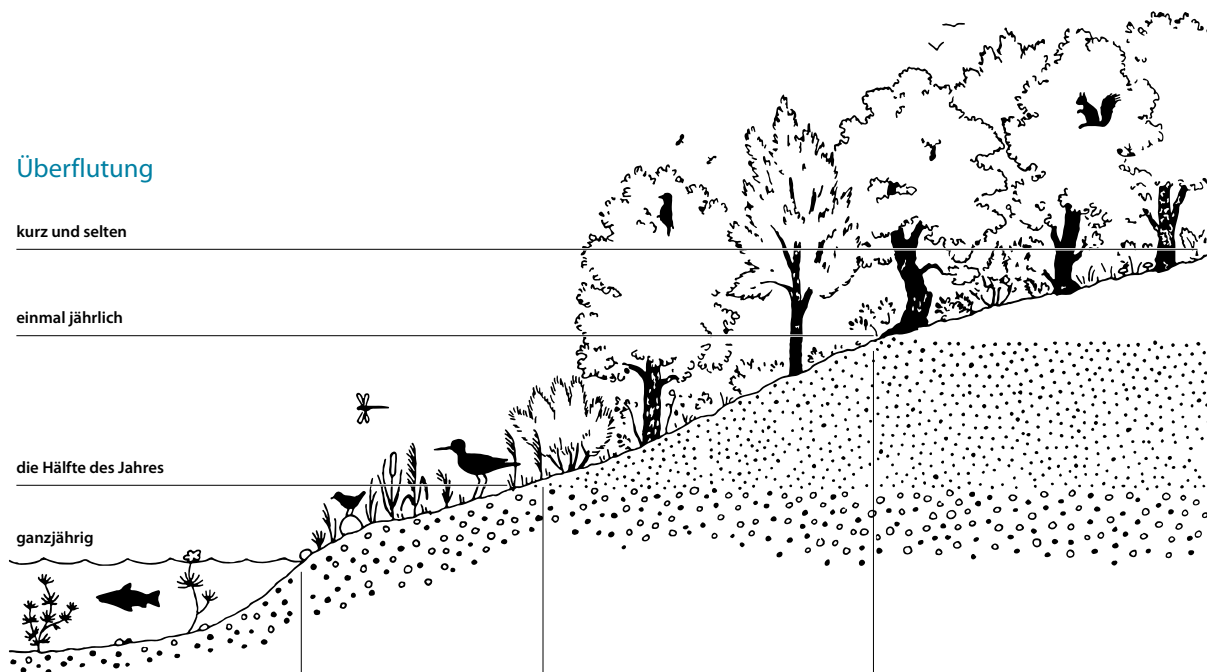
Überflutung

kurz und selten

einmal jährlich

die Hälfte des Jahres

ganzjährig



Aquatische Zone
(Unterwasserzone)

Amphibische Zone
(Wasserwechselzone)

Terrestrische Zone
(Überwasserzone)

PFLANZEN

Wasserhahnenfuß
Laichkraut
Wasserstern

Gänsefuß
Knöterich
Pestwurz
Schilf
Rohrglanzgras
Brennnessel

Weichholzaue

Schwarzerle
Weiden

Hartholzaue

Stiel-Eiche
Berg-Ahorn
Esche
Hainbuche
Berg-Ulme

Artenreiche Kraut- und Strauchschicht:
Traubenkirsche, Hopfen, Pfaffenhütchen
Waldrebe, Hasel, Efeu, Faulbaum

TIERE

Fische
Wasserinsektenlarven

Amphibien
Libellen
Flussuferläufer

Nachtigall
Pirol
Spechte
Schwarzmilan

Wasseramsel
Biber
Fischotter

Abbildung 9

Schematischer Querschnitt durch eine Aue (Zeichnung: Esther Lindner).

(*Petasites hybridus*) an. Diese Pionierbesiedler tragen durch ihre Wurzeln zur Festigung der Auflandungen des Flusses bei, setzen bei neuerlichen Hochwassern die Fließgeschwindigkeit herab und halten Feinsedimente zurück. Dadurch wachsen die Ablagerungen mit der Zeit in die Höhe. Im Verlauf der Sukzession bildet sich dann zwischen Mittelwasser und mittlerem Hochwasser die Weichholzaue aus. Die Weichholz-Auwälder mit schnell wachsenden Weidenarten wie Silber- und Purpurweide können eine Überflutung von circa 3 Metern und eine Überflutungsdauer von bis zu 300 Tagen (SCHNEIDER et al. 2017) ertragen. Die daran anschließende Hartholzaue wird nur noch von Spitzenhochwassern überflutet und zeichnet sich durch einen stufigen, ungleichartigen Baumbestand aus, der sich unter anderem aus Stiel-Eiche (*Quercus robur*), Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Gewöhnlicher Esche (*Fraxinus excelsior*) und Traubenkirsche (*Prunus padus*) zusammensetzt. Eine ausgeprägte Baum-, Strauch- und Krautschicht sind Merkmale artenreicher Hartholzauen. Bereits vor dem Laubaustrieb der Bäume können hier früh blühende Arten wie Bärlauch (*Allium ursinum*), Märzenbecher (*Leucojum vernalis*) oder Blaustern (*Scilla bifolia*) Blütenteppiche bilden.

Natürliche Auen haben eine große Bedeutung im Hochwasserschutz. Bei Hochwasser tritt das Fließgewässer über die Ufer und das Wasser verteilt sich über die Fläche der Aue. Die Hochwasserspitzen werden abgefedert, da die Vegetation und die Rauheit der Geländeoberfläche eine Bremswirkung haben. Die starke Veränderung der Flussauen durch den Menschen führte jedoch zu einem Verlust dieser Funktion.

Seit dem 19. Jahrhundert wurden Flussläufe zugunsten der Ansprüche von Landwirtschaft, Schifffahrt und Siedlungsbau begradigt und Deiche

immer dichter an die Flussufer gebaut. Infolgedessen sind viele Überschwemmungsgebiete vom Fluss getrennt. Dadurch können sich die Wassermengen bei Hochwasser nicht mehr verteilen, sondern fließen ungebremst und kanalisiert sehr viel schneller stromabwärts. Beispielsweise fließt eine Hochwasserwelle im Rhein in nur 23 Stunden von Basel nach Karlsruhe, während das Wasser im Jahre 1955 noch 64 Stunden dafür brauchte (BfN 2020 a). Die Veränderung führte auch zu einem weitreichenden Verlust der Artenvielfalt. Viele auetypische Tier- und Pflanzenarten, wie etwa das Blaukehlchen oder die Deutsche Tamariske, sind gefährdet oder vom Aussterben bedroht.

Da der Wert von naturnahen Auenlandschaften für die Gesellschaft und die Natur mehr und mehr ins öffentliche Bewusstsein gerückt ist, versucht man heute vielerorts, bestehende Auen zu schützen und degradierte Auenlandschaften wiederherzustellen (siehe auch: Gewässer und Auen – [Nutzen für die Gesellschaft](#)). Ein herausragendes Beispiel hierfür stellt das [Auenredynamisierungs-Projekt](#) der Donau-Auen zwischen Neuburg und Ingolstadt dar, das zu den größten seiner Art in Mitteleuropa gehört.

3.4 Lebensraum Stillgewässer

3.4.1 Seen

Seen haben als tiefe Stillgewässer die Eigenschaft, sich zu schichten. Die Ursache für diese vertikale Schichtung sind die Dichteunterschiede von kaltem und warmem Wasser (Dichteanomalie des Wassers): So heizt sich im Sommer das oberflächennahe Wasser gleichmäßig auf und hat eine geringe Dichte, während das kalte Wasser in die Tiefe absinkt. Auch im Winter besteht eine Schichtung, da das Wasser bei 4 °C die höchste Dichte hat und am schwersten ist. Im Frühjahr und im Herbst, wenn sich das Wasser

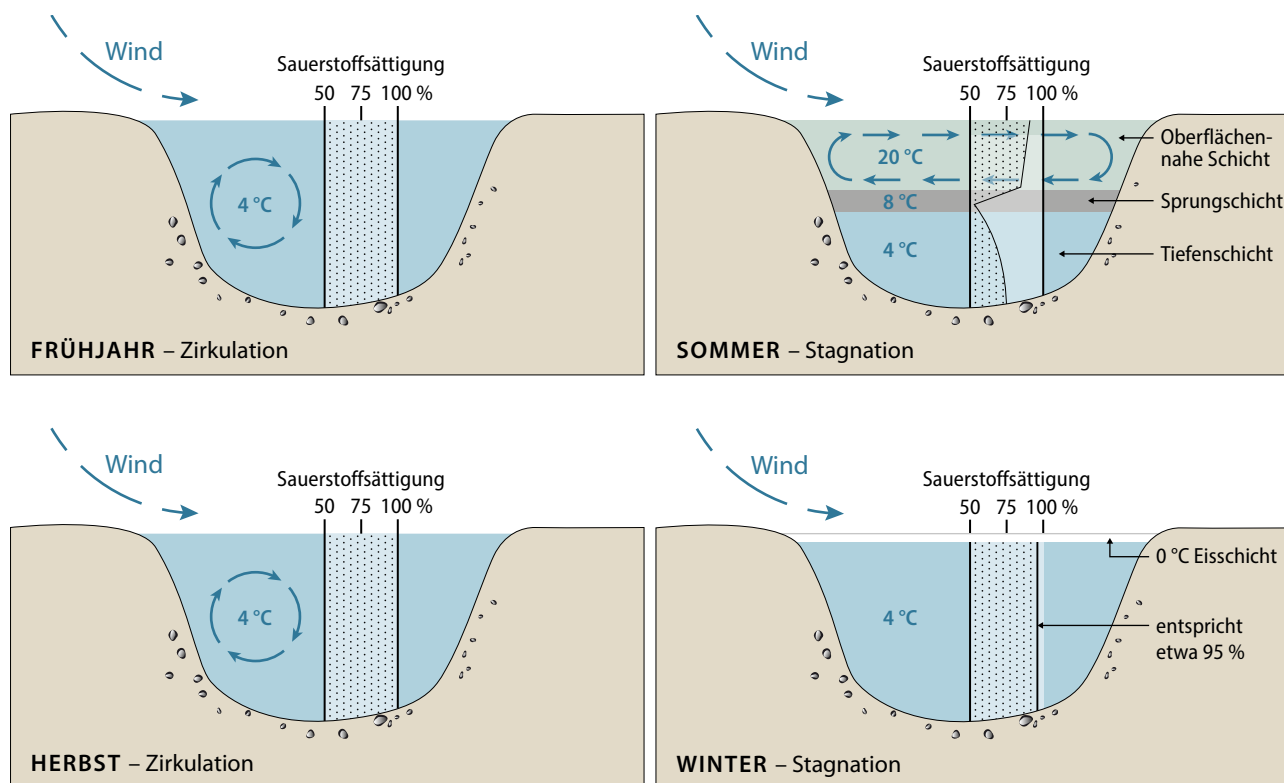


Abbildung 10

Die physikalischen Verhältnisse eines dimiktischen Sees im Jahresverlauf (Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt/Sophia Pospiech)

erwärmt beziehungsweise wieder abkühlt, wird der See bei gleichmäßiger Wassertemperatur von etwa 4 °C und bei Wind durchmischt, gleichzeitig werden Sauerstoff und Mineralstoffe umverteilt. Den stabilen Zustand der Schichtung im Sommer und im Winter bezeichnet man als Stagnation.

Während der Stagnation werden drei Schichten unterschieden:

- Im Oberflächenwasser (Epilimnion) unterliegt die Temperatur einer großen tages- und jahreszeitlichen Schwankung zwischen 4 °C und über 30 °C. In dieser Schicht ist der Sauerstoffgehalt hoch, weil ständig Sauerstoff ins Wasser diffundiert.
- In der Sprungschicht (Metalimnion) nehmen sowohl der Sauerstoff als auch die Wassertemperatur mit durchschnittlich einem Grad Celsius pro Meter stark ab.
- In der Tiefenschicht (Hypolimnion) ist die Temperatur überwiegend bei 4 °C, unabhängig von der Tages-

und Jahreszeit. Ebenso ist der Sauerstoffgehalt relativ niedrig.

In unseren Breiten sind Seen in der Regel dimiktisch, das heißt, der Wasserkörper unterliegt zweimal im Jahr einer Zirkulation (Frühjahrs- und Herbstzirkulation). Sehr flache Seen, wie zum Beispiel der Kleine Brombachsee (Mittelfranken), mischen sich dagegen sehr viel öfter: Sie sind polymiktisch.

Neben den physikochemischen Parametern ändern sich auch die Lebensgemeinschaften entlang des Tiefengradienten. Der See wird entsprechend in vertikale Zonen gegliedert: Das Pelagial ist der uferferne Freiwasserkörper des Sees. Es wird von vielen unterschiedlichen Organismen besiedelt, die man häufig entsprechend ihrer Nutzung von ähnlichen ökologischen Nischen gruppiert.

- **Pleuston:** Organismen, die auf der Wasseroberfläche schwimmen, zum Beispiel Stockente, Höckerschwan, Kleine Wasserlinse

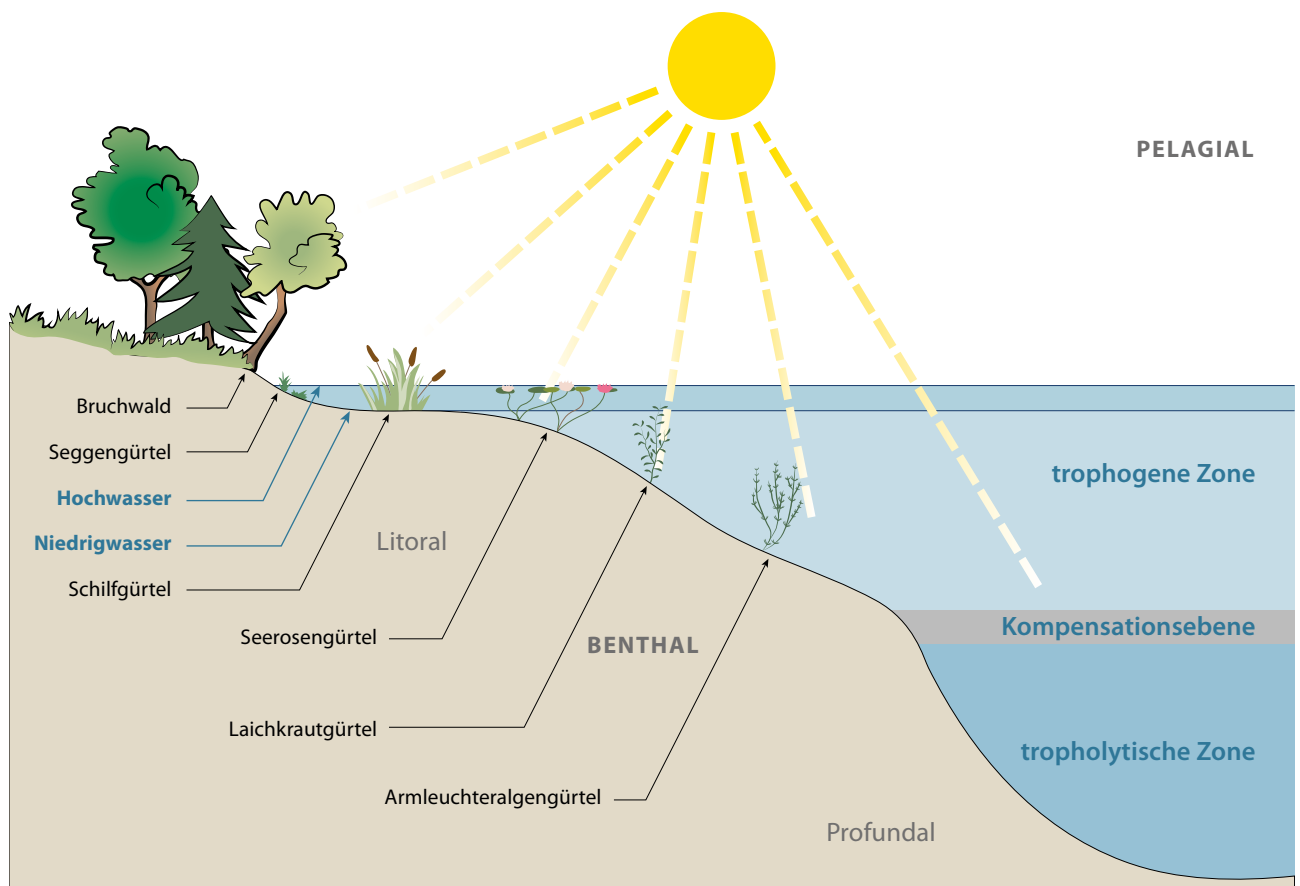
- **Neuston:** Organismen, die die Grenzschicht zwischen Luft und Wasser besiedeln, zum Beispiel Gemeiner Wasserläufer, Gemeine Stechmücke
- **Plankton:** pflanzliche und tierische Schwebeorganismen
- **Phytoplankton** (zum Beispiel Cyanobakterien, Grünalgen, Kieselalgen) und **Zooplankton** (vor allem Wimpertierchen, Rädertierchen, Daphnien, Fischlarven)
- **Nekton:** Organismen, die aktiv im Wasser schwimmen und sich gegen Strömungen bewegen können, zum Beispiel Rotauge, Hecht, Flussbarsch, Laube, Dreistachliger Stichling

Das **Benthal** umfasst den gesamten Bodenbereich des Gewässers und ist seinerseits unterteilt in **Litoral** und **Profundal**. Das Litoral stellt dabei

die durchlichtete, pflanzen- und tierreiche Uferzone dar. Die tierische Lebensgemeinschaft des Litorals besteht hauptsächlich aus Insektenlarven, Würmern, Muscheln, Schnecken und Egel. Diese ernähren sich häufig von Algen, Bakterien und Pilzen, die auf Totholz oder Steinen einen Aufwuchs bilden. Viele kleine Tiere in mikroskopischer Größe, wie Moostierchen oder Bärtierchen, bewohnen den Gewässerboden und besiedeln ebenfalls Hartsubstrate. Die Röhricht- und Wasserpflanzengemeinschaft des Litorals bietet zudem Versteck für Wasservögel und Fische und bietet Anheftung für Fisch- und Amphibienlaich.

An das Litoral schließt sich das **Profundal** an, der lichtarme bis lichtlose Bodenbereich des Süßwassers. Im Profundal ist keine Photosynthese mehr möglich, weshalb in dieser Zone keine Pflanzen mehr wachsen. Mit Ausnahme von einigen chemoautotrophen Bakterien können hier nur

Abbildung 11
Die Zonierung eines Sees
(Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt/Sophia Pospiech).



Mineralstoffe

Der Begriff «Mineralstoffe» wird in dieser Broschüre aus didaktischen Gründen verwendet. Umgangssprachlich ist der Begriff «Nährstoffe» gebräuchlich.

Organismen leben, die sich von abgestorbenem, organischem Material (zum Beispiel Algen oder Wasserpflanzen) ernähren können, die sogenannten Destruenten. Hierzu zählen vor allem aerobe Bakterien, aber auch Zuckmückenlarven, Schlammröhrenwürmer und die kleineren Moostierchen und Bauchhärlinge. Einige Fischarten nutzen zumindest zeitweise das Profundal als Lebensraum, solange die Sauerstoffkonzentration es zulässt.

Beim Abbau des organischen Materials, das aus den oberen Schichten des Sees herabsinkt, verbrauchen die Destruenten Sauerstoff. In eutrophen Seen fallen infolge des starken Pflanzenwachstums im Sommer sehr hohe Mengen an abgestorbenem Material im Profundal an, weshalb es durch die erhöhte Aktivität der Destruenten häufig zu einem Sauerstoffmangel kommt. Während dieser Phasen verarmt die Tiefenfauna.

Die **Kompensationsebene** unterteilt zum einen das Benthos und zum anderen den Freiwasserkörper in zwei Bereiche:

- Trophogene oder euphotische Zone (Aufbauzone): belichtete Zone mit Photosynthesemöglichkeit

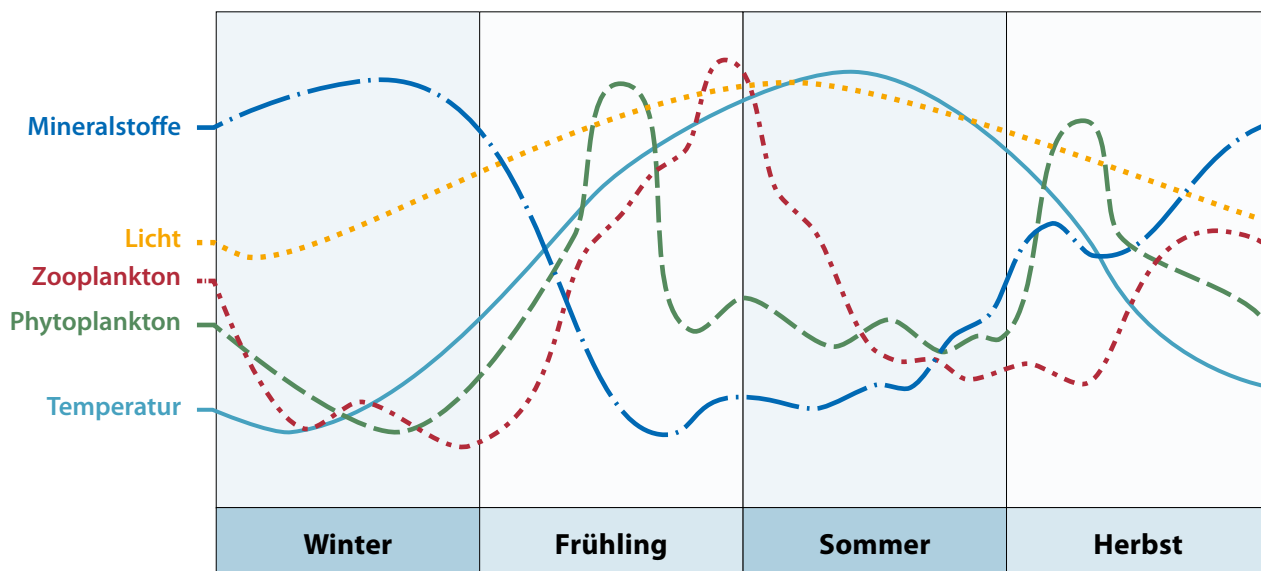
- Tropholytische oder aphotische Zone (Abbauzone): unbelichteter Bereich, keine Biomasseproduktion durch Photosynthese

Neben der Temperatur schwanken viele weitere Parameter in einem See über die Jahreszeiten hinweg und es entstehen charakteristische Ganglinien (siehe Abbildung 12).

Nach dem Winter führen steigende Temperaturen dazu, dass in allen Wassertiefen annähernd gleiche Temperaturen herrschen und sich in der Folge der gesamte Wasserkörper durchmischen kann. Dabei gelangen Mineralstoffe aus dem Benthos in die oberen Schichten des Sees und Sauerstoff wiederum in das Benthos. Zusammen mit dem erhöhten Angebot an Licht führen die mobilisierten Mineralstoffe zu einem starken Anstieg des Phytoplanktons. Die Algen verbrauchen die im Wasser gelösten Mineralstoffe fast vollständig. Jetzt hat das Zooplankton ein Nahrungsüberangebot, die Konzentration des Zooplanktons steigt daher stark an. Wenn das Zooplankton eine sehr hohe Dichte erreicht hat und nur mehr wenig Phytoplankton übrig ist, erscheint der See sehr klar. Dieses saisonale Minimum der Phytoplanktondichte infolge

Abbildung 12

Gewässerparameter im Jahresverlauf (Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt/Sophia Pospiech).





des «Grazings» durch die Zooplankter wird daher auch «Klarwasserstadium» genannt. Da die Nahrung allmählich wieder knapp wird, nimmt auch die Zooplanktendichte wieder ab. Zusätzliche Mineralstoffe aus dem Benthos können im Sommer aufgrund der Temperaturschichtung nicht mobilisiert werden. Im Herbst kommt es nochmals zu einer Zirkulation. Nach Mineralisierung der abgestorbenen Biomasse und zusätzlichen Einträgen ist wieder ein erhöhtes Angebot an Mineralstoffen vorhanden, welches zum erneuten Anstieg des Algenwachstums und in der Folge der Zooplanktendichte führen kann.

3.4.2 Teiche und Weiher

Teiche und Weiher sind Gewässer mit permanenter Gewässerführung und geringer Tiefe (meist weniger als 2 m). Während Teiche künstlich vom Menschen angelegt wurden – zum Beispiel zur Fischzucht oder zur Gewinnung von Kies, Sand oder Ton – sind Weiher natürlichen Ursprungs. Wenn sie nicht mehr bewirtschaftet werden, sind Teiche sowohl äußerlich als auch hinsichtlich ihrer Artzusammensetzung meist kaum mehr von Weihern zu unterscheiden. Weiher sind häufig Überbleibsel von ehemaligen Seen, die durch Verlandung ihre Größe und Tiefe verloren haben. Manchmal werden sie auch durch hochstehendes Grundwasser gebildet.

Hinsichtlich ihrer Biologie sind sich Weiher und Teiche sehr ähnlich: die

Lichtverhältnisse lassen es zu, dass auf dem gesamten Gewässergrund Wasserpflanzen wachsen können. So kommt es zu starkem Pflanzenwachstum. Die Wasserpflanzen werden von vielen Tieren zum Beispiel zur Eiablage genutzt, dienen als Versteck oder werden zum Bau von Gehäusen verwendet. Darüber hinaus sind sowohl die lebenden als auch die abgestorbenen Pflanzenteile die Nahrungsgrundlage für viele Organismen.

Bedingt durch die hohen Photosyntheseraten der Wasserpflanzen und des Phytoplanktons ist die Sauerstoffkonzentration tagsüber in diesen Gewässern sehr hoch. Die Sauerstoffproduktion kann sogar so hoch sein, dass sie die Löslichkeitsgrenze erreicht und nicht mehr lösbarer Sauerstoff in die Umgebung diffundiert. Aufgrund der geringen Tiefe ist auch die Temperatur im Sommer sehr hoch, es kann sich jedoch keine stabile Schichtung ausbilden. Die große Menge an abgestorbenem Pflanzenmaterial wird bei den vorherrschenden hohen Temperaturen schnell abgebaut und mineralisiert, sodass die Mineralstoffe durch die ständige Durchmischung des Wasserkörpers den Pflanzen schnell wieder zu Verfügung stehen.

Weiher und Teiche sind quasi Seen ohne Tiefenzone. Ihre Tierwelt ist mit derjenigen der Uferzone von Seen vergleichbar und ebenso individuen- und artenreich.

Abbildung 13

Naturnahe Teiche und Weiher bieten einen Lebensraum für viele verschiedene Tierarten, zum Beispiel für die Blutrote Heidelibelle (*Sympetrum sanguineum*); (Foto links: Piclease/Stefan Kostyra, rechts: Piclease/Gerd Herrmann).

3.4.3 Tümpel

Unter einem Tümpel versteht man ein temporäres oder periodisches Gewässer. Die Lebensdauer des Tümpels kann sehr kurz sein (zum Beispiel wassergefüllte Radspuren oder Pfützen), dieser kann aber auch wochen- oder sogar monatelang existieren (zum Beispiel Tümpel im Wald, die von Regenwasser gespeist werden; Grundwassertümpel, die durch den Aufstau des Grundwassers entstehen). Neben den starken Temperaturschwankungen müssen die wasserlebenden Organismen in Tümpeln vor allem mit der zeitweisen Austrocknung zurechtkommen. Darüber hinaus kann auch die Sauerstoffversorgung im Wasser stark schwanken. Um diese schnell wechselnden Lebensbedingungen überstehen zu können, haben die Organismen verschiedene Anpassungsstrategien entwickelt:

- Ausbildung von trockenresistenten Dauerstadien, sogenannte Cysten (= Dauereier) der Kiemenfußkrebse (Großbranchiopoden, die sogenannten «Urzeitkrebse»), Einzeller und Rädertiere (im Unterschied zum Ei ist die Embryonalentwicklung bei der Cyste bereits vor der Ablage abgeschlossen)
- Eingraben in den feuchten, schlammigen Untergrund, zum Beispiel bei den Strudelwürmern, die zusätzlich eine schützende Schleimhülle ausbilden
- Neubesiedelung nach Entstehung der Tümpel (zum Beispiel Zuckmücken, Wasserwanzen oder Wasserkäfer)
- Nur zeitweilige Nutzung des Tümpels als Lebensraum oder Fortpflanzungsstätte, zum Beispiel Gelbbauchunke (*Bombina variegata*)

Besonders hervorzuheben ist die Bedeutung der Tümpel als Lebens- und Laichraum für die heimischen Lurche.

Sie profitieren in Tümpeln vom Fehlen der Fische. Darüber hinaus nutzen sie die schnelle Aufheizung im Frühjahr aus, um ihren Nachwuchs zügig zu entwickeln. Höhere Pflanzen entwickeln sich meist nur in den größeren Tümpeln. Typische Pflanzenarten in Tümpeln sind beispielsweise Kleine Wasserlinse (*Lemna minor*), Schlamm-Schachtelhalm (*Equisetum fluviatile*), Brennender Hahnenfuß (*Ranunculus flammula*) oder im Uferbereich Breitblättriger Rohrkolben (*Typha latifolia*) und Flatter-Binse (*Juncus effusus*).

3.5 Lebensraum Quelle

Quellen sind lokal begrenzte Bereiche, in denen Grundwasser zeitweise oder ständig austritt und oberirdisch abfließt. Sie sind damit Schnittstellen zwischen dem unterirdischen und dem oberirdischen Wasserkreislauf. Das Grundwasser kann dabei aus sehr unterschiedlich großen und geologisch verschiedenen Einzugsgebieten kommen. Die vom Quellwasser beeinflusste Umgebung der Quelle und der Beginn des abfließenden Baches werden zusammengefasst als Quellbereich bezeichnet.

Zur Klassifizierung der Quellen werden verschiedene Ansätze benutzt, zum Beispiel Geografie, Wasserchemismus oder Mineralstoffgehalt. Der [Bayrische Quelltypenkatalog](#) orientiert sich bei der Typisierung von Quellen an zwei Parametern: am Austrittsverhalten des Wassers und an den vorherrschenden Substrattypen. Aus der Kombination dieser Typisierungsparameter lassen sich für Bayern [14 Quelltypen](#) abgrenzen.

Nach dem Austrittsverhalten des Wassers werden drei Grundtypen eingeteilt:

- Fließquellen (Rheokrene)
- Sicker-/Sumpquellen (Helokrene)
- Tümpelquellen (Limnokrene)

Quelllebensräume sind durch sehr konstante Umweltbedingungen geprägt. So entspricht die Quelltemperatur mit 6 bis 10 °C der mittleren jährlichen Lufttemperatur und ist damit im Sommer vergleichsweise kühl, im Winter dagegen warm. Außerdem ist das Quellwasser außerordentlich rein, da auf dem Weg durch Boden und Gestein Mineralstoffe herausgefiltert wurden.

In den Quellen Mitteleuropas leben rund 1.500 verschiedene Tierarten (LFU 2020). Davon sind 465 Arten echte Quellspezialisten (krenobionte Arten), die nur in diesen räumlich sehr begrenzten Lebensräumen vorkommen. Zu ihnen gehören zum Beispiel der Alpenstrudelwurm (*Crenobia alpina*), die Quellköcherfliege (*Crunoecia irrorata*) und die Bayerische Quellschnecke (*Bythinella bavarica*). Der Großteil der Quellarten sind Zerkleinerer und Detritusfresser wie die Flohkrebse, die Falllaub oder Totholz zersetzen oder Algenaufwuchs auf dem Bodensubstrat abweiden. Die Arten verteilen sich auf ganz verschiedene systematische Gruppen. Zweiflügler, Schnecken und Krebse bilden die Gruppen mit dem größten Artenspektrum. Zu den höchstentwickelten Bewohnern der Quellbiotope gehören die Larven des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra*), die auch als Leitart der Quellregionen zählen, da sie auf kühles, sauberes Wasser angewiesen sind. Auch seltene Pflanzenarten, wie das endemisch in Südbayern vorkommende Bayerische Löffelkraut (*Cochlearia bavarica*), kommen an Quellen vor.

Eine Besonderheit einiger der in den Quellen lebenden Insekten besteht in der frühen Flugzeit bereits ab Februar. Dies wird durch die im Winter vergleichsweise hohe Temperatur des Quellwassers ermöglicht, die eine Weiterentwicklung auch in dieser Jahreszeit erlaubt. In anderen Fließgewässerregionen müssen dagegen viele Arten während der kalten Jahreszeit Entwicklungspausen einlegen und beginnen deshalb erst ab April zu schlüpfen.



Abbildung 14

Quellen stellen einen besonderen Lebensraum dar. Fließquellen (oben) sind durch einen deutlich erkennbaren Wasseraustritt gekennzeichnet; charakteristisch für Sickerquellen (Mitte) ist flächig austretendes Grundwasser; dieser «Quellentyp» ist im Gelände für den Laien oft leicht zu übersehen; Tümpelquellen (unten) sind Quellaustritte am Grund einer Senke, wodurch sich ein stehendes Gewässer (Quelltümpel) entwickelt (Fotos von oben nach unten: Zoran Jokic, Julia Römheld, Eva Schubert; naturfotos.lbv.de).

3.6 Gewässer als Hotspots der Artenvielfalt – Vorstellung von Artengruppen

Angesichts der Vielgestaltigkeit der Gewässer ist es nicht verwunderlich, dass aquatische Lebensräume eine hohe Artenvielfalt aufweisen und als «Hotspots der Biodiversität» gelten: Obwohl Süßwasser-Ökosysteme nur 0,8 % der Erdoberfläche einnehmen, kommen von den 1,8 Millionen Arten auf der Erde etwa 100.000 Arten nur hier vor – das sind 6 % aller weltweit bekannten Spezies (DUDGEON et al. 2006). Eine hohe Artenvielfalt ist auch in deutschen Gewässern zu finden: So wurden zum Beispiel im Rahmen einer Langzeit-Untersuchung an einem Bach in Hessen über 1.000 wirbellose Tierarten nachgewiesen, von denen mehr als die Hälfte Wasserinsekten waren (WAGNER et al. 2011).

Maßgeblich für die hohe Artenvielfalt sind vor allem mikroskopisch kleine Organismen wie Pilze, Bakterien, Plankton und Makroinvertebraten. Auch bei anderen Organismengruppen, wie etwa bei den (Wasser-) Vögeln und natürlich bei den Süßwasserfischen, ist die Artenvielfalt hoch. In den nachfolgenden Kapiteln werden die Organismengruppen mit ihren typischen Vertretern vorgestellt.

3.6.1 Makroinvertebraten

Die wirbellosen Kleinlebewesen, die in der Bodenzone und dem Ufer-

bereich eines Gewässers leben und mit bloßem Auge erkennbar sind, nennt man Makrozoobenthos. Hierzu zählen Insekten und Insektenlarven, aber auch Schnecken (Gastropoda), Muscheln (Bivalvia), Spinnentiere (Arachnida), Strudelwürmer (Turbellaria), Egel (Hirudinea), Krebstiere (Crustacea), Hohltiere (Coelenterata) und Süßwasserschwämme (Porifera). Besonders hoch ist die Vielfalt bei den Insekten und deren Larven. Letztere haben zum Teil eine sehr lange Entwicklungszeit im Gewässer, wohingegen ihr Leben an Land häufig kurz ist und manchmal, wie bei den Eintagsfliegen, nur wenige Tage dauert. Die häufig im Gewässer zu findenden Insektenlarven gehören zu den Ordnungen der Köcherfliegen (Trichoptera), Eintagsfliegen (Ephemeroptera), Libellen (Odonata), Steinfliegen (Plecoptera), Käfer (Coleoptera), Schlammfliegen (Megaloptera) sowie zu den Zweiflüglern (Diptera) (siehe Abbildung 15).

Die Kleinlebewesen übernehmen wichtige ökologische Funktionen sowohl in Stand- als auch in Fließgewässern. Sie weiden Algen ab oder wirken beim Abbau abgestorbener Pflanzen mit, sodass sie auch zur Reinigung der Gewässer beitragen. Gleichzeitig dienen sie als Nahrung für andere Wirbellose und Fische. Unabhängig von der Artzugehörigkeit lassen sich die Organismen über ihre Ernährungsweise kategorisieren. Es werden vier **Ernährungstypen** unter-

Ernährungstypen

Die Zerkleinerer ernähren sich von Falllaub oder anderen pflanzlichen Teilen, die noch zerkleinert werden können. Weidegänger schaben den Aufwuchs von Steinen oder anderen Hartsubstraten ab. Die Sedimentfresser beziehungsweise Filtrierer (auch «Sammler» genannt) ernähren sich von feinputikulären organischen Stoffen wie verrottendem Pflanzenmaterial, Algen oder Bakterien. Dabei nehmen die Filtrierer diese Stoffe aus der Wassersäule auf, während die Sedimentfresser die Nahrung aus dem Sediment aufsammeln.

schieden: die Zerkleinerer, Sedimentfresser/Filtrierer, Weidegänger und die Räuber.

Die Zusammensetzung der Ernährungstypen hängt dabei wesentlich von der Verfügbarkeit der Nahrung ab (siehe Abbildung 7). So ist der Anteil der Zerkleinerer, wie beispielsweise den Bachflohkrebsen oder bestimmten Eintagsfliegenlarven, im Oberlauf eines Gewässers hoch, da hier der Eintrag von grobem Falllaub in die Gewässer für optimale Nahrungsbedingungen für diese Gruppe sorgt. Nach stromabwärts nimmt der Anteil der Sedimentfresser und Filtrierer kontinuierlich zu, da das Angebot an Detritus, Algen und Bakterien Richtung Unterlauf immer reichhaltiger wird. Der Anteil der Räuber ist in allen Gewässerabschnitten in etwa gleich hoch, da ihre Nahrung, lebende Tiere, überall vorhanden ist.

Da sich die Arten im Hinblick auf ihre Ansprüche an die Wasser- und Sedimentqualität sowie an die Strömung unterscheiden, werden die Makroinvertebraten als **Zeigerarten** verwendet, um den ökologischen Zustand eines Gewässers zu bewerten (siehe Abbildung 15). Abhängig von den jeweiligen Bedingungen im Gewässer – zum Beispiel Strömungsgeschwindigkeit, Substrat, Mineralstoffe, Uferbeschaffenheit – bildet sich ein gewässertyp-spezifisches Arteninventar heraus. In naturnahen Gewässern ist die Vielfalt an wirbellosen Tieren in der Regel hoch und die Arten kommen in ausgewogener Häufigkeitsverteilung vor.

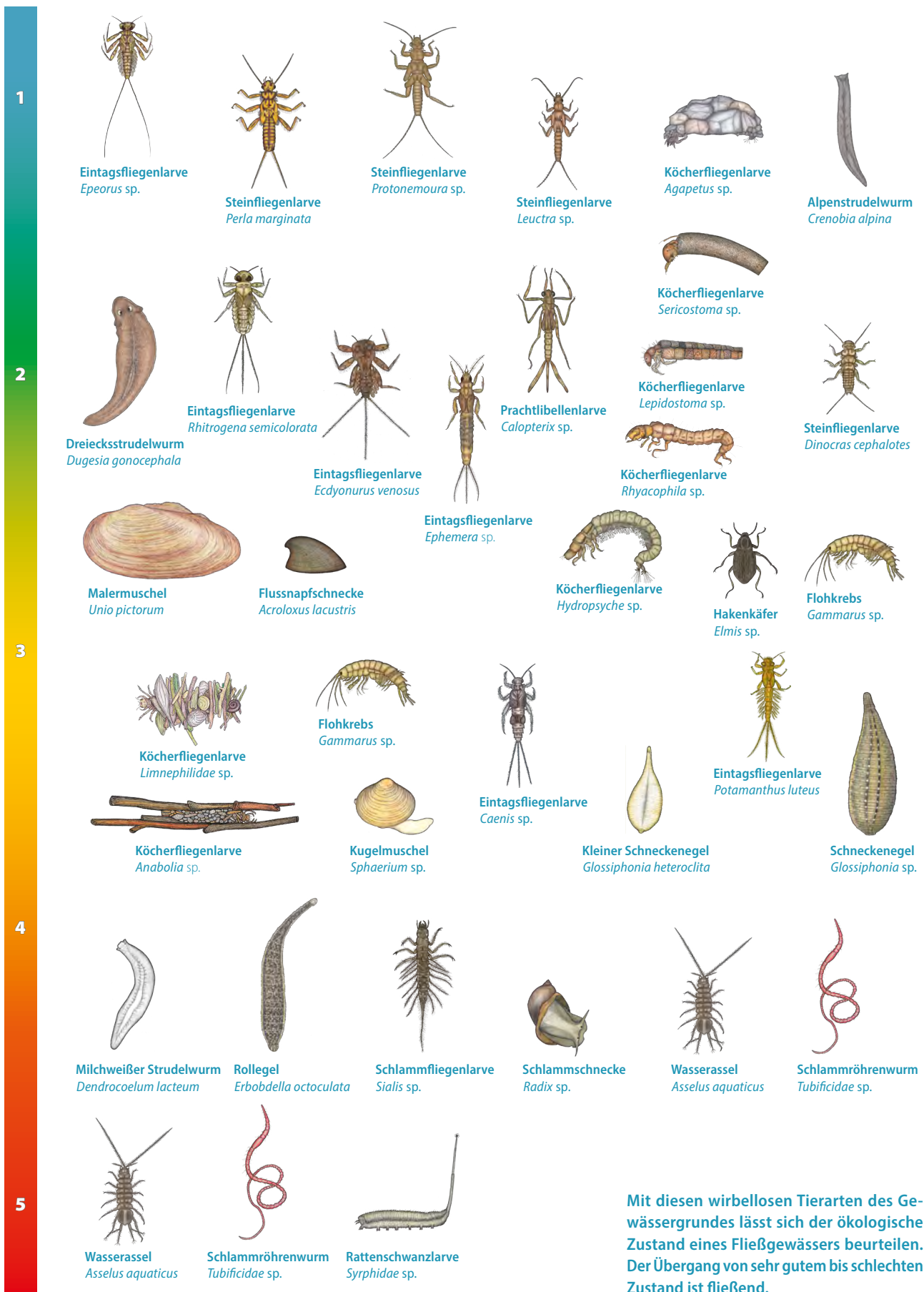
Bereits an der Körperform und dem -bau lässt sich erahnen, welche Lebensräume die jeweilige Art bevorzugt. Im Fließgewässer spielt die Anpassung an die Strömung eine besondere Rolle. Hier haben die Organismen verschiedene Strategien entwickelt, um sich gegen das Verdriften zu schützen:

- **Anheften:** Manche Arten haben Saugnäpfe, mit denen sie sich auf hartem Substrat festhalten können, wie zum Beispiel die Lidmücke (*Liponeura* sp.) mit sechs Saugnäpfen auf der Körperunterseite oder die Egel. Steinfliegenlarven oder Hakenkäfer halten sich mit Beinkrallen am Untergrund fest. Köcherlose Köcherfliegenlarven halten sich mit Haken am Hinterleib (sogenannten Nachschiebern) am Untergrund fest.
- **Beschweren:** Manche Köcherfliegenlarven bauen schwerere Steinchen in den Köcher.
- **Eingraben:** Grabende Eintagsfliegenlarven, Würmer und Steinfliegenlarven graben sich in den Gewässergrund ein.
- **Stromlinienartige oder flache Körperform:** Die Larven verschiedener Eintagsfliegen sind so stark abgeflacht, dass sie sich in die Grenzschicht von überströmten Steinen drücken können, in der nahezu keine Strömung herrscht («Prandtl'sche Grenzschicht»). Wiederum haben bestimmte Arten eine stromlinienartige Form, die der Strömung wenig Angriffsfläche bietet.

Darüber hinaus führen die Insektenweibchen vor der Eiablage den sogenannten «Kompensationsflug» flussaufwärts durch, der die Drift der Eier und Larven nach flussabwärts ausgleichen soll und so eine Verschiebung des Lebensraumes verhindert.

3.6.2 Plankton

Die in den Seen charakteristische Lebensgemeinschaft des Pelagials ist das Plankton. Der Begriff stammt aus dem Griechischen und bedeutet «das Schwebende». Als Plankton werden alle Organismen bezeichnet, die im Freiwasser schweben. Zwar können insbesondere die Zooplankter aktiv



Mit diesen wirbellosen Tierarten des Gewässergrundes lässt sich der ökologische Zustand eines Fließgewässers beurteilen. Der Übergang von sehr gutem bis schlechtem Zustand ist fließend.

Abbildung 15

Einen Teil der Beurteilung des ökologischen Zustands bilden die wirbellosen Tierarten des Gewässergrundes. (1 = Sehr gut; 2 = gut; 3 = mäßig; 4 = unbefriedigend; 5 = schlecht)

schwimmen, diese Bewegungen sind jedoch im Vergleich zu den Wasserbewegungen im See unbedeutend (SCHWÖRBEL & BRENDENBERGER 2005). Die Eier und Larvenstadien von vielen bodenlebenden Wirbellosen gehören eine Zeit lang zum Plankton, bevor sie ihren endgültigen Lebensraum am Boden aufsuchen. Manche Pflanzen- und Tierarten wiederum verbringen ihr ganzes Leben im freien Wasser. Das Plankton kann in verschiedene Gruppen eingeteilt werden: Alle photosynthetisch aktiven Organismen im Freiwasser (Algen) bilden das Phytoplankton, während die tierischen Plankter als Zooplankton bezeichnet werden.

Plankton

Im Allgemeinen sind die Organismen des Phytoplanktons viel kleiner als die des Zooplanktons. Durch unterschiedliche Maschenweiten von Fangnetzen kann man die beiden Gruppen daher trennen (für Phytoplankton: 70 µm Netz, für Zooplankton: 250 µm Netz).

Phytoplankton

Unter dem Begriff Phytoplankton sind alle photosynthetisch aktiven Organismen des Planktons zusammengefasst. Es besteht vor allem aus Kieselalgen, Grünalgen, Goldalgen sowie Dinoflagellaten und Cyanobakterien (traditionell auch «Blualgen» genannt). Die Organisationsformen der **Grünalgen (Chlorobionta)** reichen von

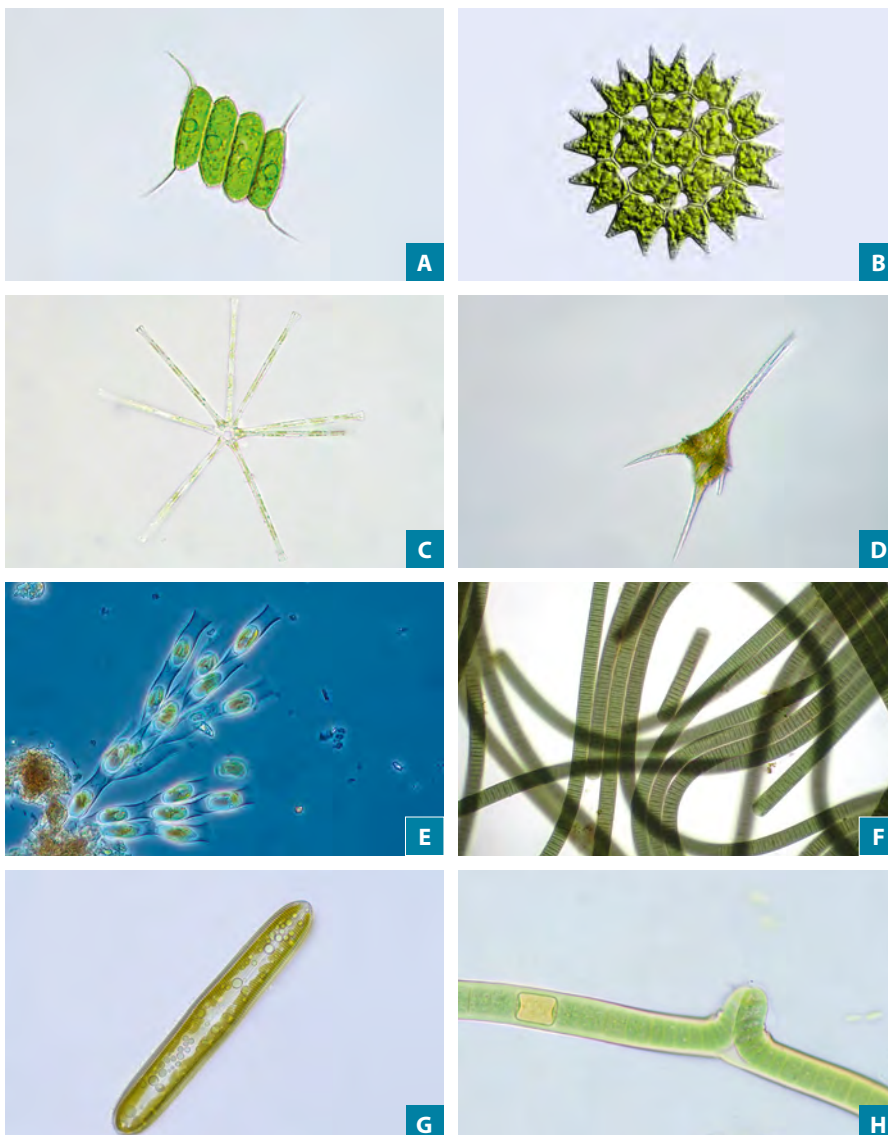


Abbildung 16

Typische Vertreter des Phytoplanktons im Süßwasser:

- A** Grünalge (Gattung *Scenedesmus*)
- B** Grünalge (Gattung *Pediastrum*)
- C** Kieselalge (Gattung *Asterionella*)
- D** Panzergeißler (Gattung *Ceratum*)
- E** Goldbraune Alge (Gattung *Dinobryon*)
- F** Fädige Cyanobakterien (Gattung *Oscillatoria*)
- G** Kieselalge (Gattung *Pinnularia*)
- H** Fädige Cyanobakterien (Gattung *Scytonema*)

(Fotos: Dr. Ralf Wagner)

Einzellern und Zellkolonien bis hin zu vielzelligen Vegetationskörpern. Die einzelligen Arten können darüber hinaus begeißelt sein. Ihre Zellkörper enthalten Chloroplasten, die ihrerseits die Photosynthese-Pigmente Chlorophyll a und b sowie oft Stärkekörper enthalten.

Cyanobakterien werden aufgrund ihres Organisationstyps den Bakterien zugeordnet, die sich vor allem durch ihre Fähigkeit zur Photosynthese auszeichnen. Ihren Namen verdanken sie dem blauen Farbstoff Phycocyanin, der ihnen auch ihre meist charakteristische Farbe gibt. Je nach Zusammensetzung der anderen Pigmente, zu denen Chlorophyll, Carotinoide und häufig Phycoerythrin gehören, dominiert die blaugrüne Färbung.

Nur ein Teil der Cyanobakterien bildet Gifte (Toxine), die bei bestimmten Konzentrationen Einfluss auf die Gesundheit des Menschen und homoiothermen Tiere haben können. Wenn sich diese giftigen Blaualgen massenhaft als Algenblüten ausbilden, kann für Badende ein gesundheitliches Risiko nicht ausgeschlossen werden.

Kieselalgen (Diatomeen) sind photosynthetisch aktive Einzeller, die in deutschen Gewässern mit rund 2.100 verschiedenen Taxa artenreich und in nahezu allen aquatischen Lebensräumen vorkommen. Dabei hat jedes Gewässer eine einzigartige Diatomeengesellschaft. Jedes Individuum besitzt zwei Schalen aus Siliciumdioxid (SiO_2) – dem Anhydrid der Kieselsäure – die wie die Hälften einer Schachtel ineinandergreifen. Diese Schalen aus Siliciumdioxid werden zur Artbestimmung verwendet. Kieselalgen sind Teil des Phytoplanktons in Seen und kommen auch in Fließgewässern als Aufwuchs auf Steinen vor. Eine Reihe von Arten können sich mit Geißeln aktiv fortbewegen, während andere bewegungslos an Wasserpflanzen, Sandkörnern

und Steinen angeheftet sind. Die Zahl der Individuen kann mehr als 20 Millionen in einem Liter Flusswasser betragen oder mehr als eine Million auf einem Quadratcentimeter Substratfläche. Weitere wichtige Taxa (= Gruppen) des Phytoplanktons sind die **Goldbraunen Algen** (Chrysophyceae), die **Dinoflagellaten** (Dinophyta) und die **Augenflagellaten** (Euglenophyta).

Zooplankton

Alle Organismen des Planktons, die keine Photosynthese betreiben, sondern sich von anderen Organismen ernähren, werden zum Zooplankton gezählt. Die Arten ernähren sich entweder herbivor – also vom Phytoplankton – oder carnivor von anderem Zooplankton. Das Zooplankton wiederum wird in Massen von Fischen gefressen.

Die Organismen des Zooplanktons gehören vielen verschiedenen Tierstämmen an. Viele Arten sind nur eine bestimmte Lebensphase lang ein Teil des Zooplanktons, wie etwa Fischlarven oder Insektenlarven. Die Fische beispielsweise entwickeln sich als Adulttiere zu guten Schwimmern und verlassen das «schwebende Zooplankton», während verschiedene Insekten nach der Larvalphase das Wasser verlassen und somit ebenfalls nicht mehr zum Zooplankton zählen. Häufige, dauerhaft dem Zooplankton angehörende Arten sind Vertreter der **Wimpertierchen** (Ciliophora), **Rädertierchen** (Rotifera) sowie Kleinkrebse, wie die **Hüpfertlinge** (Copepoda) und die **Blattfußkrebse** (Cladocera). Die Merkmale der sehr häufigen Krebstiere sind ein gegliederter Körper mit je einem Extremitätenpaar pro Körpersegment, ein Chitinpanzer, Komplexaugen, 2 Antennenpaare und Kiemenblättchen an den Beinen. **Nauplius** (griechisch: schwimmendes Schalentier) ist die Larvenform vieler Kleinkrebse, wie zum Beispiel der Muschelkrebse und Kiemenfüßer. Sie werden bis zu 1 mm groß und besitzen einen auffälligen einzelnen Augenfleck auf

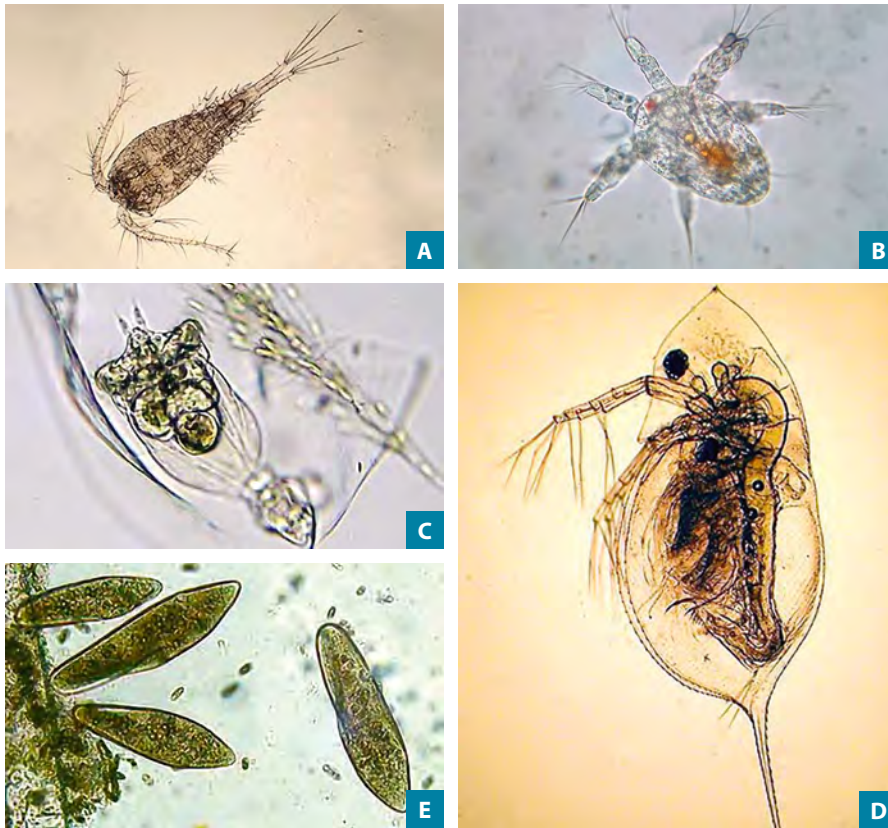


Abbildung 17
Typische Vertreter des
Zooplanktons im Süßwasser:

- A** Hüpferling
(Gattung *Cyclops*)
- B** Naupliuslarve eines
Hüpferlings
- C** Rädertierchen
(Gattung *Keratella*)
- D** Wasserfloh
(Gattung *Daphnia*)
- E** Wimpertierchen
(einzellige Eukaryoten)

(Fotos: Dr. Patrick Steinmann)

der «Stirn», der ihnen auch den Namen «Cyclops» eingetragen hat (nach den Zyklopen der griechischen Sage).

3.6.3 Fische

Im **Fließgewässer** ändert sich die Fischartenzusammensetzung entlang des Gewässerverlaufs in einer sehr charakteristischen Weise abhängig von den Strömungsverhältnissen, dem Substrat und dem Nahrungsangebot. Ein Fließgewässer lässt sich daher im Längsverlauf in Abschnitte einteilen, die nach den dort charakteristisch vorkommenden Fischarten, den Leitarten, benannt sind. Die Artenanzahl nimmt dabei nach flussabwärts natürlicherweise zu. Typische Arten der **Forellenregion** sind Bachforelle (*Salmo trutta fario*), Koppe (*Cottus gobio*), Elritze (*Phoxinus phoxinus*) und Bachneunauge (*Lampetra planeri*). In der **Äschenregion** ist die Leitart Äsche (*Thymallus thymallus*) vergesellschaftet mit Gründling (*Gobio gobio*), Nase (*Chondrostoma nasus*), Schneider (*Alburnoides bipunctatus*), Aitel (*Squalius cephalus*), Rutte (*Lota*

lota) sowie im Donauroaum mit dem Huchen (*Hucho hucho*).

Charakteristisch für die **Barbenregion**, in der die Strömung nun bereits sehr schwach ausgeprägt ist, sind neben der Barbe (*Barbus barbus*) die Fischarten Hasel (*Leuciscus leuciscus*), Nerfling (*Leuciscus idus*), Rotaugen (*Rutilus rutilus*), Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*), Brachse (*Abramis brama*), Rußnase (*Vimba vimba*), Rapfen (*Leuciscus aspius*), Wels (*Silurus glanis*) sowie Streber (*Zingel streber*) im Donauebiet. In dieser Region sind außerdem bereits Flussbarsch (*Perca fluviatilis*), Hecht (*Esox lucius*) und Zander (*Sander lucioperca*) anzutreffen. Die **Brachsenregion** ist die artenreichste Fischregion und bildet den Unterlauf eines Flusses. Die Donau in Niederbayern weist in den gestauten Bereichen die Fischartenzusammensetzung dieser Region auf. Der Leitfisch ist die Brachse (*Abramis brama*), die vergesellschaftet ist mit Güster (*Abramis bjoerkna*), Zander, Flussbarsch, Rotfeder, Rotaugen, Schleie



Abbildung 18

Die Barbe (*Barbus barbus*) ist die namensgebende Fischart einer Fischregion. Charakteristisch sind die vier dicken Barteln an der Oberlippe (Foto: Ingo Zahlheimer).

(*Tinca tinca*) und Hecht. Ebenso kommen Karpfen (*Cyprinus carpio*), Karausche (*Carassius carassius*), Laube (*Alburnus alburnus*) und Wels vor.

Die **Kaulbarsch-Flunderregion** ist die letzte Fischregion, sie liegt im Mündungsdelta zum Meer im Einflussbereich von Ebbe und Flut. Die Fließgewässer Bayerns weisen diese Region naturgemäß nicht auf. Typische Arten dieser Region sind neben dem Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*) die Flunder (*Platichthys flesus*), Meeräschen, Stör und Aal (*Anguilla anguilla*) sowie der Dreistachlige Stichling (*Gasterosteus aculeatus*).

Im **Stillgewässer** leben Fische sowohl ufernah am Gewässerboden als auch im Freiwasser. Besonders die Uferbereiche sind wichtige Teillebensräume für viele verschiedene Fischarten, da ausreichend Nahrung sowie Brut- und Aufzuchtträume für die Jungfische vorhanden sind. Häufig anzutreffende Arten sind dort Rotfeder, Rotaugen, Bitterling (*Rhodeus amarus*), Aitel, Flussbarsch, Brachse oder Schleie und während der Laichzeit auch Hecht oder Karpfen, die ihren Laich an die Unterwasserpflanzen heften. In kleineren Gewässern sind Dreistachliger Stichling (*Gasterosteus*

aculeatus) und Moderlieschen (*Leuciscus delineatus*) häufige Arten. In der lichtdurchfluteten Bodenzone kommen Rutten (*Lota lota*), Karauschen (*Carassius carassius*), oder seltener auch Bachschmerlen vor (*Barbatula barbatula*). Das Freiwasser eines Sees ist der Lebensraum verschiedener Raubfische – zum Beispiel Zander, Seeforelle, Seesaibling oder Wels – als auch von Friedfischen: verschiedene Renkenarten (*Coregonus* sp.) oder Mairerken (*Alburnus chalcoides*) ernähren sich vom Zooplankton oder Mückenlarven in der Wassersäule.

Viele Fließ- und Stillgewässer weisen heute eine stark veränderte Fischartengemeinschaft auf. Dies liegt hauptsächlich an den gravierenden Veränderungen der Gewässer durch Begradigung, Verbau, aber auch an der Einführung bzw. Einwanderung von gebietsfremden Arten. Ein Beispiel hierfür ist die ursprünglich in den Brackwassergebieten des Schwarzen Meeres vorkommende Schwarzmundgrundel (*Neogobius melanostomus*), die heute stellenweise hohe Bestandsdichten in der niederbayerischen Donau erreicht (CERWENKA 2018).

3.6.4 Amphibien und Reptilien

In Deutschland sind 20 Arten aus der Klasse der Amphibien nachgewiesen. Bis auf die Rotbauchunke (*Bombina orientalis*), die ihren Hauptverbreitungsschwerpunkt in Ostdeutschland besitzt, kommen alle Arten auch in Bayern vor. Fast alle Amphibien Bayerns sind in ihrem Entwicklungszyklus an das Wasser gebunden. Nur der Alpensalamander (*Salamandra atra*) bildet eine Ausnahme: Die Weibchen legen keine Eier, sondern bringen voll entwickelte Jungtiere zur Welt, die bereits Lungen entwickelt haben (Ovoviviparie). Auch der Feuersalamander (*Salamandra atra*) ist ovovivipar, die kiementragenden Larven müssen jedoch ins Wasser, meist an flachen Stellen von kühlen Quellbächen oder manchmal auch von Pfützen,

abgelegt werden. Die Amphibien suchen jeweils unterschiedliche Winterquartiere auf. Abhängig von der jeweiligen Art überwintern sie entweder am Grund von Gewässern (zum Beispiel der Seefrosch) oder an Land in Erdhöhlen (zum Beispiel die Erdkröte) oder in morschen Baumstümpfen, in Steinhäufen, Gesteinsspalten oder in sonstigen, möglichst frostfreien Verstecken. Jede Amphibienart hat daher unterschiedliche Ansprüche an einen geeigneten Lebensraum, der neben einem Landlebensraum auch Laichgewässer und Überwinterungsmöglichkeiten in enger Verzahnung bieten muss.

Zu den häufig vorkommenden Amphibien in Bayern zählen Grasfrosch (*Rana temporaria*), Teichfrosch (*Pelophylax esculentus*), Bergmolch (*Ichthyosaura alpestris*), Teichmolch (*Lissotriton vulgaris*) und Erdkröte (*Bufo bufo*). Sie bevorzugen Stillgewässer wie Weiher, Teiche und seltener Seen als Fortpflanzungsgewässer. In ruhigeren Abschnitten von Fließgewässern kann man den Grasfrosch ebenfalls antreffen. Nach der Fortpflanzung und dem Laichen verlassen die Tiere das Gewässer und wandern zurück in die Lebensräume an Land, wo sie den Sommer verbringen. Während die Bestände der meisten Amphibien eher rückläufig sind, kann der Seefrosch (*Pelophylax ridibundus*) immer öfter beobachtet werden: er breitet sich seit circa 50 Jahren aus und nutzt Weiher, Seen oder auch Stillwasserzonen in Fließgewässern sowohl als Laichgewässer als auch als Sommerlebensraum.

Die amphibischen Bewohner der einstigen Wildflusslandschaften und deren Auengebieten sind infolge der starken Veränderung der Gewässer durch den Menschen heute fast verschwunden. Sie leben meist nur noch in Kiesgruben oder künstlich angelegten Tümpeln im Pionierzustand. Überhaupt sind die Amphibien von allen Tiergruppen in Bayern mit



Abbildung 19

Häufige Amphibien in Bayern:

- A** Grasfrosch (*Rana temporaria*)
- B** Teichfrosch (*Pelophylax esculentus*)
- C** Erdkröte (*Bufo bufo*)
- D** Teichmolch (*Lissotriton vulgaris*)
- E** Bergmolch (*Ichthyosaura alpestris*)

Fotos: A – Mario Harzheim/Piclease, B – Raimund Kirschbaum/Piclease, C – Gerd Herrmann/Piclease, D und E – Wilhelm Gailberger/Piclease.

Abbildung 20

Grundsätzlich können alle Schlangen schwimmen. Ringelnattern tun dies aber besonders gerne (Foto: Stefan Ott/Piclease).



am stärksten gefährdet: Von den 19 Arten weisen 12 einen Rote Liste-Gefährdungsstatus auf – das sind fast zwei Drittel aller heimischen Amphibien-Arten. Drei Arten sind sogar in der höchsten Gefährdungskategorie (RL 1) «vom Aussterben bedroht»: Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*), Moorfrosch (*Rana arvalis*) und Wechselkröte (*Bufo viridis*). Fünf weitere Arten gelten als stark gefährdet (RL 2), darunter auch der Europäische Laubfrosch (*Hyla arborea*), der als einzige einheimische Amphibienart klettern kann. Aufgrund von eingeschleppten Amphibienkrankheiten gilt es, besondere Hygienemaßnahmen bei Aktionen an Gewässern einzuhalten (siehe [Modul 7](#)).

Unter den **Reptilien** Bayerns sticht die Ringelnatter (*Natrix natrix*) als hervorragende Schwimmerin hervor. Während die anderen Schlangenarten zu Lande Jagd auf Beute machen, ist die Ringelnatter im Wasser unterwegs auf der Suche nach Amphibien und Kleinfischen. Früher nannte man sie daher auch «Schwimmnatter» oder «Wassernatter».

Die tagaktive Schlange ist sowohl in Stillgewässern als auch an Fließgewässern zu beobachten. Dabei streckt sie den Kopf aus dem Wasser. Die Art ist in ganz Bayern verbreitet und häufig, gleichwohl ist auch diese Art als gefährdet eingestuft. Für den Menschen ist diese ungiftige Schlange ungefährlich. Neuere Erkenntnisse zeigen, dass

in der bayerischen Alpenregion die Alpen-Barrenringelnatter (*Natrix helvetica* spp.) vorkommt, die bisher nur aus den Südalpen bekannt ist.

Die Europäische Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*) ist in Europa die einzige Schildkrötenart, die ihr Verbreitungsgebiet bis in die nördlichen Regionen der Alpen ausdehnen konnte. In Deutschland hat die Art jedoch nur mehr sehr wenige natürliche Vorkommen, die in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern liegen. Die heute in Bayern vorkommenden Sumpfschildkröten wurden nach heutigem Wissensstand und genetischen Analysen zufolge ausgesetzt und stammen aus dem Mittelmeergebiet oder der Region am Schwarzen Meer (ANDRÄ et al. 2019). Häufig handelt es sich bei Funden von Schildkröten in bayerischen Gewässern jedoch nicht um Sumpfschildkröten, sondern um nicht-heimische Arten wie die Nordamerikanischen Schmuckschildkröten (*Trachemys scripta* ssp.). Diese können zwar hier überwintern, eine erfolgreiche Reproduktion wurde jedoch nicht nachgewiesen.

3.6.5 Wasservögel

Wasservögel lassen sich im Unterschied zu vielen anderen Organismengruppen am Gewässer ohne Hilfsmittel relativ einfach und gut beobachten. An nahezu allen Seen, Flüssen und Bächen kann man eine Vielzahl von verschiedenen Arten entdecken. Viele Vögel sind außerdem ganzjährig in



Abbildung 21

Häufige Wasservögel in Bayern: Neben Höckerschwan und Stockente, kommt die Reiherente (A) besonders häufig an Stillgewässern vor. Weitere häufige Arten sind Haubentaucher (B) Blässhuhn (C) und Lachmöwe (D). Seltener bekommt man die Krickente (E) zu sehen. Einige der häufigsten nicht heimischen Arten ist die Kanadagans (F), die in Bayern mittlerweile etabliert ist. Bei vielen Arten unterscheiden sich Männchen und Weibchen deutlich in ihrem Federkleid, wie hier beim Gännesäger, einer typischen Art der Fließgewässer (G = Männchen, H = Weibchen). (Alle Fotos von Piclease, Bildautoren: A – Achim Stöckinger, B – Martin Kreuels, C – Wilhelm Irsch, D – Guntram Hufler, E – Jörg Hemmer, F – Gerd Herrmann, G und H – Wilhelm Gailberger)

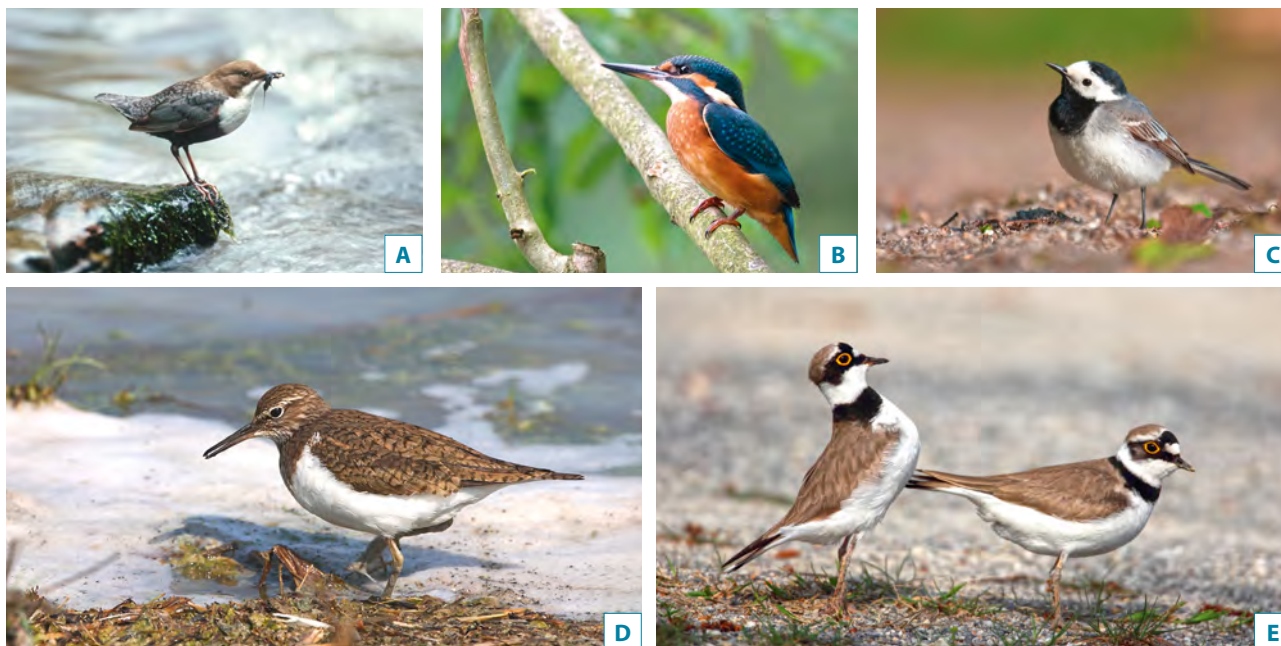


Abbildung 22

Zu den häufiger vorkommenden Arten an Fließgewässern gehören die Wasseramsel (A), der Eisvogel (B) und die Bachstelze (C). Echte Raritäten sind dagegen der in Bayern vom Aussterben bedrohte Flussuferläufer (D) und der Flussregenpfeifer (E).

(Alle Fotos von Piclease, Bildautoren: A – Reinhard Siegel, B und C – Christian Müller, D – Hans Glader, E – Wilhelm Gailberger)

Bayern anzutreffen, da sie als Standvögel sowohl im Frühjahr hier brüten als auch an unseren Gewässern überwintern. Da sich die Gefiederfärbungen im Winter und im Sommer unterscheiden, ist die Bestimmung von Enten, Tauchern, Gänsen und Möwen mitunter nicht einfach. Die häufigsten Arten sind jedoch gut zu unterscheiden. An Stillgewässern zählen hierzu vor allem Stockente (*Anas platyrhynchos*), Reiherente (*Aythya fuligula*), Blässhuhn (*Fulica atra*), Graugans (*Anser anser*), Haubentaucher (*Podiceps cristatus*) und Höckerschwan (*Cygnus olor*). Die bei uns häufigste Möwenart ist die Lachmöwe (*Chroicocephalus ridibundus*). Unter den oft vergesellschafteten Entenarten kann man mit etwas Glück manchmal auch die seltene Krickente (*Anas crecca*) beobachten. Sie bevorzugt kleine Seen oder verwachsene Buchten.

Immer wieder ist auch der Gänseäger (*Mergus merganser*) zu entdecken, der an fischreichen, klaren Bächen und Flüssen brütet. Eine durch seine Größe sehr auffällige Vogelart ist der Graureiher (*Ardea cinerea*), der sowohl an flachen Stellen von Seen und Teichen als auch an

Flüssen nach kleinen Fischen oder Amphibien Ausschau hält. Auch der Kormoran (*Phalacrocorax carbo*) ist besonders als Wintergast eine sehr augenfällige Vogelart, die sich hauptsächlich von Fischen ernährt. Da zwar ein erheblicher Teil der bayerischen Brutvögel im Herbst die Brutgebiete verlässt, dafür aber Wintergäste aus Skandinavien hier überwintern, ist die Art ganzjährig zu beobachten. Neben den einheimischen Vogelarten gibt es mittlerweile eine ganze Reihe von Neozoen, die sich in Bayern angesiedelt haben oder angesiedelt wurden. Die prominentesten Vertreter sind die Nilgans (*Alopochen aegyptiaca*) und die Kanadagans (*Branta canadensis*). Gerade in städtischen Gewässern sind die beiden Arten oft zu sehen.

Zu den typischen Vogelarten an größeren Bächen und Flüssen gehören die Wasseramsel (*Cinclus cinclus*), die watend und tauchend nach Wasserinsekten oder Bachflohkrebsen jagt, und Gebirgsstelze (*Motacilla cinerea*) sowie die Bachstelze (*Motacilla alba*). An klaren Fließ- und Stillgewässern entdeckt man mit etwas Glück den schillernd blauen Eisvogel (*Alcedo atthis*), der wie ein Kugelblitz knapp über der Wasseroberfläche und in

einer geradlinigen Flugbewegung über das Wasser fliegt. Eisvögel sind Stoßtaucher: von einer Sitzwarte aus tauchen sie blitzschnell bis 1 m unter die Wasseroberfläche, um einen Fisch zu erbeuten. Zu den seltenen Vogelarten in Bayern gehören der Flussregenpfeifer (*Charadrius dubius*) und der mittlerweile vom Aussterben bedrohte Flussuferläufer (*Actitis hypoleucos*). Beide Arten brüten typischerweise im Bereich von Kiesbänken naturnaher Flüsse, die eine hohe Dynamik aufweisen und regelmäßig Sediment umlagern und aufschütten. Da diese Bereiche der Flüsse aufgrund des Gewässerverbaus selten geworden sind, sind die Bestände beider Arten stark zurückgegangen.

3.6.6 Säugetiere

Einige Säugetierarten haben sich gut an das Leben am und im Wasser angepasst. Die Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*) beispielsweise, die zur Ordnung der Insektenfresser gehört (nicht zur Ordnung der Nagetiere!), taucht am Grund von Bächen und Teichen nach Kleinkrebsen, Insektenlarven und anderen Wasserlebewesen (siehe Abbildung 23).

Größere Nahrungstiere wie Frösche, Molche und kleine Fische werden mit einem Gift erbeutet, das die Wasserspitzmaus in den Unterkieferspeicheldrüsen produziert. Sie hat eine Art «Tauchausrüstung»: Die Borstensäume an den Füßen der nur 70 mm großen Tierart funktionieren wie Schwimmhäute und der Borstenkiel am Schwanz wird zum Steuern verwendet. Die Deckhaare des Fells haben eine besondere Struktur und Anordnung, sodass beim Tauchen Luftbläschen im Fell hängen bleiben. Dadurch können Nässe und Kälte nicht bis auf die Haut vordringen. Die Wasserspitzmaus besiedelt naturnahe Uferbereiche von Gewässern aller Art. In Bayern ist sie relativ weit verbreitet, allerdings ist sie in den Alpen vermutlich seltener als außerhalb

(BAYLFU 2017). Die nah verwandte Sumpfspitzmaus (*Neomys anomalus*) ist weniger stark an Gewässer gebunden und kann manchmal sogar in Feldern oder im Siedlungsbereich beobachtet werden. Ihr Verbreitungsgebiet in Bayern ist jedoch kleiner und lückenhafter als das der Wasserspitzmaus. Beide Arten waren wahrscheinlich Anfang des 20. Jahrhunderts noch weitaus häufiger als heute, da die Gewässer und Feuchtgebiete stark verbaut und verändert wurden. Von einem weiteren Verlust der Bestände infolge des Rückgangs von Feuchtgebieten und Kleingewässern in den nächsten Jahren wird ausgegangen (BAYLFU 2017).

In den bayerischen Gewässern waren sowohl der Fischotter (*Lutra lutra*) als auch der Biber (*Castor fiber*) lange Zeit ausgestorben, heute kommen sie jedoch vielerorts wieder vor. Beide Arten wurden über Jahrhunderte intensiv bejagt, hinzu kamen die starke Veränderung des aquatischen Lebensraumes, etwa durch den Bau von Dämmen oder der Begradigung von Flüssen. Da die Bejagung der Arten verboten ist und sie unter strengem Schutz stehen, besiedeln Biber und Fischotter wieder viele Gewässer in Bayern. Dabei bevorzugt der Fischotter flache Flüsse mit zugewachsenen Ufern

Abbildung 23

Die Wasserspitzmaus jagt unter Wasser nach Insektenlarven, Fröschen und kleinen Fischen (Foto: Stephen Dalton, nature picture library).



Biber, Nutria oder Bisam?

Häufig wird der Biber mit dem Bisam oder der Nutria verwechselt. Der Biber ist deutlich größer als Bisam (Bisamratte) und Nutria (Sumpfbiber) und durch die Kelle – den breit abgeplatteten Biberschwanz – eindeutig zu erkennen:



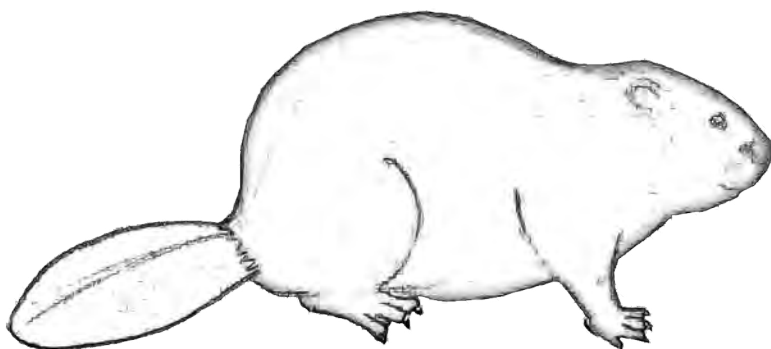
Bisam

Länge bis 35 cm + 25 cm Schwanz



Nutria

Länge bis 65 cm + 40 cm Schwanz



Biber

Länge bis 100 cm + 35 cm Schwanz
(abgeplattete «Kelle»)

und Überschwemmungsebenen, wo er sich vorwiegend von Fischen ernährt. Da der Fischotter ein nachtaktives, sehr scheues Tier ist, braucht man etwas Glück, um ihn in freier Wildbahn beobachten zu können. Häufiger findet man ihn jedoch an «prominenten» Plätzen auf größeren Steinen oder am Ufer Fischotterlosungen, die an den Schuppenüberresten der Fische leicht zu erkennen sind.

Biber besiedeln sowohl stehende als auch fließende Gewässer. Sie stauen ihre Wohngewässer auf, um leichter an Nahrung zu kommen und um den Eingang ihrer Baue unter Wasser zu halten. Der Biber ist ebenfalls nachtaktiv, in bekannten Biberrevieren kann man ihn jedoch häufig auch tagsüber beobachten. In jedem Fall spannend ist es, nach Biberspuren zu suchen, die mittlerweile an den meisten Gewässern zu entdecken sind.

Die spindelförmige Körperform erlaubt es ihm, energieeffizient zu schwimmen. Die besonders großen Hinterfüße mit Schwimmhäuten zum Paddeln dienen dabei zum Antrieb. Das Fell des Bibers ist perfekt an das Wasserleben angepasst. Es ist extrem dicht mit bis zu 23.000 Haaren auf einem Quadratcentimeter am Bauch. Der Biber kann aktiv bis zu fünf Minuten tauchen. Wenn er bei Gefahr nur abtaucht und ruhig unter Wasser liegt,

(Grafik: Sandra Müller)

Abbildung 24

Die Schneidezähne des Bibers sind auf der orangefarbenen Vorderseite außerordentlich hart, auf der Rückseite etwas weicher. Auf diese Weise werden die Zähne laufend nachgewetzt. Als Anpassung an das Leben im Wasser weisen die Hinterfüße Schwimmhäute auf
(Fotos: Gerhard Schwab).



kann er die Zeit unter Wasser sogar auf 20 Minuten verlängern. Die Kelle des Bibers dient beim Schwimmen als Steuerruder und Zusatzantrieb, im Winter als Fettdepot. Zugleich funktioniert sie unter Artgenossen als Alarmsignal: Bei Gefahr schlägt der Biber mit der Kelle so kräftig auf die Wasseroberfläche, dass es ein lautes Klatschgeräusch gibt. Nebenbei wird die Kelle als wärmende Isoliermatte für die Biberjungen und als Stütze beim Sitzen eingesetzt.

In Bayern bewohnen die meisten Biber sogenannte Mittelbauten. Dazu graben sie zuerst unter Wasser einen aufsteigenden Gang in das Ufer, an dessen Ende über dem Wasserspiegel ein Wohnkessel angelegt wird. Dieser kann einen Durchmesser bis zu 120 cm und eine Höhe von 60 cm haben. Die dünne Decke des Ganges und des Baus verstärkt der Biber mit Ästen und Zweigen. Der Eingang liegt dabei immer unter Wasser. Wenn die Ufer hoch und stabil genug sind, zum Beispiel durch Wurzelwerk von Bäumen, müssen Biber ihren Bau nicht zusätzlich verstärken. Diese sogenannten Erdbaue sind nur schwer zu finden. Große, ganz von Wasser umgebene Burgen baut der Biber nur, wenn die Ufer sehr flach sind oder er die Ufer durch Biberdämme überstaut hat.

Die Fähigkeit, Dämme bauen zu können, ist dem Biber angeboren und



Abbildung 25

Nur Biber können Bäume fällen und Äste ganz abnagen und transportieren. Deren Rinde dient ihnen als Winternahrung (Foto: Peter Sturm).

er baut diese nur, wenn es notwendig ist. Hauptzweck der Dämme ist es, eine Wassertiefe von mindestens 80 cm zu sichern, um den Eingang zum Bau unter Wasser zu halten.

3.6.7 Höhere Pflanzen und Moose

Wasserpflanzen (Makrophyten) weisen viele Anpassungen an ein Leben im Wasser auf. Das auffälligste Merkmal der vollständig untergetauchten Arten ist wohl das Fehlen von Festigungsgewebe, das im Wasser nicht gebraucht wird. Außerdem ziehen diese Pflanzen Mineralstoffe und den Sauerstoff aus dem Wasser, sodass weniger Spaltöffnungen angelegt sind und auch die Cuticula reduziert ist. Schwimmblattpflanzen weisen häufig ein Durchlüftungsgewebe (Aerenchym) mit großen Zellzwischenräumen (Interzellularen) auf, das die untergetauchten Blattorgane mit Sauerstoff versorgt. Die

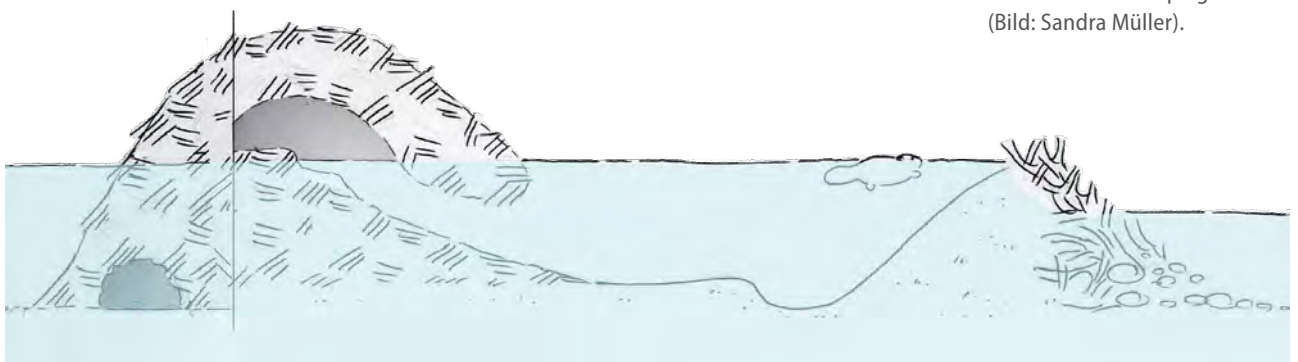


Abbildung 26

Querschnitt durch einen Biberbau. Der Eingang zum Bau liegt immer unter dem Wasserspiegel (Bild: Sandra Müller).

Bestäubung findet entweder auf oder unter Wasser statt, wobei die vegetative Vermehrung eine größere Bedeutung für die Verbreitung der Wasserpflanzen hat.

In Fließgewässern mit starker Strömung wachsen vorwiegend untergetauchte Moose, zum Beispiel das Gewöhnliche Quellmoos (*Fontinalis antipyretica*) aber auch der flutende Hahnenfuß (*Ranunculus fluitans*), der oft große, auffällige Bestände bildet. In langsamer fließenden Gewässern sind häufig verschiedene Vertreter der Laichkräuter (Gattung *Potamogeton*) anzutreffen. Die Beschattung der Gewässer spielt immer eine große Rolle, ob ein Fließgewässerabschnitt mit Unterwasserpflanzen bewachsen ist oder nicht. Für jeden Fließgewässertyp (siehe Kapitel 3.2) ist eine Artenliste typischer Pflanzen im > [Typ-Steckbrief](#) zu finden.

An Seen bilden sich abhängig von der Tiefe typische Pflanzengesellschaften aus, die namensgebend für die Zonen des Litorals sind:

- **Röhrichtzone:** Direkt am Ufer im Flachwasserbereich ragen die dort angesiedelten Pflanzen weit über die Wasseroberfläche hinaus. Dominierend sind schilfartige Pflanzen, die sogenannten Röhrichte, vor allem Schilfrohr (*Phragmites australis*), Rohrkolben (*Typha* spp.), Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) oder Wasser-Schwaden (*Glyceria maxima*), aber auch Igelkolben (*Sparganium* spp.), Kalmus (*Acorus calamus*) und Sumpf-Schwertlilie (*Iris pseudacorus*).

Aus pflanzenökologischer Sicht ist diese Zone vergleichsweise artenarm, jedoch stellen Röhrichte einen bedeutenden Lebensraum für Insekten und Wirbeltiere dar.

- **Schwimblattzone:** Typische Pflanzen dieser Zone weisen neben

unter dem Wasserspiegel liegenden Wasserblättern auch Schwimmblätter auf. Sie sind mit ihren Wurzeln im Boden verankert. Da die Blätter vom Wasser getragen werden, besitzen sie kein Festigungsgewebe. Die Schwimmblätter besitzen auf der Oberseite Spaltöffnungen, sodass der Gasaustausch über die Atmosphäre erfolgt.

Typische Pflanzenarten dieser Zone sind: Gelbe Teichrose (*Nuphar lutea*), Weiße Seerose (*Nymphaea alba*), Wasser-Knöterich (*Persicaria amphibia*), Schwimmendes Laichkraut (*Potamogeton natans*), Gewöhnliches Pfeilkraut (*Sagittaria sagittifolia*).

- **Tauchblattzone:** Dies ist die letzte durchlichtete Zone vor dem Übergang in das lichtlose Profundal. Die Pflanzen in dieser Zone sind vollständig untergetaucht. Häufig dominieren verschiedene Laichkrautarten, wie zum Beispiel Durchwachsenes Laichkraut (*Potamogeton perfoliatus*) oder Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*), ebenfalls häufig kommen Spreizender Wasserhahnenfuß (*Ranunculus circinatus*) und Ähriges Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) vor sowie das im Wasser frei treibende, nicht wurzelnde Raue Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*). Häufig kommen in sauberen Gewässern Armeleuchteralgen (Characeen) vor. Sie sind im biologischen Sinne keine Höheren Pflanzen, sondern zählen aufgrund ihres Baus und der Fortpflanzung als eigenständige Gruppe.

Die Bedingungen für die floristische Besiedelung von Quellbereichen werden in großem Maße durch das Lichtangebot und durch den von den geologischen Gegebenheiten beeinflussten Wasser-Chemismus geprägt. Das Gewöhnliche Quellmoos (*Fontinalis antipyretica*) kommt häufig in Quellen vor,

in Gebieten mit hohem Kalkgehalt finden sich kalkliebende Moosarten, wie zum Beispiel das Starknervmoos (*Palustriella commutata*).

3.7 Moore und ihre Bedeutung für den Klimaschutz

Moore sind Feuchtgebiete, die bei ständigem Wasserüberschuss und hohem Grundwasserstand entstehen und durch torfbildende Vegetation geprägt sind. Abgestorbenes, organisches Material kann aufgrund von Sauerstoffmangel nicht oder nur unvollständig abgebaut werden, sodass Torf – also organisches Sediment – entsteht und mit der Zeit an Mächtigkeit zunimmt.

Je nach Herkunft des Wassers im Moorkörper wird unterschieden zwischen Hoch-, Zwischen- und Niedermoor. Hochmoore (ombrogene Moore) haben keine Verbindung mehr zum Grundwasser und beziehen ihren Wasserüberschuss allein aus Niederschlägen, während Niedermoores (geogene Moore) von Grund- und Oberflächenwasservorkommen gespeist werden. Von einem Zwischenmoor spricht man, wenn die oberen Torfbodenschichten aufgrund des Höhenwachstums bereits von ihrem Zufluss entkoppelt sind, die unteren Torfschichten jedoch noch immer vom Grund- oder Oberflächenwasser beeinflusst sind.

Die weltweit größten Moorflächen liegen in Kanada, Alaska, Nordeuropa, Sibirien und Südostasien. In Deutschland liegt der Schwerpunkt der Moorböden im Bereich der Flusstäler des norddeutschen Tieflandes (78 % der Moorflächen in Deutschland) und im Alpenvorland, mit einem Anteil von etwa 20 % (SUCCOW & JOOSTEN 2001).

Funktionsfähige, naturnahe Moore erfüllen viele ökologische Leistungen. Sie haben eine besondere Bedeutung

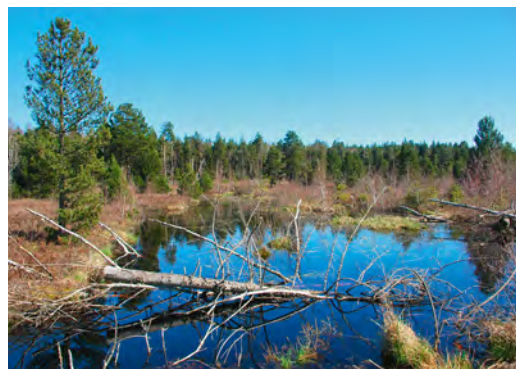


Abbildung 27

Seltene Eiszeitrelikte wie Rundblättriger Sonnentau oder Hochmoorgelbling bevorzugen Mooregebiete als Lebensraum. Auch die Kreuzotter besiedelt diesen Lebensraum gerne (Fotos von oben nach unten: Sonja Klemich/Piclease, Dr. Martin Eiblmaier, Herwig Winter/Piclease, Dr. Andreas Zehm/Piclease).

für die Artenvielfalt: seltene Eiszeitrelikte wie die Sonnentau-Arten, der Hochmoorgelbling oder die Kreuzotter (siehe Abbildung 27) kommen beispielsweise in Mooren vor.

Sie fördern außerdem den saisonalen Wasserrückhalt in der Landschaft und regulieren den Stoffhaushalt. Eine sehr wichtige Funktion kommt ihnen beim Klimaschutz zu, da sie große Mengen an Kohlenstoff speichern und somit natürliche Kohlenstoffsinken sind. Im Mittel speichern Moore circa 700 Tonnen Kohlenstoff je Hektar, sechs-mal mehr als ein Hektar Wald (LUBW 2020). In den Mooregebieten Deutschlands ist Schätzungen zufolge genauso viel Kohlenstoff gespeichert wie in den Wäldern, nämlich etwa ein Drittel der Kohlenstoffvorräte, obwohl Moore mit nur 4 % einen deutlich geringen Anteil der Landesfläche bedecken wie Wälder mit circa 30 % (BFN 2020 b).

Aufgrund des großen Flächen- und Energiebedarfs in Europa sind heute etwa 90 % der Moorböden in land- oder forstwirtschaftlicher Nutzung (BFN 2020 c). Hierzu wurden im großen Stil Moorböden entwässert, was zu einer Mineralisierung der Torfkörper und zu erheblichen Treibhausgas-emissionen führte. Entwässerte Moore geben den gespeicherten Kohlenstoff

relativ rasch als Kohlenstoffdioxid wieder frei. Neben Kohlenstoffdioxid können beim anaeroben Abbau von organischer Substanz das 21-mal stärker klimarelevante Methan und beim aeroben Abbau Lachgas (Distickstoffoxid) entstehen, das die 310-fache Klimarelevanz von Kohlenstoffdioxid aufweist. Mit der Nutzung und Zerstörung der Moore werden sie von einer Treibhausgas-Senke zur Quelle. Dieser Prozess findet bis heute statt und gefährdet die Funktion der Moore als bedeutende Kohlenstoffspeicher.

Von den insgesamt rund 220.000 Hektar Moorböden Bayerns sind heute nur noch 5 % hydrologisch intakt (WINTERHOLLER 2020). Sie emittieren 4,9 bis 5,4 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr. Damit sind die Emissionen in der Größenordnung von circa 6 % (!) der Gesamtemissionen Bayerns aus der Nutzung fossiler Energieträger (DRÖSLER & KRAUT 2020).

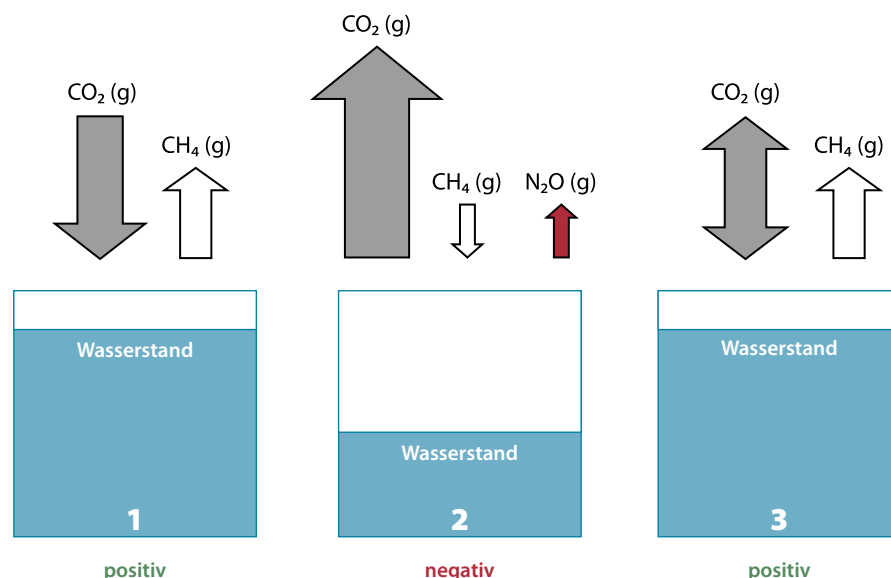
Der Schutz und die Renaturierung der Moore durch Vernässung spielt im Hinblick auf die Klimaschutzziele eine herausragende Rolle, um Treibhausgase zu reduzieren.

DRÖSLER et al. (2012) schätzen, dass durch gezielte Wiedervernässung eines

Abbildung 28

Der Wasserstand im Moorkörper ist die entscheidende Größe für die Bindung oder Freisetzung von Klimagasen (vgl. BAYLFU 2013).

- 1 **Intaktes Moor:**
klimaneutral
- 2 **Entwässertes Moor:**
Treibhausgasaustrag 15 bis 30 t CO₂-Äquivalent/ha/a
- 3 **Renaturiertes Moor:**
weitgehend klimaneutral



Moorstandorts eine Reduzierung der jährlichen Treibhausgasemissionen von 4–5,5 Tonnen CO₂-Äquivalente je Hektar möglich sind. Einen deutlichen Aufschwung erhielt die Renaturierung von Mooren in Bayern durch das Bayerische Klimaschutzprogramm (KLIP 2020 und 2050), mit dem auch die Umsetzung der Klimaziele – ergänzend zum klassischen Erhalt der moortypischen Biodiversität – in die Bemühungen Eingang fanden (WINTERHOLLER 2020). Ein zentrales Ziel des Klimaschutzes wie auch der Erhaltung der biologischen Vielfalt ist daher die Wiedervernässung von Moorböden.

3.8 Biodiversität und Nutzung von Gewässern

3.8.1 Ökosystemleistungen von Gewässern

Gewässer, Auen und Feuchtgebiete haben sowohl eine große ökologische als auch eine wichtige gesellschaftliche Bedeutung: sie tragen durch sogenannte «Ökosystemleistungen» zum Wohlergehen des Menschen bei. Dabei können Basisleistungen sowie versorgende, regulierende und kulturelle Ökosystemleistungen unterschieden werden.

Eine der vermutlich wichtigsten Leistungen der Gewässer ist die Bereitstellung von Trinkwasser. Der Großteil des bayerischen Trinkwassers wird direkt aus Grundwasser über Brunnenbohrungen oder aus Quellwasser, das nichts anderes ist als aus der Erdoberfläche austretendes Grundwasser, gewonnen. Darüber hinaus liefern die Gewässer Wasser für die Bewässerung von landwirtschaftlichen Flächen, aber auch für industrielle Produktionsprozesse. Außerdem bieten Flussauen einen natürlichen Hochwasserschutz, halten Mineralstoffe und Treibhausgase zurück, liefern Produkte wie Holz und dienen als Erholungsraum. Allerdings stellen nur intakte Flusssysteme mit ihren Auen die ganze Bandbreite an Ökosystemleistungen bereit. Bei

Basisleistungen Bodenbildung, Stoffkreisläufe, Primärproduktion von Sauerstoff, Habitat für Pflanzen und Tiere		
versorgende Leistungen Nahrungsmittel, Holz, Trinkwasser	regulierende Leistungen Hochwasser- und Erosionsschutz, Mineralstoffrückhalt, Schadstofffilter, Rückhalt von Treibhausgasen, Grundwasserbildung	kulturelle Leistungen Orte für Sport und Erholung, Tourismus, Wissenschaft, Umweltbildung

Tabelle 4

Auswahl verschiedener Ökosystemleistungen von Auen und Fließgewässern (nach verschiedenen Autoren).

Hochwasserereignissen beispielsweise können Auen nur dann große Wassermengen aufnehmen und dadurch Hochwasserwellen abschwächen, wenn sie an den Fluss angebunden sind.

Durch Trockenlegen der Auen und Nutzung zum Beispiel als Bauland, geht die Funktion des Wasserrückhalts verloren. Vor diesem Hintergrund erscheint es bedenklich, dass beispielsweise nur 10 % der Auen in Deutschland in naturnahem Zustand sind (BfN 2009) und nur etwa 9 % der Fließgewässer den guten ökologischen Zustand erreichen (UBA 2017). Dabei wäre es gerade auch aus ökonomischer Sicht sinnvoll, noch verbliebene, intakte Auen zu schützen beziehungsweise beeinträchtigte Auen zu renaturieren: die Kosten für eine naturverträgliche Flussbewirtschaftung und eine angepasste Auenutzung betragen einen Bruchteil der entstehenden Reparaturkosten von Hochwasserschäden.

3.8.2 Rückgang der Artenvielfalt

Kaum ein anderes Ökosystem Mitteleuropas wurde durch den Menschen so stark verändert, wie die Gewässer. Bereits die Römer wussten das Wasser mit ausgeklügelten Bewässerungssystemen für ihre Zwecke zu nutzen. Im Mittelalter wurden dann großflächige Waldbereiche für die Anlage von Siedlungen und Ackerland gerodet, infolge dessen die Bodenerosion und der Eintrag in die Gewässer ein-

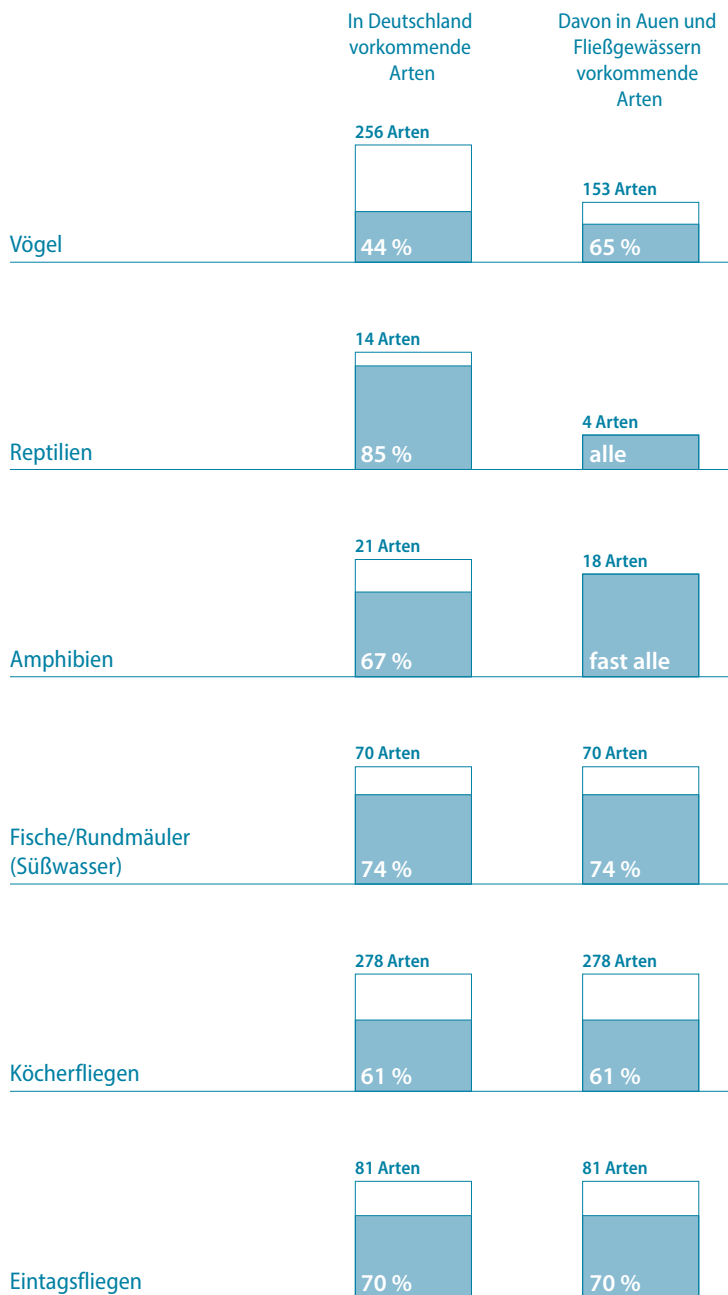


Abbildung 29

Für viele Organismengruppen sind Auen und Fließgewässer wichtige Lebensräume. Infolge der starken Veränderung dieser Lebensräume ist der Anteil gefährdeter Arten über alle Gruppen hinweg sehr hoch (verschiedene Autoren).

% = gefährdete und ausgestorbene Arten

setzte. Mit fortschreitender Industrialisierung und einer stark ansteigenden Bevölkerungsdichte erreichte die Gewässerbelastung mit der Einleitung von Abwässern und dem Gewässer Ausbau im 19. Jahrhundert ein vorher nicht gekanntes Ausmaß, das sich bis in die 1960er-Jahre hinein fortsetzte.

Kein Wunder also, dass die natürlichen Lebensgemeinschaften und damit die biologische Vielfalt in den Gewässern erheblich beeinträchtigt wurden und stark zurückgingen (siehe Abbildung 29).

Dieser negative Trend ist auch weltweit zu beobachten: Beispielsweise sind in einem Zeitraum von 40 Jahren die weltweiten Bestände der großen Süßwassertierarten (beispielsweise Flussdelfine, Krokodile, Störe) um 88 % zurückgegangen (HE et al. 2019). Der Verlust ist damit doppelt so hoch wie bei Wirbeltieren an Land oder im Meer.

Obwohl einige der historischen Beeinträchtigungen aktuell nicht mehr bestehen und vor allem die chemische Wasserqualität mit dem Bau von Kläranlagen verbessert werden konnte, verfehlen immer noch 90 % der deutschen Fließgewässer einen guten ökologischen Zustand (UBA 2017). Die Ursachen hierfür sind vielfältig und wirken häufig zusammen. Dabei gelten Mineralstoff- und Sedimenteinträge aus der intensiven Landnutzung im Einzugsgebiet sowie der Gewässer Ausbau als Hauptfaktoren für die Verschlechterung der Lebensbedingungen in den Gewässern.

Die Wirkung dieser Faktoren lässt sich anschaulich am Beispiel der Fische zeigen: die Eier von kieslaichenden Fischarten (zum Beispiel Bachforellen, Äschen oder Barben) können sich im verschlammten Gewässerbett mit den dort vorherrschenden, niedrigen Sauerstoffkonzentrationen nicht mehr entwickeln. Die zahlreichen Stauanlagen machen in vielen Fällen Fischwanderungen unmöglich, sodass die Fische nicht mehr in ihre Laichgründe aufsteigen oder Nahrungshabitate aufsuchen können.

Bei den stofflichen Belastungen erschweren besonders das Nitrat aus der intensiven Tierhaltung, Phosphorabschwemmungen in die Gewässer und die Quecksilberbelastung aus der Kohleverstromung, die Gewässer in einen guten ökologischen Zustand zu überführen.

4 Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) dient dazu, einen einheitlichen Rahmen für die Wasserpolitik der Europäischen Union zu setzen und diese stärker auf eine nachhaltige und umweltverträgliche Wassernutzung auszurichten. Mit der Einführung der WRRL im Jahr 2000 haben sich alle Mitgliedsstaaten der EU verpflichtet, bis zum Jahr 2027 alle Oberflächengewässer in einen «guten ökologischen» und «guten chemischen Zustand» zu bringen. Für Grundwasser ist ein «guter mengenmäßiger» und «guter chemischer Zustand» zu erreichen. Um das Prädikat des «guten Zustands» zu erhalten, darf ein Gewässer nur geringfügig vom potenziell natürlichen Zustand abweichen. Als Referenz gilt die natürliche, typspezifische Vielfalt an Pflanzen und Tieren in den Gewässern, ihre unverfälschte Gestalt und Wasserführung und die natürliche Qualität des Oberflächen- und Grundwassers. Dabei berücksichtigt die Beurteilung den eigenständigen Charakter des Gewässers. Für jeden Gewässertyp gibt es Leitbilder, die sich von Referenzstrecken (unbeeinflusste Strecken), historischen Quellen oder anderen Fachkarten (geologische Quellen, Bodenkarten) ableiten. Für erheblich veränderte oder künstliche Gewässer gilt anstelle des «guten ökologischen Zustands» das Umweltziel des «guten ökologischen Potenzials». Dieses Bewirtschaftungsziel ist so definiert, dass es erreicht werden kann, ohne die vorhandenen Nutzungen signifikant zu beeinträchtigen oder die Umwelt im weiteren Sinne zu schädigen. Der Schutz der Ressource Wasser in Europa soll bei gleichzeitiger Förderung einer nachhaltigen Wassernutzung langfristig sichergestellt werden. Der chemische Zustand eines Gewässers wird in erster Linie nach dem Schadstoffgehalt des Wassers ermittelt, indem die jeweiligen Konzentrationen im Gewässer gemessen und mit den sogenannten Umweltqualitätsnormen

für Schadstoffe verglichen werden. Insgesamt umfassen diese 45 prioritäre und fünf weitere Stoffe beziehungsweise Stoffgruppen sowie Nitrat.

Die Einstufung des ökologischen Zustands der Gewässer erfolgt über sogenannte biologische Qualitätskomponenten der Gewässerflora und -fauna sowie über flussgebietspezifische Schadstoffe. Das Saprobien-system, das vor Einführung der WRRL zur Bestimmung der Gewässergüte verwendet wurde, ist heute eines von mehreren Bausteinen zur Bewertung des ökologischen Zustands eines Gewässers.

4.1 Das Prinzip der Bioindikation

Bereits im 19. Jahrhundert wurden erste Versuche unternommen, den Zustand eines Gewässers und die Wasserqualität zu beschreiben. Dies geschah vorrangig im Zusammenhang mit der Gefährdung der menschlichen Gesundheit, da man erkannte, dass Organismen im Trinkwasser, das stark mit häuslichen Abwässern belastet war, die Ursache von Krankheiten wie Cholera oder Typhus darstellten. Anfang des 20. Jahrhunderts entwickelten schließlich KOLKWITZ & MARSON (1902) die Grundlage für das sogenannte **Saprobien-system**, das seither fortentwickelt wird und von 1975 bis zur Einführung der Wasserrahmenrichtlinie im Jahr 2000 zur Bewertung der biologischen Gewässergüte der Fließgewässer in Deutschland herangezogen wurde. Heute ist das Saprobien-system ein Modul von mehreren zur Bewertung des ökologischen Zustands eines Gewässers.

Die Entwicklung des Saprobien-systems beruht auf der Beobachtung, dass die Gewässerbewohner jeweils sehr unterschiedlich auf organische Verschmutzung reagieren. Wenn un-

gereinigtes Abwasser in ein Gewässer eingeleitet wird, gelangen organische Stoffe und andere Verbindungen ins Wasser. Ein großer Teil dieser Stoffe kann von Bakterien und Einzellern abgebaut werden, die sich dadurch massenhaft vermehren, Sauerstoff verbrauchen und ihrerseits von größeren Organismen gefressen werden. In den Gewässerabschnitten mit hoher organischer Belastung kommen daher nur Arten vor, die sehr geringe Sauerstoffkonzentrationen tolerieren können und relativ große Mengen an organischer, abbaubarer Substanz benötigen. Andere Arten benötigen hohe Sauerstoffgehalte und kommen daher nur in unbelasteten Gewässerbereichen vor. Die am Gewässergrund vorkommenden Organismen fungieren damit als Zeigerorganismen (Bioindikatoren) des Verschmutzungsgrades mit abbaubaren, organischen Schmutzstoffen (= **Saprobie**). Im Saprobien-system wird jeder Indikatorart ein Indexwert zugewiesen, der aus Beobachtungen hergeleitet wurde. Aus dem Mittelwert der Indexwerte aller dort lebenden Indikatorarten wird ein Zahlenwert ermittelt, der sogenannte **Saprobienindex**.

Neben der organischen Verschmutzung spielen jedoch viele weitere Faktoren eine Rolle, die die ökologischen

Prozesse in einem Gewässer beeinträchtigen können. Zum Beispiel kann ein vollständig begradigtes Gewässer mit zahlreichen, nicht durchgängigen Querbauwerken immer noch einen guten saprobiellen Zustand aufweisen. Würde man in diesem Gewässer jedoch die Fischartengemeinschaft untersuchen, ließe sich schnell erkennen, dass das Gewässer strukturelle Defizite hat und für wandernde Fische nicht durchgängig ist.

Mit Einführung der **Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)** sind daher neue Bewertungsverfahren entwickelt worden, die mehrere Artengruppen unter verschiedenen Gesichtspunkten untersuchen. Gleichwohl wird das Saprobien-system weiterhin als Maß für die Belastung mit sauerstoffzehrenden, organischen Stoffen in Flüssen herangezogen und ist somit ein Baustein in der Bewertung des ökologischen Zustands eines Gewässers.

4.2 Qualitätskomponenten und Referenzbedingungen

Im Zuge des WRRL-Monitorings werden vier Qualitätskomponenten (= Gruppen von Organismen) untersucht: Fische, Makroinvertebraten, Makrophyten und Phytoplankton.

Tabelle 5
Vereinfachtes Schema der Qualitätskomponenten, die entsprechende Belastungsfaktoren anzeigen.

Qualitätskomponente	Belastungsfaktor im Fließgewässer	Belastungsfaktor im See
Fische	fehlende Durchgängigkeit, Strukturdefizite	Eutrophierung, Nutzung und Uferverbau
Makrozoobenthos	Belastung mit biologisch leicht abbaubaren, organischen Stoffen und deren Auswirkungen auf den Sauerstoffhaushalt; Strukturdefizite	Vor allem Strukturdefizite und hydrologische Beeinträchtigung (zum Beispiel Wellenschlag) der Seeufer- und Flachwasserzonen
Makrophyten und Phyto-benthos (Phytobenthos = Aufwuchsalgen)	Mineralstoffbelastung; Langzeitindikator	Mineralstoffbelastung; Langzeitindikator
Phytoplankton	Mineralstoffbelastung; Kurzzeitindikator	Mineralstoffbelastung; Kurzzeitindikator

Unterstützend werden hydromorphologische und physikalisch-chemische Merkmale zur Bewertung verwendet. Für alle diese Organismengruppen wird die Artenzusammensetzung und Artenhäufigkeit erfasst und bewertet, bei den Fischen zusätzlich noch die Altersstruktur der Lebensgemeinschaft und beim Phytoplankton die Biomasse und das Chlorophyll. Jede dieser Gruppen reagiert auf bestimmte Belastungsfaktoren, die auf das Gewässer wirken. Dementsprechend lässt sich anhand ihres Zustandes ablesen, welche Probleme am jeweiligen Gewässer vorherrschen. Beispielsweise reagieren Fische besonders stark auf eine fehlende Durchgängigkeit oder naturferne Strukturausstattung eines Fließgewässers. Im See können sie lokalen Einflüssen ausweichen, hier zeigt ein schlechter Zustand der Fische eher Probleme hinsichtlich Eutrophierung, Nutzung oder Uferverbau an. Weicht die Artzusammensetzung und die Artenhäufigkeit des Gewässers also stark vom Referenzzustand ab, dann ist das ein starkes Indiz dafür, dass das Gewässer strukturelle Defizite hat und nicht durchgängig ist.

Die Einzelbewertungen der Qualitätskomponenten fließen in eine Gesamtbewertung des ökologischen Zustands des Gewässers ein. Die Einstufung erfolgt anhand des schlechtesten Einzelergebnisses. Wurden zum Beispiel in einem Fluss die Makroinvertebraten und die Makrophyten mit gut bewertet, die Fischfauna dagegen nur mit mäßig, ist der ökologische Zustand des Flusses nur mäßig. Es gibt insgesamt fünf Bewertungsklassen:

Klasse 1 = «sehr gut»

Klasse 2 = «gut»

Klasse 3 = «mäßig»

Klasse 4 = «unbefriedigend»

Klasse 5 = «schlecht»

Die beste Klasse 1 wird auch als «sehr guter ökologischer Zustand» oder «Referenzbedingung» bezeichnet.

Der Maßstab für die Bewertung des ökologischen Zustands des Gewässers ist seine Naturnähe. Die Ergebnisse des Monitorings an einem Gewässer werden daher mit den **Referenzbedingungen** abgeglichen, die es für jeden Fließgewässertyp (siehe [Kapitel 3.2](#)) gibt. Diese Referenzbedingungen zeigen an, welches der naturnahe Zustand eines bestimmten Gewässers wäre, im Hinblick auf Vorkommen und Häufigkeit von Pflanzen und Tieren, physikalisch-chemische Bedingungen (wie Mineralstoffe, Sauerstoff, Temperatur und pH-Wert) und auf die Hydromorphologie. Je weiter das Fließgewässer in Bezug auf die Qualitätskomponenten von den Referenzbedingungen abweicht, umso schlechter ist der ökologische Zustand. Eine Anleitung zur Recherche nach den Fließgewässer- und Seetypen in Bayern findet sich in [Modul 1](#).

4.3 Gewässerentwicklung – Ziele und Maßnahmen

Den Weg zur Erreichung des Ziels, bis zum Jahr 2027 alle Gewässer in einen guten Zustand zu überführen, hat die Europäische Union den Mitgliedsstaaten mit einem klaren Zeitplan und drei sechsjährigen Bewirtschaftungszyklen vorgegeben. In jedem Zyklus erfolgt eine Erfassung der wichtigsten Belastungen, die Aktualisierung der Zustandsbewertung und Einschätzung des Risikos die Umweltziele ohne weitere Maßnahmen zu verfehlen. Die Ergebnisse werden in Bewirtschaftungsplänen veröffentlicht und das begleitende Maßnahmenprogramm beinhaltet alle geplanten Maßnahmen zur Erreichung der Ziele. Anschließend werden die Maßnahmen umgesetzt. Das Informationsportal [«Gewässer-Bewertung»](#) des Umweltbundesamtes und der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser gibt einen umfassenden Überblick aller Verfahren, die zur Bewertung der Oberflächengewässer – Flüsse, Seen, Über-

gangs- und Küstengewässer – gemäß der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie eingesetzt werden. Wenngleich bereits Hunderte Kilometer von Gewässerstrecken renaturiert wurden, viele Querbauwerke mit Fischtreppen versehen wurden und der Ausbau der Abwasserbehandlung kontinuierlich vorangebracht wurde, ist das Ziel der Wasserrahmenrichtlinie insbesondere hierzulande ambitioniert: Aufgrund der hohen Bevölkerungsdichte und der wirtschaftlichen Entwicklung sind

viele Gewässer von den Eingriffen des Menschen überprägt. Diese Ausgangslage stellt Deutschland im Vergleich zu anderen europäischen Staaten vor große Herausforderungen. Gleichwohl hat sich der Zustand von einigen Gewässern bereits verbessert, auch wenn der «gute Zustand» im Sinne der strengen Anforderungen der [Wasserrahmenrichtlinie für Oberflächengewässer](#) flächendeckend noch nicht erreicht ist.

5 Hinweise zur Umsetzung des Themas im Unterricht

Die SuS sollen einen ganzheitlichen Zugang zur Natur und den Lebewesen erhalten. Deshalb spielen Exkursionen, Unterrichtsgänge, das Sehen und In-die-Hand-nehmen von Lebewesen, aber auch das Erzählen-Bekommen über ein Gewässer und seine Bewohner von einem «Spezialisten» eine wichtige Rolle. Bei der Konzeption der Unterrichtsmodule wurde der Erwerb von überdauernden Kompetenzen durch die SuS explizit berücksichtigt.

Mit den SuS soll nach Möglichkeit ein konkretes Gewässer untersucht werden. Damit dies an möglichst vielen Schulen umsetzbar ist, wird die Art des Gewässers nicht genannt. Neben Bächen, Flüssen, Weihern und Seen, können zum Beispiel auch der Schulteich oder temporäre Gewässer wie große Pfützen untersucht werden. Wichtig ist grundsätzlich, dass es ein für die SuS übersichtliches und gut erreichbares Gewässer ist. Im Idealfall sind im ausgewählten Ökosystem alle Klassen der Wirbeltiere beheimatet. Da sie sicher nicht immer beobachtet werden können, sind auch ihre Spuren für die SuS interessante Hinweise. Zur Einführung

des Nahrungsnetzes können natürlich neben Wirbeltieren und Pflanzen auch weitere Tiergruppen einbezogen werden (zum Beispiel Insekten).

Emotionaler Zugang zum Ökosystem

Neben der fachwissenschaftlichen Untersuchung des Lebensraumes sollten die SuS auch einen emotionalen Zugang zum Ökosystem bekommen, um sie für ihre Umwelt zu sensibilisieren und einen positiven emotionalen Bezug zu ihr herzustellen. Dies kann zum Beispiel durch unmittelbare Sinneseindrücke gefördert werden (beispielsweise Riechen, Hören, Spüren von abiotischen Faktoren wie Temperaturunterschiede; ISB 2020).

Die prozessbezogenen Kompetenzbereiche Erkenntnisse gewinnen, Kommunizieren sowie Bewerten gehen über den Erwerb von Wissen hinaus und haben stets auch eine Anwendungssituation im Blick. Verknüpft mit dem Erleben (Sinneswahrnehmungen Sehen, Hören, Riechen, Schmecken, Fühlen) und dem Handeln (Handlungskompetenz für den Erhalt der Artenvielfalt er-

werben) können auch wichtige Ziele der Bildung für Nachhaltige Entwicklung erreicht werden.

5.1 Vorgaben für die Behandlung des Themas Gewässer

Das «Ökosystem Gewässer» (NT6 1.5) in der Jahrgangsstufe 6 ist eine wesentliche Neuerung des LehrplanPLUS. Die dort aufgeführten Kompetenzerwartungen und -inhalte sind Grundlage dieser Handreichung. Daneben gibt es naturgemäß starke Bezüge zu den anderen Lernbereichen des Fachlehrplans NT dieser Jahrgangsstufe, insbesondere dem Lernbereich NT6 1.3 «Biodiversität bei Wirbeltieren». Dem Gegenstandsbereich «System», wird somit große Bedeutung bereits in der Sekundarstufe I eingeräumt.

Die Grundbestandteile eines jeden Ökosystems – Lebensgemeinschaft und Lebensraum – werden dabei von den SuS selbstständig in altersgemäßer Weise untersucht: Dazu sollen unter anderem ausgewählte Pflanzen und Tiere bestimmt und einzelne abiotische Faktoren, wie beispielsweise die Wassertemperatur, gemessen werden. Die SuS erfassen das Ökosystem als Gesamtheit. Sie erkennen sowohl den Nutzen des Ökosystems für den Menschen als auch dessen Gefährdung durch den Menschen. Sie leiten daraus Möglichkeiten zum Schutz der biologischen Vielfalt ab.

Dem Fach Biologie bzw. Natur und Technik kommt eine besondere Verantwortung zu, die Kinder für den Erhalt der Biodiversität nachhaltig zu sensibilisieren. Gerade für die Entwicklung dieser Empathie ist ein emotionaler Zugang über das Bewundern und Bestaunen der Biodiversität förderlich und die Biologielehrkräfte haben eine besondere Verantwortung, wie es im [Fachprofil Biologie](#) formuliert ist.

Damit sich bei SuS ein Gefühl für die Notwendigkeit des Schutzes von Lebewesen einstellt, muss der Unterricht «Herz, Hand und Kopf» erreichen:

«Sachwissen bleibt aber folgenlos, wenn die SuS seinen Sinn für ihr persönliches Leben nicht erkennen, sich emotional nicht angesprochen fühlen. [...] Kreativer und ästhetischer Zugang zu Umwelt und Natur sind ebenso Säulen einer Bildung für Nachhaltigkeit. Umweltbildung hat also den ganzen Menschen mit seinem Gefühl, seinem praktischen Können und seinem Sachverstand im Blick (Herz, Hand und Kopf)» (KWMBI 2003).

Weiterhin lassen sich bei einer Gewässer-Exkursion prozessbezogene Kompetenzen einüben, die im LehrplanPLUS unter NT6 1.1 «Erkenntnisse gewinnen – kommunizieren – bewerten» formuliert sind. Beispielhaft seien hierfür erwähnt:

«Die SuS...

- führen vorstrukturierte einfache naturwissenschaftliche Untersuchungen zu vorgegebenen und eigenen Themen und Fragestellungen durch und verwenden dabei ggf. einfache Geräte und Hilfsmittel,
- beobachten Lebewesen und ihre Lebenserscheinungen auch in der natürlichen Umgebung anhand von wenigen vorgegebenen Kriterien und dokumentieren strukturiert ihre Beobachtung.
- bestimmen ausgewählte Lebewesen mithilfe von in einfacher Fachsprache beschriebenen Abbildungen oder mithilfe eines einfachen dichotomen Schlüssels (ggf. digitale Nachschlagewerke), um ihre Artenkenntnis zu erweitern.»

Die Erfüllung dieser Kompetenzerwartung kann zum Beispiel durch

die Aufnahme von Lebensformspektren geschehen. In diesem Fall muss nicht bestimmt, sondern nur unterschieden werden, zum Beispiel Anzahl von submersen Pflanzen im Vergleich zu Pflanzen im Röhrriecht-gürtel, Bestimmung der Anzahl von Lebewesen einer Gruppe pro Zeit und Lebensbereich (zum Beispiel Vögel auf der Wasseroberfläche und am Ufer). Zählen von Individuen von Großgruppen (Amphibienlarven, verschiedene Insektenlarven wie Köcherfliegenlarven, Eintagsfliegenlarven, Libellenlarven), ohne diese bis zur Art zu bestimmen.

5.2 Planung von Modulen zum Thema Gewässer

Das Faszinierende und Besondere im Alltäglichen mit den SuS zu entdecken – darin liegt die Chance dieser Unterrichtseinheiten. Dies kann im Teich der Schule oder im Stadtpark, an einem Bach oder an einem Bagger- oder Badesee gleichermaßen gelingen.

Folgende Überlegungen sind bei der Vorbereitung einer Exkursion unabhängig von der Gewässergröße und -art hilfreich:

- **Verbindlichkeit:** Die Exkursion oder der Unterrichtsgang zum Gewässer ist im LehrplanPLUS explizit vorgeschrieben.
- **Jahreszeit:** Die beste Zeit für die Durchführung der Gewässeruntersuchung im Freiland ist Mai bis Juli. Zum genannten Zeitpunkt findet man hauptsächlich Insektenlarven. Um Amphibienlarven beobachten zu können, muss man wahrscheinlich früher an die Gewässer gehen.
- Auf alle Fälle ist eine **warme Witterung** günstig, da die SuS Arbeiten auch in kleinen Gewässern nass werden können (zum Beispiel durch eingeschöpftes Wasser in Gummistiefeln). Falls das Gewässer nur über ein privates Grundstück zu erreichen ist, muss mit dem Eigentümer der Zutritt zum Gewässer geklärt werden.
- **Abstimmung in der Fachschaft:** Hilfreich ist es, in der Fachschaft ein geeignetes Gewässer im Schulumfeld auszuwählen und dieses mit den verschiedenen Klassen in den folgenden Jahren immer wieder zu besuchen. So kennt man das Arteninventar, kann seine Exkursionsinhalte genau auf die Möglichkeiten vor Ort abstimmen und geeignete Bestimmungshilfen nutzen. Zudem lassen sich durch mehrjährigen Vergleich mögliche Veränderungen beobachten und dokumentieren.
- **Organisationsformen:** Praktisches Arbeiten am Gewässer kann zum Beispiel als Klassenexkursion, im Rahmen eines Schullandheimaufenthalts, als Projekttag für die ganze Jahrgangsstufe, als Schulpatenschaft für ein Gewässer oder als Unterrichtsgang zum schuleigenen Teich bzw. Tümpel organisiert werden. Wichtig ist dabei, notwendige Sicherheitsmaßnahmen auf das jeweilige Gewässer abzustimmen ([Kapitel 6](#)).
- **Externe Unterstützer:** Möglicherweise finden sich externe Fachleute, die die Schule bei der Vorbereitung oder Durchführung der Exkursion unterstützen. Kontaktadressen von Umweltbildungsstätten, Umweltverbänden, Gebietsbetreuern, Landschaftspflegeverbänden oder den unteren Naturschutzbehörden findet man im Internet.

5.3 Umsetzung des LehrplanPLUS

Die folgende Tabelle zeigt, welche Module für die Vermittlung der verschiedenen Kompetenzen und Inhalte des Lehrplanabschnittes geeignet sind.

Lehrplan PLUS	MODULE																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Die Schüler und Schülerinnen führen im Freiland Untersuchungen zu verschiedenen Umweltfaktoren im aquatischen Ökosystem durch, protokollieren ihre Ergebnisse ggf. auch mithilfe digitaler Medien und erkunden so den Lebensraum. Inhalte: abiotische Faktoren: z. B. Wassertemperatur, Sichttiefe, Fließgeschwindigkeit																														
... bestimmen Lebewesen aquatischer Ökosysteme und erkunden so deren biologische Vielfalt. Inhalte: Artenkenntnis: typische Lebewesen im Ökosystem (u. a. Pflanzen, Wirbeltiere)																														
... beschreiben ökologische Zusammenhänge innerhalb der Lebensgemeinschaft und zwischen Organismen und abiotischen Umweltfaktoren im Ökosystem. Inhalte: Nahrungsbeziehungen im Ökosystem (Nahrungsnetz); Ökosystem als Gesamtheit von Lebewesen und unbelebter Natur																														
... erkennen Gefahren für ein Ökosystem und leiten daraus Möglichkeiten des Schutzes der biologischen Vielfalt ab. Inhalte: Nutzen des Ökosystems für den Menschen, Einflüsse des Menschen auf das Ökosystem (z. B. Veränderung eines abiotischen Faktors)																														

5.4 Schnelle Übersicht über die einzelnen Module

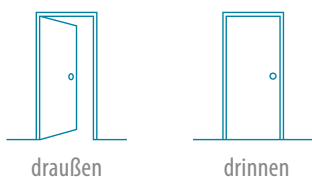
Die Unterrichtsmodule sollen von der Lehrkraft individuell ausgesucht werden. Um das richtige Modul für den

eigenen Unterricht schnell zu finden, beginnt jede Beschreibung eines Moduls mit einer Symbolleiste. Diese enthält wichtige Informationen, wie nachfolgend beispielhaft erläutert wird:

Das Modul kann von Mai bis September durchgeführt werden.

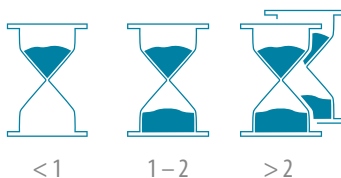


Ort



Ein Teil der Arbeiten findet im Freien, ein Teil im Klassenzimmer bzw. zuhause bei den SuS statt.

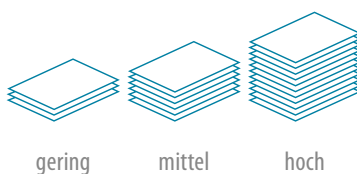
Dauer Unterrichtsstunden (Us)



Gewässertyp



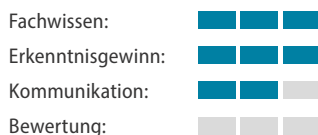
Vorbereitungsaufwand



Der Vorbereitungsaufwand wird von jedem sehr subjektiv empfunden. Die Grafik stellt zumindest einen groben Anhaltspunkt dar, wie zeitintensiv die Vorbereitung zu einem Modul ist.

SuS erarbeiten sich weitgehend selbstständig wesentliche Inhalte und Zusammenhänge (zum Beispiel Arteninventar)

Kompetenzen und Anforderungsniveau



Beobachtungen und Erkenntnisse werden in einer selbst gewählten Form dokumentiert.

SuS bekommen Anregungen und Hilfestellung zu den relevanten naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen und führen diese dann selbstständig durch. Ausgehend von den Beobachtungen sollen eigene Fragestellungen und Antwortversuche formuliert werden.

Der Kompetenzbereich Bewertung spielt bei diesem Modul eine untergeordnete Rolle.

HINWEIS:

Die Module enthalten Arbeitsblätter für die SuS (Kennzeichnung «S»), sowie Informationen oder Anleitungen für die Lehrkraft (Kennzeichnung «L»).

6 Hinweise zur Durchführung von Gewässerexkursionen

6.1 Rechtliche Aspekte

Ein Teich auf dem Schulgelände kann jederzeit für Gewässeraktionen genutzt werden, für Gewässer in der freien Landschaft gilt grundsätzlich ein freies Betretungsrecht (§ 59 Abs. 1 Bundesnaturschutzgesetz). Davon ausgenommen sind lediglich Naturschutzgebiete sowie Grundstücke an Gewässern, die im Privatbesitz sind und die deutlich mit sichtbaren Sperren oder Beschilderungen gekennzeichnet sind. Das Betreten von Uferstreifen ist nach Art. 27 Abs. 1 Bayerisches Naturschutzgesetz (BayNatSchG) ausdrücklich erlaubt.

Zum Schutz unserer heimischen Singvögel und um Konflikte mit artenschutzrechtlichen Belangen zu vermeiden, wird Folgendes empfohlen:

- An Gewässerrändern mit dichter Vegetation wie Gebüsch oder Röhricht: keine Gewässeraktion zur Hauptbrutzeit geschützter Singvögel
 - Auf Kiesflächen der Alpenflüsse: keine Gewässeraktionen bei Vorkommen geschützter beziehungsweise sehr früh brütender Vogelarten (Wasseramsel, Flussuferläufer und Flussregenpfeifer)
 - Keine Aktionen in Gewässerabschnitten mit Steilufer und Brutröhren (Eisvogel)
 - Keine Aktionen in Gewässern mit Vorkommen der streng geschützten Bach- und Flussperlmuschel
- Bei den im Folgenden beschriebenen Fangaktionen werden mit hoher Wahrscheinlichkeit besonders geschützte Arten kurzzeitig zum Betrachten und Bestimmen gefangen, unter anderem Libellenlarven, Wasserkäfer, Amphibien und deren Entwicklungsstadien. Besonders für die attraktiven größeren Tiere wie Amphibien, Libellen, Fische und Großmuscheln, gelten rechtliche Bestimmungen, die dabei zu beachten sind. Darüber hinaus gilt es, aufgrund eingeschleppter Amphibienkrankheiten, besondere Hygienevorschriften bei Aktionen an Gewässern zu beachten (siehe [Modul 7](#)). Gemäß Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) in Verbindung mit dem Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) sind unter anderem alle Amphibien und Libellen besonders geschützt, nur in sehr seltenen Fällen können auch zusätzlich streng geschützt Arten mit dabei sein. Besonders geschützt sind:
- Amphibien (Amphibia) – alle heimischen Arten (auch Laich und Kaulquappen); zusätzlich streng geschützt sind Laubfrosch (*Hyla arborea*), Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*), Gelbbauchunke (*Bombina variegata*), Kleiner Wasserfrosch (*Rana lessonae*), Kreuzkröte (*Bufo calamita*), Wechselkröte (*Bufo viridis*), Knoblauchkröte (*Pelobates fuscus*), Moorfrosch (*Rana arvalis*), Springfrosch (*Rana dalmatina*) und Kammmolch (*Triturus cristatus*).

Achtung

Bei Gewässern in Naturschutzgebieten gilt: Auf den Wegen bleiben. Anschauen erlaubt, aber keine Entnahme von Pflanzen oder Tieren!

Achtung

Besonders zu beachten: An Bächen mit Vorkommen der Bachmuschel (selten in Bächen vor allem Südbayerns) oder Flussperlmuschel (sehr selten in Weichwasserbächen des ostbayerischen Grundgebirges) sollten keine Aktionen durchgeführt werden! Beide Arten sind vom Aussterben bedroht und streng geschützt.

- Libellen (*Odonata* spp.) – alle heimischen Arten
- Kolbenwasserkäfer (*Hydrophilus* spp.) – alle heimischen Arten

Für Teiche, die für Bildungs- und Unterrichtszwecke angelegt sind, gilt:

Lehrkräfte an öffentlichen oder privaten Schulen dürfen aus den genannten Gewässern besonders geschützte Tier- und Pflanzenarten für Bildungs- und Unterrichtszwecke entnehmen (§ 3 Artenschutzrechtliche Ausnahmereordnung). Die Tiere sind an ihrem Entnahmeort wieder frei zu lassen. Dies gilt jedoch nicht für streng geschützte Arten!

Für alle übrigen Gewässer ist eine Ausnahmegenehmigung von den Verboten des § 44 Abs. 1 BNatSchG bei der zuständigen Höheren Naturschutzbehörde an der betreffenden Regierung für Zwecke der Bildung zu beantragen. Diese sollte bei der Aktion mitgeführt werden.

Fische, Neunaugen und Krebse sowie Großmuscheln unterliegen dem Fischereirecht und dürfen nur vom jeweiligen Fischereiberechtigten gefangen werden. Wer diese Tiergruppen den SuS zeigen möchte, bezieht am besten den Fischereiberechtigten mit ein. Kontakt über die jeweiligen [Fischereiverbände der Regierungsbezirke](#). Wer sich den Aufwand sparen möchte, lässt diese Tiergruppen im Gewässer.

6.2 Umgang mit Pflanzen und Tieren

Der sorgsame und verantwortungsvolle Umgang mit Pflanzen und Tieren sollte vor den Aktionen besprochen werden. Am einfachsten ist dies bei Pflanzen, da für die Bestimmung und anschließende Demonstration jeweils eine Pflanze ausreicht. Die Pflanzen werden am besten mit einem kleinen

Taschenmesser einzeln und bodennah abgeschnitten oder es kann ein Belegbild mit einer Kamera angefertigt werden. Dies erspart das Ausreißen mit meist erheblich sichtbarerem Folgen.

Die Hinweise zum vorsichtigen Umgang und zur kurzfristigen Hälterung der Tiere sollten strikt beachtet und jede Fangmethode von der Lehrkraft gezeigt werden. Gemeinsam mit den SuS werden wichtige Regeln im Umgang besprochen.

- Ich nehme jedes Tier langsam und vorsichtig auf und nehme Tiere nie zu fest in die Hand.
- Ich berühre Amphibien nicht, sondern beobachte sie nur (weitere Hinweise zu den Hygieneregeln für Amphibien in [Modul 7](#)).
- Ich lasse eingefangene Tiere nach dem Betrachten und Bestimmen so bald wie möglich wieder frei.

6.3 Vorbereitung eines Unterrichtsgangs

Die Sicherheit geht auch beim Lernen in der Natur vor. An Fließgewässern können versteckte Risiken oder «Fallen» vorhanden sein: Steine können durch Algenbeläge sehr glatt sein, an Baumwurzeln im Gewässer kann es unter Umständen tiefe Ausbuchtungen geben und die Verschmutzung von Fließgewässern zum Beispiel durch Scherben stellt mitunter ein Problem dar. Bei der Auswahl eines geeigneten Fließgewässers ist darauf zu achten, dass das Gewässer nicht zu tief und die Strömung nicht zu stark ist.

Auch Stillgewässer bergen unter Umständen für SuS nicht bekannte Gefahren. Da laut BAYKWM (1996) selbst der Schwimmunterricht unter Anleitung einer ausgebildeten Lehrkraft in freien Gewässern (Seen, Flüsse) nicht zulässig ist, muss den SuS bei der

Gewässerexkursion das Schwimmen untersagt werden.

Wenn im Rahmen der Exkursion Wassersportgeräte (Ruderboote, Kanus usw.) verwendet werden sollen, ist vorab sicherzustellen, dass alle SuS schwimmen können, alle SuS die erforderliche persönliche Schutzausrüstung (zum Beispiel Schwimwesten) tragen, alle SuS eine Unterweisung in der Benutzung der Schutzausrüstung erhalten haben und ausreichend rettungsfähige Begleitpersonen anwesend sind (DGUV 2019). Auch bei Bootsstegen ohne Absturzsicherung sind Schwimwesten zu tragen.

Unabhängig von der Art des Gewässers ist sicherzustellen, dass sich die Aufsichtspersonen und die SuS nie gemeinsam im Gewässer befinden. Wenn die Lehrkraft in einem Bach oder an einem Seeufer beispielsweise eine Untersuchungsmethode demonstriert, müssen die SuS das Gewässer verlassen. Wenn die SuS im Gewässer arbeiten, muss die Lehrkraft neben dem Gewässer an einem Ort mit guter Übersicht stehen, um gegebenenfalls schnell reagieren zu können.

Eine vorherige Erkundung des Gewässerabschnitts oder Uferbereiches ist aufgrund der besonderen Situationen in jedem Fall erforderlich. Für Gewässeraktionen gelten zudem die generellen Vorsichtsmaßnahmen für Exkursionen im Freiland. Bei Beachtung der folgenden Checkliste sollten die gängigen Probleme abgedeckt und die üblichen Gefährdungen während einer Exkursion bedacht sein.

6.4 Kommunikation – Formulierungshilfen – Gefährdungsbeurteilung

Für die während der Vorbereitung des Unterrichtsganges notwendige

Checkliste zur Exkursionsplanung

- Amtliche Bekanntmachungen kennen (StMUK 2010)
- Genehmigung durch die Schulleitung einholen
- Terminabsprache mit externen Partnern (falls benötigt)
- Information aller betroffenen Kolleginnen und Kollegen und des Sekretariats
- Information der Erziehungsberechtigten per Informationsblatt mit Rückmeldung
 - Zielsetzung des Unterrichtsganges
 - evtl. Kosten
 - Beginn, Ende, Treffpunkte
 - Benötigte Ausrüstung: Proviant, Getränke, Wetterschutz, eventuell Taschengeld
 - Zweckmäßige Kleidung: Schuhwerk (zum Beispiel wasserfeste Trekkingsandalen), Regenschutz, Sonnenschutz
 - Fachspezifische Ausrüstung, wie Lupen, Schreibzeug, Klemmbrett, Bücher
 - Aufforderung an die Erziehungsberechtigten zur Rücksprache mit der Lehrkraft in folgenden Fällen: regelmäßige Medikamenteneinnahme des Kindes, allergische Reaktionen des Kindes auf bestimmte Reize, Einschränkungen des Kindes in seiner Gesundheit und Leistungsfähigkeit
 - Das Entfernen von Zecken abklären
- Bei der Auswahl der Module die Klassensituation berücksichtigen
- Begleitpersonen wählen
- Unterrichtsbesuch nicht teilnehmender SuS klären
- externe Partner buchen und informieren (falls benötigt)
- Planung der Fahrt (falls benötigt: Bestellung Bus, Anmeldung einer Gruppe bei Linienbussen, Fahrkarten kaufen)
- Planung des Wegeverlaufes, Vorerkundung des Zielgebietes
- Betretungsgenehmigungen für die Flächen klären (falls benötigt)
- Erste-Hilfe-Set (inklusive Verbandszeug) besorgen und mitnehmen
- Benötigte Ausrüstungsgegenstände, Arbeitsmittel planen, besorgen, mitbringen lassen
- Information der SuS über richtiges Verhalten in besonderen Situationen: Verkehrsgerechtes Verhalten
 - Verlassen des Weges oder der Gruppe
 - Richtiges Verhalten in Notfällen
 - Rücksichtsvolles Verhalten
 - Feuer im Wald
 - Zecken

Kommunikation können die folgenden Formulierungshilfen als Vorlage dienen.

Die im Amtsblatt der Bayerischen Staatsministerien für Unterricht und Kultus und für Wissenschaft und Kunst (► [StMUK 2010](#)) vorgeschriebenen Erfordernisse an Fahr-

ten wurden in die beigegefügte Elterninformation eingearbeitet und an die Erfordernisse einer maximal eintägigen Gewässerexkursion mit nicht volljährigen SuS angepasst.

Die kursiv oder grün gedruckten Passagen sind je nach Bedarf einzufügen, zu streichen oder zu ergänzen.

Kommunikation mit den Kolleginnen und Kollegen, Sekretariat

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,

für die Klasse 6xy wird ein im LehrplanPLUS geforderter Unterrichtsgang stattfinden, der im Rahmen des Natur-und-Technik-Unterrichts in besonderer Weise die dort geforderten Kompetenzen und Inhalte vermittelt.

Auszug aus LehrplanPLUS NT 6 1.5 (► www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/gymnasium/6/nt_gym)

Die Schüler und Schülerinnen...

- *führen im Freiland Untersuchungen zu verschiedenen Umweltfaktoren im aquatischen Ökosystem durch, protokollieren ihre Ergebnisse ggf. auch mithilfe digitaler Medien und erkunden so den Lebensraum.*
- *bestimmen Lebewesen aquatischer Ökosysteme und erkunden so deren biologische Vielfalt.*
- *beschreiben ökologische Zusammenhänge innerhalb der Lebensgemeinschaft und zwischen Organismen und abiotischen Umweltfaktoren im Ökosystem.*

Sie als hiervon betroffene Kolleginnen und Kollegen möchte ich um Verständnis bitten und Sie zudem informieren, dass die Klasse 6xy am **Wochentag**, den **tt.mm.jjjj** wegen der Exkursion von **xx:yy** Uhr bis **xx:yy** Uhr nicht an Ihrem Unterricht teilnehmen kann.

Mit freundlichen Grüßen

Kommunikation mit der Schulleitung

Sehr geehrte(r) Frau/Herr Schulleiter(in),

hiermit möchte ich für die Klasse 6xy einen eintägigen Unterrichtsgang beantragen. Der im LehrplanPLUS geforderte Unterrichtsgang wird die im Rahmen des Natur-und-Technik-Unterrichts geforderten Kompetenzen und Inhalte lehrplangemäß vermitteln.

Auszug aus LehrplanPLUS NT 6 1.5 (► www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/gymnasium/6/nt_gym)

Die Schüler und Schülerinnen ...

- führen im Freiland Untersuchungen zu verschiedenen Umweltfaktoren im aquatischen Ökosystem durch, protokollieren ihre Ergebnisse ggf. auch mithilfe digitaler Medien und erkunden so den Lebensraum.
- bestimmen Lebewesen aquatischer Ökosysteme und erkunden so deren biologische Vielfalt.
- beschreiben ökologische Zusammenhänge innerhalb der Lebensgemeinschaft und zwischen Organismen und abiotischen Umweltfaktoren im Ökosystem.

Am **Wochentag**, den **tt.mm.jjjj**, soll die Exkursion von **xx:yy** Uhr bis **xx:yy** Uhr stattfinden. Als Begleitperson ist die Kollegin/der Kollege **XY** vorgesehen.

Mit freundlichen Grüßen

Kommunikation mit den Eltern

Informationsblatt zum Unterrichtsgang «Gewässer»

Sehr geehrte Erziehungsberechtigte,

bitte lesen Sie sich die folgenden Informationen genau durch und bestätigen Sie deren Kenntnisnahme durch Ihre Unterschrift.

Mit der Klasse Ihres Kindes wird im Rahmen des Natur-und-Technik-Unterrichts ein Unterrichtsgang «Gewässer» durchgeführt, der in besonderer Weise die im LehrplanPLUS geforderten Kompetenzen und Inhalte des Lehrplanbereiches «Ökosystem Gewässer» (NT 6 1.5: www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/gymnasium/6/nt_gym) vermittelt und auch die in diesem Zusammenhang geforderte «direkte Naturbegegnung» ermöglicht. Konkret soll Ihr Kind die Möglichkeit haben, das Ökosystem Gewässer, dessen Pflanzen und Tiere und dessen Bedeutung für den Menschen kennenzulernen.

Die Untersuchungsflächen sind zu Fuß zu erreichen. Beginn und Ende des Unterrichtsganges ist direkt am Schulgebäude. Kosten fallen daher keine an. / Zu den Untersuchungsflächen wird mit öffentlichen Verkehrsmitteln gefahren und es werden kurze Strecken zu Fuß zurückgelegt. Die Hin- und Rückfahrt kostet im verbilligten Gruppentarif x,xx €. / Für die Fahrt zu den Untersuchungsflächen wird ein Bus gemietet und es werden kurze Strecken zu Fuß zurückgelegt. Die Hin- und Rückfahrt kostet x,xx €.

Bitte achten Sie darauf, dass Ihr Kind mit Schuhen, Wanderkleidung, Regenschutz und/oder Sonnenschutz dem Wetter entsprechend ausgestattet ist. Da die Kinder während der Gewässeruntersuchung etwa knietief ins Gewässer gehen werden, empfiehlt es sich, ein kleines Handtuch und – falls vorhanden – Trekkingsandalen mitzugeben, damit die Kinder

danach wieder mit trockenen Füßen in die Wanderschuhe steigen können. Ihr Kind benötigt ansonsten nur Schreibzeug und Schreibpapier. Falls Sie ein Klemmbrett, ein Fernglas, eine Lupe und Bestimmungsbücher besitzen, können Sie diese Ihrem Kind natürlich gerne mitgeben. Wir werden während des Unterrichtsgangs auch eine Pause machen, geben Sie Ihrem Kind daher genügend zu Trinken und ein Pausenbrot mit.

Zusammenfassend die wichtigsten Informationen zum Unterrichtsgang:

Datum: **Wochentag**, den **tt.mm.jjjj**

Beginn: **xx:yy** Uhr, **Ort**

Ende: **xx:yy** Uhr, **Ort**

Kosten: **x,xx** €

Versicherungsschutz

Die SuS sind bei diesem Unterrichtsgang im Rahmen der gesetzlichen Schülerunfallversicherung gegen körperliche Schäden, nicht aber gegen Sachschäden versichert.

Kosten

Die für die teilnehmenden SuS entstehenden Kosten sind von den Erziehungsberechtigten zu tragen. Für nähere Auskünfte zu finanziellen Unterstützungsmöglichkeiten durch die Schule wenden Sie sich bitte an die Schulleitung / Sekretariat / Ansprechpartner.

Erkrankungen, Medikamenteneinnahme, Allergien, sonstige Einschränkungen der Gesundheit

Bitte informieren Sie eine begleitende Lehrkraft, wenn Ihr Kind regelmäßig Medikamente einnehmen muss, auf bestimmte Reize allergische Reaktionen zeigt, in seiner Gesundheit und Leistungsfähigkeit so eingeschränkt ist, dass darauf besondere Rücksicht genommen werden muss, oder sonstige medizinisch notwendige Maßnahmen während des Unterrichtsganges zu ergreifen sind. Ist die Schülerin oder der Schüler nicht in der Lage, sich – gegebenenfalls nach Erinnerung durch die Lehrkraft – selbst mit Medikamenten, Spritzen etc. zu versorgen, so ist die medizinische Versorgung der Schülerin bzw. des Schülers durch die Erziehungsberechtigten anderweitig sicherzustellen (zum Beispiel durch die Begleitung eines Erziehungsberechtigten).

Zeckenstiche

Beim Unterrichtsgang ist es möglich, dass Ihr Kind von einer Zecke gestochen werden könnte. Die zügige und fachgerechte Entfernung einer Zecke sofort nach der Feststellung des Stiches wird aus medizinischer Sicht empfohlen. Rechtlich liegt die Entscheidungsbefugnis über die Entfernung der Zecke aber bei den Erziehungsberechtigten. Daher kann eine Lehrkraft die Zecke nur dann zügig entfernen, wenn Sie als Erziehungsberechtigte dem vorab schriftlich zustimmen. Bitte markieren Sie die entsprechende Textzeile in der Einverständniserklärung.



Einverständniserklärung (Bitte ausfüllen, abtrennen und zurückgeben!)

- Einer gegebenenfalls nötigen Entfernung einer Zecke durch die Lehrkraft stimme ich / stimmen wir zu.
- Eine gegebenenfalls nötige Entfernung einer Zecke durch die Lehrkraft lehne ich / lehnen wir ab.








Ich/Wir habe(n) von den oben genannten Informationen Kenntnis genommen und ich bin/wir sind damit einverstanden, dass mein/unser Kind am Unterrichtsgang «Gewässer» teilnimmt.

Name, Vorname, Klasse der Schülerin / des Schülers
(Bitte leserlich in Druckschrift!)

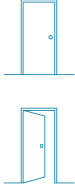

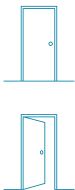


Ort, Datum, Unterschrift des/der Erziehungsberechtigten

7 Unterrichtsmodule







7.1 Tabellarische Übersicht

Modul	Modulname	Zugehörige Arbeitsmaterialien*	Zeitraum	Ort	Dauer	Kompetenz/ Anforderungsniveau
Gewässer finden						
1	Informationen zu Gewässern finden – Nutzung von Kartendiensten	keine	unabhängig	–	–	–
Lebewesen am und im Wasser kennenlernen						
2	Pflanzenvielfalt der Uferzone	S 2.1 Arbeitsblatt: Pflanzen der Uferzone	Jun–Jul		1–2	F I E I K II B 0
3	Biodiversität der Fische kennenlernen	S 3 Biodiversität der Fische	unabhängig		< 1	F II E I K II B 0
4	Fisch auf den Tisch	S 4 Fisch auf dem Tisch	unabhängig		> 2	F I E 0 K II B II
5	Wasservogel an Still- und Fließgewässern	S 5.1 Namensquiz der Wasservogel	unabhängig		> 2	F II E I K II B 0
		S 5.2 Wasservogel an Still- und Fließgewässern				
6	Der Biber als Wasserbauer	L 6.1 Exkursion: Dem Biber auf der Spur	Nov–Mär	 	1–2	F II E I K II B II
		S 6.1 Arbeitsblatt zur Exkursion: Dem Biber auf der Spur				
		L 6.2 Rollenspiel: Der Biber – nützt oder schadet er?				
		L 6.2 Zeitungsartikel zum Rollenspiel				
		S 6.2 Rollenspiel: Der Biber – nützt oder schadet er?				







* Die Arbeitsblätter für die SuS sind jeweils mit einem «S» gekennzeichnet, Informationen und Anweisungen für die Lehrkraft mit einem «L».

Modul	Modulname	Zugehörige Arbeitsmaterialien*	Zeitraum	Ort	Dauer	Kompetenz / Anforderungsniveau
7	Amphibien bestimmen	S 7.1 Arbeitsblatt: Amphibien kennenlernen	Mär–Mai		1–2	F I E II K II B 0
		S 7.2 Bestimmungsschlüssel: Amphibien				
8	Amphibien – Fortpflanzung: Die Entwicklung des Grasfrosches	S 8.1 Arbeitsblatt: Die Entwicklung des Gasfrosches	Mär–Mai		1–2	F II E 0 K II B 0
		S 8.2 Arbeitsblatt: Die Entwicklung des Grasfrosches				
		S 8.3 Kreuzworträtsel				
9	Leben im Gewässerboden	L 9.1 Einfache Siebe für Untersuchungen von Gewässern herstellen	Mär–Sep		1–2	F 0 E III K I B 0
		L 9.2 Anleitung zur Probennahme von Bodenorganismen				
		L/S 9.3 Eine kleine Auswahl von Tieren im Gewässerboden				
10	Libellen bestimmen	S 10.1 Bestimmungsschlüssel für einheimische Libellen (♂)	Mai–Sep		1–2	F I E II K I B 0
		S 10.2 Arbeitsblatt: Beobachtung von Verhaltensweisen bei Libellen				
11	Anpassungen der Seeose an ihren Lebensraum	S 11.1 Arbeitsblatt: Botanik-Champion gesucht: Wer findet die 11 Fehler?	unabhängig		1–2	F II E III K II B 0
		S 11.2 Arbeitsblatt: Mikroskopische Untersuchung der Seerose				









* Die Arbeitsblätter für die SuS sind jeweils mit einem «S» gekennzeichnet, Informationen und Anweisungen für die Lehrkraft mit einem «L».

Modul	Modulname	Zugehörige Arbeitsmaterialien*	Zeitraum	Ort	Dauer	Kompetenz / Anforderungsniveau
Gewässer erforschen						
12	Fließgeschwindigkeit ermitteln – analog und digital	S 12.1 Arbeitsblatt: Fließgeschwindigkeit analog messen	Apr–Sep		1–2	F I E II K I B 0
		S 12.2 Arbeitsblatt: Fließgeschwindigkeit digital messen				
		S 12.3 Auswertung der Fließgeschwindigkeitsmessungen				
13	Abiotische Faktoren digital erfassen	–	Jan–Sep		1–2	F II E III K II B 0
14	Ein Gewässertagebuch erstellen	S 14 Arbeitsblatt: Erstelle ein Gewässertagebuch	ganzjährig		> 2	F III E II K II B 0
15	Sichttiefe und Temperaturschichtung in Gewässern	S 15.1 Arbeitsblatt: Sichttiefe und Temperatur bestimmen	ganzjährig		1–2 bzw. > 2	F II E II K II B 0
		L 15.2 Bauanleitung: Secchi-Scheibe				
		L 15.3 Bauanleitung: Meyer'sche Schöpfflasche				
16	Strukturvielfalt eines Gewässers untersuchen	S 16.1 Arbeitsblatt: Das Gewässer in seiner Umgebung	Mär–Sep		< 1	F I E II K I B 0
		S 16.2 Arbeitsblatt: Strukturvielfalt des Gewässers				
17	Tiere im Fließgewässer bestimmen, Gewässerzustand bewerten	S 17 Arbeitsblatt: Tiere im Fließgewässer fangen und bestimmen	Apr–Sep		> 2	F I E II K II B II
		Anlage 1: Bestimmungsschlüssel: Makrozoobenthos				

* Die Arbeitsblätter für die SuS sind jeweils mit einem «S» gekennzeichnet, Informationen und Anweisungen für die Lehrkraft mit einem «L».

Modul	Modulname	Zugehörige Arbeitsmaterialien*	Zeitraum	Ort	Dauer	Kompetenz / Anforderungsniveau
18	Nahrungsnetze	S 18 Arbeitsblatt: Nahrungsnetze	Apr–Sep		< 1	F II E 0 K I B 0
		Anlage 2: Kärtchen				
19	Beziehungen im Ökosystem Gewässer – Arbeiten mit Modellen	S 19.1 Arbeitsblatt: Beziehungen im Ökosystem – ein Modell zum Erkenntnisgewinn	ganzjährig		> 2	F I E II K II B 0
		L 19.2 Versuch: Einfluss des Zooplanktons auf das Phytoplankton – der Modellversuch				
		S 19.3 Arbeitsblatt: Aquarium und natürliches Gewässer vergleichen				
		S 19.4 Versuch: Ein Tümpelaquarium anlegen				
		S 19.5 Poster: Beispielorganismen des Planktons				
		S 19.6 Arbeitsblatt: Plankton untersuchen				
Einfluss des Menschen						
20	Zeitreise – unser Gewässer gestern, heute und morgen	S 20 Arbeitsblatt: Zeitreise – unser Gewässer gestern, heute und morgen	Mär–Sep		< 1	F II E II K II B I
21	Mikroplastik	S 21.1 Arbeitsblatt: Domino – Plastikkreislauf	Mär–Sep	 	1–2	F II E I K I B II
		S 21.2 Arbeitsblatt: Quellenarbeit				
		S 21.3 Arbeitsblatt: Mikroplastik – beschreibende und bewertende Aussagen				
		L 21.4 Versuch: Extraktion von Mikroplastik				
22	Gewässerrenaturierung: ein Mystery	S 22.1 Arbeitsblatt: Ein Mystery am Inn	ganzjährig		< 1	F I E II K III B II

* Die Arbeitsblätter für die SuS sind jeweils mit einem «S» gekennzeichnet, Informationen und Anweisungen für die Lehrkraft mit einem «L».

Modul	Modulname	Zugehörige Arbeitsmaterialien*	Zeitraum	Ort	Dauer	Kompetenz / Anforderungsniveau
23	Die Teichwirtschaft: ein Mystery	S 23 Arbeitsblatt: Die Teichwirtschaft: ein Mystery	Mär-Sep		1	F II E II K III B II
Gewässer und Klima						
24	Bau einer Modelllandschaft im Klimawandel	S 24 Arbeitsblatt: Bau einer Modelllandschaft	Mär-Sep		1-2	F I E II K II B II
25	Klimagewinner – Klimaverlierer	L 25.1 Vorlage: Comic zum Klimawandel	Mär-Sep		< 1 bzw. > 2	F I E II K II B 0
		S 25.2 Arbeitsblatt: Klimagewinner – Klimaverlierer				
26	Ist Baden gefährlich?	S 26 Arbeitsblatt: QR-Codes zur Quellenauswertung	Mär-Sep		< 1	F I E II K II B II
27	Baggern für den Natur- und Klimaschutz?	S 27 Arbeitsblatt: Baggern für den Natur- und Klimaschutz?	Mär-Sep		1-2	F III E II K II B 0
28	Wasserkraft – ein ökologisches Dilemma	S 28 Arbeitsblatt: Naturschutz versus Klimaschutz	ganzjährig		< 1	F I E 0 K II B III
Am Gewässer spielen						
29	Am Gewässer spielen	L 29.1 Nasenspiel	Mär-Sep	 	< 1	F I E I K I B I
		L 29.2 Netz knüpfen				
		L 29.3 Natur-Bingo (Gewässer-Bingo)				
		L 29.4 Schlafender Geizhals				
		L 29.5 Kamera				
		L 29.6 Faltgedicht				

* Die Arbeitsblätter für die SuS sind jeweils mit einem «S» gekennzeichnet, Informationen und Anweisungen für die Lehrkraft mit einem «L».

M 1: Informationen zu Gewässern finden – Nutzung von Kartendiensten

Grundlegende Informationen

Gewässer sind ideale Naturerfahrungsräume und gehören zu den artenreichsten Biotopen unserer Landschaft. Bäche, Flüsse, Weiher, Teiche und Seen bilden ein natürliches Netzwerk. Daher ist es für die meisten SuS ohne größere Umstände möglich, in unmittelbarer Umgebung Gewässeruntersuchungen durchzuführen. Eine weitere Möglichkeit ist der Schulteich.

Um eine Vorauswahl zu treffen oder auch um sich näher über das bereits ausgewählte Gewässer zu informieren, kann in vielen Fällen die Nutzung von kostenlosen Online-Kartendiensten sinnvoll sein. Über verschiedene Plattformen können Informationen über den Gewässertyp, die zu erwartenden Arten, den ökologischen Zustand der Gewässer, aber auch über Standorte von Kläranlagen oder Querbauwerke abgerufen werden.

BayernAtlas:

> <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas>

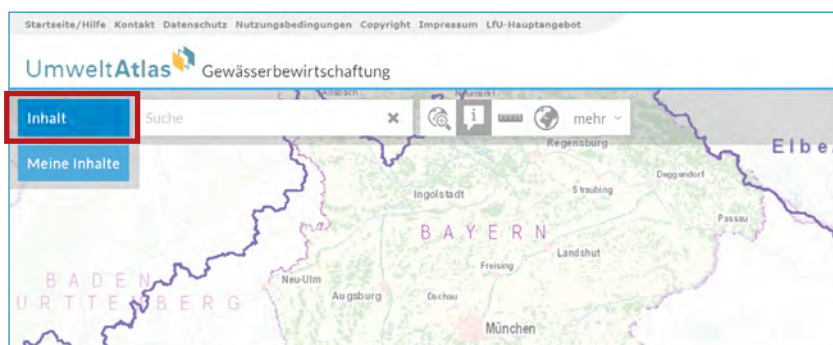
Durchführung

1. UmweltAtlas Bayern

Mit dem UmweltAtlas Bayern stellt das Bayerische Landesamt für Umwelt verschiedene raum- und ortsbezogene Umweltdaten zur Verfügung. Die Daten sind in verschiedene Themenbereiche gegliedert. Die Daten zum Gewässertyp oder auch zum ökologischen Zustand nach WRRL finden sich im Themenbereich «Gewässerbewirtschaftung». Hierbei ist zu beachten, dass die Daten nur für größere Stand- und Fließgewässer zur Verfügung stehen. Dennoch ist es in vielen Fällen auch möglich, auf den Gewässertyp eines kleineren, benachbarten Gewässers zu schließen.

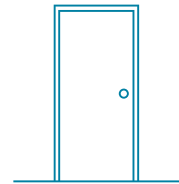
Auf die Homepage des UmweltAtlas Bayern gehen, Themenbereich «Gewässerbewirtschaftung» auswählen.

> www.lfu.bayern.de/umweltdaten/kartendienste/umweltatlas



Bildausschnitt aus dem UmweltAtlas Bayern. In der Schaltfläche «Inhalt» können verschiedene Themen ausgewählt werden.

Ort



Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

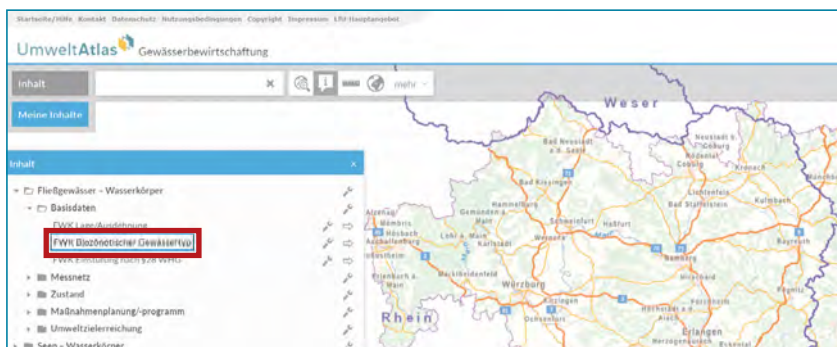
Materialien

- PC-Arbeitsplatz mit Internetzugang

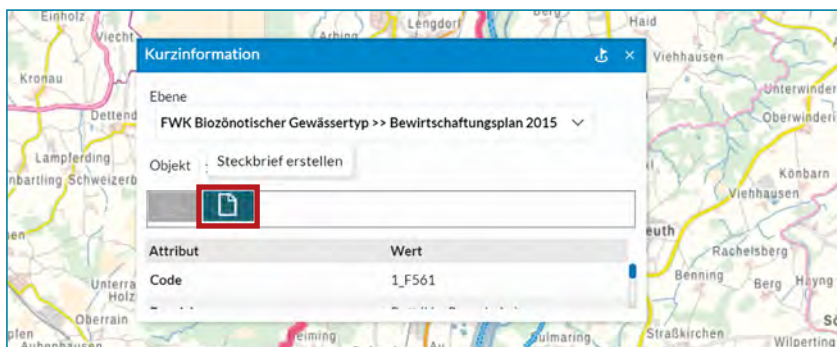
Im Fenster oben links können über den Button «Inhalt» verschiedene Themen in die Karte geladen werden. Unter «Fließgewässer» zum Beispiel «Basisdaten» findet sich der Karteninhalt «FWK Biozönotischer Gewässertyp» (FWK = Flusswasserkörper). Durch Anklicken werden die Daten in die Karte geladen, die Fließgewässertypen werden in verschiedenen Farben angezeigt.

Auf «Inhalt» klicken: Es öffnet sich auf der linken Seite ein Reiter mit mehreren Ordnern. Ordner «Fließgewässer» und Unterordner «Basisdaten» öffnen. Auf den Pfeil rechts neben «FWK Biozönotischer Gewässertyp» klicken. Der Inhalt wird zur Karte hinzugeladen.

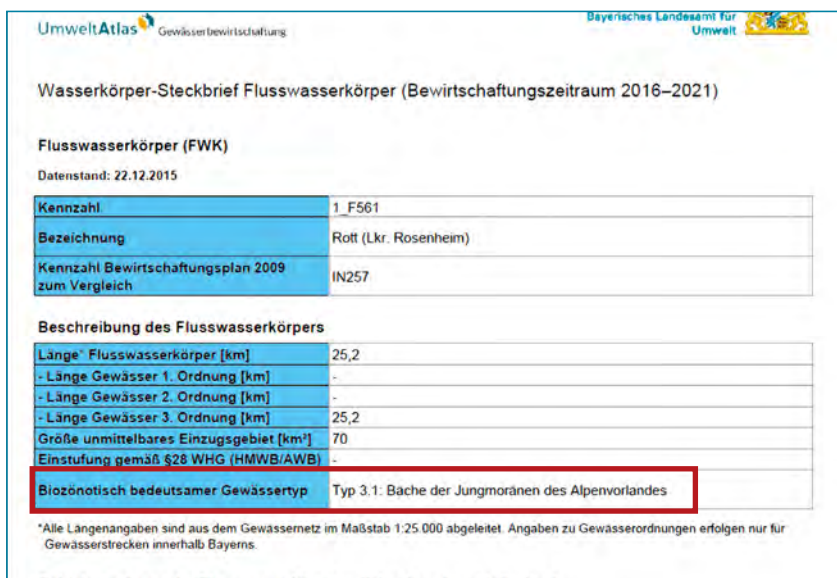
Im Inhalt-Fenster finden sich der Ordner «Fließgewässer» und der Unterordner «Basisdaten».



Mit einem einfachen Klick lässt sich der Steckbrief öffnen.



Klickt man nun auf eines der nun eingefärbten Gewässer, öffnet sich ein neues Fenster und ein Steckbrief zum Gewässer kann durch nochmaliges Klicken geöffnet werden.



Aus diesem Steckbrief geht neben vielen anderen Informationen zum Gewässer und dessen Zustand auch der biozönotisch bedeutsame Gewässertyp hervor.

In diesem Beispiel wäre das der Typ 3.1. Bäche der Jungmoränen des Alpenvorlandes. Die Gewässer im Umfeld dieses Fließwasserkörpers haben meist einen ähnlichen Gewässertyp.

Hat man den Gewässertyp festgestellt, kann man weitere Daten zu abiotischen und biotischen Leitwerten aus den Steckbriefen der Gewässertypen ermitteln. Dazu scrollt man auf den unten angegebenen Seiten bis zu dem im Steckbrief angegebenen Gewässertyp und kann dann eine PDF-Datei mit der genauen Beschreibung herunterladen.

Fließgewässertypen: > https://www.gewaesser-bewertung.de/files/steckbriefe_fliessgewaessertypen_dez2018.pdf

Seentypen: > www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/seen#textpart-5

Typ 3: Fließgewässer der Jungmoräne des Alpenvorlandes

Wasserbeschaffenheit und physiko-chemische Leitwerte: Karbonatgewässer

Elektr. Leitfähigkeit [$\mu\text{S/cm}$]	pH-Wert
400 - 500	7,8 - 8,5
Karbonathärte [$^{\circ}\text{dH}$]	Gesamthärte [$^{\circ}\text{dH}$]
22 - 07	45 - 85

Abfluss/Hydrologie: Stark heterogenes Abflussverhalten bedingt durch die kleinräumige Strukturierung der Jungmoränenlandschaft mit Kuppen, mit z. T. hoher Reliefenergie und oftmals vermoorteten Niederungen oder Senken. Fließgewässer, die Seen durchfließen, zeigen ein ausgeglichenes Abflussregime

Bäche können auch in einer natürlicherweise temporären Variante auftreten

Anmerkungen:

Auszug eines Steckbriefes zum Fließgewässertyp 3.

Typ 6 Polymiktischer, calciumreicher Mittelgebirgssee

Ökoregion: Zentrale Mittelgebirge

Verbreitung in den Gewässerlandschaften (BRIEM 2003): calciumreiche Seen vorwiegend in Gebieten mit kalkhaltigem Untergrund z. B. Muschelkalk und Keuper, tertiäres Hügelland, Loßgebiete in Niederungen, Auen größerer Flüsse sowie in tieferen Lagen silikatischer Mittelgebirge; calciumarme Seen in Regionen mit Gneis, Granit, Buntsandstein, Quarzporphyr und Schiefer

Übersichtsfoto eines Beispielgewässers



Kinzigtalsperre (HE) © Andreas Gründel

Hinweise

- Steckbrief beschreibt den LAWA-Seentyp 6 (polymiktischer, calciumreicher Mittelgebirgssee) z. T. unter Einbeziehung von calciumarmen Seen
- wenige natürliche Seen dieses Typs > 50 ha, Typ vorwiegend durch Talsperren und Teiche und wenige Baggerseen repräsentiert, rund 15 calciumreiche und 5 calciumarme Seen > 50 ha.

Auszug eines Steckbriefes zum Seentyp 6.

2. Weitere nützliche Daten: BayernAtlas

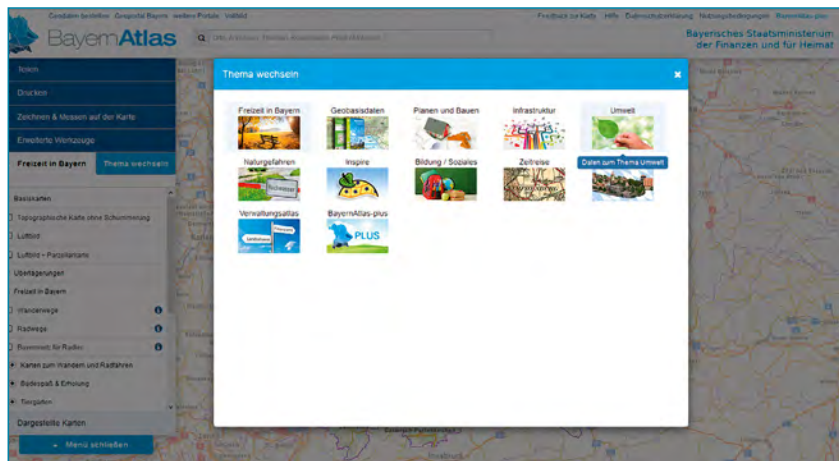
Über das Geoportal Bayern (► <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas>) gelangt man zum BayernAtlas.

Im linken Menübereich stehen verschiedene Themen zur Auswahl, die über den Button «Thema wechseln» angesteuert werden können.

Die gewässerspezifischen Kartenebenen befinden sich im Themenbereich «Umwelt», unter «Wasser»

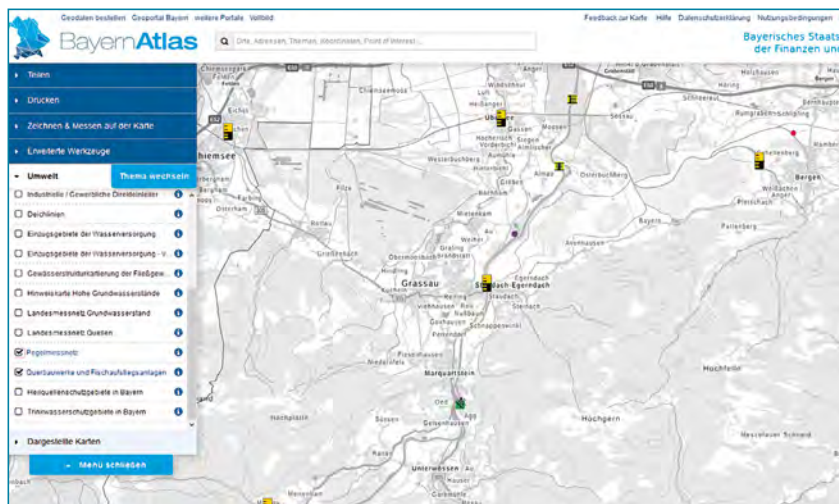
Auf «Thema wechseln» klicken, Daten zum Thema Umwelt anklicken, dann in der linken Menüleiste auf den Unterpunkt «Wasser» gehen.

Im BayernAtlas lassen sich verschiedene Kartenthemen aufrufen.



Je nach Interesse können hier die unterschiedlichen Kartenebenen angeklickt werden, wie zum Beispiel kommunale Kläranlagen oder Pegelmessnetz. Die einzelnen Parameter erscheinen als Symbole auf der Karte. Sie können angeklickt werden, um weitere Details zu erhalten.

In dieser Abbildung wurde beispielsweise das Thema «Kläranlagen» und in einer Karte dargestellt.





M2: Pflanzenvielfalt der Uferzone

Grundlegende Informationen

In dieser Unterrichtseinheit erkennen die SuS, dass Organismen an die vorherrschenden Umweltbedingungen angepasst sind. Eine hohe Artenvielfalt auf kleinem Raum bildet sich dann aus, wenn wichtige abiotische Faktoren kleinräumig stark variieren. Als Beispiel dienen hier die Pflanzengemeinschaften in der Uferzone eines Gewässers, die sich entlang eines «Feuchtegradienten» vom Ufer bis in die Gewässermittle hinein ändern. Um die Artzusammensetzung mit dem abiotischen Gradienten verknüpfen zu können, messen die SuS die Wassertiefe am Wuchsort der Pflanzen.

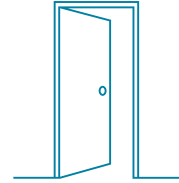
Es bietet sich an, die Unterrichtseinheit mit der Untersuchung des Makrozoobenthos zu verknüpfen (siehe [Modul 17](#)).

Durchführung

In einer vorbereitenden Einheit im Klassenzimmer lernen die SuS die einzelnen Uferzonen und die jeweiligen charakteristischen Pflanzenarten kennen. Dazu dienen u. a. die Pflanzenkärtchen in Anlage 3. Ein einfacher Bestimmungsschlüssel zu den Pflanzen im und am Wasser ist in der Publikation «> [Naturbegegnung an Bach und Teich](#)» zu finden.

Für die anschließende Exkursion sucht die Lehrkraft für jede der Zonen drei Pflanzenkärtchen aus, die die SuS durch Vergleich in der Natur finden sollen. Dazu nehmen sie auch das Arbeitsblatt [S 2](#) zu Hilfe. Die SuS machen sich in Zweiergruppen auf die Suche nach den Wuchsorten der Pflanzen. Sie messen dabei die Wassertiefe am Standort. Anschließend suchen sie am Gewässer eine weitere, selbst gewählte Pflanzenart pro Zone und bestimmen diese unbekannte Pflanze mithilfe von analogen oder digitalen Bestimmungshilfen. Sie überlegen sich darüber hinaus, welche Anpassungen die Pflanzen an ihren Standort zeigen.

Ort



Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



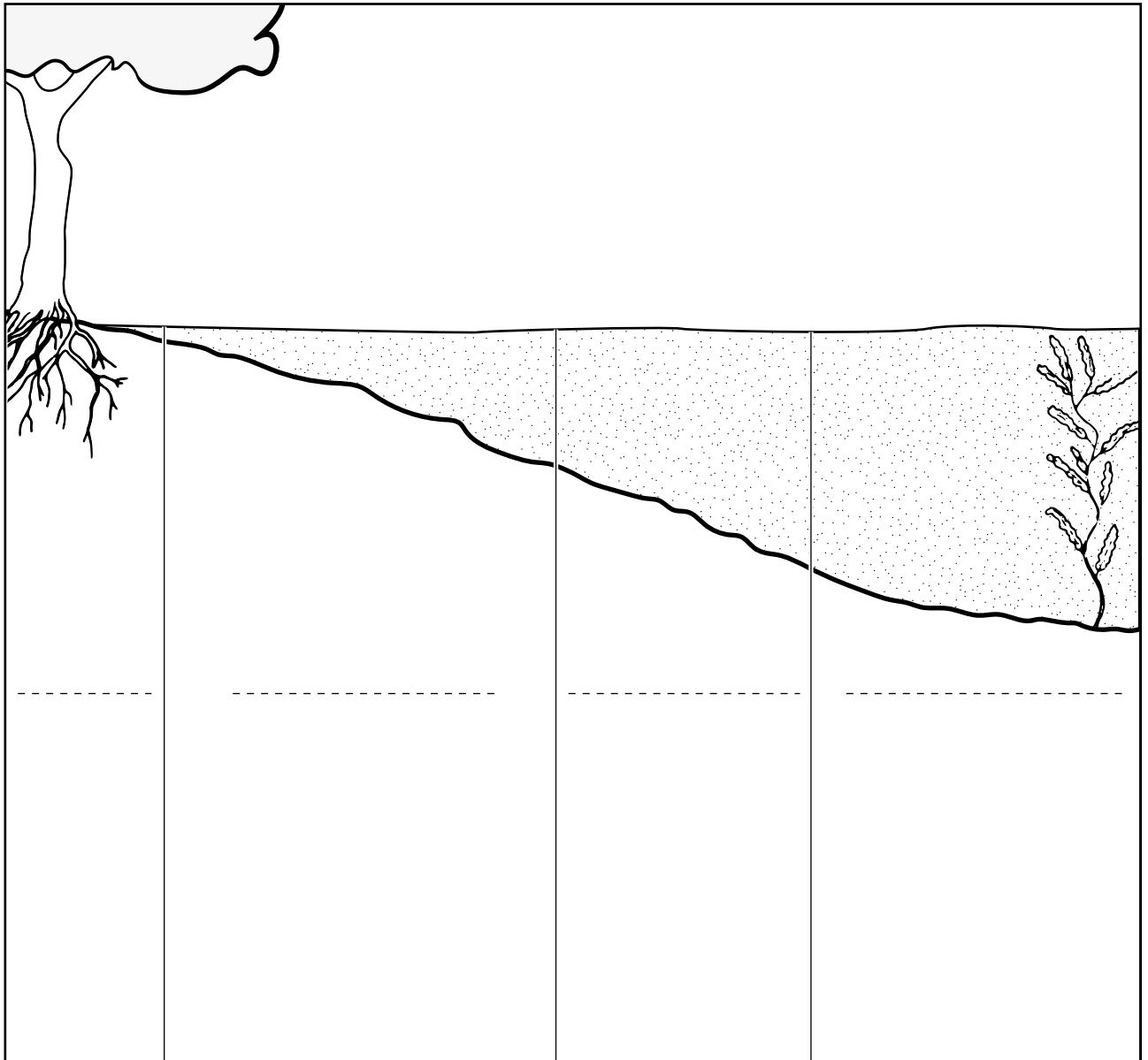
Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materialien

- Anlage 3: Pflanzen am Gewässer
- Arbeitsblatt S2: Pflanzen der Uferzone
- Meterstäbe
- Bestimmungshilfen
- Kladden

2. Trage die Pflanzen in das nachfolgende Schema ein und schreibe die Nummer der Pflanze darunter. Achte besonders darauf, die Pflanzenteile über oder unter Wasser richtig einzuzeichnen.



Uferzonen

3. Suche nun aus jeder Zone eine dir unbekannte Pflanze. Nimm die Bestimmungshilfe und ermittle die Pflanzenart.

Name der Pflanzenarten:

4. Vergleiche den Aufbau einer Pflanze aus der Tauchblattzone mit jenem einer Landpflanze!
Nenne zwei Gemeinsamkeiten und zwei Unterschiede!

Gemeinsamkeiten

Unterschiede

M3: Biodiversität der Fische kennenlernen

Grundlegende Informationen

Im Gegensatz zur Anatomie des Fisches, die sich leicht am echten Tier demonstrieren lässt, ist es mit einer Schulklasse schwierig, die Vielfalt der heimischen Fische im Freiland zu erkunden. Am richtigen Gewässer und bei gutem Licht lassen sich Fische zwar immer wieder live beobachten. Auch in Forellen- und Karpfenzuchten lassen sich zumindest diese beiden wichtigen Nahrungsfische lebend erfahren. Eine breite Auswahl bietet dagegen nur eine Exkursion ins Naturkundemuseum oder ein Aquarium.

Ziel dieses Moduls ist das Kennenlernen einiger in Bayern heute oder historisch vorkommender Süßwasserfischarten anhand von Abbildungen und Beschreibungen. Die Auswahl erfolgte unter folgenden Aspekten:

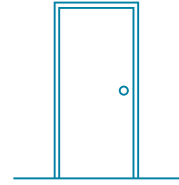
- Wichtige Vertreter der Fische des Süßwassers abdecken: Lachsfische (Salmonidae, z.B. die Bachforelle), Karpfenfische (Cyprinidae) – auch Weißfische (Karpfen, Brachse, Barbe) genannt –, Echte Barsche (Percidae, z. B. der Flussbarsch), Störe (Acipenseridae, z. B. der Sterlet) sowie weitere Arten, wie Wels, Äsche, Groppe, Aal, Hecht und Stichling.
- Häufige und wirtschaftlich relevante Speisefische berücksichtigen, darunter die beiden in Bayern bedeutenden Zuchtfische Karpfen und Forelle, wobei die einheimische Bachforelle den aus den USA eingebürgerten Arten vorgezogen wurde
- Wanderfische und stationär lebende Fische abdecken
- Fische aus allen klassischen Fischregionen, auch die meisten Leitfische
- Der Sterlet wurde als historisch in der Donau und ihren Nebenflüssen natürlich verbreiteter Stör berücksichtigt, obwohl er durch die Querverbauung der Flüsse in Bayern wohl nur durch Aussetzung zu erhalten ist. Laut Fischzustandsbericht 2018 (LFL 2018) ist er in Bayern vom Aussterben bedroht.

Um den Blick auf die Ökologie der Fische zu erweitern, können die zwölf vorgestellten Arten anhand der im Material beschriebenen Anpassungen ihrem Lebensraum zugeordnet werden.

Durchführung

Das Material kann zum einen als Ganzes verwendet werden: Dann bestimmen die SuS zuerst die zwölf einheimischen Fische anhand der Texte und ordnen sie im Anschluss einem Bereich des Fließgewässers zu. Alternativ kann man nur die Abbildungen und Texte ausgeben und die Arbeit so auf die Bestimmungsübung beschränken.

Ort



Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materialien

- Arbeitsblatt S 3: Biodiversität der Fische

Lösung für Aufgabe 1:

1 = Flussbarsch K	5 = Brachse E	9 = Äsche M
2 = Bachforelle I	6 = Sterlet N	10 = Groppe U
3 = Hecht E	7 = Karpfen A	11 = Stichling N
4 = Aal M	8 = Barbe T	12 = Wels G

Bei richtiger Zuordnung aller Fische ergibt sich von 1–12 das Lösungswort **KIEMENATMUNG**. Zur Differenzierung kann man auch nur die Abbildung/Texte 1–6 kopieren, dann lautet das Lösungswort **KIEMEN**. Dies stellt eine Alternative für leistungsschwächere SuS dar oder bietet sich an, falls nur wenig Zeit zur Verfügung steht. Auch Arbeitsformen, die die Bearbeitung in zwei Gruppen (Fische 1–6 und Fische 7–12) vorsehen (zum Beispiel Partnerpuzzle) sind denkbar.

Die zweite Aufgabe erweitert die Übung um den Bereich abiotische Faktoren, anhand derer die einzelnen Fische einer Gewässerregion zugeordnet werden. GERSTMEIER & ROMIG (1998) bieten als Lösung die Zuordnung nach den klassischen Fischregionen an:

Region A (Forellenregion):	Bachforelle, Groppe
Region B (Äschenregion):	Äsche
Region C (Barbenregion):	Barbe, Flussbarsch
Region D (Brachsenregion):	Brachse, Hecht, Wels, Aal, Karpfen
Region E (Kaulbarschregion):	Stichling

Bei der Besprechung der Lösungen sollte man weitaus großzügiger sein: Wanderfische wie der Aal und der Sterlet können tatsächlich fast überall vorgefunden werden, deswegen sollte grundsätzlich eine Zuordnung in den Regionen B–E als richtig bewertet werden. Bei vielen Fischen erlauben die Informationen aus den kurzen Texten nur eine ungefähre Zuordnung, sodass für die meisten Fische schwer zwischen den Regionen B–D differenziert werden kann. Ein gutes Beispiel ist der Flussbarsch, der von GERSTMEIER & ROMIG (1998) in die Barbenregion C eingeordnet wird, der aber laut Artsteckbrief im selben Buch auch in allen anderen Fischregionen vorkommt. Ähnliches gilt für den Hecht. Ziel der Übung ist ohnehin eine kritische Auseinandersetzung mit den Texten und den Daten aus den Diagrammen und nicht das Erreichen obiger Musterlösung. Nur bei den beiden spezialisierten Gebirgsbacharten (Bachforelle und Groppe) sollte die Bedeutung sauerstoffreicher und schnell fließender Gewässer aus Region A herausgestellt werden. Auch eine Online-Spielvariante ist möglich. Hierzu werden die QR-Codes auf Seite 84 ausgeschnitten und den SuS zur Verfügung gestellt.

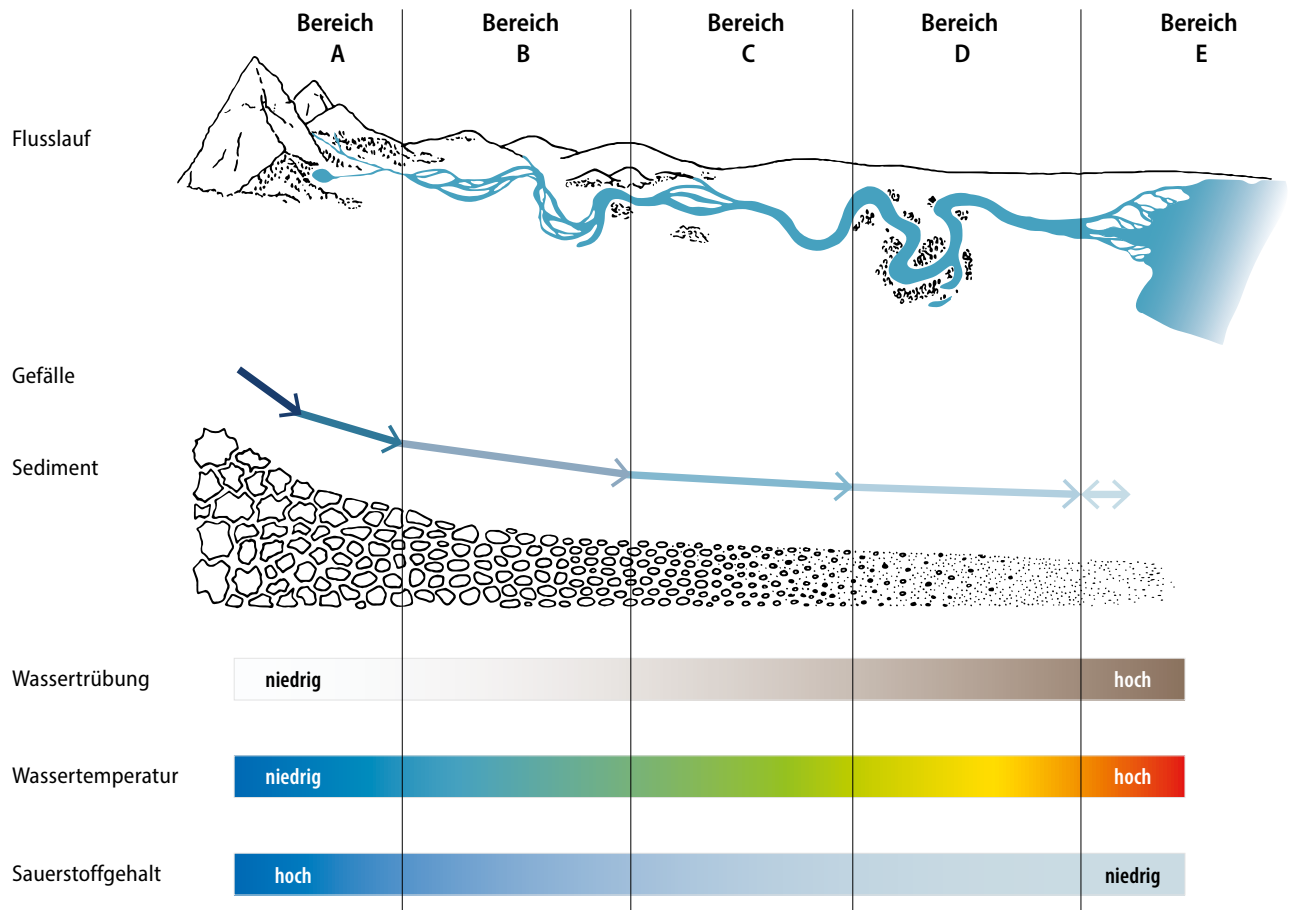
S3 Arbeitsblatt: Biodiversität der Fische

Aufgaben




- Die Texte auf den folgenden Seiten beschreiben das Aussehen und die Lebensweise von zwölf einheimischen Fischarten. Ordne den Texten das passende Bild zu.
Die Buchstaben bei den Artnamen ergeben in richtiger Reihenfolge von 1 bis 12 ein Lösungswort.




Tipp: Beginne mit einem Text und markiere alle Aussagen zum Körperbau farbig. Suche sogleich das passende Bild. Lies dann erst den nächsten Text und gehe genauso vor.

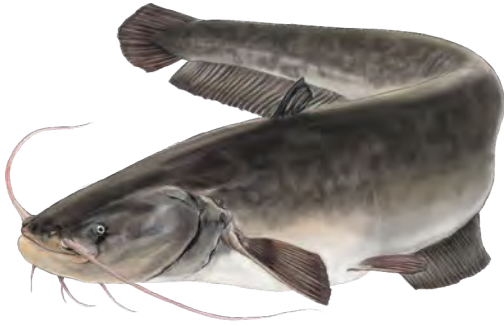


- Jeder Fisch besitzt Anpassungen an seinen Lebensraum. Nutze die Informationen in den Arttexten, um jedem Fisch den passenden Bereich A–E im Flusslauf zuzuordnen. Informationen dazu, wie sich die abiotischen Faktoren von der Quelle bis zur Mündung ändern, kannst du den Diagrammen unter der Abbildung entnehmen.



Fischregionen,
Zeichnung: Esther
Lindner, i. A. ANL

Fischarten		
<p>1 Dieser Fisch ist leicht zu erkennen: Er besitzt zwei Rückenflossen, die vordere hat deutlich sichtbare Stachelstrahlen. Bauch- und Afterflosse schimmern rötlich. Der Körper hat dunkle Bänder, die vom Rücken zum Bauch verlaufen. Die Art ist sehr anpassungsfähig und besiedelt Still- und Fließgewässer vom Gebirge bis zum Brackwasser an Flussmündungen, allerdings darf die Strömung nicht zu stark sein. Im Frühjahr werden Laichbänder mit bis zu 200.000 Eiern an Wasserpflanzen oder Steine gelegt. Als ausgewachsenes Tier (20 bis 35 cm lang) frisst dieser Fisch vor allem kleinere Fische.</p>		<p>M. von Lonski, LVF Bayern</p>
	<p>Brachse oder Blei <i>Abramis brama</i></p>	E
<p>2 Ein bekannter Fisch mit stromlinienförmigem Körper, der von vielen schwarzen und roten Punkten bedeckt ist. Dieser Speisefisch ist in Bayern heimisch, er muss inzwischen jedoch mit mehreren sehr ähnlichen Arten aus Nordamerika konkurrieren, die immer wieder im Freiland ausgesetzt werden. Auch in Fischzuchten werden heimische und amerikanische Arten herangezogen. Lebensraum des Wildfisches sind schnell fließende, sauerstoffreiche, klare Gebirgsbäche bis hinauf zur Quelle. Die Fische besetzen Reviere, die sie gegen Artgenossen verteidigen. Sie jagen tagsüber Kleinkrebse und Insekten.</p>		<p>M. von Lonski, LVF Bayern</p>
	<p>Aal <i>Anguilla anguilla</i></p>	M
<p>3 Der Fisch hat einen langgestreckten Körper mit vielen gelblichen Flecken und Querbinden. Die Rückenflosse steht sehr weit hinten über der Afterflosse. Der Kopf ist groß, das Maul bildet eine langgezogene Schnauze. Der über einen Meter lange Fisch bildet das Ende der Nahrungskette in unseren Gewässern: Als Lauerjäger frisst er vor allem andere Fische, aber auch Frösche und kleine Wasservögel. Dieser Fisch ist an verschiedene Gewässerlebensräume angepasst, als tagaktiver Jäger mit guten Augen benötigt er aber klares Wasser, bevorzugt mit Wasserpflanzen und sandigem Grund.</p>		<p>M. von Lonski, LVF Bayern</p>
	<p>Bachforelle <i>Salmo trutta</i></p>	I




Fischarten		
<p>4 Unverwechselbarer Fisch: Der Körper ist schlangenförmig, Rücken-, Schwanz- und Afterflosse bilden einen durchgehenden Saum. Die Fortpflanzung erfolgt im Meer östlich von Florida und der Karibik. Die Wanderung der Larven zur Küste Europas dauert etwa drei Jahre. Als durchsichtige, zirka 6 cm große Fische wandern sie flussaufwärts, überwinden dabei auch Wasserfälle und können in allen Flussregionen angetroffen werden. Mit 8–12 Jahren wandern sie zurück zu den Laichplätzen im Atlantik. Der Stoffwechsel der allesfressenden Fische ist je nach Lebensphase an Salz- oder Süßwasser angepasst.</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">M. von Lonski, LVF Bayern</p>	<p>Sterlet <i>Acipenser ruthenus</i></p> <p style="text-align: right; font-size: 2em; font-weight: bold;">N</p>
<p>5 Ein bucklig erscheinender Rücken und metallisch glänzende, große Schuppen kennzeichnen diesen Fisch. Die Afterflosse ist lang und beginnt bereits am Bauch. Der hohe Rücken schützt ihn vor Fressfeinden wie etwa Wasservögeln, die ihre Beute ganz verschlucken - dafür ist der ausgewachsene Fisch schlicht zu breit. Allerdings kann er ohne optimale Stromlinienform nur träge fließende Flussunterläufe sowie flache Seen bewohnen. Der Fisch kann den Mund zu einem Trichter vorstülpen und dann den schlammigen Gewässerboden nach Insektenlarven, Muscheln und Krebstieren durchwühlen.</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">M. von Lonski, LVF Bayern</p>	<p>Hecht <i>Esox lucius</i></p> <p style="text-align: right; font-size: 2em; font-weight: bold;">E</p>
<p>6 Dieser urtümlich aussehende Fisch hat eine spitze Schnauze und eine langgezogene, spitze Schwanzflosse. An der Seite besitzt er eine Reihe großer Schuppen, an der Kopfunterseite sitzen vier Bartfäden. Der Fisch wanderte früher zum Laichen die Donau hinauf bis Ulm. Heute ist er aufgrund von Querverbauung der Flüsse durch Schleusen und Kraftwerke am Wandern gehindert und kann in Bayern nur durch künstlichen Besatz durch den Menschen überleben. Seine Nahrung sind vor allem Insektenlarven und andere Wirbellose.</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">M. von Lonski, LVF Bayern</p>	<p>Flussbarsch <i>Perca fluviatilis</i></p> <p style="text-align: right; font-size: 2em; font-weight: bold;">K</p>

Fischarten		
<p>7</p> <p>Ein Fisch mit großen Schuppen, sehr langer Rückenflosse und zwei Paar kurzen Barteln am Maul. Der gut bekannte Speisefisch wird vor allem in Franken und der Oberpfalz in Teichen gezüchtet. Manche Zuchtformen haben riesige Schuppen, andere sind zu großen Teilen schuppenlos. Die Wildform lebt in warmen Abschnitten der Donau nahe dem Schwarzen Meer. Dieser Fisch sucht mit seinem zu einem Rüssel ausstülpbaren Maul nach Kleintieren im weichen Gewässerboden. Die Fortpflanzung erfolgt im Freiland nur bei Hochwasser, auf überschwemmten Flächen über Gras.</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">M. von Lonski, LVF Bayern</p>	<p style="text-align: center;">G</p>
<p>8</p> <p>Dieser 30–60 cm große Fisch trägt jeweils ein paar Barteln an der Oberlippe und am Mundwinkel. Der Kopf ist abgeflacht mit langgezogener Schnauze. Der Fisch ähnelt dem Karpfen, ist jedoch langgestreckter und gleichmäßig von mittelgroßen Schuppen bedeckt. Lebensraum sind größere Flüsse, die aber noch relativ rasch fließen. Nachts sucht der Fisch nach Nahrung, am Tag ruht er an stark durchströmten Stellen mit hartem Grund. Zum Laichen wandern die Fische manchmal in kleinere Nebenflüsse mit kiesigem Untergrund.</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">M. von Lonski, LVF Bayern</p>	<p style="text-align: center;">M</p>
<p>9</p> <p>Dieser Fisch hat einen langgestreckten, stromlinienförmigen Körper und eine auffällige Rückenflosse: Sie beginnt weit vor den Bauchflossen, ist lang und hoch und erinnert an eine Fahne. Die kleinen Schuppen glänzen silbrig, dazwischen sind viele kleine schwarze Flecken. Der Lebensraum dieses Fisches sind klare und sauerstoffreiche Fließgewässer, die kühl aber nicht zu kalt sein müssen. Die Augen sind groß, der Sehsinn ist gut entwickelt. Die Weibchen legen eine Laichgrube im kiesigen Untergrund an. Die Eier werden mit Kies abgedeckt, nachdem sie durch das Männchen befruchtet wurden.</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">M. von Lonski, LVF Bayern</p>	<p style="text-align: center;">T</p>

Wels
Silurus glanis

Äsche
Thymallus thymallus

Barbe
Barbus barbus

Fischarten		
<p>10 Es handelt sich um einen nur etwa 15 cm großen Fisch mit breitem, froschartigem Kopf und großen segelförmigen Flossen. Der Körper ist schuppenlos, braun und dunkel marmoriert. Sein Lebensraum sind kalte, flache, schnell fließende Bäche. Als Angepasstheit an die Strömung schwimmt der Fisch nie im freien Wasser, sondern bewegt sich sprunghaft über den Gewässerboden. Er frisst Bachflohkrebse und Insektenlarven. Der nachtaktive Fisch wandert nicht und benötigt sauerstoffreiche Gewässer frei von Verunreinigungen. Die Weibchen laichen in kleine Gruben, die die Männchen unter Steinen bauen.</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">M. von Lonski, LVF Bayern</p>	<p>Dreistachliger Stichling <i>Gasterosteus aculeatus</i></p> <p style="text-align: center; font-size: 2em;">N</p>
<p>11 Drei deutlich sichtbare, bewegliche Stacheln vor der weit hinten stehenden Rückenflosse haben diesem kleinen Fisch (4–8 cm) seinen Namen gegeben. Die Männchen zeigen zur Laichzeit ein kräftiges Rot an Bauch und Kehle. Dieser Fisch lebt sowohl im Meer als auch im Süßwasser. Dabei werden mineralstoffreiche und mit Pflanzen bewachsene Stellen bevorzugt. Die Fortpflanzung erfolgt stets im Süßwasser. Zur Laichzeit baut das Männchen ein Nest aus Pflanzenmaterial. Dieses wird gegen andere Männchen verteidigt, die befruchteten Eier werden bis zum Schlüpfen der Larven bewacht.</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">M. von Lonski, LVF Bayern</p>	<p>Groppe oder Mühlkoppe <i>Cottus gobio</i></p> <p style="text-align: center; font-size: 2em;">U</p>
<p>12 Dieser Fisch wird bis zu drei Meter lang. Kennzeichen sind sein riesiger Kopf, ein breites Maul und die winzige Rückenflosse. Er besitzt keine Schuppen! Der Fisch lebt in im Sommer mindestens 20°C warmen, langsam fließenden Gewässern. Verschmutzung und wenig Sauerstoff machen ihm nichts aus. Der nachtaktive Fisch frisst Fische, Amphibien und sogar Wasservogel. Dabei orientiert er sich mit Tastorganen (ein Paar lange Barteln über, zwei Paar kurze Barteln unter der Maulöffnung), die winzigen Augen spielen dabei keine Rolle. Das Weibchen laicht in eine Grube im weichen Untergrund oder in ein Pflanzennest.</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">M. von Lonski, LVF Bayern</p>	<p>Karpfen <i>Cyprinus carpio</i></p> <p style="text-align: center; font-size: 2em;">A</p>

QR Codes für die Online-Spielvariante



M 4: Fisch auf dem Tisch

Durchführung

Nach einem motivierenden Einstieg mit Fotografien schmackhafter Fischgerichte wird jedem Zweierteam eine Fischart zugelost.

Geeignete Fischarten:

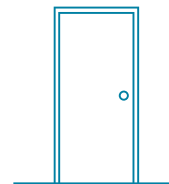
Aal	Makrele
Alaska-Seelachs	Regenbogen-Forelle
Blauflossen-Thunfisch	Rotbarsch
Flunder	Sardine
Hecht	Scholle
Hering	Seehecht
Kabeljau/Dorsch	Steinbutt
Karpfen	Seelachs
Lachs	Zander

Im Anschluss recherchieren die SuS die in ihrem Arbeitsauftrag genannten Informationen und stellen diese auf einem DIN-A4-Blatt zusammen. Dies kann entweder klassisch mit Stiften, Schere und Papier erfolgen oder mit entsprechenden Apps (zum Beispiel als Kooperationsprojekt mit Informatik). Die Zielsetzung ist dabei, dass alle Arbeiten der Gruppen gemeinsam als Klassenprojekt präsentiert werden, um einen Überblick über die Vielfalt der Speisefische zu erhalten. Dies kann zum Beispiel an einer Stellwand, in Form einer Wandzeitung oder als digitales Plakat bzw. eBook erfolgen, das kooperativ erstellt wird.

Um die Lernenden zu motivieren, sich auch mit den Fischarten der anderen Gruppen auseinanderzusetzen, erarbeitet jede Gruppe drei Fragen zu ihrer Fischart, die von der Lehrkraft zu einem Klassen-Quiz zusammengestellt werden. Auch hier können die Fragen entweder klassisch mit einem Laufzettel alle gleichzeitig bearbeitet werden oder einzeln in Form eines Ausscheidungsspiels. Vor der ersten Frage stellen sich alle SuS hinter ihrem Platz auf. Die Lehrkraft projiziert die erste Frage und die Lernenden versuchen, innerhalb einer vorgegebenen Zeit die Lösung zu finden. Alle Kinder ohne oder mit einer falschen Lösung setzen sich auf ihren Platz. Alle Kinder mit einer richtigen Antwort beteiligen sich an der nächsten Runde. Dies wiederholt sich, bis nur noch eine Schülerin oder ein Schüler übrig ist. Um die Vielfalt der Fische abzubilden, lassen sich hier mehrere Durchgänge spielen.

Neben dem Kennenlernen der Speisefische ist ein weiteres Ziel dieses Moduls, den Einfluss des Menschen auf die Populationsentwicklung dieser Art abzubilden und daraus Rückschlüsse für ein nachhaltiges Konsumverhalten abzuleiten.

Ort



Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Materialien

- Arbeitsblatt S 4: Fisch auf dem Tisch
- Bilder
- Stellwand

Dieser Teil der Unterrichtseinheit wird mit einer Umfrage unter den Kindern eingeleitet, welche dieser Fischarten sie schon einmal selbst gegessen haben und welche ihnen besonders gut schmecken bzw. auf welche Arten sie in ihrem Speiseplan auch leicht verzichten könnten. Die erhobenen Daten stellen die Lernenden in einem Diagramm dar. Um den Kompetenzbereich «Kommunikation» zu vertiefen, wählen die SuS eine für diese Daten geeignete Diagrammform aus. Der Vergleich der Beliebtheit bestimmter Fischarten mit den Bestandsentwicklungen bildet die Grundlage für die ethische Bewertung des Konsumverhaltens in Bezug auf die Nutzung verschiedener Speisefische.

Eine Erweiterung dieser Unterrichtseinheit könnte darin bestehen, den Mensa-Speiseplan dahingehend zu analysieren, welche Fischarten genutzt wurden und ob es hier vielleicht Möglichkeiten gäbe, bedrohte Speisefischarten von der Karte zu nehmen.

Ein besonders motivierendes Erlebnis wäre ein abschließendes gemeinsames Fischessen mit Verkostung unterschiedlicher Fischarten.

L4 Fotos: «Fischgerichte»



Japanisches Sushi;
beide Bilder gemeinfrei
(CC-0), kein Bildnach-
weis erforderlich

S4 Arbeitsblatt: Fisch auf dem Tisch

Fisch ist gesund und schmeckt gut. Viele Fischmahlzeiten sind deshalb auch bei Kindern sehr beliebt und ganz bestimmt hast auch du einen Lieblingsfisch, den du besonders gerne isst. Dabei gibt es mehr Speisefische, als du vielleicht denkst. Besonders beliebt sind in Deutschland folgende Arten:

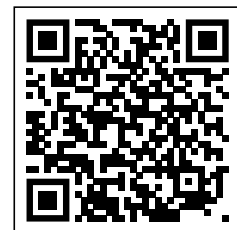
Regenbogen-Forelle	Wolfsbarsch	Steinbutt
Karpfen	Scholle	Pangasius
Hecht	Zander	Alaska-Seelachs
Hering	Kabeljau/Dorsch	Seehecht
Thunfisch	Sardine	Rotbarsch
Lachs	Flunder	Makrele

Kennst du alle diese Fische? Wahrscheinlich nicht. Deshalb wird es Zeit, sich einmal näher mit den leckeren Tieren aus unseren Gewässern zu beschäftigen.

Aufgaben




1. Erstelle für deine Fischart einen Steckbrief, der nicht größer als DIN A4 sein darf und folgende Informationen enthalten muss:
Bild der Fischart, Bild einer Mahlzeit mit diesem Fisch, Informationen zu charakteristischen Merkmalen, Lebensraum, Karte zur Verbreitung der Art
2. Formuliere drei Fragen zu deiner Fischart, die sich mithilfe des Steckbriefes beantworten lassen.
3. Wahrscheinlich hast du schon einige dieser Fischarten probiert.
 - 3.1 Kennzeichne alle Fischarten, die dir gut geschmeckt haben mit einem grünen, solche die dir nicht geschmeckt haben mit einem roten Aufkleber. Fische, die du noch nie gegessen hast, bekommen keinen Aufkleber.
 - 3.2 Stelle die Ergebnisse der Umfrage in einem Diagramm zusammen. Wähle dabei eine geeignete Darstellungsform aus.

Hier gehts zu den Infos:



www.fischbestaende-online.de/fischarten/

4. Der Internationale Rat für Meeresforschung (= ICES) untersucht u. a., wie sich die Fischerei-Aktivitäten des Menschen auf die Anzahl der Fische einer Art auswirkt. Dabei unterscheidet diese Organisation folgende Fälle für die fischereiliche Sterblichkeit:

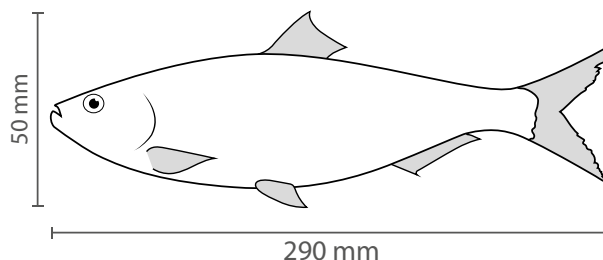
Übernutzt	Angemessen bzw. unternutzt	Unbekannt
		
Es werden so viele Fische gefangen, dass die Art droht, auszusterben.	Es werden so viele Fische gefangen, dass sich die Art auf natürlichem Weg erholen kann.	Es liegen zu wenige Daten vor, um entscheiden zu können, ob eine Art übernutzt ist.

- 4.1 Kennzeichnet auf eurem Steckbrief, wie der ICES die fischereiliche Sterblichkeit der Art in den meisten Fanggebieten aktuell einschätzt, indem ihr das entsprechende Symbol an eurem Steckbrief befestigt.
- 4.2 Überlegt, warum es zu manchen der gelisteten Arten keine Angaben gibt.
- 4.3 Recherchiert, welche Fischarten im vergangenen Monat in eurer Schulmensa verkauft wurden und entwickelt Vorschläge für einen nachhaltigen Essensplan für eure Mensa.
5. Der Hering ist einer der wichtigsten Speisefische der Nordsee. Deshalb wird die Menge der Heringe, seit vielen Jahren genau untersucht. Dabei ergab sich für die geschätzte Gesamtmasse der Heringe das unten abgebildete Diagramm. Die Messdaten der Biologen führten schließlich für einige Jahre zu einem Verbot der industriellen Heringsfischerei.

- 5.1 Ermittle mithilfe des Diagramms das Jahr, in dem das Verbot der industriellen Heringsfischerei in Kraft trat, und das Jahr, in dem das Verbot endete!

Beginn des Verbots: _____

Ende des Verbots: _____



- 5.2 Um ein solches Verbot, das die Arbeitsplätze zahlreicher Fischer bedroht, zu vermeiden, versucht man heute, intelligente Fischfangmethoden zu entwickeln. Damit soll einerseits der Bestand der Heringe nachhaltig gesichert werden und andererseits die wirtschaftliche Zukunft der Fischer geschützt werden. Die wichtigste Fangmethode für Heringe ist die Schleppnetzfisherei, bei der ein sackartiges Netz, in dem sich die Fische verfangen, hinter einem Schiff hergezogen wird. Die Abbildung zeigt die Durchschnittsgröße ausgewachsener Heringe.

- 5.3 Kennzeichne in folgender Tabelle alle Maßnahmen, die zu einer Senkung der Heringsbestände führen, mit einem «S», und alle, die zu einer Erhöhung führen, mit einem «E»! Ergänze in der Tabelle zwei weitere Maßnahmen, die die Heringsbestände in der Nordsee sichern könnten!

Maßnahme	
Die Heringsfischer verwenden Schleppnetze mit einem Maschendurchmesser von 32 mm statt 55 mm.	
Die maximale Öffnungsweite der zur Heringsfischerei zugelassenen Schleppnetze wird von 23.000 m ² auf 10.000 m ² verändert.	
Die Fischkutter werden mit Echolot-Geräten ausgestattet, um Heringsschwärme genauer lokalisieren zu können.	
	E
	E

- 5.4 Entwickelt je einen Vorschlag, was jede der folgenden Personengruppen dazu beitragen könnte, die Fischarten zu erhalten und auf welche Widerstände sie dabei stoßen könnten:

a) Fischverkäufer im Supermarkt

Mögliche Schutzmaßnahme	Zu erwartender Widerstand

b) Politische Entscheidungsträger im Umweltministerium

Mögliche Schutzmaßnahme	Zu erwartender Widerstand

c) Berufsfischer

Mögliche Schutzmaßnahme	Zu erwartender Widerstand

L4 Lösungsvorschlag – Arbeitsblatt: Fisch auf dem Tisch

Aufgaben 1, 2, 3 und 4.3

Hier entstehen individuelle Lösungen der SuS. Bei der Erstellung der Fragen sollte die Lehrkraft darauf hinweisen, dass man Information auch aus Bildern, Karten oder Diagrammen entnehmen könnte.

Aufgabe 4.1

Aal	unklar	Makrele	übernutzt
Alaska-Seelachs	angemessen/unklar	Regenbogen-Forelle	Keine Angabe
Blauflossen-Thun(fisch)	angemessen/unklar	Rotbarsch	übernutzt/unklar
Flunder	angemessen/unklar	Sardine	übernutzt
Hecht	Keine Angabe	Scholle	angemessen
Hering	unklar	Seehecht	angemessen
Kabeljau/Dorsch	unklar	Steinbutt	unklar
Karpfen	Keine Angabe	Seelachs	angemessen
Lachs	Keine Angabe	Zander	Keine Angabe

Aufgabe 4.2

Zu Süßwasserfischen oder in Aquakultur gezogenen Arten werden keine Angaben gemacht.

Aufgabe 5.1

Beginn des Verbots: **1977 (✓)**

Ende des Verbots: **1988 (✓)**

Aufgabe 5.2

Maßnahme	
Die Heringsfischer verwenden Schleppnetze mit einem Maschendurchmesser von 32 mm statt 55 mm.	S (✓)
Die maximale Öffnungsweite der zur Heringsfischerei zugelassenen Schleppnetze wird von 23.000 m ² auf 10.000 m ² verändert.	E (✓)
Die Fischkutter werden mit Echolot-Geräten ausgestattet, um Heringschwärme genauer lokalisieren zu können.	S (✓)
z. B. Einführung eines Fangverbotes zu bestimmten Jahreszeiten. (1,5 ✓)	E
z. B. räumlich begrenzte Schutzzonen, in denen das Fischen verboten ist. (1,5 ✓)	E

Aufgabe 5.3

a) Fischverkäufer im Supermarkt

Mögliche Schutzmaßnahme	Zu erwartender Widerstand
zum Beispiel Kauf von Arten, die in ihrem Bestand nicht gefährdet sind.	zum Beispiel besonders wohlschmeckende Sorten könnten vom Speiseplan verschwinden.

b) Politische Entscheidungsträger im Umweltministerium

Mögliche Schutzmaßnahme	Zu erwartender Widerstand
zum Beispiel gesetzliche Fangverbote für Arten, die in ihrem Bestand gefährdet sind.	zum Beispiel Fischer, die diese Arten fangen, könnten wirtschaftliche Einbußen erleiden.

c) Berufsfischer

Mögliche Schutzmaßnahme	Zu erwartender Widerstand
zum Beispiel gesetzliche Fangverbote für Arten, die in ihrem Bestand gefährdet sind.	zum Beispiel Fischer, die diese Arten fangen, könnten wirtschaftliche Einbußen erleiden.

M 5: Wasservögel an Still- und Fließgewässern

Grundlegende Informationen

Vögel, die an Gewässern leben, sind meist gut zu beobachten. Zusätzlich sind diese Vögel eher groß und häufig sehr attraktiv gefärbt. Deshalb ist gerade diese Tiergruppe dafür prädestiniert, einen ersten Einstieg in ornithologische Beobachtungen zu bieten. In diesem Modul sollen auf spielerische Weise einige Wasservogelarten vorgestellt und die Lernenden mit ihren kennzeichnenden Merkmalen vertraut gemacht werden. Dies erfolgt unter den kontrollierbaren Bedingungen des Unterrichts im Klassenzimmer und dient als Vorbereitung auf eine darauffolgende Exkursion an ein Gewässer.

Durchführung

In der ersten Phase dieser Unterrichtseinheit lernen die SuS im Klassenzimmer eine Auswahl häufiger Wasservögel kennen. Sollten in der Schule keine ausreichend guten Stopfpräparate zur Verfügung stehen oder die Lehrkraft, die notwendigen Sicherheitsbeschränkungen im Umgang mit den ausgestopften Tieren nicht gewährleisten können, muss die Erstbegegnung medial vermittelt erfolgen.

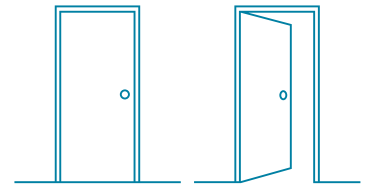
Am Ende dieser Phase steht ein gemeinsam von der Klasse erarbeitetes Bestimmungsmaterial mit Bildern der Arten. Dies könnte sowohl mit klassischen Steckbriefen erfolgen, als auch mit digitalen Medien, in dem alle Lernenden gemeinsam an dem gleichen von der Lehrkraft vorbereiteten Dokument arbeiten, ihr Fortschreiten mit dem ihrer Klassenkameraden vergleichen und die Arbeit ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler kommentieren können. Im Folgenden wird beschrieben, wie sich dies konkret umsetzen lässt.

Als schüleraktivierenden Einstieg ermitteln die Lernenden die Artnamen verschiedener Vögel, die sich hinter einem Bilderrätsel verstecken (Arbeitsblatt S 5.1). Mit der Think-Pair-Share-Methode versuchen die Kinder herauszufinden, wie die Art heißen könnte. Im Anschluss erarbeitet je ein Schülertandem einen Steckbrief zu einer Art. Dabei sind drei Schülerprodukte denkbar:

Handgeschriebener Steckbrief	Digital erstellter Steckbrief	Online Bestimmungsmaterial
Die Lernenden erstellen mit ausgedrucktem Bildmaterial, Schere, Stift und Kleber einen Steckbrief.	Die Lernenden erstellen in Kooperation mit Informatik einen digital erstellten Steckbrief.	Die Lernenden arbeiten gemeinsam an einem Bestimmungsbuch für die gesamte Klasse.

Sowohl der handgeschriebene als auch der digital erstellte Steckbrief sind bekannte unterrichtsmethodische Konzepte und brauchen an dieser Stelle nicht weiter erläutert werden. Für die digitale Umsetzung eines ge-

Ort



Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Materialien

- Arbeitsblatt S 5.1 Namensquiz der Wasservögel
- Arbeitsblatt S 5.2 Wasservögel an Still- und Fließgewässern

* **Padlet:** Eine ausführliche Beschreibung, wie man Padlets erstellt, findet sich hier:

► <https://de.wikihow.com/Padlet-nutzen>

meinsamen Online-Bestimmungsmaterials eignen sich Plattformen, die ein kooperatives und simultanes Arbeiten mehrerer Personen am gleichen Endprodukt ermöglichen. Eine Variante wäre dabei eine digitale Pinnwand (zum Beispiel Padlet*).

Im Anschluss an diese Phase der Erstbegegnung sollten die erstellten Steckbriefe genutzt werden, um die Lernenden nicht nur mit ihrer eigenen Art vertraut zu machen, sondern ihnen auch die Arten der anderen Gruppen vorzustellen. Dafür eignet sich in der analogen Variante die Methode des sogenannten «Schaufensterbummels» besonders gut, bei der die Lernenden die Werke ihrer Klassenkameraden in ihrer individuellen Geschwindigkeit betrachten.

Bei der Verwendung digitaler Medien verschaffen sich die Lernenden einen Überblick über die Arbeiten ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler, indem sie diese an einer digitalen Pinnwand im Hinblick auf Aspekte, die ihnen gut gefallen, oder solche, die sie für verbesserungswürdig halten, kommentieren. Prinzipiell wäre auch eine anonyme Bewertung der einzelnen Arbeiten durch ein Sternesystem denkbar, dies muss aber pädagogisch wohlüberlegt und den jeweiligen Verhältnissen in der Klasse angepasst erfolgen.

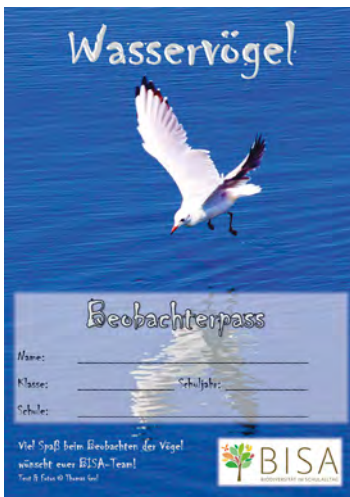
Im Anschluss werden die Steckbriefe im Unterrichtsgespräch so geordnet, dass ähnliche Arten nahe beieinander sind. Zum Abschluss dieser Einheit erhalten alle Lernenden Zugriff auf die Steckbriefe (indem das Padlet zum Beispiel als Bild oder PDF exportiert und digital verteilt wird). Aus dem gemeinschaftlichen Dokument machen dann alle ihr persönliches Bestimmungsmaterial, in dem sie für sie auffällige Merkmale kennzeichnen.

Sobald dieser Teil der Unterrichtseinheit abgeschlossen ist, beginnt eine Übungsphase, in der die Lernenden mit spielerischen Aufgaben die Tiere und ihre Merkmale noch einmal wiederholen und ihr Wissen überprüfen können. Auch hier bieten sich digitale Übungsformen an, wie sie in Arbeitsblatt S 5.2 beschrieben sind.

An diese Unterrichtseinheit schließt sich ein Gang ins Freiland an, um den Kindern die Arten «live» zu zeigen. Sehr motivierend wirkt dabei ein Beobachterpass, in dem die Kinder die Arten ankreuzen, die sie bei der Exkursion gesehen haben. Um ein entsprechendes Erfolgserlebnis zu generieren, sollte die Lehrkraft die Arten idealerweise individuell in einem Beobachterpass so zusammenstellen, dass die lokalen Gegebenheiten des Gewässers berücksichtigt werden. Sollte dies nicht möglich sein, kann man auch auf bereits fertige Beobachterpässe zurückgreifen, wie sie zum Beispiel vom ► [BISA-Projekt](#) der Ludwig-Maximilians-Universität München frei zur Verfügung gestellt werden. Hochinteressant, aber technisch nicht einfach umzusetzen, ist eine Dokumentation der beobachteten Arten mit Fotos, die nach Abschluss der Exkursion in einem gemeinsamen Exkursionsbericht der Schulöffentlichkeit (zum Beispiel Ausstellung, Artikel im Jahresbericht) zugänglich gemacht werden.

Aufgaben

Alle Arbeitsaufträge an die SuS sind in den folgenden Anlagen formuliert und können als Kopie oder noch besser digital über eine digitale Pinnwand (zum Beispiel ► https://padlet.com/t_gerl/nshu7he2164r7f) an die Lernenden verteilt werden.



Beobachterpass für Wasservögel

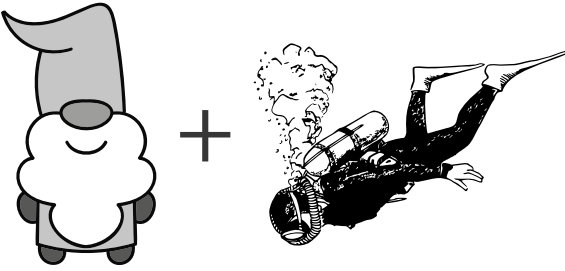


Zugangslink zu den Beobachterpässen des BISA-Projekts:

► www.bisa100.de/beobachten-erkennen/beobachterp%C3%A4sse

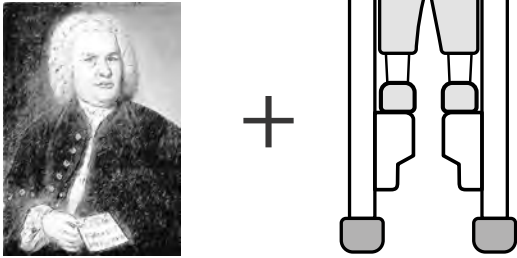
S5.1 Arbeitsblatt: Namensquiz der Wasservögel

Viele Vogelarten haben lustige Namen, die du mit folgendem Rätsel herausfinden kannst, indem du die Inhalte der Bilder benennst und zu einem Namen zusammensetzt.



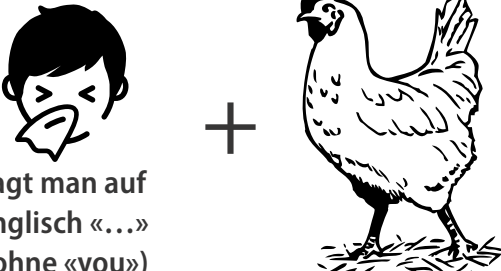
A cartoon illustration of a friendly-looking gnome with a pointed hat and a diver in a scuba suit underwater. The two images are separated by a plus sign.

Johann Sebastian «...»



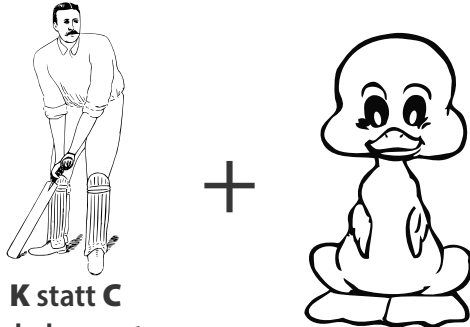
A black and white portrait of Johann Sebastian Bach next to a xylophone. The two images are separated by a plus sign.

Wenn jemand



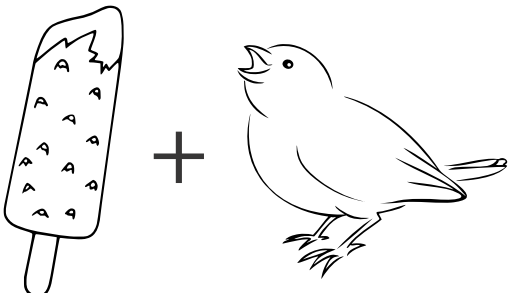
A cartoon illustration of a boy with a zipped mouth and a hen. The two images are separated by a plus sign.

sagt man auf
Englisch «...»
(ohne «you»)

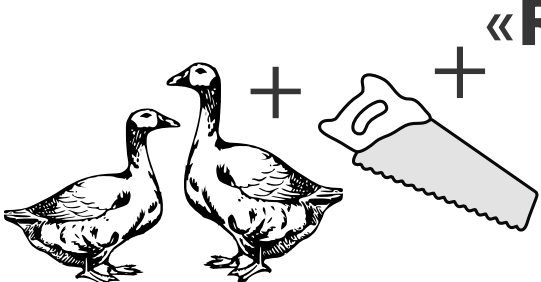


A line drawing of a cricketer and a duck. The two images are separated by a plus sign.

K statt C
und ohne «et»

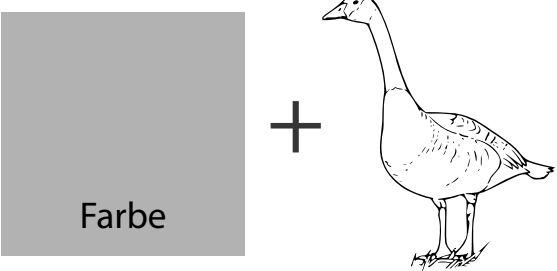


An illustration of an ice cream bar and a small bird. The two images are separated by a plus sign.



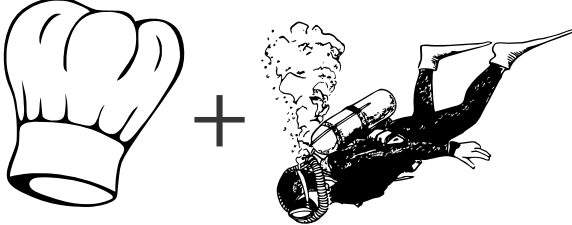
An illustration of two ducks and a hand saw. The two images are separated by plus signs. The letter «R» is written in the top right corner.

«R»

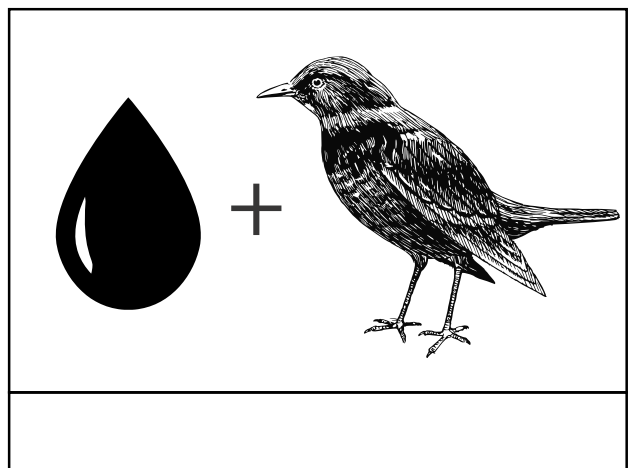
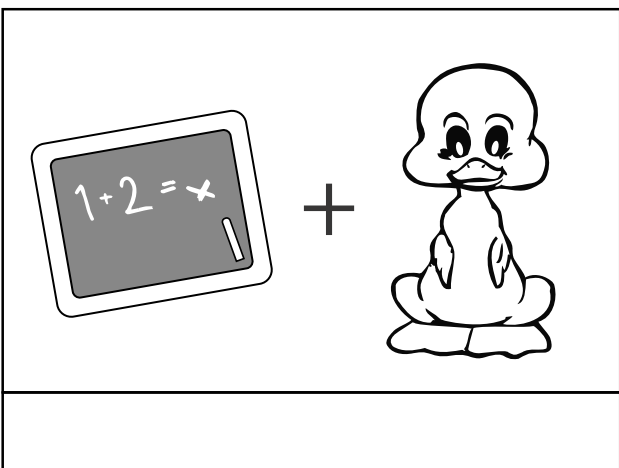
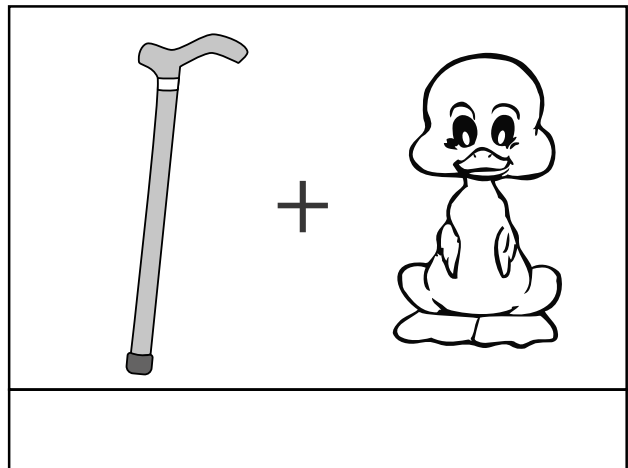
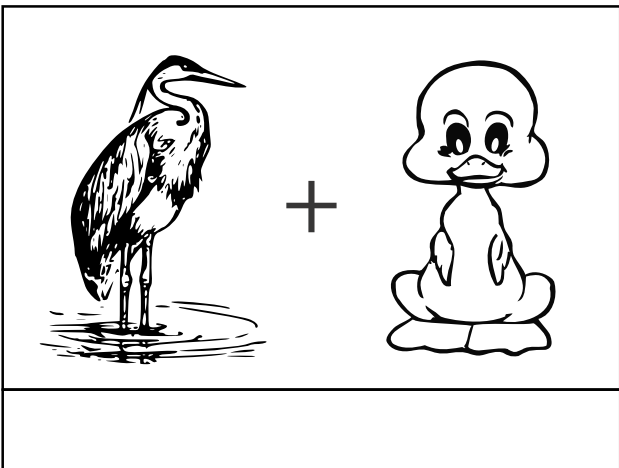
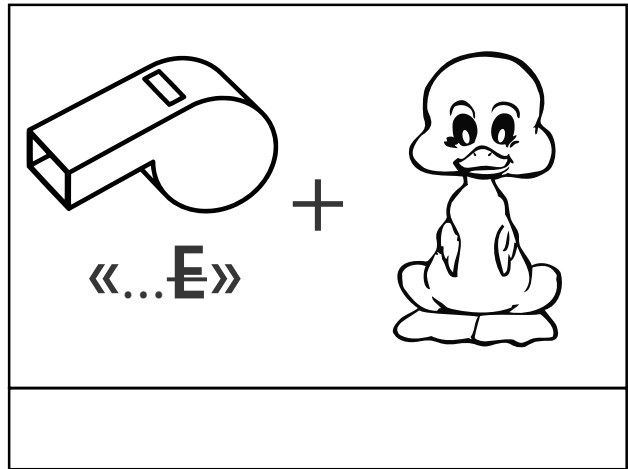
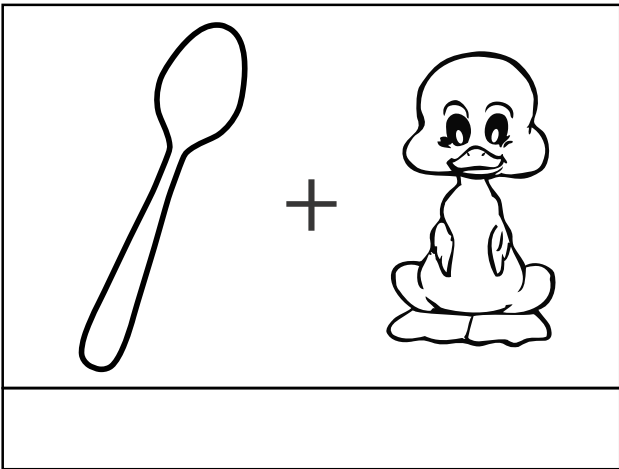
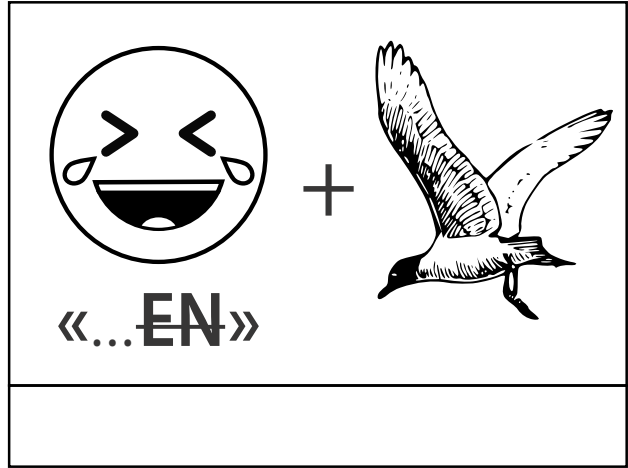
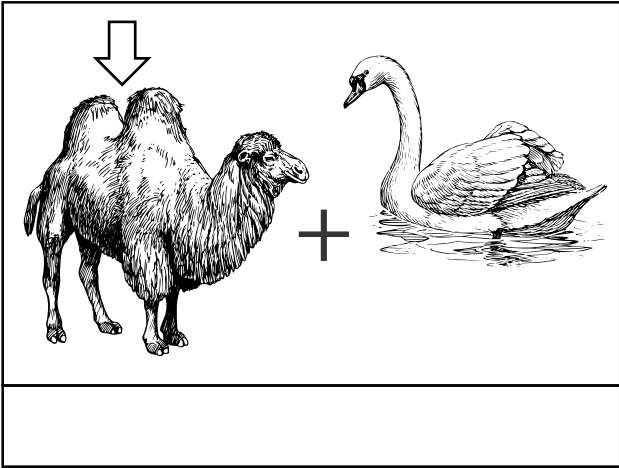


A grey square and a drawing of a goose. The two images are separated by a plus sign.

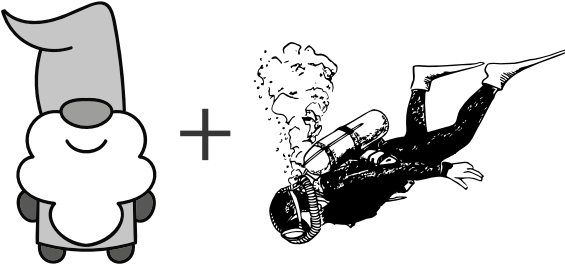
Farbe



A drawing of a chef's hat and a diver in a scuba suit underwater. The two images are separated by a plus sign.

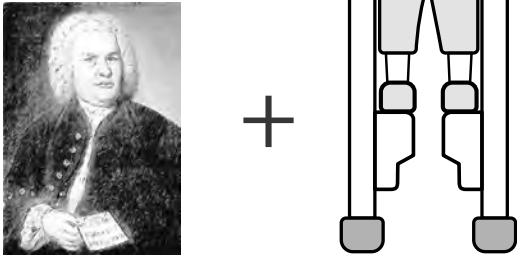


L5.1 Lösungen: Namensquiz der Wasservögel



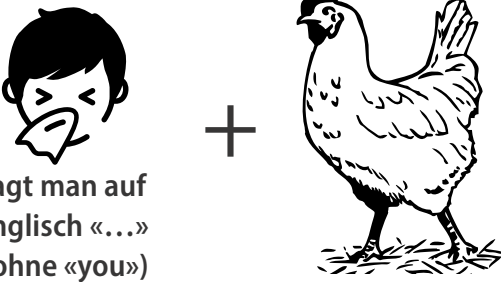
Zwergtaucher

Johann Sebastian «...»



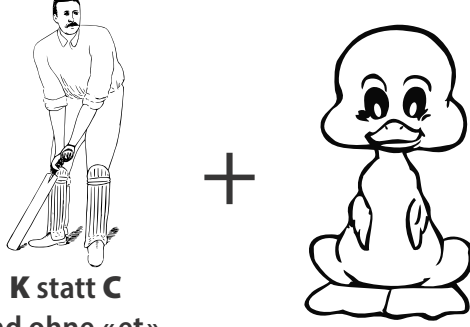
Bachstelze

Wenn jemand



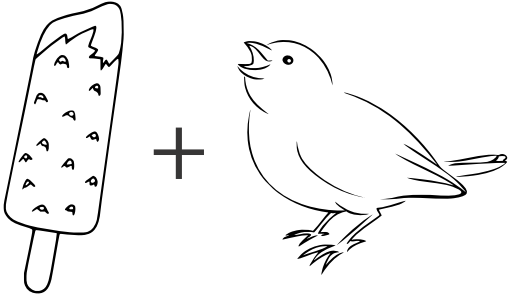
sagt man auf
Englisch «...»
(ohne «you»)

Blesshuhn

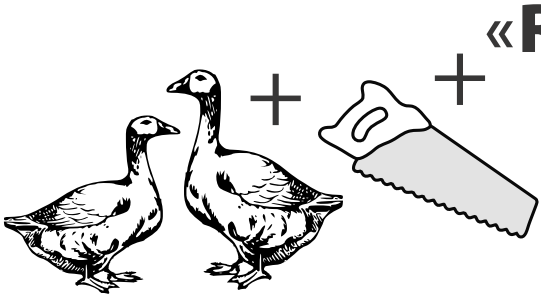


**K statt C
und ohne «et»**

Krickente

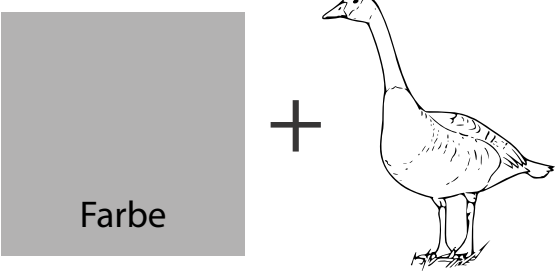


Eisvogel



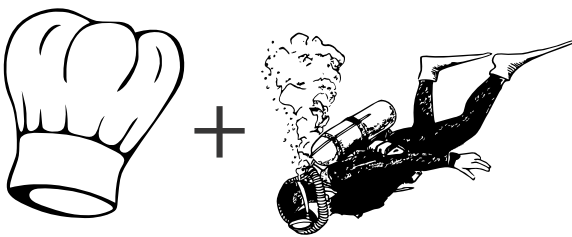
«R»

Gänsesäger

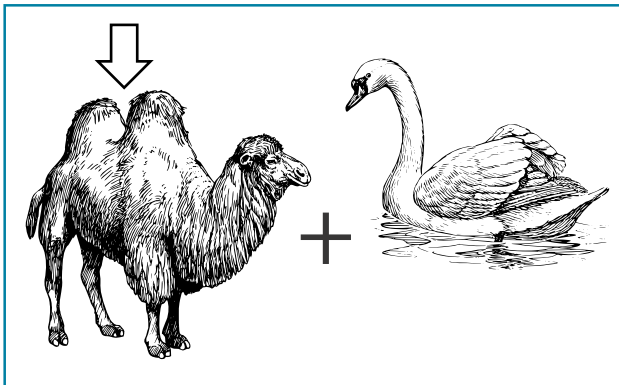


Farbe

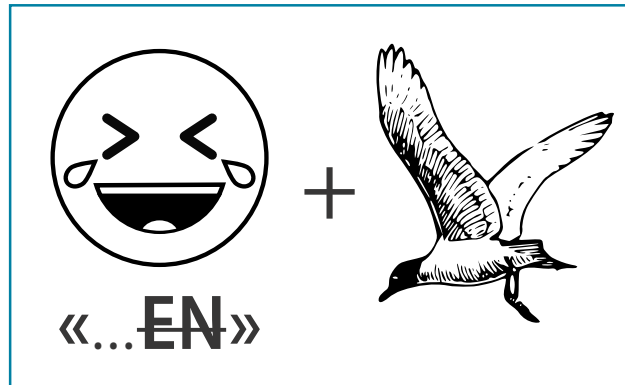
Graugans



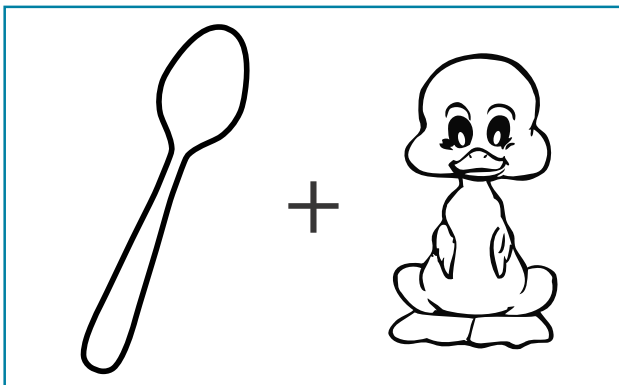
Haubentaucher



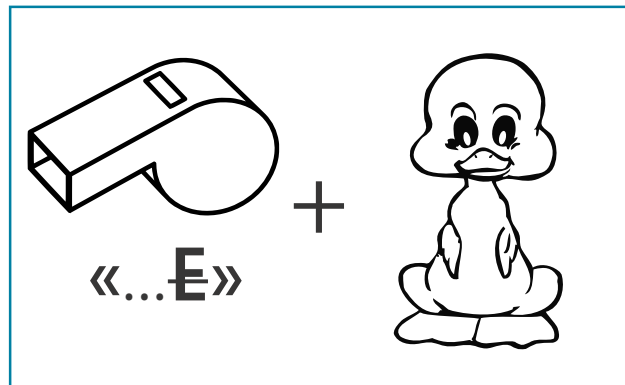
Höckerschwan



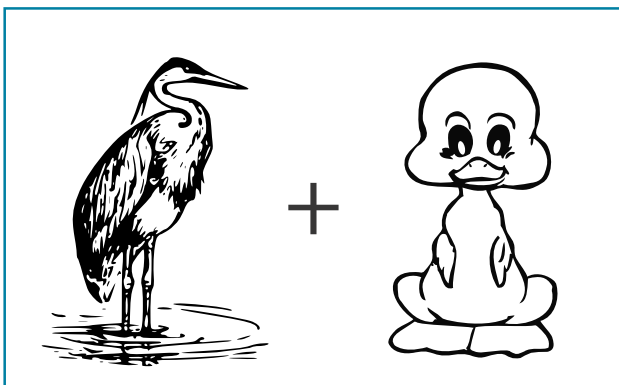
Lachmöwe



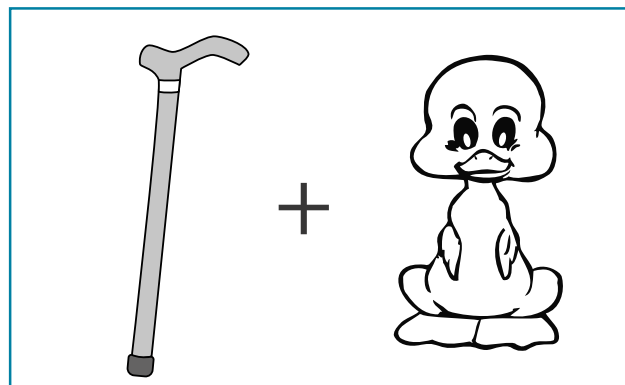
Löffelente



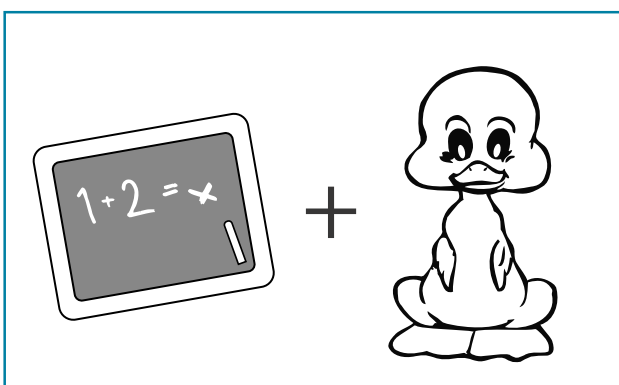
Pfeifente



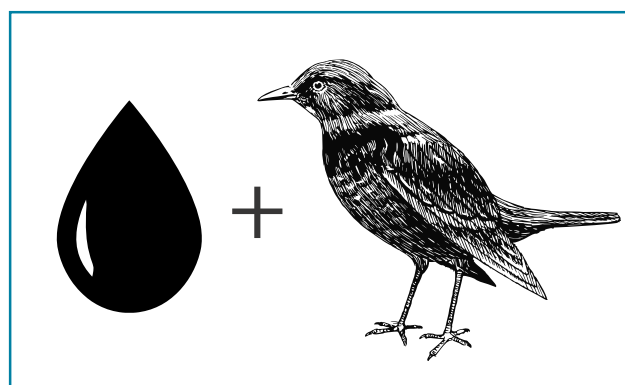
Reiherente



Stockente



Tafelente



Wasseramsel

S5.2 Arbeitsblatt: Wasservogel an Still- und Fließgewässern

Phase 1: Eigenen Steckbrief erstellen

Erstelle einen Steckbrief zu deiner Vogelart, der folgende Informationen enthält:

1. Eure Namen
2. Je ein Bild eines Männchens und Weibchens
(wenn beide Arten unterschiedlich aussehen!)
3. Vorkommen in Europa und bevorzugter Lebensraum
4. Mindestens zwei «Fun Facts», d. h. Interessantes, Kurioses oder Lustiges zu der Art, das du anderen mitteilen möchtest
5. Poste deine Datei in folgendem Padlet:

Platzhalter (Link zum Padlet, das deine Lehrkraft erstellt hat)

Phase 2: Andere Steckbriefe kennenlernen

Betrachtet die Steckbriefe eurer Mitschülerinnen und Mitschüler und beurteilt ihre Arbeit, indem ihr zu allen Steckbriefen einen Kommentar verfasst, was euch gefällt und wo es aus eurer Sicht noch Verbesserungsbedarf gibt.

Phase 3: Typische Merkmale finden

Kennzeichnet in eurem persönlichen Padlet mindestens zwei Merkmale, an denen ihr die Art in Zukunft erkennen werdet. Vielleicht fällt euch ja eine Eselsbrücke, ein lustiger Spruch oder Reim zu der Art ein, die ihr in dem Padlet posten könnt.

Phase 4: Tiere wiedererkennen

So und nun wollen wir auch sehen, wie gut ihr euch die Tiere gemerkt habt. Dazu könnt ihr folgende Übungen durchlaufen:



Paare zuordnen:
> [www.bisa100.de/
spielen/wirbeltiere/
vogel/142-kennst-du-die-
wasserv%C3%B6gel](http://www.bisa100.de/spielen/wirbeltiere/vogel/142-kennst-du-die-wasserv%C3%B6gel)

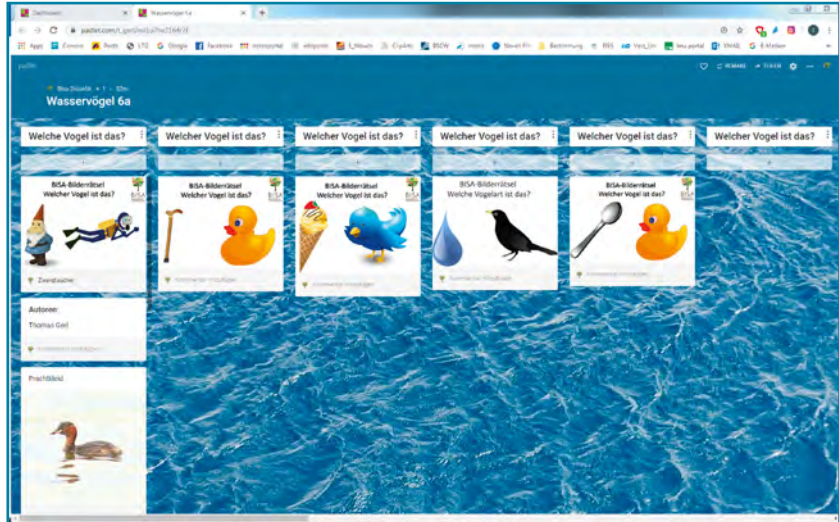


Vogelart erkennen:
> [www.bisa100.de/
spielen/wirbeltiere/
vogel/142-kennst-du-die-
wasserv%C3%B6gel?start=1](http://www.bisa100.de/spielen/wirbeltiere/vogel/142-kennst-du-die-wasserv%C3%B6gel?start=1)

L5.2: Lösungsvorschlag – Arbeitsblatt: Wasservogel an Still- und Fließgewässern

Die erstellten Steckbriefe sind individuell verschieden und werden in einer digitalen Pinnwand zusammengefasst.

Screenshot einer von der Lehrkraft vorbereiteten digitalen Pinnwand ohne Schülerdaten



Die typischen Merkmale, die die Lernenden für die Bestimmung heranziehen, sind sehr unterschiedlich. Im Folgenden ist eine Variante für den Zwergtaucher dargestellt:

Zwergtaucher

BISA-Bilderrätsel
Welcher Vogel ist das?

Autoren:
Thomas Gerl
Prachtkleid

Schlichtkleid

Vorkommen

Fun facts
Zwergtaucher sind vom Klimawandel besonders betroffen
Zwergtaucher bauen ein Nest, das auf dem Wasser schwimmt.

M 6: Der Biber als Wasserbauer

Grundlegende Informationen

Dieses Modul widmet sich einer Schlüsselart in Fließgewässern, die aktiv ihren Lebensraum verändert und gestaltet. Die Anwesenheit des Bibers fördert die Artenvielfalt am Gewässer, führt aber auch zu Konflikten mit angrenzender Landnutzung. Eine Exkursion in der kalten Jahreszeit (siehe L 6.1) wie auch ein Rollenspiel (L 6.2.1) fördern den fachlichen Hintergrund und die Kompetenz, selbst Diskussionen über große Tiere in unserer dicht besiedelten Kulturlandschaft zu führen.

Die Spuren des größten Nagetieres in Bayern sind heute landesweit sichtbar. Aufgrund seines possierlichen Aussehens hat er bei SuS ein positives Image, doch die wenigsten haben je einen Biber live gesehen. Wie bei keinem anderen Wasserbewohner können Zusammenhänge zwischen Aktivität des Bibers und Zustand der Gewässerlandschaften verdeutlicht werden. An stark veränderten Gewässern treten die Ursachen von Konflikten und deren Lösung anschaulich zu Tage.

Durchführung

Der Lehrplaninhalt 1.3 Biodiversität bei Wirbeltieren – vor allem die Punkte aktive Bewegung und Energiemanagement – passt in der kalten Jahreszeit gut dazu und könnte bei einer Exkursion erläutert werden. Als Vorbereitung für die Exkursion (siehe L 6.1) empfiehlt es sich, den örtlichen Biberberater nach einem geeigneten Biberrevier zu befragen (Kontakt über die Homepage der Unteren Naturschutzbehörden an den Landratsämtern oder Umweltämter der kreisfreien Städte).

Diese können sowohl bei der Auswahl geeigneter Bibervorkommen, bei einer Vorexkursion oder sogar bei der Durchführung einer Exkursion behilflich sein.

Alternative Kontaktadressen:

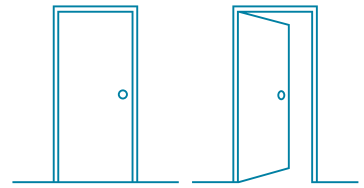
Gerhard Schwab

Bibermanager Südbayern des
Bund Naturschutz in Bayern e. V.
Tel.: 0172 682 66 53
Gerhard.Schwab@biber.info

Horst Schwemmer

Bibermanager Nordbayern des
Bund Naturschutz in Bayern e. V.
Tel.: 0171 243 22 69
horst.schwemmer@bund-naturschutz.de

Ort



Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materialien

– Für die Exkursion –

- Arbeitsblatt S 6.1
- Broschüren «Biber in Bayern» und «Artenvielfalt im Biberrevier»
- Biberrucksäcke

– Für das Rollenspiel –

- L 6.2 Rollenspiel: Der Biber – nützt oder schadet er?
- L 6.2 Zeitungsartikel
- S 6.2 Rollenspiel: Der Biber – nützt oder schadet er?

Während der Exkursion suchen und sammeln die SuS transportierbare Spuren (Äste, Zweige, Späne etc.). Gemeinsam wird versucht, den Biberbau zu entdecken.

Im Anschluss daran kann im Klassenzimmer das Rollenspiel (L 6.2.1) durchgeführt werden.

Zusatz-Infos zu den Materialien

Broschüren

Kostenlose Broschüren «> [Biber in Bayern](#)» und «> [Artenvielfalt im Biberrevier](#)» als Download über das Bayerische Landesamt für Umwelt oder im Klassensatz über > www.bestellen.bayern.de

Biberrucksäcke

An vielen Unteren Naturschutzbehörden sowie an Geschäftsstellen der Kreisgruppen des Bund Naturschutz und Landesbund für Vogelschutz stehen «Biberrucksäcke» zur Ausleihe zur Verfügung. Diese enthalten Materialien für Bibervorträge und -exkursionen (Fell, Schädel, Trittsiegel, Unterrichtsmaterial).

L6.1 Exkursion – Dem Biber auf der Spur

Da der Biber nachtaktiv ist, ist eine Begegnung während der Schulzeiten eher unwahrscheinlich. Ein gemeinsames Suchen der Spuren und das Entdecken des Baus spricht die Neugier und die Freude an detektivischen Untersuchungen der SuS an. Fraßspuren und die oft beeindruckenden Nageaktivitäten an Bäumen sind im Winter am leichtesten zu finden. Ab dem Laubaustrieb sind Gewässerränder meist schlecht begehbar und Aktionen aus Gründen des Vogelschutzes (Brutzeit) nicht mehr zu empfehlen.

Ein Biberrevier erstreckt sich an Fließgewässern mit gutem Nahrungsangebot auf 0,5 bis 1 km Fließgewässerstrecke. Gewässer mit knappem Nahrungsangebot können Reviergrößen bis 6 km Fließgewässerstrecke erreichen. Die Fraßspuren nehmen zum Biberbau hin zu. Da der Biber zum Transport der abgenagten Hölzer die Strömung nutzt, erfolgen seine Fällaktivitäten von seinem Bau aus deutlich weiter stromaufwärts als stromabwärts. Wichtige Requisiten des Biber-Lebensraumes im Winter sind schnellwüchsige Weichhölzer wie Weiden und Pappeln, die besonders gerne angenagt werden. In naturnahen Auwäldern wachsen diese unmittelbar am Gewässerrand. Der Biber frisst dabei nur die Rinde, kein Holz. Sein Haupt-Aktivitätsraum liegt bei bis zu zehn Meter Entfernung vom Gewässerrand, seltener bis zu zwanzig Meter. Abtransportierte Gehölzteile haben meist weniger als 10 cm Durchmesser. Die zerlegten Teile werden zu geschützten Uferbereichen transportiert und erst dort benagt. Solche Fraßplätze lassen sich an vielen weiß geschälten Gehölzteilen am Ufer erkennen.

Besonders gut sind folgende Spuren zu entdecken:

- sanduhrförmig angenagte beziehungsweise ganz gefällte Bäume mit am Boden liegenden Nagespänen
- angenagte Zweige und Äste mit deutlichen Spuren der Schneidezähne
- ganz abgenagte Zweigstücke, frisch, fast weißlich-hell, mit schief abgenagten Enden («Biber-Spaghetti»)
- breite Ausstiege, mit gelegentlich am Gewässerrand sichtbaren Trittsiegeln oder Schwanz-Schleifspuren («Biberrutschen»)
- Fraßplätze
- Nahrungsflöße aus abgenagten Ästen und Zweigen als Wintervorrat im Wasser
- Biberbaue, meist Mittelbau mit Überdeckung mit abgenagtem und aufgeschichtetem Holz, sicheres Anzeichen für bewohnte Baue ist frischer, aufgeworfener Schlamm
- in unmittelbarer Nähe des Wohnbaus deutlich höhere Nageaktivität als weiter entfernt

Fragen für die Diskussion:

- Welche Veränderungen durch die Biberaktivität konnten festgestellt werden?
- Welche positiven (Biodiversität) und negativen Auswirkungen (land-/ forstwirtschaftliche Nutzung) sind erkennbar?

Hinweis

Fotografien der aufgeführten Biber Spuren:
www.anl.bayern.de/projekte/tierelive/doc/02_biber_a1.pdf#page=3

S6.1 Arbeitsblatt – Exkursion: Dem Biber auf der Spur

Biber hinterlassen an den Gewässern deutliche Spuren, die Fachleute mit eigenen Begriffen beschreiben:

Begriff	Beschreibung	Dein Foto
Biberrutsche		
Biberburg		
Trittsiegel		
Futterfloß		
Fraßplatz		
Biber-Spaghetti		
Angenagte Bäume		

Aufgaben

1. Recherchiere, worum es sich bei den genannten Begriffen handelt, und trage deine Ergebnisse in der Spalte Beschreibung ein.
2. Suche im Gelände nach solchen Spuren, fotografiere sie und füge die Bilder in die Tabelle ein.
3. An den Biber-Spaghetti kannst du sehen, dass die Biber kein Holz, sondern nur die Rinde der Zweige fressen. Überlege, warum die Biber trotzdem dicke Bäume fällen, obwohl sie das Holz gar nicht als Nahrung nutzen können.
4. Biber fällen durch ihre Aktivitäten Bäume und stauen kleine Gewässer auf.
 - 4.1 Recherchiere nach Tier- und Pflanzenarten, die von diesen Aktivitäten profitieren.
 - 4.2 Erkläre, wie die Lebewesen profitieren.
 - 4.3 Überlege auch, welche Konflikte sich durch die Aktivitäten der Biber ergeben könnten.
Nutze folgende Quelle:
> [www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000009?SID=2088619838&ACTIONxSESSxSHOWPIC\(BILDxKEY:%27lfu_nat_00148%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27\)](http://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000009?SID=2088619838&ACTIONxSESSxSHOWPIC(BILDxKEY:%27lfu_nat_00148%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27))

L6.2.1 Rollenspiel: Der Biber – nützt oder schadet er?

Das Beispiel Biber macht deutlich, dass der Zugang oder der Wegfall von Arten vielfältige Auswirkungen auf ein Ökosystem hat. Es führt vor Augen, dass eine einzelne Komponente ein ganzes System beeinflusst und verändert. Der Biber ist ein guter Indikator für die Naturnähe von Gewässerrändern: Fehlen ausreichende Uferstreifen, sind häufig Fraß-Schäden an wirtschaftlich wichtigen Hartholzbäumen und an Feldfrüchten im Gewässerrandbereich die Folge, außerdem bestehen Risiken durch die Gefahr von Traktoren-Einbrüchen in Biberröhren im Abstand bis 10 Metern. Bei Betrachtung des gesamten Ökosystems Gewässer fehlen in diesem Fall die notwendigen Pufferzonen nicht nur für den Biber, sondern auch für die Hochwasserrück- und Wasserreinhaltung. Die Risiken für den vermehrten Eintrag von Düngemitteln und Pestiziden sowie Abschwemmung von wertvollen Ackerböden in das angrenzende Gewässer sind damit deutlich erhöht. In künstlich geschütteten Dämmen (beispielsweise Flussdämmen, Fischteichen) können Biberröhren ebenso wie die Baue anderer Arten (Nutria, Bisam, Dachs) die Dammsicherheit beeinträchtigen.

Wer eine Rolle übernimmt, erlebt spielerisch die Probleme, die wir (die Gesellschaft) mit einem großen Tier haben können und welche Probleme der Biber mit uns haben kann. Was scheinbar keinen Bezug zum eigenen Leben hat, wird erfahrbar: die Suche nach einem gerechten Interessensausgleich und das Zusammenspiel von unterschiedlichen Interessen mit dem Schutz der Natur und deren Artenvielfalt. So regen Rollenspiele zur Reflexion an, denn die SuS setzen sich mit Interessen und Wertvorstellungen auseinander und bilden sich eine Meinung. Sie suchen Argumente, tauschen sie aus und kommen zu Entscheidungen. Dies stärkt die SuS in ihrer Reflexions-, Urteils- und Entscheidungsfähigkeit.

- Zum Einstieg ist eine Zeitungsmeldung (siehe Arbeitsblatt L 6.2.2) zum Thema Biber oder ein Szenario hilfreich. Das Rollenspiel soll den SuS die Situation des Bibers vor Augen führen. Es wird eine Bürgerversammlung mit Anhörung von Argumenten nachgespielt. Nach dem Vortrag der Argumente sollen Lösungsmöglichkeiten vorgeschlagen werden.
- Die Lehrkraft wiederholt Diskussionsregeln und verteilt die unten beschriebenen Moderatoren-Arbeitsblätter mit der Zeitungsmeldung an je etwa gleich große Gruppen.
- Optional kann vorher und nachher ein «Stimmungsbarometer» erstellt und aufgeklebt werden. Je nach Verlauf der Diskussion kann sich die Stimmung ändern und beispielsweise der «putzige» Biber «problembehafteter» wahrgenommen werden.
- Jede Gruppe bespricht die Meinung der ihnen zugeteilten Rolle und sammelt nach Möglichkeit weitere Argumente. Jede Gruppe bestimmt einen Sprecher oder eine Sprecherin.
- Die Sprecher der Gruppen tragen anschließend vor der Versammlung (= alle anderen SuS) in kurzen Statements ihre Argumente vor. Die Lehrkraft, eine geeignete Schülerin oder ein geeigneter Schüler übernimmt die Rolle der Bürgermeisterin oder des Bürgermeisters.

- Danach werden alle SuS (ausgenommen der Sprecher oder die Sprecherin) aufgefordert, Lösungsmöglichkeiten und Vermittlungsvorschläge für die verschiedenen Interessensgruppen zu entwickeln.
- Im Anschluss daran findet eine von der Lehrkraft (= Bürgermeister oder Bürgermeisterin) moderierte Diskussion statt, bei der alle SuS ihre Lösungsvorschläge den Interessensvertretern vorstellen.
- Nach Beendigung des Rollenspiels werden der Verlauf der Diskussion und die Stichhaltigkeit der Argumente besprochen und einige persönliche Meinungen der SuS zu den Rollen abgefragt. Abschließend sollte festgestellt werden, dass eine so komplexe Problematik mit verschiedenen Interessensvertretern nur zu Kompromissen führen kann, nicht jedoch zu einer einzigen umfassenden Lösung. Dieser Kompromiss sollte unbedingt fixiert werden und beispielsweise als Plakat im Klassenzimmer (oder im Schaukasten) aufgehängt werden.

L 6.2.2 Zeitungsartikel zum Rollenspiel: Der Biber – nützt oder schadet er?

Der Artikel basiert auf einer wahren Begebenheit, die Namen sind frei erfunden.

Hinterwaldener besorgt:

Biber ist eine Gefahr für Spaziergänger am Badesee

Am Badesee der Gemeinde Hinterwalden lebt eine Biberfamilie, zwei Alt-Tiere, ein bis zwei Tiere des Vorjahres, ein Wurf wird in diesem Frühling hinzukommen. Man bekommt sie kaum zu Gesicht, ihre handwerklichen Arbeiten aber schon. Zahlreiche Nagespuren und die Stümpfe gefällter Bäume sind sichtbare Zeichen ihrer Anwesenheit. Walter Mayer (76) aus Hinterwalden mag Tiere grundsätzlich sehr gerne. Das will er vorausschicken. Aber: «Wir haben ein unglaubliches Bibergeschehen an unserem See.»

Der Hinterwaldener unterhält sich mit Spaziergängern am See, die den Kopf schütteln. «Es ist schlichtweg eine Katastrophe», finden sie. Dem Naturliebhaber geht es weniger um den Wert der Bäume, als um die Gefahr, die für Fußgänger an der Wegstrecke nahe der Autobahn besteht. Das Landratsamt habe zwar versichert, dass es die Situation vor Ort im Blick habe. «Aber ich weiß, dass vor wenigen Wochen schon ein Baum umgefallen ist. Er krachte auf den Maschendrahtzaun, der das Freizeitgelände am See umgibt, und beschädigte es.» Da ist für Walter Mayer ein Punkt erreicht, wo er sagen muss: «So könnt ihr mit dem Ganzen nicht umgehen.» Vorerst allerdings, das hat Walter Mayer in Erfahrung gebracht, will man den Biber nicht abschießen. «Ich meine, wenn es eine Möglichkeit gibt, den Biber lebend zu entfernen, hätte ich nichts dagegen.»

Susanne Schnellinger von der Unteren Naturschutzbehörde im Landratsamt wirbt für Verständnis und ein harmonisches Miteinander zwischen Mensch und Tier. «Es wird engmaschig kontrolliert.» Das Landratsamt trägt Sorge dafür, dass an diesem vor allem im Sommer stark frequentierten Badesee niemand zu Schaden kommt. Die angestammte Biberfamilie hält ihr Revier an diesem See seit vielen Jahren und verteidigt es gegen Eindringlinge. Und ja, natürlich sind hier Bäume betroffen. Die Biberaktivität ist aber weitgehend auf den nicht zugänglichen Biotopbereich beschränkt, aber natürlich nutzt der Biber den ganzen See. Im letzten Jahr wurden im Landkreis insgesamt 15 Biber entnommen – die meisten im nördlich gelegenen See, der im Gebiet der beiden Nachbargemeinden liegt. Mit einer Entnahme ist im Regelfall das Fangen in der Falle mit anschließendem Abschuss gemeint. In diesem Jahr, so die aktuelle Zahl, mussten im Landkreis vier Biber entnommen werden.

«Wir müssen uns darum kümmern, dass benagte Bäume kein Sicherheitsproblem darstellen. Und wir müssen wertvolle Gehölze schon im Vorfeld schützen.» Susanne Schnellinger hat Verständnis für Menschen, die das Werk des Bibers emotional bewegt. «Da der Biber 100 Jahre ausgerottet war, sind wir das nicht mehr gewohnt. Jetzt kommt ein Tier daher, das sich

die Bach- und Flussläufe zurückerobert.» Seine Fähigkeit, die Landschaft komplett umzugestalten, stoße nicht überall auf Gegenliebe. «Viele sagen, das sei Naturzerstörung und übersehen dabei, dass der Biber ein Teil dieser Natur ist. Ein fester Bestandteil.»

Auch die Gemeinde Hinterwalden ist sich der Problematik von Biber und Erholungssuchenden im Gemeindegebiet bewusst. Vorstellbar wären aus Sicht von Hinterwaldens Klimaschutzmanagerin Andrea Rilke Hinweisschilder. Der Biber ist nach ihren Worten am See beheimatet und wird seinen Lebensraum nicht so schnell verlassen. Und wenn doch, seien bereits die nächsten Biber vor Ort. «Nutzbarer Lebensraum ist auch bei Bibern knapp. Wir streben ein besseres Verständnis an und damit ein besseres Miteinander von Mensch und Biber.»

S6.2 Rollenspiel: Der Biber – nützt oder schadet er?

1. WALTER MAYER – Besorgter Bürger

«Die Biber nagen die Bäume an unserem Badensee um. Ich bin deshalb schon in der Gemeinde vorstellig geworden. Dort hat man mich an das Landratsamt verwiesen. Was hier an Auskunft stattfand, genügt mir als Bürger nicht. Ich bin häufig als Spaziergänger an unserem See unterwegs. Viele Bäume werden so angenagt, dass sie umzustürzen. Für mich ist ein kritisches Maß erreicht: Es müsste eine Aktion stattfinden, die die Gefahren reduziert. Ich bin Naturliebhaber und es geht mir weniger um den Wert der Bäume als um die Gefahr, die für mich als Fußgänger besteht.»

2. SONJA WEBER – Verunsicherte Bürgerin

«Ich mag wirklich Tiere. Aber wenn ich mir vorstelle, dass da beim Baden neben mir der Biber schwimmt. Ich weiß nicht so recht, ob das wirklich gut geht. Der hat ja wirklich lange Zähne. Und wenn der mich beißt? Was dann? Da traue ich mich ja nicht mehr, Baden zu gehen. Wäre es nicht besser, die Biber in einen anderen See umzusiedeln?»

3. ANDREA RILKE – Gemeinde Hinterwalden

«Die Gemeinde ist sich der Problematik von Biber und Erholungssuchenden im Gemeindegebiet bewusst. Leider erfahren wir immer wieder von Handlungen der Bevölkerung, welche unseren Schutzmaßnahmen von Bäumen gegen den Biber schaden. Da werden eigenmächtig Drahtrosen von bereits angenagten Bäumen demontiert, die den Baum vor weiterem Verbiss schützen. Solche eigenmächtigen Handlungen sind jedoch kontraproduktiv, da dadurch der Biber weiterhin freie Fahrt hat und den Baumbestand gefährdet. Wir wollen direkt auf die Bevölkerung zugehen, in dem die Lebensweise des Bibers und die Bedeutung dieser heimischen Tierart für den Naturschutz nähergebracht wird.»

4. HERMANN SCHMIDT – Regionaler Tourismusverband

«Viele Touristen finden den Biber niedlich und möchten gerne mal einen sehen. Wir könnten doch ein Beobachtungshäuschen bauen, von dem aus man die Biber beobachten kann.»

5. ERNST MÜHLBAUER – Wasserwirtschaftsamt

«Unsere Hochwasserdämme sind hochwasser- und bibersicher. Der Biber sorgt für Wasserrückhalt. Dies hilft, Hochwasserspitzen zu reduzieren und fördert die Neubildung von Grundwasser. Seine Aktivitäten können sich daher positiv auf den Wasserhaushalt auswirken. Es gibt aber auch Situationen, in denen man den Biber raushalten muss. Dies kann beispielsweise in Kanälen der Fall sein, die zu Turbinen von Wasserkraftwerken führen. Dort kann man den Biber nicht tolerieren.»

6. BRIGITTE ZIMMERMANN – Vorsitzende BUND Naturschutz

«Ich freue mich, dass der Biber nach über 100 Jahren wieder zu uns zurückgekehrt ist, und möchte dieses interessante Tier als Teil der heimatischen Tierwelt erhalten. Landwirte und Forstbesitzer können Geld beantragen und erhalten, wenn sie für den Biber Uferränder nicht mehr nutzen. Außerdem werden Schäden, die der Biber verursacht hat, erstattet. Um langfristig die Konflikte mit dem Biber zu minimieren sollten Uferrandstreifen der Natur und dem Biber überlassen werden. Dies würde die biologische Vielfalt an und in unseren Gewässern erhöhen und der gefährdeten Tier- und Pflanzenwelt helfen. Naturnahe Gewässerrandstreifen hätten aber auch viele weitere positive Effekte wie die Rückhaltung von Wasser und die Reduzierung des Eintrags von Boden und Düngemitteln.»

7. SUSANNE SCHNELLINGER – Naturschutzbehörde

«Der Biber ist ein scheues Wildtier. Sobald der Badebetrieb losgeht, ist er nicht mehr zu sehen. Wir haben den Auftrag, den in ganz Europa streng geschützten Biber zu erhalten. Mit unserem Bibermanagement versuchen wir, eine dauerhaft überlebensfähige Anzahl an Bibern zu erhalten und zugleich einen Ausgleich mit den berechtigten Ansprüchen der Bürgerinnen und Bürger zu finden. Um die Akzeptanz für den Biber zu verbessern, unterstützen uns ehrenamtliche Biberberater. Wir sind bemüht, bei auftretenden Problemen rasch zu helfen und die Öffentlichkeit über unser Bibermanagement zu informieren. Treten Biberschäden auf, so kann der Geschädigte eine Erstattung seiner Kosten beim Landratsamt beantragen. Eine nachhaltige Lösung für unser Bibermanagement wäre die Anlage von Uferrandstreifen und Baumschutzmaßnahmen, für die uns Fördermittel zur Verfügung stehen.»

BÜRGERMEISTER/IN – Lehrkraft, Schüler oder Schülerin

Muss alle Interessen unter einen Hut bringen.

M 7: Amphibien bestimmen

Grundlegende Informationen

Die Auswahl der Bestimmungsmethode ist nicht nur für die Treffsicherheit der Bestimmung, sondern vor allem für die Motivation der Kinder von großer Bedeutung. Während bebilderte Bestimmungsbücher häufig unbefriedigende Bestimmungsergebnisse liefern, sind dichotome Schlüssel aufgrund ihrer Textlastigkeit nicht unbedingt motivationsfördernd. Deshalb bietet es sich an, die Vorteile beider Bestimmungsvarianten zu vereinen.

Im folgenden Modul wird ein bebildertes, dichotomes Bestimmungsschlüssel in analoger und digitaler Form und sein Einsatz im Unterricht gezeigt.

Durchführung

Bevor der dichotome Bestimmungsschlüssel bei einer Freilandexkursion eingesetzt wird, müssen sich die Lernenden diese fachgemäße Arbeitsweise aneignen. Dies sollte in der kontrollierbaren Lernumgebung des Klassenzimmers erfolgen, wobei die SuS Bilder oder Modelle der Amphibien bestimmen (siehe Bestimmungsschlüssel S 7.2 – Amphibien).

Da hier erfahrungsgemäß die benötigten Arbeitszeiten der SuS sehr unterschiedlich sind, wäre es sinnvoll, wenn die schnelleren Kinder spielerische Lernformen (zum Beispiel Memories, Zuordnungsspiele) zum Kennenlernen von Amphibienarten als zusätzliche Aufgabe lösen könnten.

Sobald der Umgang mit dichotomen Schlüsseln geklärt ist, sollten die SuS ihre neu erworbenen Kompetenzen aus dem Bereich «Erkenntnisgewinnung» bei einer Freilandexkursion auf der Suche nach Amphibien anwenden.

Aufgaben

Siehe Arbeitsblatt S 7.1

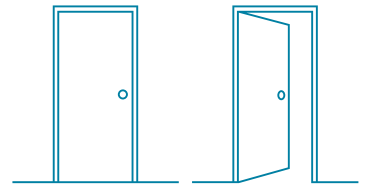
Erwartungshorizont:

Namen der Lurche

Wichtiger Hinweis für Amphibienaktionen an Gewässern

Die Amphibien in Bayern werden seit einiger Zeit durch die Ausbreitung von Amphibienkrankheiten akut bedroht. Es sind dies die beiden Pilzerreger *Batrachochytrium dendrobatides* (Bd) und *Batrachochytrium salamandrivorans* (Bsal) sowie ein Ranavirus-Erreger (RV). Diese Krank-

Ort



Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materialien

- Arbeitsblatt S 7.1 **Amphibien kennenlernen**
- Arbeitsblatt S 7.2 **Bestimmungsschlüssel Amphibien**

heiten können zu lokalen oder regionalen Massensterben bei Schwanz- und bei Froschlurchen führen. Der aus Asien stammende Hautpilz Bsal ist dabei besonders aggressiv: bei Feuersalamandern und vermutlich auch bei Kammolchen führt eine Ansteckung fast immer zum Tode. In den Niederlanden ist die Feuersalamanderpopulation aufgrund des Erregers bereits fast ausgestorben.

Alle drei Erreger sind wasserbürtig und entlassen ihre pathogenen Sporen bzw. Virionen ins Gewässer, sodass sie leicht über feuchte Gummistiefel, Kescher oder andere Gerätschaften in andere Gewässer verschleppt werden können. Außerdem werden die Pathogene über infizierte Amphibien oder durch Wasservögel verbreitet.

Um eine weitere Verbreitung der Krankheiten einzuschränken, bitten wir, folgende Hinweise zu beachten:

- **Bleiben Sie bei Geländeexkursionen auf den Wegen.**
- **Betreten Sie keine Quellbereiche oder Tümpel.**
- **Fassen Sie keine Amphibien an.**
- **Reinigen Sie Schuhe und Stiefel nach dem Geländegang gründlich von Erde und lassen Sie sie ganz durchtrocknen, bevor Sie eine weitere Geländeexkursion planen; oder verwenden Sie alternativ ein zweites, sauberes Paar Stiefel.**

S7.1 Arbeitsblatt: Amphibien kennenlernen

Erdkröte, Grasfrosch und Co. sind faszinierende Lebewesen, die sich relativ leicht in freier Wildbahn beobachten lassen. Wahrscheinlich hast du die Tiere bei uns schon einmal gesehen. Alle gehören zu den Amphibien.

Bei uns in Deutschland gibt es 21 verschiedene Amphibien-Arten. Mehr als du gedacht hast, oder? Man kann die Tiere mithilfe von Bestimmungsschlüsseln identifizieren. Dabei musst du dich bei einer Frage entscheiden, welche Merkmalskombination zu deinem Tier am besten passt.

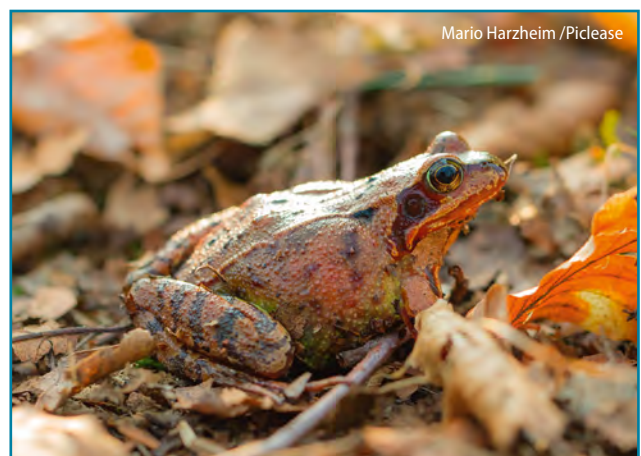
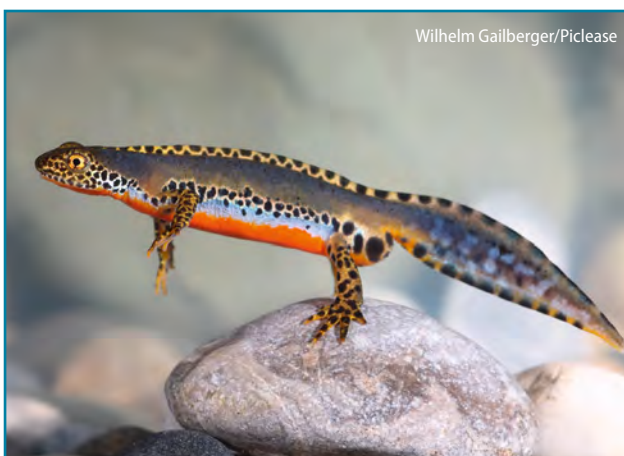
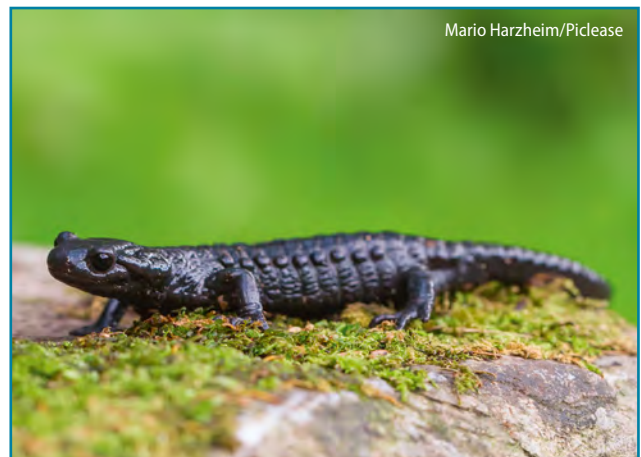
Probier's doch einfach mal aus!

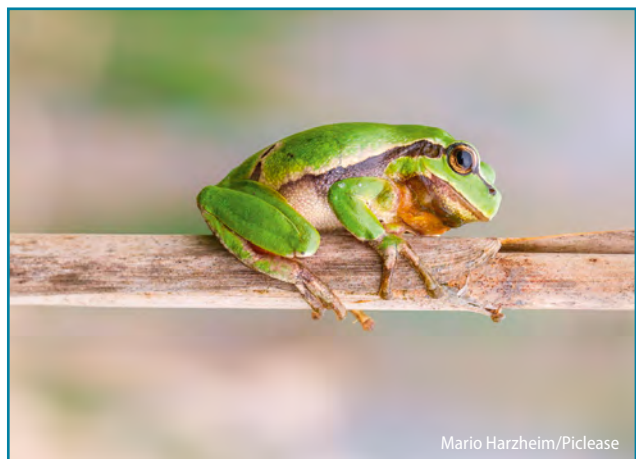


[https://www.bisa100.de/
beobachten-erkennen/
bestimmungsschlüssel](https://www.bisa100.de/beobachten-erkennen/bestimmungsschlüssel)

Aufgaben

1. Scanne den QR-Code und klicke auf «Amphibien».
2. Ermittle mithilfe des Bestimmungsschlüssels den Namen der abgebildeten Tiere.





Für Profis:

Ich sehe schon, das war für dich zu einfach. Solltest du jetzt schon alle Arten bestimmt haben, dann teste dein Wissen doch einfach einmal an der Profi-Version.

Was gehört zusammen?



Welcher Lurch ist das?



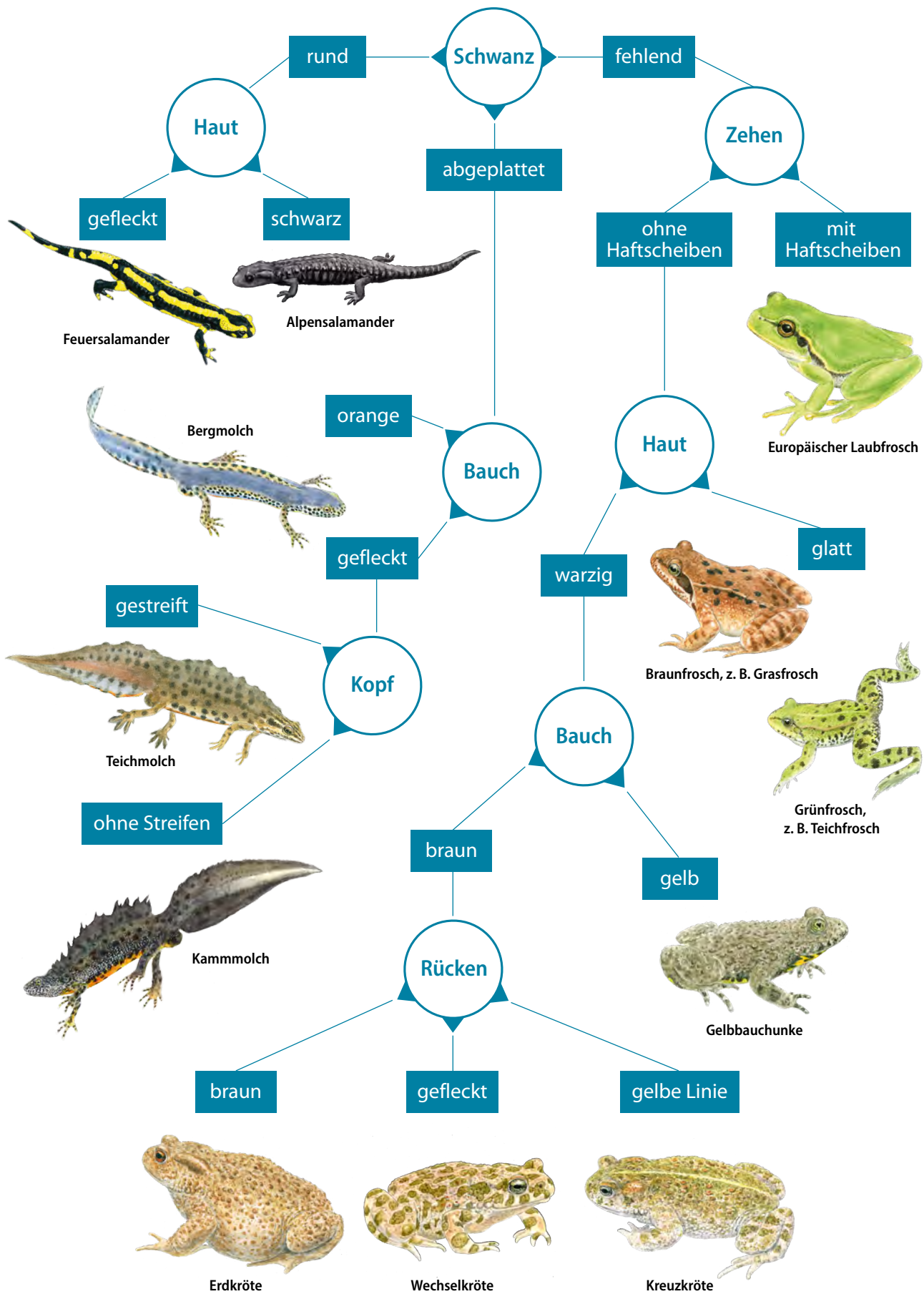
Tipp 1

In den Spielen sind mehr Amphibien-Arten dabei, als du bisher kennengelernt hast!

Tipp 2

Benutze ruhig noch einmal deinen Bestimmungsschlüssel, aber bedenke, es gibt mehr Arten, als du mit deinem vereinfachten Bestimmungsschlüssel erkennen kannst.

S7.2 Bestimmungsschlüssel: Amphibien





M 8: Amphibien – Fortpflanzung: Die Entwicklung des Grasfrosches

Grundlegende Informationen

Das Modul «Die Entwicklung des Grasfrosches» trägt den Leitaspekten der vergleichenden Betrachtung von Körperbau und Lebensweise Rechnung. Die hier eingeführten wichtigen Grundbegriffe Larve und Metamorphose werden im Biologieunterricht der Jahrgangsstufe 9 im Rahmen der Thematik Insekten wieder aufgegriffen. Der Übergang vom Wasser- zum Landleben, den die Grasfroschentwicklung aufzeigt, bietet Anknüpfungspunkte für den Biologieunterricht in der Jahrgangsstufe 9 sowie der Oberstufe im Rahmen des Themenbereichs Evolution. Auch die Problematik des Klimawandels wird bezüglich der Gefahr der Austrocknung von Laichgewässern aufgegriffen.

Durchführung

- Die Arbeitsaufträge können komplett digital in Einzelarbeit mit einer kurzen Partnerarbeitsphase bearbeitet werden. Alternativ sind auch andere Unterrichtsformen im Klassenverband, zum Beispiel auf Grundlage des fragend-entwickelnden Unterrichtsverfahrens oder Arbeitsphasen außerhalb des Unterrichts in der Schule, möglich.
- Nach Erhalt des Materials und zeitversetzter Bereitstellung der Lösungsvorschläge arbeiten die SuS komplett selbsttätig.

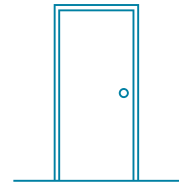
Aufgaben

Die SuS bearbeiten alle Arbeitsaufträge auf dem Arbeitsblatt, dem Beiblatt und ggf. dem Kreuzworträtsel anhand des zur Verfügung gestellten Films. Die Möglichkeit zur Verbesserung bzw. Ergänzung der Ergebnisse durch die Bereitstellung von Lösungsvorschlägen sichert den Lernerfolg zusätzlich ab. Im Hinblick auf die Binnendifferenzierung werden den SuS ein Kreuzworträtsel sowie eine Lern-App zur Verfügung gestellt. Das Ausschneiden der Bildvorlagen wird als Hausaufgabe gestellt, um die Denkprozesse in der Erarbeitungsphase nicht durch diese Tätigkeit zu stören und die Stoffwiederholung überprüfbar sicherzustellen.

Leistungserhebung

Je nach Unterrichtsform können in der Erarbeitungsphase bereits Unterrichtsbeiträge erhoben werden. Im Anschluss an das Modul ist in Folge der Absicherung der Lerninhalte zum Beispiel auch eine kompetenzorientierte Stegreifaufgabe sinnvoll durchführbar.

Ort



Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materialien – Teil I

- Filmdatei «Die_Lebensgeschichte_eines_Grasfroschs.mp4»
- Digitales Endgerät samt Software zur Filmbetrachtung
- Analoges oder digitales Blatt Papier für Notizen samt Schreibgerät

Materialien – Teil II

- Folgende Vorlagen (digital oder ausgedruckt):
 - Arbeitsaufträge S 8.1: Entwicklung des Grasfrosches
 - Arbeitsblatt S 8.2: Entwicklung des Grasfrosches
 - Arbeitsblatt S 8.3: Kreuzworträtsel
 - Lern-App zur Lernzielkontrolle
- Lösungsvorschläge zu den Vorlagen

Vorlagen

Filmdatei «Die_Lebensgeschichte_eines_Grasfroschs.mp4» online bzw. zum Download unter:

www.isb.bayern.de/download/23534/die_lebensgeschichte_eines_grasfrosches_hke_200612.mp4



Lern-App zur Lernzielkontrolle unter:

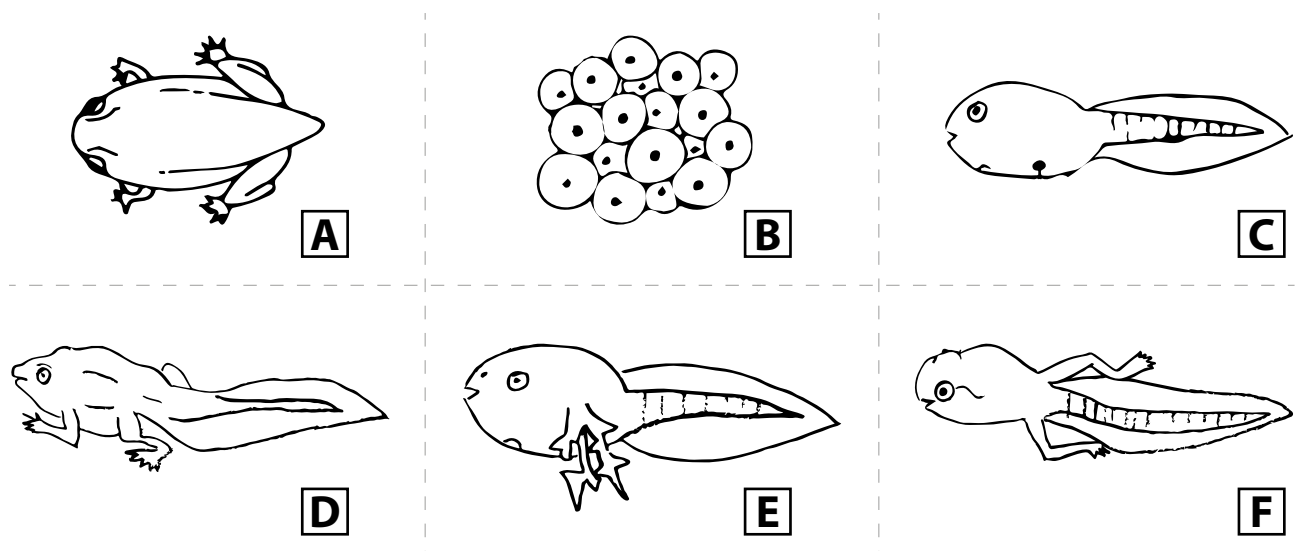
<https://learningapps.org/display?v=pmepamqan2o>



S8.1 Arbeitsblatt: Die Entwicklung des Grasfrosches

1. Öffne die Filmdatei «Die_Lebensgeschichte_eines_Grasfroschs.mp4» auf deinem Gerät.
2. Schau dir die folgenden Abschnitte des Films an:
 - o. **Die Einleitung** [Startzeit 00:00]
 1. **Die Paarung** [Startzeit 00:15]
 2. **Der Froschlaich** [Startzeit 01:22]
 3. **Die Kaulquappe (1. Stadium)** [Startzeit 02:47]
 4. **Die Kaulquappe (2. Stadium)** [Startzeit 04:11]
 5. **Die Beinentwicklung (Teil 1)** [Startzeit 05:30]
 6. **Die Beinentwicklung (Teil 2)** [Startzeit 05:58]
 7. **Der Jungfrosch** [Startzeit 07:08 bis 07:42]

Trage in den Platzhaltern auf dem Arbeitsblatt S 8.2 jeweils den Buchstaben für das passende Bild ein. Notiere wichtige Informationen zu den Filmabschnitten 1 bis 7 auf einem Beiblatt.



3. Schau dir das Ende des Films an. Notiere in den «Merke-Kasten» auf dem Arbeitsblatt Definitionen der Fachbegriffe «Larve» und «Metamorphose».
4. Vergleiche mit einer Mitschülerin oder einem Mitschüler deine Lösungen. Benutze hierbei auch den Lösungsvorschlag für das Arbeitsblatt. Ergänze und verbessere – wenn nötig – dein Arbeitsblatt.
5. Vervollständige folgende Tabelle:

	Kaulquappe	Frosch
Lebensraum		
Art der Nahrung		
Atmungsorgan(e)		

6. Spezialauftrag für schnelle Profis: Bearbeite das Kreuzworträtsel (Arbeitsblatt [S 8.3](#)) oder die Lern-App.

Hausaufgabe

Schneide die Abbildungen aus Aufgabe 2 aus und klebe diese über die Platzhalter auf dem Arbeitsblatt [S 8.2](#).

Lösung zu Arbeitsauftrag 5

	Kaulquappe	Frosch
Lebensraum	Wasser	Land
Art der Nahrung	Pflanzenfresser	Fleischfresser
Atmungsorgan(e)	Kiemer	Lunge/Haut

S8.2 Arbeitsblatt: Die Entwicklung des Grasfrosches

7. JUNGFROSCH

1. PAARUNG



6. BEINENTWICKLUNG (2)

2. FROSCHLAICH

MERKE:

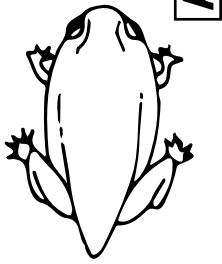
5. BEINENTWICKLUNG (1)

4. KAULQUAPPE (2. Stadium)

3. KAULQUAPPE (1. Stadium)

L8.2 Lösungsvorschlag – Arbeitsblatt: Die Entwicklung des Grasfrosches

7. JUNGFRÖSCH



1. PAARUNG



Äußere Befruchtung

6. BEINENTWICKLUNG (2)



Entwicklung zum Fleischfresser

(Maul, Darm),

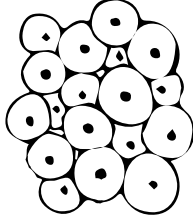
Schwanzrückbildung

MERKE:

Larve: Das Jungtier besitzt einen anderen Körperbau und eine andere Lebensweise als das erwachsene Tier. Die Kaulquappe ist die Larve des Grasfrosches.

Metamorphose: Sie ist die Umwandlung einer Larve zum erwachsenen Tier.

2. FROSCHLAICH



Aufquellen

Sonnenwärme

5. BEINENTWICKLUNG (1)



Lungenbildung

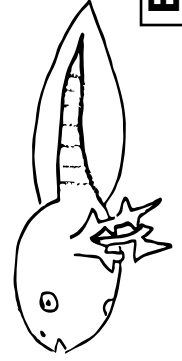
4. KAULQUAPPE (2. Stadium)



Innenkiemen

Pflanzenfresser (Hornkiefer, langer Darm)

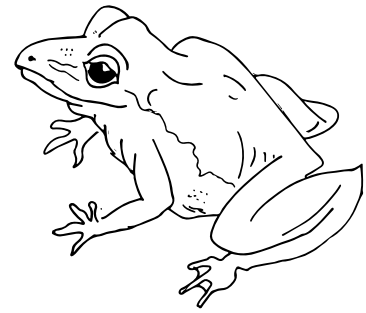
3. KAULQUAPPE (1. Stadium)



Außenkiemen

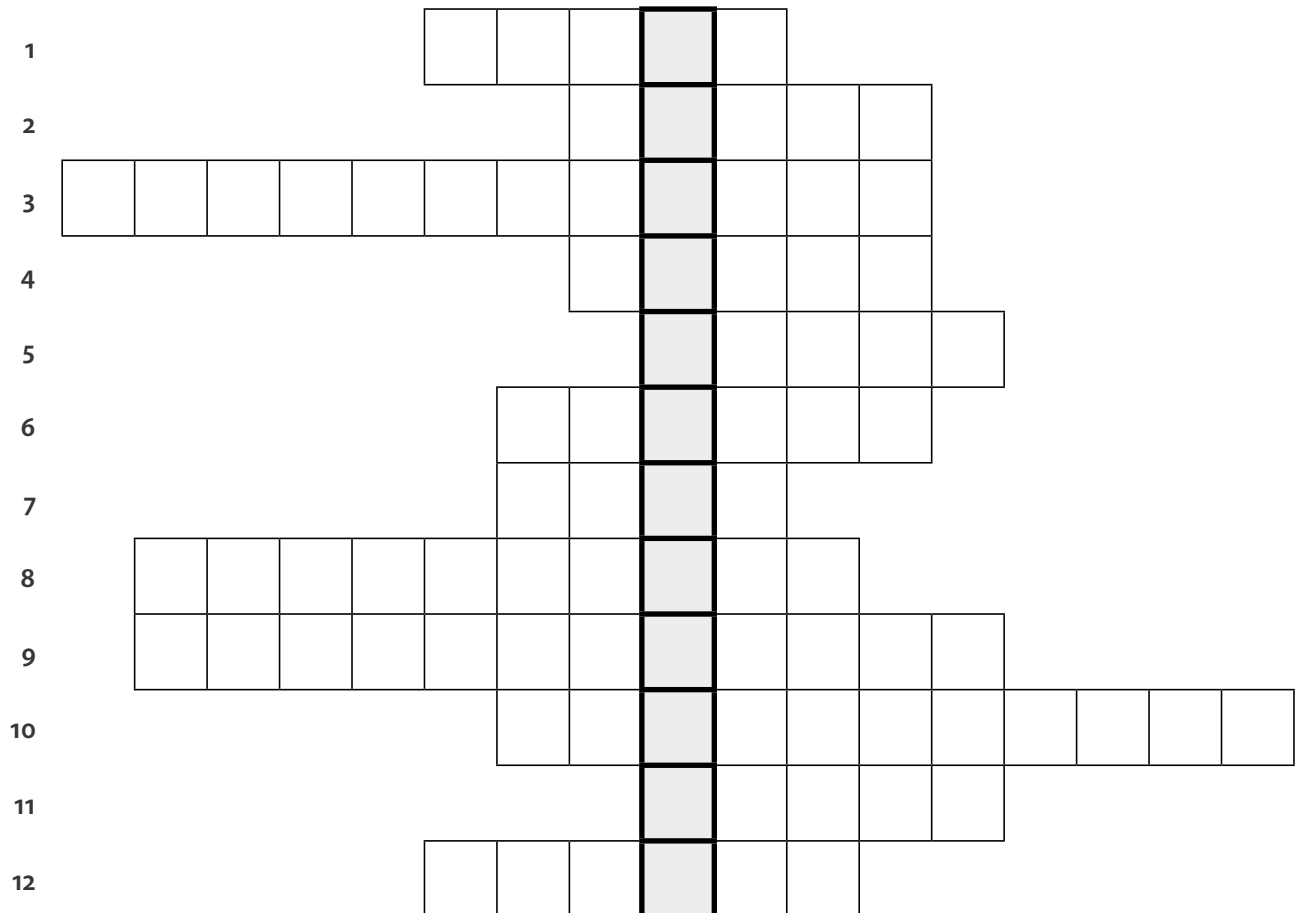
Ruderschwanz mit Flossensaum

S8.3 Arbeitsblatt: Kreuzworträtsel



Löse das folgende Kreuzworträtsel.

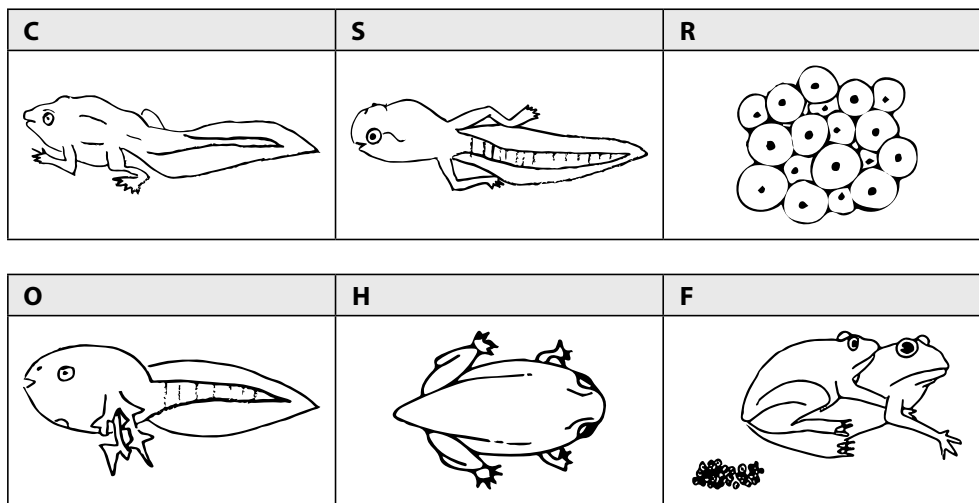
(Statt der Umlaute Ä, Ö, Ü oder ß verwendest du bitte AE, OE, UE oder SS)



Fragen

1. Benenne das Atmungsorgan der Kaulquappe.
2. Wo kannst du Frösche im Garten beobachten?
3. Ein Feind des Grasfrosches, der zu den Reptilien zählt!
4. Wie bezeichnet der Biologe im Wasser abgelegte Eier?
5. In welchem Monat kannst du oft den Froschlaich in freier Natur beobachten?

6. Auf das richtige Lösungswort kommst du durch die richtige Reihenfolge der Bilder (Beginne mit der Paarung!):



7. Aus welchem Material bestehen die Mundwerkzeuge der Kaulquappen?
8. Wie nennt man die Larve eines Frosches?
9. Nenne den Namen des Fortbewegungsorgans der Kaulquappe.
10. Welche Folge des Klimawandels bedroht besonders den Laich und die Kaulquappen?
11. Woher kommt die Wärme für die Entwicklung des Laichs?
12. Nenne ein Beutetier des Grasfrosches.

Als Lösungswort erhältst du den Fachbegriff für die Umwandlung einer Larve zur Erwachsenenform!

L8.3 Lösung: Kreuzworträtsel

1					K	I	E	M	E											
2								T	E	I	C	H								
3	R	I	N	G	E	L	N	A	T	T	E	R								
4								L	A	I	C	H								
5									M	A	E	R	Z							
6								F	R	O	S	C	H							
7								H	O	R	N									
8	K	A	U	L	Q	U	A	P	P	E										
9	R	U	D	E	R	S	C	H	W	A	N	Z								
10								T	R	O	C	K	E	N	H	E	I	T		
11									S	O	N	N	E							
12								F	L	I	E	G	E							

M 9: Leben im Gewässerboden

Grundlegende Informationen

Um den SuS einen Einblick in die Vielfalt des Lebens im Boden zu geben, muss nur einmal eine Sedimentprobe geschöpft werden. Die SuS sind von den dreidimensionalen Beobachtungen der Bodenorganismen begeistert und für die Lehrkraft bedeutet es kaum Aufwand, diese Organismen zu zeigen. Bei der Bearbeitung von Lebendproben fällt v. a. die Bewegung der Organismen im Sediment auf und weckt bei den SuS den Forscherdrang.

In der Regel sind feinere Ablagerungen mehr besiedelt und die meisten Organismen finden sich im Sommer/Frühherbst.

Die Probennahme kann mit den SuS im Rahmen einer Exkursion erfolgen. Genauso kann auch das Sediment in die Schule gebracht werden, da es sich bei Raumtemperatur mit wenig überstehendem Wasser mehrere Wochen verwenden lässt, ohne dass die Organismen darin Schaden nehmen. Sind die Organismen extrahiert, sollte die Probe nicht zu lange im Kühlschrank aufbewahrt werden, dort nimmt die Organismenzahl durch bestehende Räuber-Beute-Beziehungen zügig ab.

Durchführung

- **Exkursion:**

Die Klasse wird in Gruppen aufgeteilt; jede Gruppe erhält eine abgeflachte Konservendose, einen Standzylinder und einen Siebsatz (siehe L 9.1) und führt die Extraktion des Sediments nach der Anlage durch.

Die gewonnenen Organismen werden unter dem Binokular gesichtet und evtl. vereinzelt. Mit Eis lassen sich dabei die Bewegungen verlangsamen.

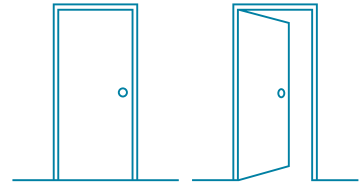
- **Im Klassenzimmer:**

Die Lehrkraft hat vor der Stunde/am Vortag die Sedimentproben extrahiert und im Kühlschrank aufbewahrt (Verlangsamung der Bewegungen!). Die Proben werden an die einzelnen Gruppen verteilt und die SuS sichten unter dem Binokular die einzelnen Organismen. Mit Eis lassen sich auch hier die Bewegungen verlangsamen.

Aufgaben

Dieses Modul kann einerseits die Faszination der Biodiversität vermitteln; andererseits können verschiedene kognitiv-fachspezifische Aufgaben gestellt werden.

Ort



Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Materialien

– Für die Probennahme –

- Konservendose
- Standzylinder (500 ml)
- Spritzflasche
- Siebgarnitur (siehe L 9.1)
- Probengefäße

Materialien**– Für die Untersuchung –**

- Binokular (evtl. auch Mikroskop)
- Petrischale
- Pasteurpipette
- evtl. Extraktionsapparatur (siehe L 21.4)

So können zum Beispiel die Anzahl von verschiedenen Gruppen erhoben oder einzelne Organismen beschrieben werden (zum Beispiel Aussehen, Fortbewegung, Besonderheiten). Es könnten auch (bei vorhandener Ausrüstung) Bilder von Organismen gemacht und ins Heft geklebt oder Bilder gezeichnet werden.

Zusatz-Infos zu den Materialien**Probennahme:**

Eine abgeflachte Konservendose, Standzylinder 500 ml, Spritzflasche, Siebgarnitur (vgl. Bauanleitung L 9.1), Probengefäße

Untersuchung:

Binokular (evtl. auch Mikroskop), Petrischale (am besten Auszählpetrischale oder selbst mit wasserfestem Folienschreiber im Abstand von 5 mm markierte Petrischale); evtl. Pasteurpipette zum Vereinzeln von Organismen.

Sollen die Organismen nur demonstriert werden und deswegen möglichst ohne Begleitsediment sein, kann eine Extraktionsapparatur (siehe L 21.4) die organischen Bestandteile des Sediments in ca. 30 Minuten sehr gut extrahieren.

L9.1 Einfache Siebe für Untersuchungen von Gewässern herstellen

Siebe haben bei der Untersuchung von Gewässern eine große Bedeutung, da sie die Organismen vom Wasser trennen und somit eine starke Konzentrierung der Proben sowie die Unterscheidung in verschiedene Größenfraktionen erlauben (dazu sind aber definierte Maschenweiten erforderlich, Küchensiebe sind für diese Organismen leider zu grob). Leider sind diese Siebe im Fachhandel sehr teuer, aber sie lassen sich sehr einfach selbst herstellen. Standardgrößen sind in der Limnologie:

250 µm	Zur Abtrennung von Zooplankton und größeren Insektenlarven (hier kann auch ein Küchensieb eingesetzt werden)
80 µm	Zur Trennung von Crustaceen, Oligochaeten und großen (meist räuberischen) Fadenwürmern (im Seeboden)
30–40 µm	Zum Auffangen der kleineren Tiere wie Rädertiere, Fadenwürmer, Bärtierchen und Bauchhärlingen (im Seeboden)

Siebe spielen auch eine große Rolle bei der Untersuchung von Mikroplastik (vgl. [Modul 23](#)).

Material

- Ein **Abflussrohr** aus dem Baumarkt je Sieb (Durchmesser beliebig, je nach Einsatz als Schülersatz (zum Beispiel 50 mm) oder für große Probenmengen (bis zu 160 mm KG-Rohr))
- zwei **Überschiebemuffen** zur Kombination der Siebe.
- **Siebdruckgewebe** (Bezug im Internet) mit folgenden Maschenweiten:
 - 140 T: Maschenweite 37 µm
 - 80 T: Maschenweite 80 µm
 - 32 T: Maschenweite 232 µm

Werkzeug

- **Säge** und **Schere**
- ein **Tepichmesser** zum Entgraten der Kanten

Bauanleitung



Schritt 1

Handelsübliche Abflussrohre für drei Siebe
(hier: Durchmesser 50 mm)



Schritt 2

Siebdruckgewebe aus dem Online-Handel; der Quadratmeterpreis liegt zwischen 14 und 18 Euro; damit kann jeweils ein Klassensatz kleiner Siebe hergestellt werden.



Schritt 3

Die Rohre wurden gekürzt und entgratet. Wer nicht selbst sägen möchte, kann dazu eine Bandsäge (evtl. im Werkraum) oder auch eine Kreissäge verwenden. Die Länge der Abschnitte ohne Einschub beträgt 15 cm, die Abschnitte mit dem Einschub 8 cm. So passen später die Muffen gut über die Siebe.



Schritt 4

Der Dichtgummi muss aus dem Rohr entnommen werden.

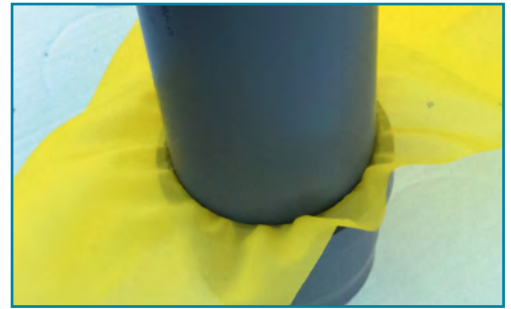


Schritt 5

Mit dem nicht abgesägten, glatten Ende wird nun das Gewebe in den Rohranfang geklemmt, bis das Rohr straff sitzt.

Schritt 6

Anschließend wird das überstehende Gewebe mit einer Schere entfernt.



Schritt 7

So sehen die drei fertigen Siebe aus; sie können einzeln verwendet werden (von links: 232 μm , 80 μm , 37 μm).



Schritt 8

Mit Überschiebemuffen können die Rohre, wie in der Limnologie üblich, kombiniert verwendet werden und trennen dann die Proben in verschiedene Größenfraktionen (die Dichtungen der Muffen müssen an einer Seite der Muffe entfernt werden).



L9.2 Anleitung zur Probennahme von Bodenorganismen

Um möglichst viele Organismen zu finden, sollte man möglichst feines Sediment aus eutrophen Gewässern verwenden (zum Beispiel aus dem Schulteich). Es sollten sich aber in allen Sedimenten Organismen finden. Eine Voruntersuchung ist dringend angeraten, damit man die Menge des Sediments abschätzen kann, das man zur Untersuchung mit der Klasse benötigt.

Probennahme



Schritt 1

Zur Probennahme wird ein «Sedimentheber» benötigt. Diese kann sehr einfach aus einer abgeflachten Konservendose (Vordergrund) erstellt werden. Ebenso kann eine Handkehrschaufel verwendet werden.

Sollen die Proben vor Ort extrahiert werden, so müssen außerdem ein Messzylinder (min. 500 ml), eine Spritzflasche, ein Siebsatz (unter Umständen selbstgebaut, vgl. Anleitung) sowie Probengefäße (nicht im Bild) mitgenommen werden. Ein Eimer eignet sich sowohl als Tragehilfe als auch zum Wasserschöpfen



Schritt 2

Zur Probennahme wird der Sedimentheber über den Untergrund geschoben, sodass 1–2 cm Sediment abgeschöpft werden (in dieser Schicht sind die meisten Lebewesen).



Schritt 3

Wird das Sediment erst in der Schule untersucht, so wird ein Probengefäß mit mehreren Probennahmen gefüllt und anschließend verschlossen. Diese Probe hält sich bei Raumtemperatur über Wochen und kann immer wieder extrahiert werden. Dabei sollte jedoch nur wenig Wasserüberstand und ein offener Deckel die Sauerstoffdiffusion begünstigen. Die Zusammensetzung der Organismen ändert sich jedoch im Laufe der Zeit. Wenn die Probe im Kühlschrank aufbewahrt wird, ist die Organismenzusammensetzung stabiler, die Organismen bewegen sich jedoch langsamer und können dann von den SuS schlechter gefunden werden.

Extraktion der Sedimentproben

Schritt 4

Die Sedimentprobe wird aus dem Sedimentheber oder aus dem Probenglas in den Messzylinder übergeführt. Dabei ist zu beachten, dass nicht zu viel Sediment eingefüllt wird. ($\frac{1}{5}$ des Zylindervolumens sollte nicht überschritten werden.)

Der Zylinder wird mit Wasser aufgefüllt und dann kräftig geschüttelt, bis sich das Sediment gleichmäßig verteilt hat.



Schritt 5

Nach einer kurzen Wartezeit (etwa 5–10 Sekunden) bildet sich oben eine klare Zone. Diese wird nun in einen Siebsatz dekantiert, ...



Schritt 6

... sodass die dunkle Sedimentschicht im Zylinder bleibt. Dieser Vorgang wird mindestens dreimal wiederholt.



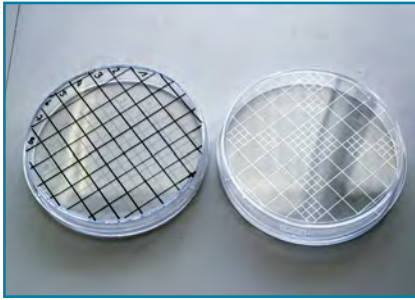
Schritt 7

Anschließend werden die Siebe mit der Spritzflasche von beiden Seiten in ein Probegefäß ausgewaschen. Die Proben können anschließend sofort in einer Petrischale unter dem Binokular untersucht werden. Die SuS stoßen dabei auf eine faszinierende, ihnen unbekannte Welt, die oft eine hohe Biodiversität enthält.



Eine genauere Labormethode zur Extraktion von Organismen findet sich im Anhang von [Modul 21: Mikroplastik](#).

Untersuchung der Proben



Selbst erstellte und gekaufte Petrischale zur Sedimentuntersuchung

Die Untersuchung erfolgt unter dem Binokular; die dreidimensionale Darstellung übt auf die SuS einen besonderen Reiz aus. Die Proben werden in Petrischalen gefüllt, eine Skalierung erleichtert das Durchsuchen.

Im Prinzip kann mit Auflicht oder Durchlicht gearbeitet werden. Die Suche gestaltet sich mit Durchlicht einfacher, das Auflicht lässt jedoch die dreidimensionale Ansicht besser hervortreten. Mit ein bisschen Geschick können einzelne Organismen (in der kleinsten Fraktion auch Algen) mit einer Pasteurpipette auf Objektträgern vereinzelt und dann unter dem Mikroskop beobachtet werden.



Sediment im Durchlicht

Beispiele für Arbeitsaufträge

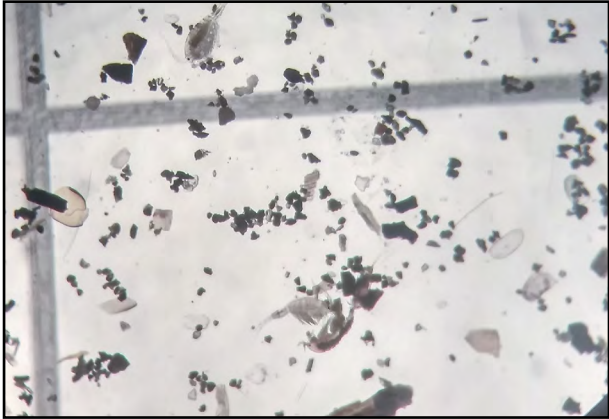
- Beschreibe die Organismen, die du am häufigsten in deiner Probe findest.
- Beobachte die Fortbewegung der Tiere und beschreibe sie möglichst genau. Versuche die Fortbewegung mit dem Körperbau zu erklären.
- Finde Tiere, die sich ähnlich sehen. Beschreibe ihre Gemeinsamkeiten.
- Versuche, eine Skizze von einem Tier anzufertigen (Tipp: Um die Bewegungen zu verlangsamen, kannst du versuchen, das Tier mit einem Eiswürfel abzukühlen; eventuell kannst du das Tier auch unter einem Mikroskop beobachten).



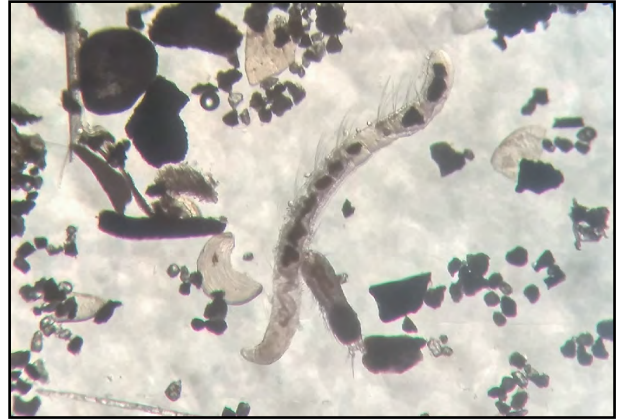
Sediment im Auflicht

L/S 9.3 Eine kleine Auswahl von Benthosorganismen

Die Tiere können auch mit einer Pasteurpipette vereinzelt und im Mikroskop gezeigt werden.



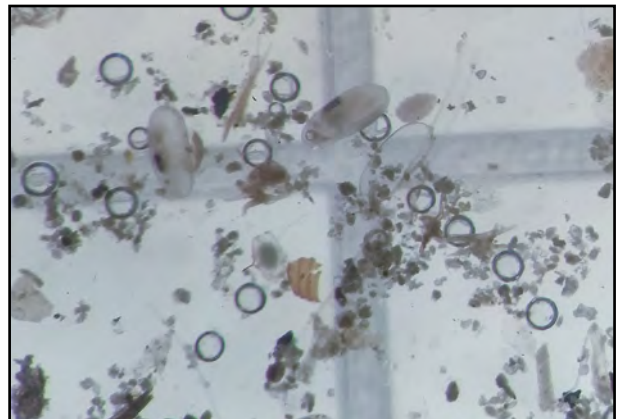
Tiere aus der Unterklasse der Ruderfußkrebse



Wurm aus der Unterklasse der Wenigborster



Ruderfußkrebse mit Eipaketen
(Ordnung Harpacticoida)



Muschelkrebse
(Unterklasse Muschelkrebse)



Süßwassermilbe
(Unterklasse Milben)



Eintagsfliegenlarve
(Ordnung Eintagsfliegen)



Zuckmückenlarve
(Familie Zuckmücken)



Ruderfußkrebs-Weibchen mit Eipaketen
(Ordnung Harpacticoida)



Bärtierchen
(Stamm Bärtierchen)



Räuberischer Fadenwurm, erkennbar an den Mundwerkzeugen
(Stamm Fadenwürmer)



Ringelwurm, typische Bewegung
(Stamm Ringelwürmer)



Muschelkrebs
(Unterklasse Muschelkrebse)

M 10: Libellen bestimmen

Grundlegende Informationen

Obwohl die Insekten erst in Jahrgangsstufe 9 ausführlich behandelt werden, eignet sich kaum eine Artengruppe so gut wie die Libellen, um Lebewesen aquatischer Ökosysteme zu bestimmen und deren biologische Vielfalt zu erkunden. Von den Wirbeltieren wird man weder Säugetiere noch Amphibien und Reptilien in einer vergleichbaren Anzahl und Vielfalt verlässlich am Gewässer antreffen, um eine Klasse zu beschäftigen. Die Fische sind für Bestimmungsübungen in aller Regel schwer zugänglich. Einzig aus der Gruppe der Vögel wird man zu bestimmten Zeiten an geeigneten Gewässern vergleichbare Beobachtungen machen können.

Adulte Libellen sind ab dem späten Frühjahr regelmäßig an Still- und Fließgewässern anzutreffen. Vor allem die Männchen zeigen ein auffälliges territoriales Verhalten, sodass sie von SuS gut zu beobachten sind. Mit etwa 70 Arten in Bayern bilden die Libellen eine noch überschaubare und doch vielfältige Gruppe. Mithilfe eines Fernglases und des beigefügten Bestimmungsschlüssels lassen sich die häufig anzutreffenden Libellen zuverlässig bestimmen. Obwohl man bei manchen Libellen auf der Ebene höherer taxonomischer Kategorien stehen bleibt und nicht bis auf Gattungs- oder Artenebene gelangt, ist dies für die vorliegenden Lernziele völlig ausreichend und erlaubt einen Einblick in die fachgemäße Arbeitsweise des Bestimmens mit dichotomen bzw. polytomen Schlüsseln.

Der Schlüssel in der Anlage bietet eine Möglichkeit zur Binnendifferenzierung, indem man die Tiefe der Bestimmung in verschiedene Schwierigkeitsgrade staffeln kann:

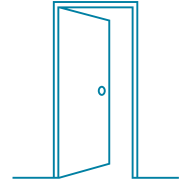
- Erkennen einer Großlibelle bzw. Kleinlibelle
- Bestimmung bis zur Familie oder Artengruppe (zum Beispiel Azurjungfer, Prachtlibelle)
- Identifizierung bis zur Art

Durchführung

Wie bei allen Aktionen im Gelände empfiehlt sich auch hier eine Vorexkursion, um die zum Zeitpunkt des Unterrichts am gewählten Gewässer fliegende Libellenfauna abzuschätzen und abzusichern, dass der Klasse ausreichend Tiere zur Beobachtung und Bestimmung zur Verfügung stehen.

Dabei sind 3–6 Arten, die mit mehreren Individuen anwesend sind, ausreichend, um die SuS anzuregen, aber gleichzeitig auch nicht zu überfordern.

Ort



Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materialien

- Bestimmungsschlüssel (S 10.1)
- Ferngläser (hilfreich, aber je nach Gewässer nicht unbedingt nötig)
- evtl. Kescher und Druckverschlussbeutel, um Kleinlibellen genauer zu betrachten

Art	Wissenschaftlicher Name	Hauptflugzeit	Stillgewässer	Fließgewässer
Gebänderte Prachtlibelle	<i>Calopteryx splendens</i>	V–VII		×
Gemeine Binsenjungfer	<i>Lestes sponsa</i>	VI–IX	×	
Federlibelle	<i>Platycnemis pennipes</i>	VI–VIII	×	×
Frühe Adonislibelle	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	V–VII	×	×
Hufeisen-Azurjungfer	<i>Coenagrion puella</i>	V–VII	×	
Große Pechlibelle	<i>Ischnura elegans</i>	V–VIII	×	×
Becher-Azurjungfer	<i>Enallagma cyathigerum</i>	V–VIII	×	×
Blaugrüne Mosaikjungfer	<i>Aeshna cyanea</i>	VI–VIII	×	×
Plattbauch	<i>Libellula depressa</i>	V–VII	×	×
Großer Blaupfeil	<i>Orthetrum cancellatum</i>	VI–VIII	×	×
Blutrote Heidelibelle	<i>Sympetrum sanguineum</i>	VII–IX	×	×
Gemeine Heidelibelle	<i>Sympetrum vulgatum</i>	VII–IX	×	×

Tabelle 10.1-1

Übersicht über häufige Libellenarten (> 2.500 Fundorte in Bayern, KUHN & BURBACH 1998), mit denen oft schon an kleinen Schul- oder Gartenteichen bzw. an langsam fließenden Gräben gerechnet werden kann.

Die Tageszeit und das Wetter haben einen großen Einfluss auf die Aktivität der Libellen. Am frühen Morgen kann man Libellen beim Schlupf beobachten und Häutungsreste (Exuvien) von in der Nacht geschlüpften Tieren entdecken. Während des Tages kann man bei Sonnenschein immer mit Libellen rechnen, die über und am Gewässer aktiv sind. Beobachtungsgänge bei kühlen Temperaturen, starker Bewölkung oder gar Regen sind nicht zu empfehlen.

Neben der Bestimmungsübung und der Erweiterung der Artenkenntnis ist es auch möglich, im Rahmen dieses Moduls die an den Wirbeltieren erarbeiteten Anforderungen an Lebewesen am Beispiel der Libellen in der Natur zu beobachten. Viele Verhaltensweisen lassen sich dabei mit dem bloßen Auge zuordnen, ein Fernglas ermöglicht es den SuS jeweils, interessante Details wahrzunehmen und zu beschreiben. **Tabelle 10.1-2** zeigt dabei nur die Möglichkeiten bei adulten Tieren auf, weil die aquatischen Larven im Feld schwer zu beobachten sind und die Einrichtung eines Aquariums erfordern.

Mit etwas Glück lassen sich Verhaltensweisen aus allen Bereichen in einer Beobachtungsaufgabe erfassen.

Hinweis zum Fang von Libellen

Der Fang mit einem Insektenkescher und die Überführung in einen Druckverschlussbeutel sind für die artgenaue Bestimmung einiger Libellen notwendig. Dies ist aber in Jahrgangsstufe 6 nicht unbedingt nötig und nur für motivierte bzw. engagierte Lerngruppen unter Beachtung der Naturschutzbestimmungen und mit Unterstützung der Lehrkraft zu empfehlen. Zwar gehören die meisten an Schul- bzw. Gartenteichen beobachteten Libellen zu häufigen Arten, dennoch sollte man beachten, dass fast die Hälfte (43 %) der bayerischen Libellenarten auf der aktuellen Roten Liste der gefährdeten Arten stehen (BAYLFU 2018).

Anforderung an Lebewesen	Verhalten	Mögliche Beobachtungen
aktive Bewegung	Fortbewegung	Vergleichen der Flugbewegung (etwa langsam und schmetterlingsartig bei Prachtlibellen, schnell und geradlinig bei vielen Großlibellen)
Stoffwechsel: Stoff- und Energieumwandlung	Nahrungsaufnahme	Fressen von Beutetieren an der Sitzwarte
	Thermoregulation	Regulation der Körpertemperatur durch Obeliskensstellung bei bestimmten Großlibellen
Fortpflanzung, Wachstum und Individualentwicklung	Paarung	Paarungsrade (fliegend oder sitzend)
	Eiablage	Mit oder ohne Männchen, im Wasser oder an Wasserpflanzen
	Häutung zum Imago	Schlupf des adulten Tieres, Aufpumpen und Aushärten der Flügel, Erstflug, Untersuchung der Exuvie
Informationsaufnahme, Informationsverarbeitung und Reaktion	Revierteiligung	Aggressives Vertreiben anderer Männchen, etwa bei Prachtlibellen und vielen Großlibellen
	Paarwerbung, Balz	Werbung durch flatternden Flug, etwa bei Männchen der Prachtlibellen

Tabelle 10.1-2
Verhaltensweisen von Libellen

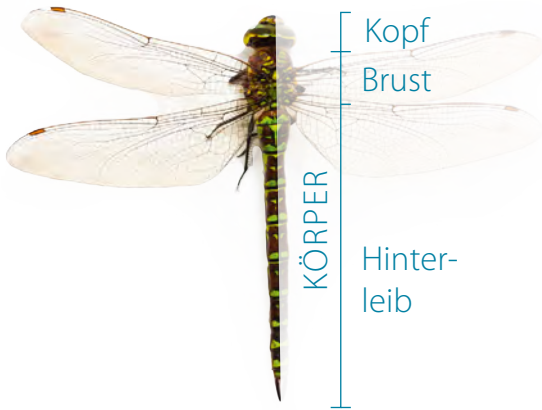
Aufgaben

Mithilfe des Bestimmungsschlüssels (S 10.1) identifizieren die SuS die am Gewässer gerade vorkommenden adulten Libellen bis zur Familie, Gattung oder Art.

Hinweis: Da sich männliche Libellen viel auffälliger verhalten, werden sie viel häufiger beobachtet als Libellenweibchen. Der Schlüssel enthält deswegen aus Gründen der Vereinfachung keine Weibchen, was zumindest bei den häufigen Arten dazu führen wird, dass nicht alle beobachteten Tiere bestimmt werden können. Zudem enthält der Schlüssel keine sehr seltenen und auf kaum für Schulklassen zugängliche Lebensräume (Hochalpen, Moore) beschränkte Arten. Für Interessierte sind im Literaturverzeichnis geeignete Bestimmungsbücher (DIJKSTRA 2010; WILDERMUTH & MARTENS 2019) aufgeführt.

Sind zudem auch Beobachtungen von Verhaltensweisen erwünscht, empfiehlt sich das Verwenden einer strukturieren Arbeitsanweisung (Beispiel siehe Arbeitsblatt S 10.2), da den meisten SuS die Lebensweise der Libellen nicht bekannt sein dürfte. Somit reduziert sich die Aufgabe auf das Beobachten und Zuordnen von Verhaltensweisen, die dann in die Vorlage eingetragen werden können.

S 10.1 Bestimmungsschlüssel für einheimische Libellen (♂)



Quelljungfer
Gattung *Cordulegaster*

QUELLBACH

... metallisch
braun bis grünlich



Smaragdlibelle
Gattung *Cordulia* oder *Somatochlora*

GROß-LIBELLE

Tier insgesamt eher groß,
Hinterleib füllerdick, Flügel
im Sitzen ausgebreitet

START

31 Juli–September



Schwarze Heidelibelle
Sympetrum danae

... schwarz

Tier insgesamt eher klein,
Hinterleib streichholzdick,
Flügel im Sitzen gefaltet
oder schräg nach oben
gehalten



Flussjungfer
Familie *Gomphidae*

... schwarz
und gelb

Flügel mit
schwarzen Flecken

FLIEßGEWÄSSER

FOLGE-SEITE



Plattbauch
Libellula depressa



Braune Mosaikjungfer
Aeshna grandis
oder **Keilflecklibelle**
Aeshna isosceles



Mosaikjungfer
oder **Königlibelle**
Gattung *Aeshna*
oder *Anax*

... schwarz und
gelb geringelt

... braun

... grün, gelb und/
oder blau gemustert
auf schwarzem Grund

**Libelle fast immer im Flug
zu sehen, setzt sich nur
sehr selten/fast nie!**
Die Farbe des Körpers
ist überwiegend ...

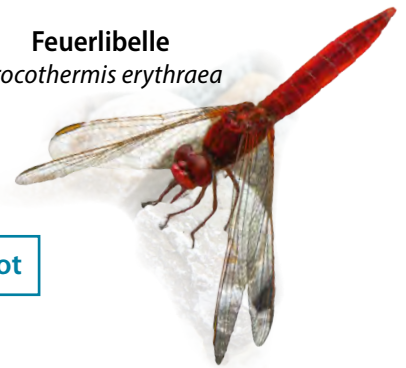
**Libelle setzt sich häufig,
meist an dieselbe Stelle!**
Die Farbe des Körpers
ist überwiegend ...



Vierfleck
Libellula quadrimaculata

... braun

Feuerlibelle
Crocothemis erythraea



... blau

... neben schwarz
oder braun über-
wiegend rot

ganz rot

**PLATT-
BAUCH**
oder
BLAUPFEIL

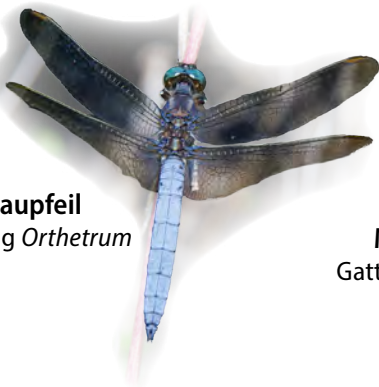
**SEGEL-
LIBELLE**

Flügel komplett durchsichtig

31 April–Mai

31 Juli–September

Blaupfeil
Gattung *Orthetrum*



Moosjungfer
Gattung *Leucorrhinia*



Heidelibelle
Gattung *Sympetrum*



S 10.1 Bestimmungsschlüssel für einheimische Libellen (♂)



Frühe Adonislibelle
Pyrrhosoma nymphula

Libelle überwiegend rot

KLEIN-LIBELLE

Libelle metallisch schimmernd grün, schwarz **oder** blau

PRACHT-LIBELLE
oder
BINSEN-JUNGFER

Flügel komplett blau-schwarz getönt

nur Flügelmitte blau-schwarz getönt



Blaufügel-Prachtlibelle
Calopteryx virgo



Gebänderte Prachtlibelle
Calopteryx splendens

Tier insgesamt eher klein, Hinterleib streichholzdick, Flügel im Sitzen gefaltet oder schräg nach oben gehalten

START

Tier insgesamt eher groß, Hinterleib füllerdick, Flügel im Sitzen ausgebreitet

VOR-HERIGE SEITE

Winterlibelle
Gattung *Sympecma*



31 März–Mai

Granatauge
Gattung *Erythromma*



Libelle braun mit
bronze-glänzender
Zeichnung

Augen rot

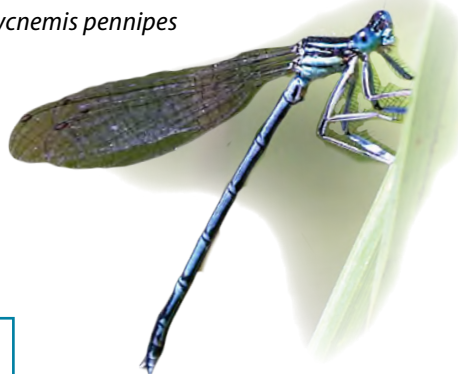
**SCHLANK-
LIBELLE**
oder
**FEDER-
LIBELLE**

Libelle überwiegend
schwarz und himmel-
blau **oder** weiß

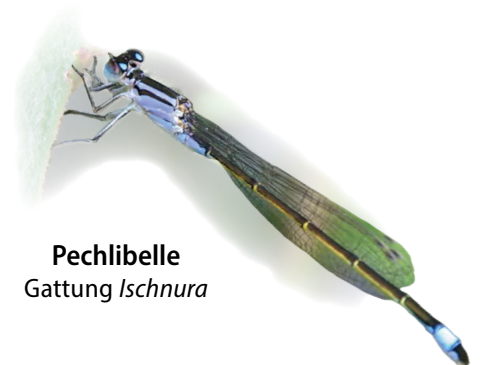
Körper oben ganz
schwarz bis auf
blauen Fleck am Ende,
Augen blau

Körper hell blau, fast
weiß, Beine mit Borsten

Federlibelle
Gattung *Platycnemis pennipes*



Pechlibelle
Gattung *Ischnura*



Brust himmelblau
und schwarz gestreift,
Hinterleib himmelblau
und schwarz geringelt

Flügel komplett
durchsichtig

Binsenjungfer
Gattung *Lestes*



Azurjungfer
Gattung *Coenagrion*
oder *Enallagma*



M 11: Anpassungen der Seerose an ihren Lebensraum

Grundlegende Informationen

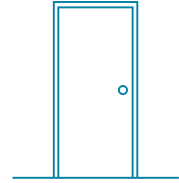
Bereits in der Grundschule sowie der Jahrgangsstufe 5 und 6 des Gymnasiums werden gemäß LehrplanPLUS der Bau und die Funktion der Organe von Samenpflanzen behandelt. Mithilfe des vorliegenden Moduls können die SuS dieses Wissen wiederholen, naturwissenschaftliche Arbeitsweisen festigen und vertiefen sowie selbstständig die Anpassungen einer Pflanze an den Lebensraum Wasser erarbeiten.

Durchführung

1. Hinführende (Haus-)Aufgabe (Arbeitsblatt S 11.1): SuS wiederholen Bau und Funktion der Pflanzenorgane. Sie werden für das folgende Praktikum inhaltlich vorbereitet und an die sich anschließenden Fragen zur Anpassung hingeführt.
2. Praktikum: Mikroskopische Untersuchungen an der Weißen Seerose (Arbeitsblatt S 11.2)
3. Abschließende Hausaufgabe (am Ende von Arbeitsblatt S 11.2): SuS reflektieren ihre Beobachtungen und Ergebnisse vor ihrem (in der hinführenden Hausaufgabe aufgefrischten) botanischen Grundwissen. Sie formulieren einen Text zur Anpassung von Seerosen.
4. Verbesserung der Hausaufgabe in der nächsten Unterrichtsstunde.

Hinweis: Nach dem Praktikum sollen die SuS sorgfältig die Hände waschen, da die Seerose schwach giftig ist. Deshalb auch auf die Verwendung der Strohalmstücke achten.

Ort



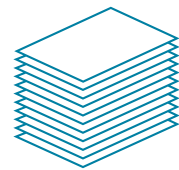
Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Materialien

- Arbeitsblatt S 11.1 Botanik-Champion gesucht
- Arbeitsblatt S 11.2 Mikroskopische Untersuchung der Seerose
- Weiße Seerose: Blattstiele und Schwimmblatt
- Strohhalme ($\varnothing = \text{ca. } 5 \text{ mm}$), Mikroskope, Skalpell, Objektträger, Deckgläschen, Wasserglas, Pipette
Präparate mit Querschnitten vom Seerosenblatt

S 11.1 Arbeitsblatt: Botanik-Champion gesucht: Wer findet die 11 Fehler?

In folgendem Text zum Aufbau von Samenpflanzen haben sich 11 Fehler eingeschlichen. Kannst du sie mit deinem Wissen aus Grundschule und Gymnasium der Jahrgangsstufe 5 finden? Verbessere die Fehler. Solltest du Tipps brauchen, hilft dir dieser Link weiter:

www.bisa100.de/lernen/pflanzen/allgemein/82-aufbau-einer-samenpflanze

Blütenpflanzen bestehen aus Wurzel, Sprossachse, Laubblättern und Blüte.

Die Blüten verankern die Pflanze im Boden. Durch feinste Verzweigungen, die sogenannten Wurzelhaare, wird die Oberfläche der Wurzeln stark vergrößert. So können sie aus dem Boden wenig Wasser und darin gelöste Mineralstoffe aufsaugen. Bei manchen Pflanzen dient die Blüte auch als Speicherorgan (zum Beispiel Gelbe Rübe).

In der Sprossachse gibt es verschiedene Leitungsbahnen: Wasser und Mineralsalze werden von den Wurzeln in die Blätter transportiert. Mineralstoffe, wie zum Beispiel Würfelzucker, werden von den Blättern zu den Wurzeln transportiert. Außerdem trägt die Sprossachse Blätter und Blüten und sorgt so dafür, dass die Blätter möglichst viel Schatten abbekommen. Bei manchen mehrjährigen Pflanzen ist die Sprossachse verholzt (Sträucher und Moose), andere Pflanzen haben unverholzte Sprossachsen (= Stängel).

Blätter bestehen aus dem Blütenstiel (Verbindung zur Sprossachse) und der Blattspreite. Der Blattstiel leitet wie die Sprossachse Wasser und Mineralstoffe und trägt die Blattspreite. In den flachen Blattspreiten findet die Photosynthese statt: Aus Wasser und Sauerstoff entsteht Kohlenstoffdioxid und Traubenzucker. Dazu wird Wärme und Blattgrün benötigt. Kohlenstoffdioxid nimmt das Blatt über kleine Öffnungen aus der Luft auf. Diese Spaltöffnungen befinden sich meist auf der Blattunterseite, durch sie gibt das Blatt den entstehenden Sauerstoff an die Luft ab.

L 11.1 Lösung – Arbeitsblatt: Botanik-Champion gesucht: Wer findet die 11 Fehler?

Blütenpflanzen bestehen aus Wurzel, Sprossachse, Laubblättern und Blüte.

Die ~~Blüten~~ **Wurzeln** verankern die Pflanze im Boden. Durch feinste Verzweigungen, die sogenannten Wurzelhaare, wird die Oberfläche der Wurzeln stark vergrößert. So können sie aus dem Boden ~~wenig~~ **mehr** Wasser und darin gelöste Mineralstoffe aufsaugen. Bei manchen Pflanzen dient die ~~Blüte~~ **Wurzel** auch als Speicherorgan (zum Beispiel Gelbe Rübe).

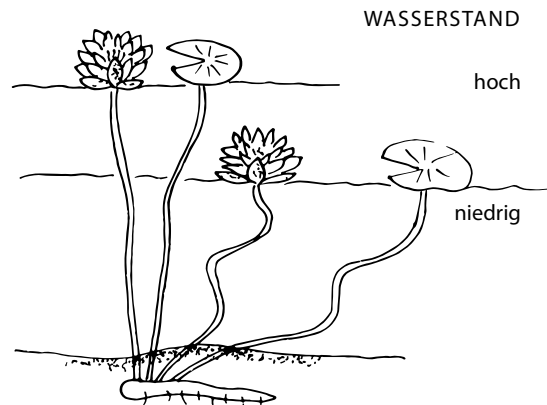
In der Sprossachse gibt es verschiedene Leitungsbahnen: Wasser und Mineralsalze werden von den Wurzeln in die Blätter transportiert. Mineralstoffe, wie zum Beispiel ~~Würfelzucker~~ **Traubenzucker**, werden von den Blättern zu den Wurzeln transportiert. Außerdem trägt die Sprossachse Blätter und Blüten und sorgt so dafür, dass die Blätter möglichst viel ~~Schatten~~ **Sonnenlicht** abbekommen. Bei manchen mehrjährigen Pflanzen ist die Sprossachse verholzt (Sträucher und ~~Moose~~ **Bäume**), andere Pflanzen haben unverholzte Sprossachsen (= Stängel).

Blätter bestehen aus dem Blütenstiel (Verbindung zur Sprossachse) und der Blattspreite. Der Blattstiel leitet wie die Sprossachse Wasser und Mineralstoffe und trägt die Blattspreite. In den flachen Blattspreiten findet die ~~Photosymbiose~~ Photosynthese statt: Aus Wasser und ~~Sauerstoff~~ **Kohlenstoffdioxid** entsteht ~~Kohlenstoffdioxid~~ **Sauerstoff** und Traubenzucker. Dazu wird ~~Wärme~~ **Sonnenlicht** und Blattgrün benötigt. Kohlenstoffdioxid nimmt das Blatt über kleine Öffnungen aus der Luft auf. Diese Spaltöffnungen befinden sich meist auf der Blattunterseite, durch sie gibt das Blatt den entstehenden ~~Stickstoff~~ **Sauerstoff** an die Luft ab.

S11.2 Arbeitsblatt: Mikroskopische Untersuchung der Seerose

Die Weiße Seerose kommt in stehenden Gewässern in Ufernähe vor. Ihre Sprossachse liegt waagrecht im Schlamm Boden (Erdspross), seitlich wachsen daraus die Wurzeln. Ihre Blattstiele können bis zu 4 m lang werden.

Nebenstehende Abbildung zeigt ein interessantes Phänomen: Laubblätter und Blüten schwimmen immer auf der Wasseroberfläche – egal wie hoch das Wasser steht.



Aber warum gehen weder die Blüten noch die Blätter unter, und wieso reißen sie nicht ab, wenn der Wasserstand steigt. Fragen über Fragen, die du mithilfe der folgenden Untersuchung beantworten kannst.

1. Der Blattstiel

- Untersuche vorsichtig die **Festigkeit des Stiels**, ohne ihn dabei zu verletzen.
- Befestige am Stielende ein 2 cm langes Stück Strohalm, und blase durch dieses Mundstück leicht in den ins Wasser eintauchenden Stiel.

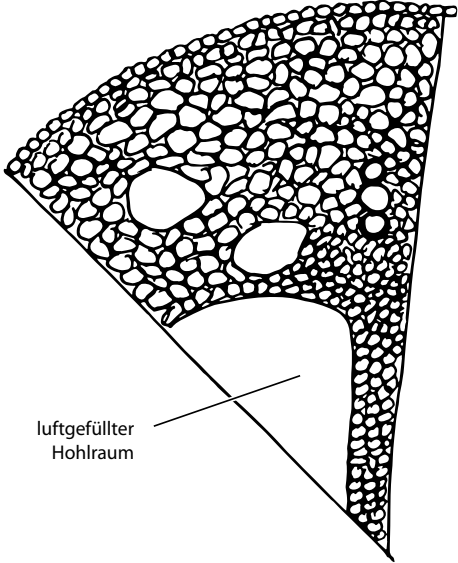
Beobachtung von a) und b)

Der Stiel ist _____ und _____.

Weitere Beobachtungen:

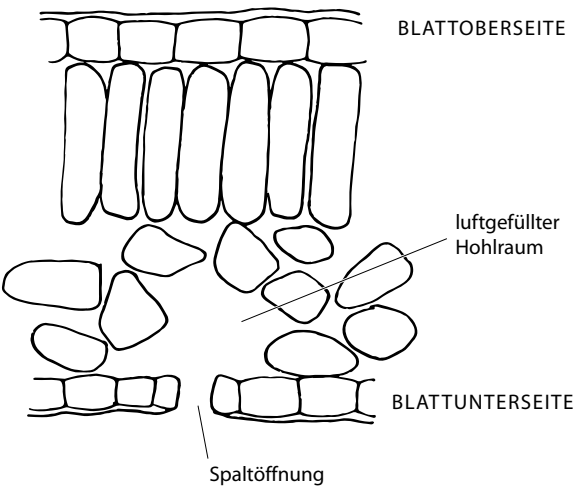
- Fertige ein **Querschnitt-Präparat** des Stiels an. Gehe folgendermaßen vor:
 - Gib auf einen **Objekträger** einen Tropfen Wasser.
 - Schneide mit einem Skalpell **vorsichtig** eine möglichst **dünne** Scheibe des Stiels ab.
 - Lege den Querschnitt auf den Tropfen.
 - Decke den Querschnitt mit einem **Deckgläschen** ab.
- Mikroskopiere dein Präparat und skizziere das mikroskopische Bild. Gehe folgendermaßen vor:
 - Befestige dein Präparat am **Objektisch**. Drehe das **kleinste Objektiv** in den Strahlengang und schalte die **Beleuchtung** ein.
 - Stelle mit dem **Grob-** und dem **Feintrieb** das Bild scharf.

- **Vergleiche** dein Bild mit dem Querschnitt durch den Blattstiel einer verwandten Art, der Teichrose. Nenne **Gemeinsamkeiten** und **Unterschiede**.
- **Skizziere** dein mikroskopisches Bild und beschrifte es.

Ausschnitt vom Blattstiel einer Teichrose (40-fache Vergrößerung)	Ausschnitt vom Blattstiel einer Seerose (40-fache Vergrößerung)
 <p>luftgefüllter Hohlraum</p>	

2. Die Blattspreite

Mikroskopiere das fertige Präparat eines Blattquerschnitts und fertige eine Skizze an.

Blattquerschnitt einer Buche	Blattquerschnitt einer Seerose
 <p>BLATTOBERSEITE</p> <p>luftgefüllter Hohlraum</p> <p>BLATTUNTERSEITE</p> <p>Spaltöffnung</p>	

3. Hausaufgabe

Verfasse einen Text mit der Überschrift «**Die Seerose ist an das Leben im Wasser angepasst**». Beachte dabei deine Beobachtungen und Ergebnisse sowie das verbesserte Arbeitsblatt zu den Grundlagen der Botanik. Auf Folgendes solltest du dabei eingehen:

- Welche **Bedeutung** hat der besondere Bau des Blattstiels?
- Auf welchem Weg bekommt der Spross im schlammigen Boden ausreichend **Sauerstoff** für die Zellatmung?
- Welchen Vorteil hat ein Blatt **auf dem Wasser** gegenüber einem Blatt **im Wasser**?
- Welche Bedeutung haben die **Unterschiede** in den Querschnitten von Seerose und Buche?

L 11.2 Lösung – Arbeitsblatt: Mikroskopische Untersuchung der Seerose

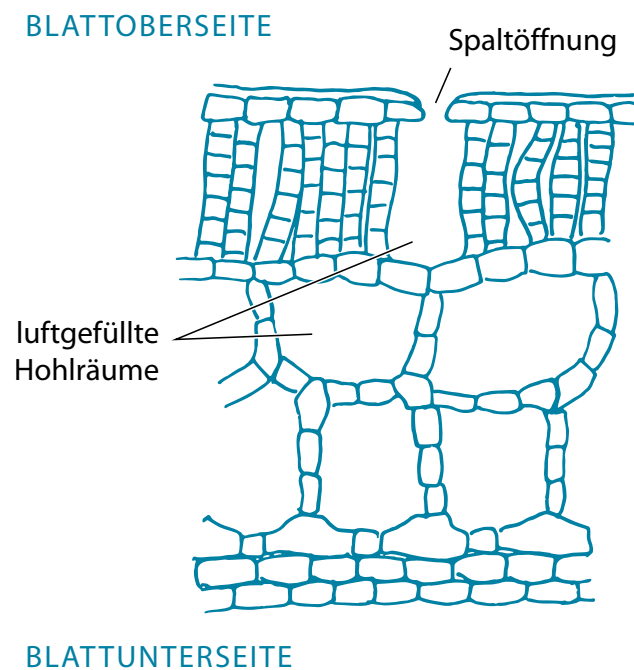
1 a) und b)

Der Blattstiel ist elastisch und hohl.

1 d)

Der Querschnitt des Blattstiels entspricht im Wesentlichen dem der Teichrose.

2) Blattquerschnitt Seerose



Die Seerose ist an das Leben im Wasser angepasst

Der Blattstiel ist elastisch. Er kann so Wasserbewegungen mitmachen und reißt nicht so leicht ab. Außerdem kann die Blattspreite bei Hoch- und Niedrigwasser auf der Oberfläche schwimmen! Durch die luftgefüllten Kanäle gelangt Sauerstoff in den Erdspross. Die Zellen des Erdsprosses und der Wurzeln brauchen den Sauerstoff für die Zellatmung.

Das Schwimmblatt kann auf der Wasseroberfläche mehr Photosynthese betreiben als im Wasser, weil dort mehr Licht zur Verfügung steht. Das benötigte Kohlenstoffdioxid nimmt das Blatt aus der Luft auf, deshalb sind die Spaltöffnungen anders als bei Landpflanzen auf der Oberseite.

Luftgefüllte Hohlräume im Stiel und in der Blattspreite geben dem Blatt Auftrieb, das heißt, sie sorgen dafür, dass das Blatt nicht untergeht.

Anmerkung: Weitere Anpassungen, wie zum Beispiel die kräftige Wachsschicht auf der oberen Epidermis oder Besonderheiten rund um die Blüte, wurden nicht untersucht und können deshalb in einer Schülerantwort nicht erwartet werden.

M 12: Fließgeschwindigkeit ermitteln – analog und digital

Grundlegende Informationen

Die grundlegende Idee zu diesem Modul wurde während der Tagung «Regionalteam Biologie» (Januar 2019, ALP Dillingen) von N. Aigner, H. Beil, E. Hose, M. Jochner, M. Spangler und G. Weber entwickelt.

Die Fließgeschwindigkeit ist für Organismen im Fließgewässer ein entscheidender abiotischer Faktor. Die Strömung beeinflusst den Sauerstoff- und Kohlenstoffdioxidgehalt sowie die Temperatur des Wassers. Sie transportiert kleinste Nahrungspartikel und entscheidet über das Substrat, das sich am Gewässergrund absetzt. Durch die Strömung besteht für die Organismen eine beständige Gefahr abzudriften und so in für sie ungünstigere Bereiche abgetrieben zu werden. Dieser Gefahr begegnen die Tiere des Fließgewässers auf unterschiedlichste Weise. Saugnäpfe (zum Beispiel Napfschnecke), Haken (zum Beispiel Steinfliegenlarven), Steine zum Beschweren (zum Beispiel Köcherfliegenlarven), Stromlinienform (zum Beispiel Eintagsfliegenlarven) oder Eingraben (zum Beispiel Zuckmückenlarven) sind häufige Strategien.

Fließgeschwindigkeiten lassen sich analog und digital bestimmen. Steht ein digitales Strömungsmessgerät (siehe Modul 13) zur Verfügung, kann Versuch 1 (analoge Messung) und Versuch 2 (digitale Messung) während der Exkursion durchgeführt werden. Die Bearbeitung der Aufgabe 2 auf dem Arbeitsblatt S 12.3 erübrigt sich in diesem Fall. Ohne digitales Messgerät findet Versuch 1 während der Exkursion praktisch statt und der Vergleich mit einer digitalen Messung kann bei der Nachbesprechung im Klassenzimmer thematisiert werden (siehe Arbeitsblatt S 12.3).

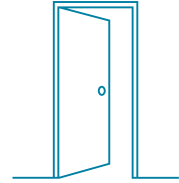
Bei beiden Varianten besteht die Möglichkeit, herauszuarbeiten, dass sowohl analoge als auch digitale Werkzeuge Vor- bzw. Nachteile haben. Entscheidend ist die Fragestellung, die man bearbeiten möchte. Analoge und digitale Methoden sind also kein «entweder – oder», sondern oft ein «sowohl – als auch».

Durchführung

Versuch 1: Analoge Messung der Fließgeschwindigkeit Methode und Ablauf

- 10 Meter Fließstrecke abmessen, Start und Ziellinie markieren
- Zeit messen, die ein Korken für 10 Meter benötigt
- fünf Messungen durchführen
- Datenerfassung in Tabellen

Ort



Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materialien – Teil I

- Arbeitsblatt S 12.1 Fließgeschwindigkeit analog messen
- Arbeitsblatt S 12.2 Fließgeschwindigkeit digital messen
- 5 eindeutig markierte Korken oder 5 unterscheidbare Laubblätter
- Maßband (10 m)
- 4 Zeltheringe und zwei Maurerschnüre

Materialien – Teil II

- Stoppuhr (z. B. Mobiltelefon)
- digitales Strömungsmessgerät (nur für Versuch 2)

- Fließgeschwindigkeit berechnen
- Diskussion: Welcher Wert ist der richtige? Die Strömung ist in verschiedenen Bereichen (zum Beispiel in Ufernähe oder in der Mitte des Bachbettes) sehr unterschiedlich. Fehlerdiskussion führen.
- Weiterführende Auswertung mit Arbeitsblatt S 12.3 (nach der Exkursion im Klassenzimmer): Balkendiagramme erstellen, Vergleich von analoger und digitaler Messmethode, Zuordnung von Lebewesen zu einzelnen Bereichen des Fließgewässers

Vorteile der analogen Messmethode

Die analoge Methode hat didaktische und pädagogische Vorteile. Folgende Kompetenzen bzw. Ziele stehen dabei im Vordergrund: exaktes Messen von Strecke und Zeit, eigenständige Berechnung von Geschwindigkeiten, Verständnis des Begriffs «Fließgeschwindigkeit», affektives Lernen, soziales Lernen im Team, originäre Naturbegegnung, Spaß usw.

Versuch 2: Digitale Messung der Fließgeschwindigkeit**Methode und Ablauf**

- die Fließgeschwindigkeit wird in mehreren Bereichen gemessen
- die Messwerte werden in einer vorgegebenen Skizze des Gewässers eingetragen

Vorteile der digitalen Messmethode

Die digitale Methode ist praktisch, schnell und für alle Gewässerbereiche geeignet. Insbesondere lässt sich die Strömung auch im Wasser (zum Beispiel am Gewässergrund, im freien Wasser) und nicht nur an der Oberfläche messen. Nach dem SAMR-Modell (SAMR = Substitution; Augmentation; Modification; Redefinition; PUENTEDURA 2006) ergibt sich ein Mehrwert durch die zusätzlichen Möglichkeiten der digitalen Messung (Modification, Redefinition).

Sicherheitshinweise (siehe [Kapitel 6](#)) beachten!

Der Bach sollte nicht tiefer als einen Meter sein und die Strömung nicht zu stark. Die SuS sollten über Schwimmkenntnisse verfügen.

Falls das Gewässer zu tief oder die Strömung zu stark ist, kann der Korken nicht direkt auf die Wasseroberfläche gesetzt werden. Dann können Alternativmöglichkeiten eingesetzt werden, zum Beispiel ein Greifarm oder das Einsetzen von einer Brücke aus. Problematisch kann auch ein zu langsam fließender Bach sein, weil die Korken dann unter Umständen stärker vom Wind getrieben werden als durch die Strömung. In diesem Fall sind Laubblätter als alternative Schwimmkörper gut geeignet.

Zur Vorbereitung werden durch die erste Schülergruppe oder die Lehrkraft zwei Schnüre, die als Start- und Ziellinie für die Messung dienen, im Abstand von 10 m mithilfe der Zeltheringe quer über den Bach gespannt. Das Einsetzen und Entnehmen der Korken findet ein bis zwei Meter vor der Start- bzw. hinter der Ziellinie statt, um die Messung nicht durch Verwirbelungen zu beeinträchtigen.

S 12.1 Arbeitsblatt: Fließgeschwindigkeit analog messen

Material

5 Korken, 1 Metermaß, 2 Schnüre und 4 Zeltheringe, 1 Stoppuhr (oder Handy-App)

Aufgabe

Sucht euch an einem gut zugänglichen Bereich des Ufers eine Start- und eine Ziellinie, die etwa 10 Meter auseinander liegen. Markiert die beiden Linien eindeutig und messt deren Abstand.

Setzt 1 bis 2 m bachaufwärts von der Startlinie einen Korken auf die Wasseroberfläche und messt die Zeit in Sekunden, die der Korken von der Startlinie bis zur Ziellinie benötigt. Führt diese Messung 5-mal durch!

Ergebnisse

	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4	Messung 5
Strecke in m					
Zeit in s					
Fließgeschwindigkeit in m/s					

Tipp! Um die Fließgeschwindigkeit zu berechnen, müsst ihr den Wert der Strecke in Metern durch die Zeit in Sekunden teilen:

$$\text{Fließgeschwindigkeit (m/s)} = \frac{\text{Strecke (m)}}{\text{Zeit (s)}}$$

Auswertung

- Überlegt und diskutiert, welcher der Messwerte der «richtige» ist.

Ergebnisse: _____

Überlegt und diskutiert, welche Vor- und Nachteile eure Messmethode hat.

Vorteile: _____

Nachteile: _____

S 12.2 Arbeitsblatt: Fließgeschwindigkeit digital messen

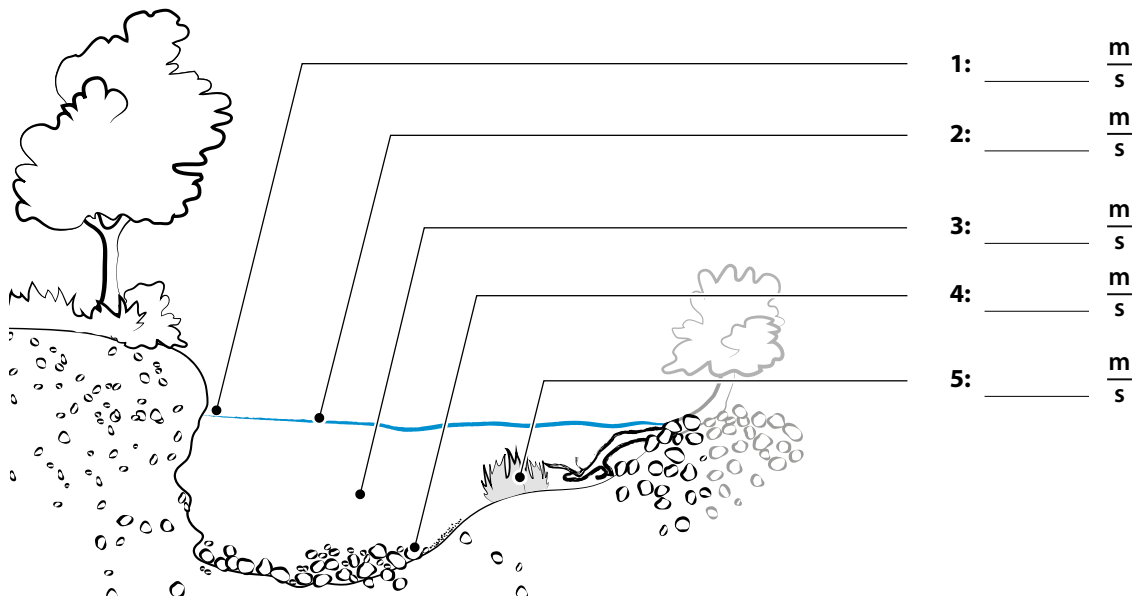
Material

Strömungssensor, Daten-Logger, Tablet

Aufgabe

Lasst euch zunächst von eurer Lehrkraft in den Gebrauch des Messgeräts einführen. Sucht anschließend nach Bereichen in eurem Gewässer, die am ehesten den fünf markierten Stellen in der Skizze entsprechen. Messt jetzt dort die Fließgeschwindigkeit und haltet eure Ergebnisse in der Skizze fest:

Beispielhafte Skizze eines Gewässerprofils:



Auswertung

1. Vergleicht die Ergebnisse der analogen und der digitalen Messung. Kann das Ergebnis der digitalen Messung stimmen?

Ergebnisse: _____

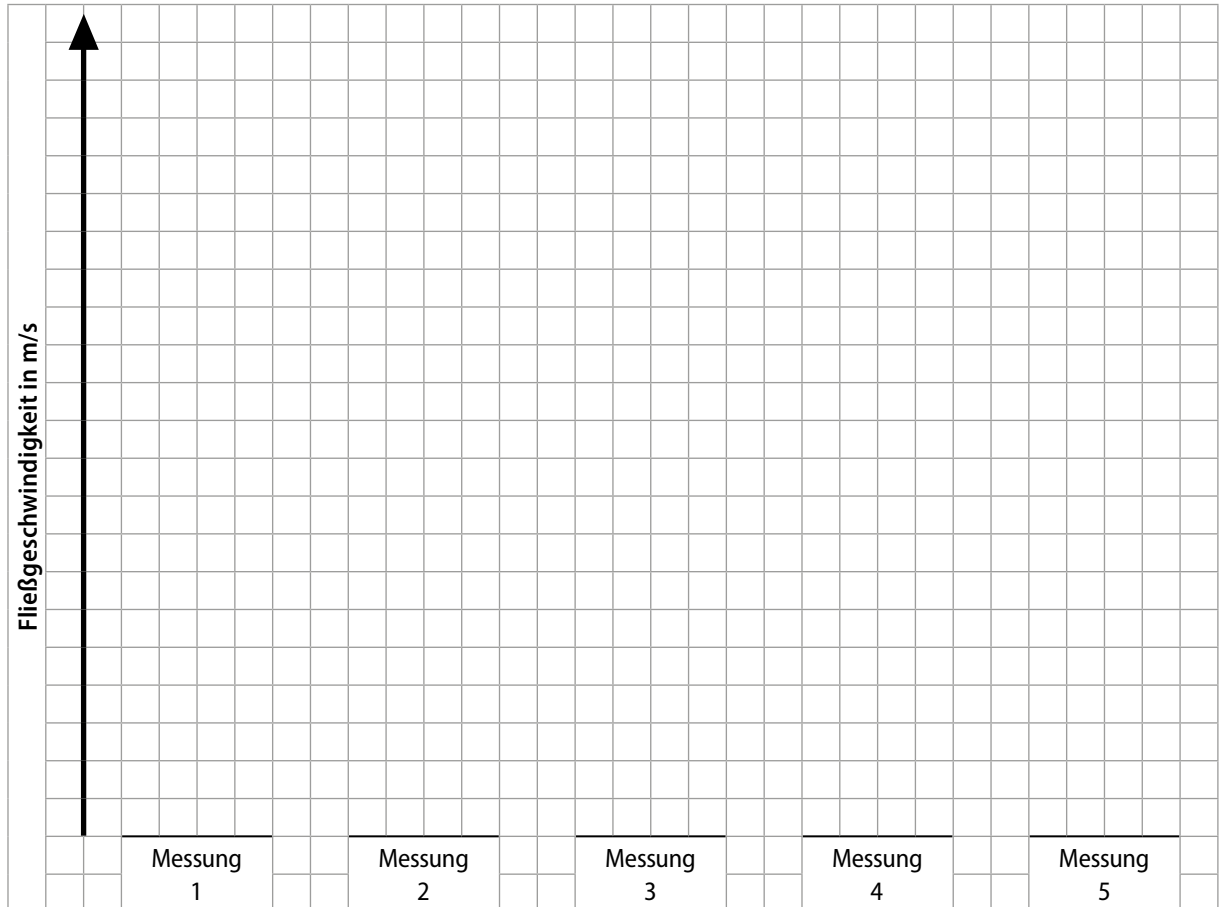
2. Nennt zwei Vorteile und zwei Nachteile der digitalen Messung gegenüber der analogen Messung.

Vorteile: _____

Nachteile: _____

S 12.3 Auswertung der Fließgeschwindigkeitsmessungen

1. Erstellt ein Diagramm für die berechneten Fließgeschwindigkeiten (achtet auf eine passende Skalierung):



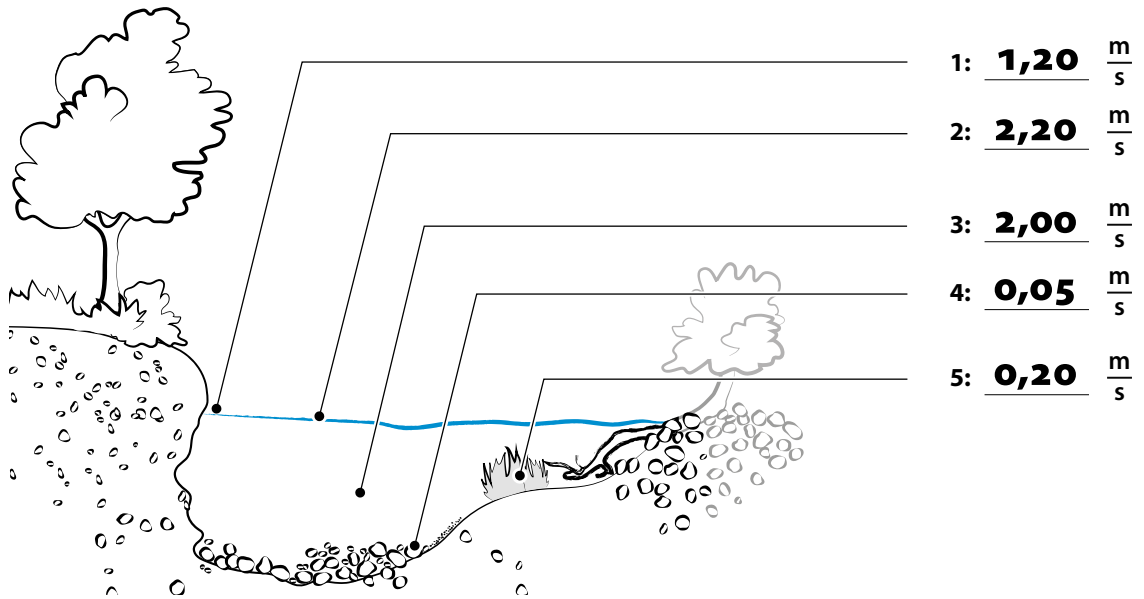
2. Experten vom Wasserwirtschaftsamt messen die Fließgeschwindigkeit mit einem digitalen Messgerät. Dabei wird ein Messfühler an einem langen Stab in den gewünschten Bereich des Gewässers gehalten. Auf einem angeschlossenen Tablet oder Smartphone lässt sich die aktuelle Fließgeschwindigkeit ablesen. Ein derartiges Gerät kostet etwa 300,- Euro (ohne Tablet) und ist vergleichsweise empfindlich gegenüber Stößen und Schlägen.

Nenne zwei Vorteile der analogen und zwei Vorteile der digitalen Methode zur Strömungsmessung.

Vorteile analoge Methode: _____

Vorteile digitale Methode: _____

3. An den gekennzeichneten Bereichen wurden folgende Fließgeschwindigkeiten gemessen:



Diese verschiedenen Bereiche sind Lebensräume für unterschiedliche Organismen, es lagert sich dort auch unterschiedliches Material am Gewässergrund ab.

Ordne zuerst den folgenden Lebewesen (Tabellenzeilen 1 bis 4) den korrekten Lebensraum zu und begründe deine Zuordnung kurz.

Gib anschließend an, in welchen Bereichen du das aufgeführte Material (Tabellenzeilen 5 und 6) findest.

Wo finde ich	Bereich Nr.	Begründung
Wasserläufer		
Forellen		
Köcherfliegenlarven (mit Steinköcher)		
Bachflohkrebse (ernähren sich von toten Blättern)		
Sand		
abgestorbene Blätter		

M 13: Abiotische Faktoren digital erfassen

Grundlegende Informationen

Gewässer und deren Uferbereiche stellen vielschichtige Biotope dar. Die digitale Erfassung abiotischer Faktoren solcher Lebensräume mithilfe von Sensoren ist eine gewinnbringende Möglichkeit, in unterschiedlichsten Sozial- und Arbeitsformen verschiedene Parameter zu erfassen und diese vergleichend zu betrachten und zu bewerten.

Zusatz-Infos zu den Materialien

Die nebenstehende Auflistung liefert eine Übersicht über verfügbare Sensoren zur Bestimmung von Umweltfaktoren in einem Gewässer (mit * markierte Aspekte sind auch mithilfe von (wasserfesten) Smartphones bestimmbar)

Bei der Auswahl der Sensoren verschiedener Hersteller ist darauf zu achten, dass diese in der Lage sind, Messreihen zu erfassen und die Messdaten zwischenspeichern, da Einzelwerte in den meisten Fällen wenig aussagekräftig sind. Die Messwernerfassung sollte baulich in zwei Geräte aufgeteilt sein:

- ein reiner Sensor mit Messwertspeicherung und der Möglichkeit drahtloser Datenübermittlung an ein Lesegerät
- ein davon getrenntes Gerät zum Auslesen, Darstellen und Auswerten der Daten, optimalerweise ein meist schon vorhandenes Smartphone

Die SuS können dann auch mithilfe ihres Smartphones sowohl die zwischengespeicherten Daten abrufen als auch aktuelle Daten direkt erheben. In diesem Fall müssen nur die Sensoren angeschafft werden. Zudem ist darauf zu achten, dass die Sensoren wasserdicht sind und gegen Verlust gesichert sind, zum Beispiel durch eine Schnur.

Durchführung

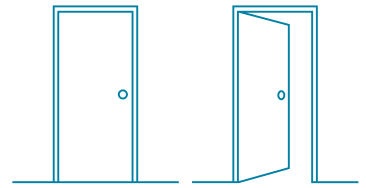
Sicherheitshinweise (siehe [Kapitel 6](#)) beachten!

Versuch 1: Abiotischer Faktor Temperatur – Vergleich der Schwankung von Wasser- und Lufttemperatur im Tagesverlauf

Methode und Ablauf:

- Sensor mit automatischer Messwernerfassung in definierten Zeitabständen (zum Beispiel ein Messwert alle 20 Minuten) programmieren

Ort



Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #00728f; border: 1px solid #00728f;"></div> <div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #00728f; border: 1px solid #00728f;"></div> <div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #ccc; border: 1px solid #ccc;"></div>
Erkenntnisgewinn:	<div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #00728f; border: 1px solid #00728f;"></div> <div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #00728f; border: 1px solid #00728f;"></div> <div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #00728f; border: 1px solid #00728f;"></div>
Kommunikation:	<div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #00728f; border: 1px solid #00728f;"></div> <div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #00728f; border: 1px solid #00728f;"></div> <div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #ccc; border: 1px solid #ccc;"></div>
Bewertung:	<div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #00728f; border: 1px solid #00728f;"></div> <div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #00728f; border: 1px solid #00728f;"></div> <div style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #ccc; border: 1px solid #ccc;"></div>

Materialien

- Temperatur-Sensor
- Licht-Sensor*
- Gas-Sensoren für gelöstes Kohlenstoffdioxid und gelöster Sauerstoff
- Trübungs-Sensor (Colorimeter)
- Fließgeschwindigkeits-Sensor

- Geeignete, diebstahlgeschützte Plätze im Uferbereich über der Wasseroberfläche, in 10 cm Tiefe sowie in einem Meter Tiefe ausfindig machen und Sensoren für eine Langzeitmessung dort fixieren. (Alternativ: mehrere Messungen im Tagesverlauf als Hausaufgabe)
- Messungen durchführen
- Datenerfassung in Tabellen
- Temperaturverlauf an den drei Positionen vergleichen
- Übertragen der Temperaturschwankungen auf die Folgen für jeweils in dieser Zone lebenden Tiere

Versuch 2: Abiotischer Faktor Temperatur – Temperaturschichten eines Gewässers

Methode und Ablauf:

- Sensor mit automatischer Messwerverfassung in definierten Zeitabständen (zum Beispiel ein Messwert alle 10 Sekunden) programmieren, optional: Temperaturverlauf aktivieren
- Sensor mit Gewicht an einer reißfesten Schnur befestigen (gut geeignet sind eine Angel und ein vorhandener Bootssteg).
- Messungen durchführen: Sensor so lange schrittweise in die Tiefe gleiten lassen, bis es zu einer sprunghaften Temperaturveränderung kommt (= Sprungschicht)
- Datenerfassung in Tabellen
- Übertragen der Temperaturschichtung auf die jeweils in dieser Zone lebenden Tiere und Pflanzen
- Optional: Besprechung der Dichteanomalie des Wassers als Ursache für die Temperaturschichtung

Versuch 3: Abiotischer Faktor Licht – Beleuchtungsstärke in verschiedenen Gewässertiefen

Methode und Ablauf:

- Sensor mit automatischer Messwerverfassung in definierten Zeitabständen (zum Beispiel ein Messwert alle 10 Sekunden) programmieren, optional: Beleuchtungsstärke/UV-Anteil kontinuierlich messen/aktivieren
- Sensor mit Gewicht an einer reißfesten und bemaßten Schnur befestigen. Gut geeignet sind eine Angel und ein vorhandener Bootssteg. Alternativ können (nicht wasserfeste) Smartphones/Sensoren, geschützt mit wasserdichten Hüllen, an Schnüren mit definierten Längen verwendet werden.
- Messungen durchführen: Sensor schrittweise in die Tiefe gleiten lassen

- Datenerfassung in Tabellen
- Übertragen der Erkenntnisse auf die Besiedelung der Uferbereiche durch Pflanzen
- **Optional:** Anzeigen/Messen des PAR-Wertes (Photosynthetisch aktive Strahlung) zur Bestimmung der Photosyntheserate in Abhängigkeit der Beleuchtung ($0 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ bis $2.400 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$) (rein qualitativ aufgrund der Jahrgangsstufe, optionaler Vergleich mit Kohlenstoffdioxid-/Sauerstoff-Messungen)

Versuch 4: Abiotischer Faktor Licht – Trübung in verschiedenen Gewässerbereichen

Methode und Ablauf:

- Probenentnahme in verschiedenen Gewässerbereichen (stehend, fließend, unterschiedliche Tiefe)
- Überführen in Küvetten
- Trübungsmessung mithilfe eines Colorimeters zur Bestimmung des Anteils an Schwebstoffen durchführen ($0-400 \text{ NTU}$ (= Nephelometric Turbidity Unit, gebräuchliche Einheit bei Trübungsmessungen))
- Datenerfassung in Tabellen
- Übertragen der Erkenntnisse auf die Besiedelung der Uferbereiche durch Pflanzen.
- Vergleich mit Versuch 3 bezüglich Beleuchtungsstärke

Versuch 5: Abiotischer Faktor Kohlenstoffdioxid-/Sauerstoff-Gehalt

Hinweis: Sensoren für gelöste Gase sind bis auf wenige Ausnahmen (zum Beispiel Sensor für gelösten Sauerstoff von PASCO) nicht wasserfest und dürfen daher nicht untergetaucht werden. Einige Kohlenstoffdioxid-Sensoren können mithilfe von semipermeablen Membranen zur Messung von gelöstem Kohlenstoffdioxid verwendet werden.

Methode und Ablauf:

- Probenentnahme in verschiedenen Gewässerbereichen (stehend, fließend, unterschiedliche Tiefe)
- Bestimmung des Gehalts an gelösten Gasen
- Übertragen der Erkenntnisse auf die Besiedelung der Bereiche durch Tiere und Pflanzen.
- Vergleich mit Versuch 3 bezüglich Beleuchtungsstärke

M 14: Ein Gewässertagebuch erstellen

Grundlegende Informationen

Ein Gewässertagebuch bietet den SuS die Möglichkeit, sich selbstständig über einen langen Zeitraum hinweg mit der Ökologie «ihres» Gewässers zu befassen. Ziel ist dabei, Beobachtungen an einem selbst gewählten Gewässer (Teich, Abschnitt eines Seeufers oder Fließgewässers) über einen definierten Zeitraum nach zuvor festgelegten Kriterien zu dokumentieren. Die Arbeit am individuellen Tagebuch hat dabei Projektcharakter: Es gibt einen festen Bearbeitungszeitraum und ein abgeschlossenes Lernprodukt. Dadurch werden fachübergreifende Kompetenzen gefördert und viele Lehrplaninhalte durch das Tagebuch abgedeckt:

- eigenständige Planung, Durchführung und Dokumentation von einfachen naturwissenschaftlichen Beobachtungen
- Bestimmung einheimischer Tiere und Pflanzen
- Messen abiotischer Faktoren im Freiland
- Auseinandersetzung mit biologischen Fragestellungen vor Ort im Ökosystem
- Verfassen von Texten mit biologischer Fachsprache, Verwenden unterschiedlicher Darstellungsformen (zum Beispiel Tabelle, Diagramm)

Die Lehrkraft kann dabei nach fachlichen und pädagogischen Aspekten Zeitraum und Beobachtungsaufgaben mit der Lerngruppe festlegen. Auch individuelle Aufgabenstellungen sind denkbar, zum Beispiel wenn den Lernenden aufgrund weit verstreuter Wohnorte völlig unterschiedliche Gewässertypen zur Verfügung stehen (siehe Material).

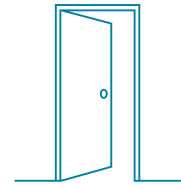
Durchführung

Für den Erfolg des Lerntagebuchs sind eine strukturierte Vorbereitung der SuS im Unterricht sowie eine Begleitung des Lernprozesses entscheidend. Eine Nachbereitung, zum Beispiel in Form einer Ausstellung, wirkt motivierend und schließt das Projekt angemessen ab.

Vorbereitung

- Sicherheitsaspekte, die für die Arbeit mit der Klasse am Gewässer gelten (siehe auch [Kapitel 6](#)), sind hier von noch entscheidenderer Bedeutung, da sich die Lernenden in der Regel alleine in ihrer Freizeit am Gewässer aufhalten. Die Lehrkraft muss deutlich machen, dass das Betreten des Gewässers im Rahmen der Tagebucharbeit keinesfalls gestattet ist. Ausnahmen sind nur bei Begleitung durch Erziehungsberechtigte und nur an

Ort



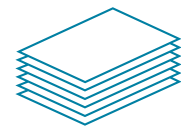
Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	
Erkenntnisgewinn:	
Kommunikation:	
Bewertung:	

Materialien

- Heft, Schnellhefter oder Ordner
- Arbeitsblatt S 14.1: Erstelle ein Gewässertagebuch
- Bestimmungshilfen (M 7.2 oder M 10.1)
- Je nach Auftrag Messgeräte für Temperatur, Sichttiefe etc.
- Schülerhandys (Messwert- und Standorterfassung, Fotografieren)

Kleinstgewässern oder an ausgewiesenen Badestellen größerer Seen denkbar. Dies schränkt natürlich manche Beobachtungsmöglichkeiten ein, dennoch sollte sich auch vom Ufer aus genügend entdecken lassen, um das Tagebuch mit Leben zu füllen. Auf einige Aspekte, zum Beispiel die Ermittlung der Fließgeschwindigkeit, sollte komplett verzichtet werden, da diese ohne Betreten des Fließgewässers oft nicht darstellbar sind.

- Wahl des Gewässers und der Beobachtungsaufgaben (siehe Arbeitsblatt): Ist ein Schulteich vorhanden oder liegt die Schule an einem Bach bzw. Fluss, dann kann sich die Klasse auf ein gemeinsames Beobachtungsgewässer einigen. Individuell gewählte Gewässer sorgen dagegen für eine größere Vielfalt der Lernprodukte. Aus Gründen der Sicherheit bieten sich Gewässer(abschnitte) mit breiter Uferzone und ausgedehntem Flachwasserbereich an. Steilufer und Flussabschnitte mit starker Strömung sind ungeeignet.

Lernbegleitung

- Eine regelmäßige Beschäftigung mit dem Tagebuch durch Zwischenbesprechungen im Unterricht sorgt dafür, dass das Thema lebendig bleibt und die SuS kontinuierlich am Tagebuch arbeiten. Zudem können Probleme bei der Beobachtung und deren Dokumentation frühzeitig angegangen werden.
- Unterstützung beim Messen: Werden abiotische Faktoren wie die Wassertemperatur gemessen, so sind Reproduzierbarkeit von Messstelle und Tageszeit von Bedeutung für die Aussagekraft der Messwerte. Dies stellt SuS in Jahrgangsstufe 6 häufig vor große Schwierigkeiten, weswegen es sinnvoll ist, frühzeitig im Tagebuchzeitraum das Vorgehen bei der Datenerhebung mit der Klasse zu besprechen.
- Unterstützung beim Dokumentieren: Viele der erhobenen Daten (Temperatur, Pegelstand, Höhe des Schilfrohrs, Anzahl Wasservögel) ermöglichen eine Darstellung in Diagrammen, die den Verlauf über den Beobachtungszeitraum veranschaulichen. Auch hier bietet es sich an, entsprechende Kompetenzen parallel zum Projekt zu trainieren.

Nachbereitung

- Einige denkbare Möglichkeiten, das Projekt «Gewässertagebuch» abzuschließen:
- Ausstellung im Schulhaus
- «Schaufensterbummel» in der Klasse
- Bewertung der Tagebücher (siehe Arbeitsblatt)

S 14 Arbeitsblatt: Erstelle ein Gewässertagebuch

So wie in einem Tagebuch alle wichtigen Ereignisse und Veränderungen im Leben eines Menschen festgehalten sind, kann man auch ein Tagebuch über ein Stück Natur verfassen. Deine Aufgabe ist es, ein Gewässertagebuch zu erstellen.

Aufgabe

Beobachte ein Gewässer über mehrere Monate. Dokumentiere deine Beobachtungen in einem Gewässertagebuch. Gehe dabei folgendermaßen vor:

Vorbereitung

Suche dir ein Gewässer in der Nähe deines Wohnortes, an dem du regelmäßig vorbeikommst. Das kann ein Teich, See, Bach oder Fluss sein. Bei Fließgewässern und größeren Seen wählst du einen Uferabschnitt von etwa 10–20 Metern Länge. An genau dieser Stelle machst du regelmäßig deine Beobachtungen.

Wähle mithilfe deiner Lehrkraft aus folgender Liste diejenigen Aspekte aus, die du in deinem Tagebuch dokumentieren willst:

Für alle Gewässer geeignet

- Wassertemperatur messen
- Entwicklung einer Wasserpflanze dokumentieren (Wachstum, Blüte, Absterben), zum Beispiel Seerose oder Schilfrohr
- Wasserpflanzen sammeln und pressen
- Tiere am/im Gewässer bestimmen und dokumentieren
- Fortpflanzung bei Wasservögeln (Balz, Nestbau, Brut, Jungtiere) beobachten
- das Wetter an Beobachtungstagen dokumentieren (Lufttemperatur, Sonnenschein, Niederschlag, Wind)
- Nutzung durch den Menschen (wie Bootfahrer, Angler, Badegäste) dokumentieren

Stillgewässer

- Tage mit Eisdecke dokumentieren
- Sichttiefe messen
- Amphibien am Gewässer (Rufe, Paarungsverhalten, Laich, Larven)

Fließgewässer

- Wasserstand am Pegel ablesen
- wirbellose Tiere unter Steinen bestimmen und dokumentieren

Natürlich kannst du nach Rücksprache mit deiner Lehrkraft zusätzlich eigene Beobachtungsaufgaben wählen:

- _____
- _____
- _____

Beobachtung

Besuche dein Gewässer mindestens einmal pro Woche und beobachte etwa 15–20 Minuten lang möglichst genau.

Dokumentation

1. Beginne jeden Eintrag mit Datum und Uhrzeit.
2. Um deine Beobachtungen zu dokumentieren, kannst du ...

- deine Beobachtungen in Worten beschreiben
- zeichnen (zum Beispiel Blätter/Blüten einzelner Pflanzen, wirbellose Tiere)
- fotografieren
- Messwerte in Tabellen eintragen
- mit den Messwerten Diagramme zeichnen
- Pflanzen(teile) pressen

Zur Dokumentation (wie Fotos, Tonaufnahmen, Standortbestimmung) kannst du dein Handy nutzen.

3. Beim Beobachten fallen dir sicher neue Fragen ein! Fragen sind für Naturwissenschaftler genauso wichtig wie Antworten. Notiere die Fragen in dein Gewässertagebuch. Vielleicht findest du ja im Laufe der Zeit die Antwort auf die eine oder andere Frage.
4. Zu einzelnen Pflanzen oder Tieren, die du entdeckst, findest du vielleicht in Büchern oder im Internet noch interessante Fakten zu Lebensraum, Ernährung und Fortpflanzung. Diese kannst du unter Angabe der Quelle (!) in dein Tagebuch einfügen.
5. Gemeinsam geht es leichter: Unterstützt euch gegenseitig bei der Erstellung des Gewässertagebuchs! Was soll alles in euer Tagebuch, wie wollt ihr es gestalten? Tauscht eure guten Ideen aus.

Benotung und Ausstellung

Im Juli werden eure Tagebücher benotet. Für die Beurteilung deines Gewässertagebuchs werden folgende Kriterien angewendet:

fachliche Richtigkeit (z. B. richtige Namen für Lebewesen, korrekte Fachsprache)	/10
zeitlicher Umfang (z. B. Anzahl der Beobachtungstage, Beobachtungszeitraum)	/5
Vielfalt und Qualität der Dokumentation <ul style="list-style-type: none">• Messungen• Zeichnungen/Fotos• Beschreibungen• Gesammeltes Material	/10
eigene Fragen und Antworten	/5
interessante Zusatzinformationen	/5
Gestaltung <ul style="list-style-type: none">• Kreativität• Äußere Form• Übersichtlichkeit• Anschaulichkeit	/10
Summe	/45

M 15: Sichttiefe und Temperaturschichtung in Gewässern

Grundlegende Informationen

Ein sehr markantes Merkmal bei Stillgewässern ist die jeweilige Sichttiefe. Sie kann erste Hinweise zur Gewässerqualität des Sees, Teichs oder Weihers geben. Allerdings hängt diese nicht nur vom Einfluss des Menschen, sondern auch von den natürlichen Gegebenheiten (zum Beispiel der Geologie) ab. So sind beispielsweise Alpenseen wie der Königssee natürlicherweise klarer als Alpenvorlandseen wie der Große Ostersee. Besonders die Konzentration von Mineralsalzen, die Temperatur und die Sonneneinstrahlung beeinflussen das Algenwachstum im Freiwasser und somit die Sichttiefe, abhängig von Algen im Freiwasser (siehe [Modul 26](#)). Die Sichttiefe ist auch stark von der Jahreszeit abhängig und im Sommerhalbjahr meist sehr viel geringer als im Winterhalbjahr (siehe auch [Kapitel 3.4.1](#)).

Auch die Wassertemperatur und deren Schichtung im Jahresverlauf verändert sich in gemäßigten Breiten sehr deutlich. Allerdings bildet sich bei flachen Gewässern mit weniger als 5 m Tiefe keine Sprungschicht und auch die Temperaturgradienten halten sich nicht an die klassische Schichtung im Sommer und im Winter. Besonders eindrucksvoll ist die Ermittlung der Sprungschicht im Sommer. Nimmt die Temperatur in einem See nur um 1 °C pro Meter ab, so ist der Temperaturabfall in der Sprungschicht oft mehrere Grad Celsius. Genauso reizvoll ist die Messung im Winter, wenn das Eis des Gewässers tragfähig ist und die Dichteanomalie des Wassers eindrucksvoll beobachtet werden kann (StMLU & ISB 2000).

Ein interessantes [Video](#) zum Einsatz der Messboje (LfU-Messstation Ammersee) könnte auch als Einstieg in das Thema gezeigt werden.

Durchführung

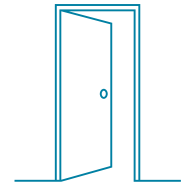
Variante 1: Mit einfachen Mitteln

Diese Variante eignet sich sowohl für Kleingewässer wie dem Schulteich vom Ufer aus als auch für größere Seen vom Steg aus. Der Ablauf erfolgt als Gruppenarbeit mit 2–4 SuS. Nachdem die Gruppen ihre Arbeitsaufträge erledigt haben (siehe Arbeitsblatt [S 15.1](#)), erfolgt eine Zusammenfassung im Plenum.

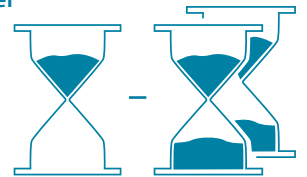
Bestimmung der Sichttiefe:

Am einfachsten kann man die Sichttiefe mit einem Meterstab oder Maßband ermitteln, für größere Tiefen kann man eine Sichtscheibe aus einem mittig durchbohrten Deckel und einem Gewicht (zum Beispiel Ziegelstein) benutzen. Die Seillänge ist dann die Sichttiefe. Zusätzlich kann das Seil mit Knoten oder farbigen Markierungen versehen werden. Wichtig ist, dass die Messung mehrfach durchgeführt wird.

Ort



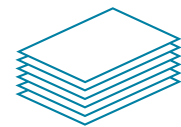
Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materialien – Teil I

Variante 1

- Meterstab oder Maßband
- Für Sichtscheibe: weißer, runder Blech- oder Kunststoffdeckel, Haushaltsseil, Gewicht
- wasserdichte digitale oder analoger Thermometer, Angel

Materialien – Teil II

Variante 2

- Digitaler Sensor, Angel, Gewichte
- digitaler Temperatur- und Tiefenmesser für Angler (zum Beispiel Anaconda GTM)
- Arbeitsblatt S 15.1: Trübung und Sichttiefe bestimmen
- Bauanleitung L 15.2: Secchi-Scheibe
- Bauanleitung L 15.3: Meyer'sche Schöpfflasche



Die Secchi-Scheibe im Einsatz: In diesem Gewässer ist die Scheibe bereits bei einer Tiefe von nur 1 Meter fast nicht mehr sichtbar. Die Tiefe, bei der die Scheibe gar nicht mehr sichtbar ist, ist die ermittelte maximale Sichttiefe.

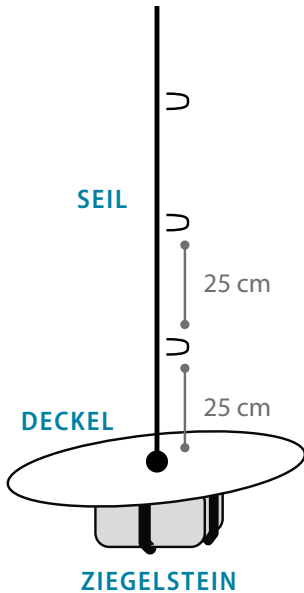
Bestimmung der Temperatur in verschiedenen Tiefen

Ein wasserdichtes Thermometer wird am Meterstab befestigt und die Temperatur nach einiger Zeit erfasst. Außerdem kann die Temperaturmessung in verschiedenen Zonen des Gewässers und zu unterschiedlichen Tageszeiten durchgeführt werden. Idealerweise findet eine Messung im Sommer und eine im Winter statt.

Variante 2: ambitionierte Methode

Die Methoden sind dann geeignet, wenn man einen ganzen Projekttag zur Verfügung hat und auch Messungen vom Boot aus vornimmt. Dabei müssen auch die Sicherheitsbestimmungen wie Schwimmwestenpflicht und Sicherheitseinweisung befolgt werden (siehe Sicherheitshinweise [Kapitel 6](#)).

Die Secchi-Scheibe und die Meyer'sche Schöpfflasche können mithilfe der Anleitungen von den SuS zu Hause oder im Werkraum der Schule selbst hergestellt werden. Bei der Verwendung der digitalen Temperatur- und Tiefenmesser ist zuvor eine Einweisung nötig, um zu verstehen, wie die Messwerte aufgezeichnet werden. Wichtig ist es, dass die Ergebnisse – nicht nur für die Unterrichtseinheit – gut protokolliert werden. So können über die Jahre auch Veränderungen des Stillgewässers durch den Klimawandel dokumentiert werden. Mit der Secchi-Scheibe und dem Wasserschöpfer lassen sich exakte Messungen auch in größeren Tiefen durchführen. Mit einem digitalen Sensor lässt sich auch der Temperaturverlauf über mehrere Stunden oder einen Tag aufzeichnen.



Bauweise einer Secchi-Scheibe



Probenflasche, Leine mit Längenmaß, Gewicht



Der Stopfen ist an der Leine und an der Flasche befestigt.



Vorsichtig ins Wasser lassen, der Korken muss noch drin bleiben.



Durch einen Ruck an der Leine geht der Stopfen aus der Flasche und die Luft darin entweicht.



Wenn keine Luftblasen mehr aufsteigen, wird die Flasche vorsichtig nach oben gezogen.



Mit der Sauerstoff-Elektrode wird der Sauerstoff-Gehalt gemessen.

S 15.1 Arbeitsblatt: Sichttiefe und Temperatur bestimmen

Versuch 1: Messung der Sichttiefe

Ermittle die Tiefe, bei der das Meterstabende gerade noch sichtbar ist.
Wiederhole die Messung dreimal.

	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Mittelwert
Sichttiefe in cm				

Versuch 2: Messung der Temperatur an verschiedenen Orten

Miss die Temperatur an der Wasseroberfläche, im Schilfgürtel und in der benachbarten Wiese.

	Wasseroberfläche	Schilfgürtel	Wiese
Temperatur in °C			

Versuch 3: Messung der Temperatur in verschiedenen Tiefen

Miss die Wassertemperatur in verschiedenen Tiefen

Tiefe in cm								
Temperatur in °C								

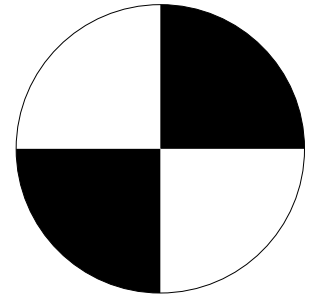
Aufgaben

1. Zeichne die Temperaturschichtung des untersuchten Stillgewässers in einem Querschnitt. Verwende für die Temperaturen unterschiedliche Farben.
2. Angler fangen Raubfische, wie zum Beispiel den Hecht, in den heißen Sommermonaten gerne in der Sprungschicht.
 - 2.1 Erkläre, weshalb sich die Hechte gerne in dieser Zone aufhalten.
 - 2.2 Entwirf ein Temperaturmessgerät für Angler und fertige dazu eine kleine Skizze an!
3. Vergleiche eure Messergebnisse mit denen der anderen Gruppen. Warum kann es zu Abweichungen kommen?

L 15.2 Bauanleitung: Secchi-Scheibe

Benötigtes Material

- Scheibe aus Edelstahl-Blech (Durchmesser 200 mm, Dicke 1 mm)
- Klebefolie schwarz und weiß (hier: 40 cm x 4 cm)
- eine Öse M5, eine Sicherheitsmutter M5, Mutter M5, zwei große Unterlegscheiben
- Maurerschnur, dicke Kordel o. Ä., wasserfester Filzstift (ggf. verschiedene Farben)
- Bohrmaschine und Bohrer, CD-Marker oder ähnlicher Stift, Geodreieck, Aceton oder Spiritus, Skalpell oder scharfes Teppichmesser



Fertige Secchi-Scheibe

Anleitung

- 1. Kreismittelpunkt ermitteln**
Zeichne zuerst zwei oder drei Sekanten beliebig auf der Scheibe ein. Markiere deren Mittelpunkte und ziehe von dort aus jeweils eine rechtwinklige Linie in Richtung Kreismitte. Der Kreismittelpunkt ist da, wo sich diese Linien treffen. Bohre anschließend ein Loch in die Kreismitte.
- 2. Scheibe bekleben**
Beklebe zuerst die Scheibe auf der ganzen Fläche mit der weißen Folie. Achte darauf, dass keine Blasen entstehen. Nimm am besten einen Schieber, um die Oberfläche glatt zu drücken. Dann wird die schwarze Folie rechtwinklig halbiert. Die Hälften werden mit der Spitze des rechten Winkels in der Mitte angesetzt und aufgetragen. Überstehende Folienreste werden abgeschnitten und das Bohrloch von der Folie befreit.
- 3. Nimm jetzt die Öse, die Muttern und die Unterlegscheiben**
und bringe sie so an der Scheibe an, dass die Öse auf der Seite ist, wo auch die aufgeklebten Folien zu sehen sind. Wenn das Befestigungsmaterial sitzt, kann anschließend die Schnur angebracht werden. Alternativ kann auch ein Maßband an der Öse befestigt werden.

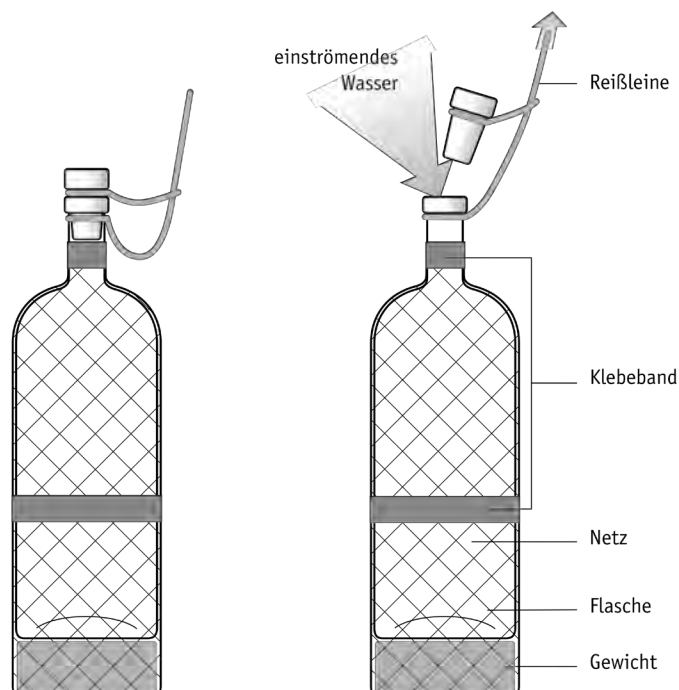
L 15.3 Bauanleitung: Mayer'sche Schöpfflasche

Benötigtes Material

- eine Sektflasche mit pilzförmigem Plastikstopfen (Plastikkorken)
- ein Netz (zum Beispiel Kartoffelnetz oder Einkaufsnetz)
- ein Gewicht (zum Beispiel Stein, mindestens 1 kg)
- 15 m Haushaltsschnur oder Seil
- farbiges Isolierband
- wasserfester Filzstift

Anleitung

1. Legt das Gewicht in das Haushaltsnetz, stellt die Flasche darauf und wickelt beides im Haushaltsnetz straff ein. Knüpft das Seil in das Netz und befestigt die Konstruktion mit Isolierband am Flaschenhals (zur Befestigung der Schnur) und etwa auf Flaschenmitte (zur Befestigung der Flasche und des Gewichts im Netz).
2. Befestigt nun den Stopfen mit Isolierband an einem kurzen Stück der Haushaltsschnur (ca. 20 cm). Setzt den Korken nicht zu fest in die Flasche und knotet das kurze Seil am langen Seil so ein, dass beim langen Seil (der Reißleine) noch ca. 5 cm Spiel bleiben.
3. Markiert das lange Seil im Abstand von 0,5 m, beginnend am Flaschenhals, mit farbigem Isolierband. Beschriftet die Markierungen mit einem wasserfesten Stift.
4. Probiert das Schöpfgerät zunächst an Land aus: Zieht dazu kräftig am Seil. Der Stopfen muss sich dabei mithilfe der Reißleine lösen können. Sollte das Öffnen noch nicht funktionieren, dann sorgt für einen lockeren Sitz des Korkens und überprüft das Spiel der Reißleine. Verknotet dazu die kurze Leine in einem anderen Abstand mit der Reißleine und prüft erneut.





M 16: Strukturvielfalt eines Gewässers untersuchen

Grundlegende Informationen

Die Strukturvielfalt in einem Lebensraum ist eine entscheidende Voraussetzung für die Vielfalt der Biozönose in diesem Ökosystem. Die Struktur- und Artenvielfalt der Gewässer ist meist natürlicherweise groß; bei wenigen Gewässertypen (z. B. bei Moorgewässern) kann sie natürlicherweise auch gering sein und sich durch hoch spezialisierte Arten auszeichnen.

Sinnvoll ist es, vor der Untersuchung der Strukturvielfalt mithilfe des Arbeitsblattes S 16.1 das Fließgewässer in seiner Umgebung mit allen Sinnen wahrzunehmen und so die Neugier und Konzentration der SuS auf diesen Lebensraum zu lenken.

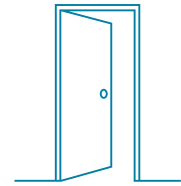
Auf den Zusammenhang zwischen Strukturvielfalt und Vielfalt der Biozönose werden die SuS dann am Beispiel verschiedener Köcherfliegenarten in einem Fließgewässer aufmerksam gemacht (siehe Arbeitsblatt S 16.2). Abschließend sollen sie mithilfe gezielter Fragen «ihr» Fließgewässer genau betrachten und die Beobachtungen protokollieren. Am Ende können sie eine Einschätzung zur Strukturvielfalt dieses Gewässers abgeben.

Jede Schülergruppe betrachtet nur den Gewässerabschnitt, der von ihrem Standort aus einsehbar ist.

Durchführung

Die Aufgaben der Arbeitsblätter eignen sich als jeweils eine Station bei einer Gewässerexkursion, die in Form eines Stationenlernens durchgeführt wird.

Ort



Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materialien

- Arbeitsblatt S 16.1
Das Gewässer in seiner Umgebung
- Arbeitsblatt S 16.2
Strukturvielfalt des Gewässers
- Schreibunterlage und Schreibzeug

S 16.1 Arbeitsblatt: Das Gewässer in seiner Umgebung

Untersuchungsstelle (Gewässer, genaue Ortsangabe):	
Datum:	Name:

Erste Entdeckungen

1. Schließe die Augen und verhalte dich 2 Minuten lang absolut ruhig. Die Lehrkraft gibt das Signal für Beginn und Ende. Notiere anschließend alle Geräusche und Gerüche, die Dir aufgefallen sind.

Geräusche: _____

Gerüche: _____

2. Suche Dir eine Partnerin oder einen Partner und zeige ihm im «Kamera»-Spiel die Dinge, die dir ins Auge gefallen sind (Spielebeschreibung unter [Modul 29.5](#)).
3. Beschreibe das Wasser (Farbe, trüb oder klar, Schaumbildung, Geruch, zum Beispiel modrig, nach faulen Eiern, geruchlos)

Gewässer und Gewässerufer

1. Das Gewässer verläuft:

- mäandrierend (Krümmungen stärker als 60°)
- stark geschwungen (Krümmungen zwischen 45 und 60°)
- leicht geschwungen (Krümmungen zwischen 30 und 45°)
- geradlinig (Krümmungen kleiner 30°)



2. Am Ufer wächst:

- breiter dichter Auwald mit Erlen und/oder Weiden und vielfältiger Krautflur, wenig Gräser
- schmaler, lückiger Streifen aus Baumen, mit Kräutern und Gräsern
- vereinzelte Bäume und Sträucher mit Grünland dazwischen
- befestigte Ufer fast ohne Pflanzen

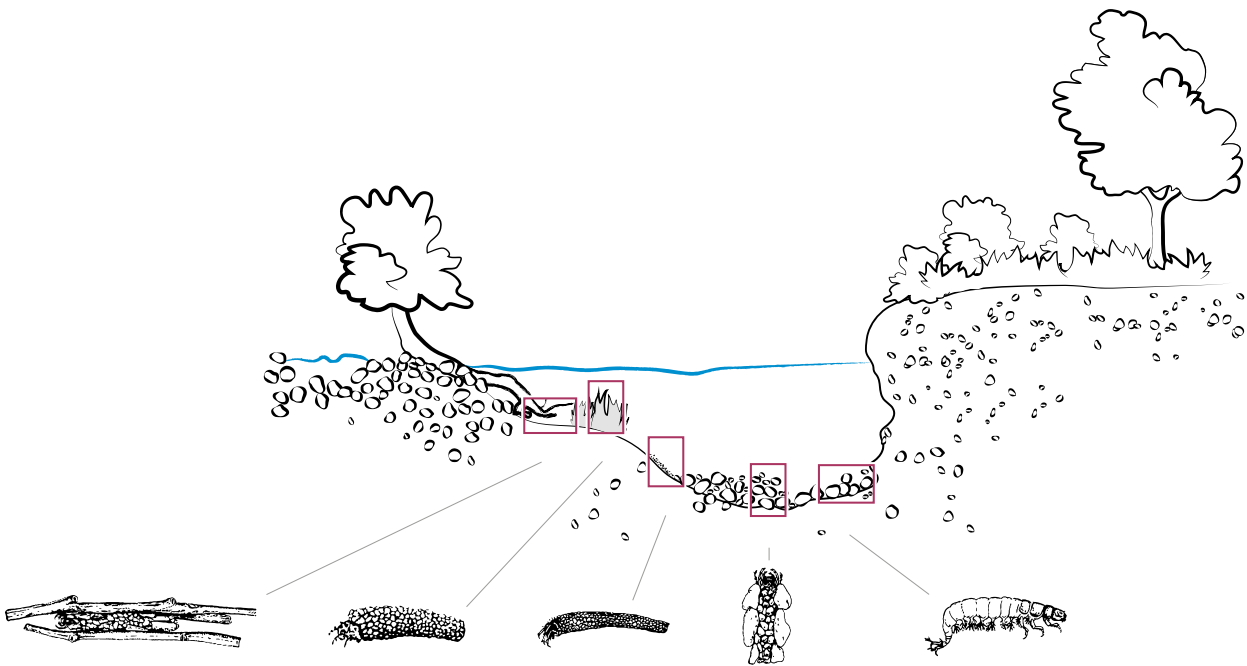
3. An den Uferstreifen grenzt an:

- Wald
- Grünland (Wiesen und Weiden)
- Acker
- Straße/Bahntrasse
- Bebauung

4. Sichtbare menschliche Eingriffe

- Uferverbau aus Beton, Steinen, Holz, Rasen
- Verbau des Gewässerbodens aus Beton, Steinen
- Querbauwerke: Rampen, Wehre usw.
- Einleitungen
- weitere Bauwerke
- Müll (zum Beispiel Plastikmüll)
- Sonstiges: _____

S 16.2 Arbeitsblatt: Strukturvielfalt des Gewässers



Naturnahe Gewässer sind vielfältig: auf engem Raum gibt es Bereiche mit starker und geringer Strömung, am Gewässergrund wechseln sich Sand, Blätter, Schlamm oder Steine ab. Man findet Kiesbänke, Totholz, Wurzeln und vieles mehr. Vielfältige Gewässer bieten Lebensraum für viele verschiedene Tier- und Pflanzenarten mit unterschiedlichsten Ansprüchen an ihren Lebensraum.

Beispiel Köcherfliegen: Eine Köcherfliegenart baut als Larve eine schützende Wohnröhre aus kleinen Steinchen, eine andere braucht dazu tote, harte Pflanzenteile. Wieder andere bauen keinen Köcher, sondern spinnen zum Beutefang ein Netz, das sie zwischen größere Steine befestigen.

In einem vielfältigen Fließgewässer, das vom Menschen zum Beispiel durch Verbauungen wenig beeinflusst ist, kann also eine artenreiche Lebensgemeinschaft (= Biozönose) vorkommen.

In stark veränderten Fließgewässern dagegen sind die Strömung und das Substrat meist einheitlich. Es können nur wenige verschiedene Arten dort leben, die dann aber meist in hoher Anzahl vorkommen.

Aufgaben

1. Untersuche sorgfältig die Vielfalt des Gewässerabschnitts. Sie ist entscheidend dafür verantwortlich, wie viele Arten von Lebewesen hier leben können. Protokolliere alle Beobachtungen sorgfältig mithilfe der folgenden Tabellen. Findest du bei den Tabellen 1, 2 und 3 die beschriebenen Merkmale einmal, dann setze ein Kreuz. Tritt es mehrfach oder häufig auf, dann setze 2 bzw. 3 Kreuze.
2. Beurteile am Ende zusammenfassend die Vielfalt deines Gewässerabschnitts. Vergleiche dazu deine Beobachtungen auch mit den Beobachtungen anderer SuS.

1. Strukturvielfalt

Folgende Strukturen sind vorhanden:

setze 1 bis 3 Kreuze, wenn Struktur vorhanden

Kiesbänke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gumpen (Bereiche mit erhöhter Wassertiefe)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wurzeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Totholz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wasserpflanzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Buchten in der Uferlinie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
flache Bereiche mit geringer Strömung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ins Wasser hängende Pflanzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Substratvielfalt

Am Gewässergrund (= Sohle) befindet sich:

setze 1 bis 3 Kreuze, wenn Substrate vorhanden

Schlamm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sand	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Große Steine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Blätter/Totholz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beton	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Strömungsvielfalt

Das Wasser strömt:

setze 1 bis 3 Kreuze

reißend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit Turbulenzen und Strudeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
plätschernd	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
glatt schnell fließend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
glatt langsam fließend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
gar nicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Vielfalt des Bachquerschnitts

Gibt es unterschiedlich tiefe Bereiche?

- ja, viele
- ja, einige
- nein

Gibt es unterschiedlich breite Bereiche?

- ja, viele
- ja, einige
- nein

Zusammenfassung

Die Vielfalt des Gewässers (an Strukturen, Substraten, Strömungen und Querschnitten) schätze ich insgesamt als

- hoch ein
- mittelmäßig ein
- gering ein

M 17: Tiere im Fließgewässer bestimmen, Gewässerzustand bewerten

Grundlegende Informationen

Makroinvertebraten sind zusammen mit den Wasserpflanzen, Aufwuchsalgen und Fischen wichtige biotische Indikatoren zur Bewertung des ökologischen Zustands eines Gewässers. Das Vorhandensein oder das Fehlen bestimmter Arten bzw. auch die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft gibt Aufschluss über die Wasserqualität und den strukturellen Zustand der Gewässer.

Zur Bewertung der ökologischen Qualität eines Gewässers wurde bis zur Einführung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) das sogenannte Saprobien-system verwendet. Das Bewertungssystem nutzt Makrozoobenthos-Arten mit ihren spezifischen Ansprüchen an den Sauerstoffgehalt, um die Belastung eines Fließgewässers mit biologisch leicht abbaubaren, organischen Stoffen und deren Auswirkungen auf den Sauerstoffhaushalt zu ermitteln. Der ökologische Zustand der WRRL ist jedoch umfassender definiert als die Belastung mit organischen Stoffen. Daher kommen heute neue, integrative Verfahren für alle biotischen Indikatoren zur Bewertung des ökologischen Zustands zum Einsatz (siehe auch [Kapitel 4](#)).

Vor diesem Hintergrund geht es in dieser Einheit nicht um die rechnerische Ermittlung der Gewässergüte, basierend auf dem Saprobienindex. Vielmehr sollen die SuS die Vielfalt der Makroinvertebraten entdecken, den Zusammenhang zwischen abiotischen und biotischen Faktoren erkennen und die Bedeutung der Makroinvertebraten als Zeigerarten erfassen.

Material

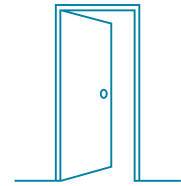
Wird diese Einheit im Rahmen von Stationen-Lernen mit Gruppengrößen von 5 bis 7 SuS durchgeführt, so ist die nachfolgende Ausstattung ausreichend. Bei anderer Durchführungsart (zum Beispiel Zweiergruppen) sind entsprechend mehr Materialien notwendig.

Durchführung

Vor der eigentlichen Exkursion sollte die Lehrkraft eine Vorexkursion ohne die SuS durchführen, um sich mit den Gegebenheiten vor Ort vertraut zu machen, Gefahrenquellen zu erkennen und um einen Überblick über die vorhandenen Makroinvertebraten zu erhalten. Über den Kartendienst für Gewässerbewirtschaftung (siehe [Modul 1](#)) können ggf. relevante Informationen über das Gewässer sowie über die Lebensgemeinschaften eingeholt werden.

Wesentlich für eine intensive Beschäftigung der SuS mit ihren gesamten Tieren ist die Auswahl einer geeigneten Stelle für die Bestimmung

Ort



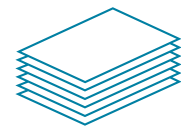
Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materialien – Teil I

- Arbeitsblatt S 17: Tiere im Fließgewässer fangen und bestimmen
- Anlage 1: Bestimmungsschlüssel – Makrozoobenthos
- 1 Hand-Wasserkescher, zum Beispiel Maschenweite ca. 500 µm und Durchmesser: 20 cm
- 4 Küchensiebe, ca. 20 cm Durchmesser
- 4 Becherlupen

Materialien – Teil II

- 2 Federstahlpinzetten, alternativ 4 Einwegpipetten aus Plastik, vordere Spitze abschneiden (Tierchen können angesaugt werden)
- 2 weiße Spritzflaschen
- 4 Haarpinsel
- 1 größere weiße Schale, ca. 30×40 cm, aus Kunststoff
- 10 kleine weiße Schalen, zum Beispiel flache Quarkbecher aus Kunststoff; Ø = ca. 15 cm



Utensilien für die Gewässeruntersuchung

und Beobachtung der Tiere. Idealerweise werden die Schalen mit den Tieren und die übrigen Materialien auf einem Tisch deponiert. Vielleicht existiert am ausgewählten Gewässer ohnehin ein Brotzeitplatz mit Tisch oder man nimmt einen leichten Camping-Tisch mit. So können die SuS von allen Seiten die Tiere eingehend betrachten und sowohl die Tiere wie auch die Materialien werden geschont. Als Ersatzlösung bietet sich eine Decke/Folie für den Boden an.

Für die Probenahme mit den SuS bietet es sich an, Kleingruppen zu bilden. Die Gruppen könnten zum Beispiel in «Sammler» und «Bestimmer» eingeteilt werden und nach einer gewissen Zeit wechseln. In vielen Klassen ist die Begeisterung für das Sammeln jedoch anfangs stärker, sodass die Kleingruppen auch beide Aufgaben nacheinander erledigen können (Sammeln, dann Bestimmen).

Je naturnaher ein Gewässer ist, umso mehr Teillebensräume hat es, wobei Letztere sich in ihrer Artenzusammensetzung unterscheiden. Um möglichst viele Arten zu finden, ist es daher wichtig, unterschiedliche Probenahmefethoden einzusetzen.

Die SuS sollten daher

1. den Boden aufwirbeln und die Drift mit dem Kescher auffangen,
2. zwischen Pflanzenbeständen keschern,
3. Steine umdrehen und Tiere mit der Federstahlpinzette/Pinsel absammeln und
4. Äste und Blätter mit der Federstahlpinzette absammeln.

Nach der Probenahme wird der Kescher noch leicht im Wasser hin- und her geschwenkt, um feines organisches Material herauszuwaschen. Danach werden alle Tiere in einer großen weißen Fotoschale gesammelt. Der Kescher wird dazu umgedreht und ggf. mit einer Spritzflasche «von links» ausgewaschen. Die Tiere werden nicht mit den bloßen Fingern umgesetzt, sondern nur mit Plastikpipetten/Federstahlpinzetten/Pinseln.

Für die **Bestimmung der Tiere** werden zunächst ähnlich aussehende Tiere mit Federstahlpinzetten, Pinseln oder Plastikpipetten in kleine wassergefüllte Plastikschaalen gesetzt. Die Tiere werden dann mit Lupen und dem Bestimmungsschlüssel (siehe Anlage 1) bestimmt. Die Anzahl unterschiedlicher Arten bzw. Formen sowie die Individuenanzahl innerhalb einer Gruppe werden in den Auswertungsbogen (siehe Arbeitsblatt S 17) eingetragen.

Die **Ergebnisse** der einzelnen SuS-Gruppen werden dann im Plenum vor Ort besprochen. Im Anschluss bietet sich an, die Nahrungskette im Fließgewässer zu thematisieren (siehe Modul 18).



Gewässertiere können auf verschiedene Weise gefunden werden:

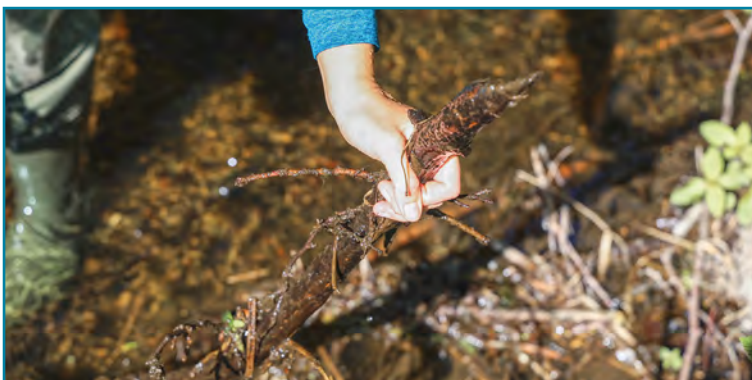
- 1) den Boden aufwirbeln und die Drift ausnutzen



- 2) zwischen Pflanzen keschern



- 3) unter Steinen suchen



- 4) Äste und Blätter absuchen

S 17 Arbeitsblatt: Tiere im Fließgewässer fangen und bestimmen

In einem Fließgewässer leben viele kleine Tiere auf dem Gewässerboden, die mit dem bloßen Auge sichtbar sind. Sie werden Makrozoobenthos genannt. Das Wort leitet sich ab vom Griechischen «Makro» = groß, «Zoo» = Tier, «Benthos» = Gewässerboden.

Die Tiere unterscheiden sich in ihrem Aussehen. Dieses verrät uns einiges über die Lebensweise im Bach und über die Vorlieben des Tieres. Einige Arten haben zum Beispiel Saugnäpfe am Bauch, sodass sie auch bei sehr starker Strömung nicht verdriftet werden. Andere Arten tolerieren geringe Sauerstoffkonzentrationen und leben bevorzugt im Schlamm. Sind in einem Gewässer sehr viele unterschiedliche Arten zu finden, ist das Gewässer sehr strukturreich und natürlich. Diese Tiere sind also insgesamt gute Zeigerorganismen, weil sie uns den Zustand des Gewässers anzeigen. Diese Eigenschaft machen wir uns bei der Gewässeruntersuchung zunutze.

Probenahme vorbereiten

Für die Probenahme braucht ihr folgende Materialien:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> 1 Wasserkescher | <input type="checkbox"/> 2 Haarpinsel |
| <input type="checkbox"/> 4 Küchensiebe | <input type="checkbox"/> 1 größere weiße Schale |
| <input type="checkbox"/> 2 Becherlupen | <input type="checkbox"/> 10 kleine weiße Schalen |
| <input type="checkbox"/> 2 Federstahlpinzetten/
2 Plastikpipetten | <input type="checkbox"/> Bestimmungsschlüssel,
Bewertungsbogen und Stift |
| <input type="checkbox"/> 1 weiße Spritzflasche | |

ACHTUNG: Legt die Materialien an einem Ort am Ufer ab, sodass sie nicht davonschwimmen oder wegrollen.

Tiere fangen

Sucht in einem Abschnitt des Gewässers (maximal 5 Meter) nach Tieren. Nehmt dazu nur den Kescher, die Siebe und den Pinsel/die Federstahlpinzette mit ins Wasser. Nutzt unterschiedliche Methoden, wie auf diesen Bildern und geht vorsichtig mit den Tieren um – sie sollen eure Gewässerexkursion alle überleben!

Tipps für erfolgreiche Sammler und Sammlerinnen:

1. Wirbelt vorsichtig den Boden auf und fangt mit dem Kescher die weggespülten Tiere
2. Keschert zwischen Wasserpflanzen
3. Dreht Steine um und sammelt Tiere mit dem Pinsel ab
4. Sammelt Äste und Blätter im Wasser mit dem Pinsel ab

Tiere bestimmen

Geht die Tiere in eure große, mit Wasser gefüllte Wanne. Den Kescher könnt ihr dazu einfach umdrehen, das Sieb müsst ihr mit der Spritzflasche ausspülen. Gebt ähnlich aussehende Tiere in die kleinen weißen Schalen. Bestimmt die Tiere mit eurem Bestimmungsschlüssel.

Ergebnis auswerten

Wertet das Ergebnis mit der nachfolgenden Tabelle aus.

Name	Datum
Gewässer	

Trage die Ergebnisse der Bestimmung und des Auszählens in die Tabelle ein. Nutze dazu den Farb-Code im Bestimmungsschlüssel. Trage unter «**A**» die Anzahl der Arten pro Tiergruppe ein, unter «**B**» die Anzahl der gefundenen Individuen. Tiere mit einem grauen Farb-Code werden nicht in die Tabelle eingetragen.

	A Anzahl der gefundenen Arten	B Anzahl der gefundenen Individuen				
		Sehr gut (blau)	Gut (grün)	Mäßig (gelb)	Unbefriedigend (orange)	Schlecht (rot)
Schnecken						
Muscheln						
Schwämme						
Strudelwürmer						
Egel						
Fliegenlarven						
Mückenlarven						
Wenigborster						
Flohkrebse						
Wasserasseln						
Krebse						
Libellenlarven						
Eintagsfliegenlarven						
Steinfliegenlarven						
Schlammfliegenlarve						
Köcherfliegenlarven						
Wasserwanzen						
Käfer						
Gesamtzahl						

Auswertung:

Die Zeigerorganismen geben uns einen Hinweis darauf, in welchem ökologischen Zustand sich unser Gewässer befindet.

Trage ein, in welchen zwei Farbkategorien du die meisten Tiere gefunden hast:

Häufigste Farbe: _____

Zweithäufigste Farbe: _____

Nun entscheidet der Artenreichtum: Wenn du mehr als 15 verschiedene Arten gefunden hast, so entspricht die Wasserqualität der häufigsten Farbe. Sind es weniger als 15 Arten, «gewinnt» die zweithäufigste Farbe. Zur Bestimmung des ökologischen Zustands eines Gewässers sehen sich die Wasserwirtschaftsämter nicht nur diese Zeigertiere an. Welche Dinge können wir noch untersuchen, um den Zustand eines Gewässers zu bewerten? Überlege dir noch mindestens eine weitere Organismengruppe, die du untersuchen würdest.

M 18: Nahrungsnetze

Grundlegende Informationen

Idealerweise schließt dieses Modul direkt an die Bestimmung der Gewässerorganismen während der Exkursion an: Die verschiedenen Gruppen/Arten von Organismen sind in Wasserschalen isoliert, die richtige Karte mit Namen und Bild liegt daneben. Zusätzliche Karten von nicht beobachteten Lebewesen (zum Beispiel Vögel, Fische, Pflanzen, Zersetzer) sowie die Pfeile legt die Lehrkraft daneben.

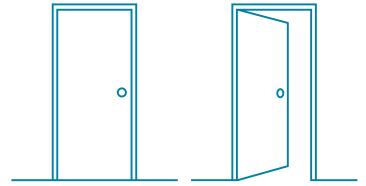
Durchführung

Im Arbeitsblatt S 18 bekommen die SuS den Auftrag, die Lebewesen gemäß ihrer Ernährung in Gruppen einzuteilen und anschließend Nahrungsnetze bzw. Nahrungsnetze zu bilden. Die notwendigen Informationen dazu finden sie auf den Karten bzw. der Anlage 2, ein zusätzlicher Input der Lehrkraft vor oder während der Exkursion ist dazu nicht nötig.

Mit dem neu erworbenen Wissen über Nahrungsbeziehungen im Gewässer können die SuS selbstständig mögliche Auswirkungen von menschlichen Eingriffen in das Ökosystem oder das Auftreten von Neozoen erkennen.

Alternativ kann das Modul auch nach der Exkursion im Klassenzimmer als Gruppenarbeit durchgeführt werden. Jede Schülergruppe bekommt einen Kartensatz, Pfeile sowie die Anlage 2 und kann die Aufgaben eigenständig bearbeiten.

Ort



Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materialien

- Arbeitsblatt S 18 Nahrungsnetze
- Anlage 2 Lamierte Karten mit Abbildungen und Infos zu jeweiliger Nahrung
- Lamierte Pfeile, zum Beispiel auf [«Vorlagen zum Ausdrucken»](#)

S18 Arbeitsblatt: Nahrungsnetze

Kein Lebewesen in einem Ökosystem lebt alleine, vielmehr bestehen zwischen den Lebewesen vielfältige Beziehungen und Wechselwirkungen. Manche dieser Beziehungen sind für beide beteiligten Lebewesen vorteilhaft, häufig hat ein Lebewesen einen Vorteil und ein anderes einen Nachteil. So ist es beispielsweise bei den Nahrungsbeziehungen im Ökosystem Gewässer, die du im Folgenden näher untersuchen sollst.

1. Ordne die Gewässerlebewesen in folgende Gruppen ein und vervollständige die Tabelle.

Typ	Beschreibung	Beispiele
Produzenten	Lebewesen, die durch Photosynthese selber energiereiche Stoffe herstellen können (Pflanzen)	
Konsument 1. Ordnung	Pflanzenfresser, also Lebewesen, die sich von Pflanzen ernähren, um an energiereiche Stoffe zu bekommen	
Konsument 2. Ordnung	Fleischfresser, die sich von Pflanzenfressern ernähren	
Konsument 3. Ordnung	Fleischfresser, die sich von Konsumenten 2. Ordnung ernähren	
Destruenten	Zersetzer, die sich von toten Pflanzen und Tieren ernähren und diese abbauen	

2. Eine Nahrungskette ist eine Reihe von Lebewesen, die sich voneinander ernähren. Jede Nahrungskette beginnt mit einem Produzenten und endet mit einem Destruenten. Ein Pfeil in der Nahrungskette bedeutet «ernährt sich von». Schwein > Mensch bedeutet also: Ein Mensch ernährt sich von Schweinebraten. Erstelle aus den Gewässerlebewesen eine Nahrungskette mit mindestens 5 Lebewesen.
3. Die meisten Lebewesen sind nicht auf eine Nahrungsquelle beschränkt. So ernährt sich kein Mensch ausschließlich von Schweinebraten – schon in den Knödeln sind Zutaten von verschiedenen Pflanzen und Tieren enthalten! Die tatsächlichen Nahrungsbeziehungen können also besser durch Nahrungsnetze als durch Nahrungsketten dargestellt werden.
Erweitere deine Nahrungskette aus Aufgabe 2 zu einem Nahrungsnetz mit möglichst vielen Gewässerorganismen.
4. Diskutiert in der Gruppe, welche Auswirkungen folgende Veränderungen auf das Nahrungsnetz haben könnten:
 - 4.1 An dem Flussabschnitt wird ein Wasserkraftwerk gebaut: Ein Großteil des Wassers wird in einem betonierten Kanal abgeleitet und durchläuft zur Stromgewinnung eine Turbine, bevor es wieder in das ursprüngliche Flussbett zurückgeleitet wird.
 - 4.2 Durch neue Wasserstraßen (zum Beispiel den Rhein-Main-Donau-Kanal) und den regen Schiffsverkehr könnten neue Arten in das Gewässer gelangen wie beispielsweise die Wandermuschel. Sie kann sich schnell vermehren, und sie ernährt sich wie andere Muscheln von kleinen im Wasser schwebenden Algen und Resten toter Tiere und Pflanzen. Ihrerseits wird sie von manchen Wasservögeln und Fischen gefressen.

L 18 Lösung – Arbeitsblatt: Nahrungsnetze

Aufgabe 1

Typ	Beschreibung	Beispiele
Produzenten	...	Moose, Algen, Unterwasserpflanzen
Konsument 1. Ordnung	...	Eintagsfliegenlarve, Hakenkäfer, Flusssnapfschnecke
Konsument 2. Ordnung	...	Köcherfliegenlarve, Libellenlarve, Steinfliegenlarve
Konsument 3. Ordnung	...	Bachforelle, Wasserramsel
Destruenten	...	Bachflohkrebs, Bakterien

Aufgabe 2

Beispiel für eine Nahrungskette:

Algen > Eintagsfliegenlarve > Steinfliegenlarve > Wasserramsel > Bakterien

(<https://vorlagen-zum-ausdrucken.de/pfeile-zum-ausdrucken/>)

Aufgabe 3

Beispiel einer möglichen Schülerlösung für ein Nahrungsnetz:



Aufgabe 4.1

- Möglicherweise können sich am Grund/an den Seiten des Kanals Algen ansiedeln,
- Der betonierte Kanal bietet aber keine vielfältigen Lebensräume für verschiedene Erst-, Zweit- und Drittkonsumenten
- Fehlende Nahrung für Zweit- und Drittkonsumenten
- Wassermangel im ursprünglichen Flussbett bewirkt das Verschwinden einzelner Arten
- Die Turbine verringert die Durchgängigkeit des Gewässers und verletzt beziehungsweise tötet Fische

Aufgabe 4.2

- Sie verringert das Nahrungsangebot für andere Erstkonsumenten beziehungsweise Zersetzer
- Manche Wasservögel oder Fische haben mehr Nahrung zur Verfügung

M 19: Beziehungen im Ökosystem Gewässer – Arbeiten mit Modellen

Grundlegende Informationen

In diesem Modul sind verschiedene Aufgaben und Experimente zusammengefasst, die sich mit Beziehungen verschiedener Organismengruppen innerhalb des Ökosystems Gewässer auseinandersetzen. Die Teilaufgaben können miteinander kombiniert werden oder – je nach zeitlichen Kapazitäten und Gegebenheiten vor Ort – auch einzeln durchgeführt werden.

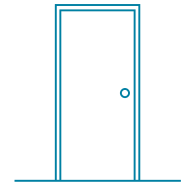
Im Lernbereich 1 des LehrplanPLUS werden prozessbezogene Kompetenzen ausgewiesen. Dabei wird die Modellierung als Verfahren der Erkenntnisgewinnung genannt (vergleiche > [Material im Lehrplaninformationssystem](#)). Der erste Teil dient zur Anbahnung dieser Kompetenzen. Dazu beschäftigen sich die SuS (Arbeitsblatt S 19.1) mit einem Modell als wissenschaftliches Instrument zur Überprüfung von Hypothesen und besseren Darstellung von Sachverhalten. Da die RiSU-Arbeiten mit Wirbeltieren sehr eingeschränkt sind, dient hier als Beispiel die (Nahrungs-)Beziehung zwischen Zooplankton und Phytoplankton. Im Versuch L 19.2 können die SuS das Modell selbstständig erstellen und selbst die Hypothese überprüfen.

Mit Arbeitsblatt S 19.3 beschäftigen sich die SuS mit Aquarien als Modellen für Ökosysteme. Sie wiederholen noch einmal die Kennzeichen von Modellen <> www.lehrplanplus.bayern.de/sixcms/media.php/71/NT5_6_Info_Modelle.2381490.pdf> (vgl. Material im Lehrplaninformationssystem), verstehen ihre Funktionsweise und leiten daraus Zusammenhänge, die im realen Ökosystem bestehen, ab. Ist an der Schule ein Aquarium vorhanden, so eignet sich diese Aufgabe. Die SuS vergleichen nach einer gemeinsamen Besichtigung die Bausteine des Aquariums mit den «Bausteinen» eines natürlichen Gewässers anhand ihrer jeweiligen Funktion. Im Anschluss daran können die SuS selbst ein Tümpelaquarium anlegen (Versuch S 19.4). Etwa nach drei bis vier Wochen hat sich ein Gleichgewicht im Aquarium eingestellt. Es ist dann auch möglich, in einer dritten Einheit die Lebensgemeinschaft des eigenen Tümpelaquariums zu beobachten und die Vielfalt im Kleinen kennenzulernen. Eine weitere Methode, Kleinorganismen in größerer Zahl aus einem Biotop zu gewinnen, ist im [Modul 9](#) dargestellt.

Durchführung

Die Lehrkraft teilt das Arbeitsblatt S 19.1 aus. Nachdem die SuS die Aufgaben bearbeitet haben, können sie ihre Hypothese durch den Versuch L 19.2 überprüfen. Die größte Gefahr beim Zusatz von Hefe ist die Überdosierung. Je kürzer der Versuch läuft (zum Beispiel Biologiestunde bereits am nächsten Tag), umso mehr muss zugegeben werden, damit ein Effekt sichtbar wird. Die Zeit kann auch durch die Menge an Daphnien beeinflusst werden (sehr hohe Dichten von Daphnia überleben weniger lang). Die Auswertung bietet ein schönes Beispiel der Generalisierung von Daten (Hefe > Phytoplankton).

Ort



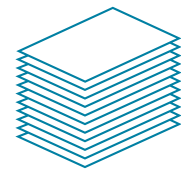
Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materialien – Teil I

- Arbeitsblatt S 19.1 «Beziehungen im Ökosystem – ein Modell zum Erkenntnisgewinn»

Materialien – Teil II

Zu L 19.2:

- 9 g Trockenhefe/Algen (*Chlorella*), Daphnien (*Daphnia magna* oder *Daphnia pulex*) aus dem Aquaristikhandel
- 3 Glasgefäße (mindestens 500 ml)
- 1 Aquarium-Luftpumpe mit drei Sprudelsteinen oder 3 Magnetrührer

Für S 19.3:

- Arbeitsblatt S 19.3 «Aquarium und natürliches Gewässer vergleichen»
- Schul-Aquarium
- Scheren + Kleber

Für S 19.4:

- S 19.4 Arbeitsblatt: «Plankton untersuchen»
- S 19.5 Poster: «Beispielorganismen des Planktons»
- Teichwasser
- Gegebenenfalls Teichpflanzen und Steine sowie Aquariumssand
- Behälter (1 l, 5 l oder 10 l)
- Stereomikroskope
- 1 bis 5 ml-Pipetten

Ein gut sichtbarer Effekt bei der Verwendung von Algen, zum Beispiel *Chlorella*, stellt sich erst nach etwa 5 Tagen ein.

Für die Einheit zur Funktion des Aquariums vergleichen die SuS in Kleingruppen anhand des Arbeitsblattes S 19.3 die Bauteile des Schulaquariums mit den Elementen eines realen Ökosystems. In einer Vertiefungseinheit (Arbeitsblatt S 19.4) bauen die SuS selbst ein kleines Aquarium auf. Nach wenigen Wochen können sie die Zooplankter unter dem Stereomikroskop beobachten.

S 19.1 Arbeitsblatt: Beziehungen im Ökosystem – ein Modell zum Erkenntnisgewinn

Forschende wollen die Beziehungen zwischen den mikroskopisch kleinen freischwimmenden Algen (= Phytoplankton) und den etwas größeren freischwimmenden Tieren (= Zooplankton) untersuchen.

Aufgaben

1. Formuliere eine Hypothese über die Beziehung dieser beiden Gruppen im Ökosystem, welche die Forschenden überprüfen könnten.
2. Die Forschenden haben für Ihre Überprüfung Aquarien mit 10 l Wasser. Jetzt müssen sie entscheiden, wie sie die Aquarien befüllen. Dazu haben sie folgende Möglichkeiten:
 - Phytoplankton aus einem See
 - Zooplankton aus einem See
 - Bäckerhefe aus dem Supermarkt (mikroskopisch kleine einzellige Lebewesen)
 - Wasserflöhe aus dem Aquarienhandel (kommt im See als Teil des Zooplanktons vor)
- 2.1 Begründe, welches Verfahren die Forschenden mit den Aquarien nutzen, um Erkenntnisse zu gewinnen, und beschreibe die Besonderheiten dieses Verfahrens.
- 2.2 Wähle aus der obigen Liste die Dinge aus, mit denen du dein Aquarium befüllen würdest, um Erkenntnisse zu gewinnen. Beschreibe die Beobachtung, die du erwarten würdest, wenn deine Hypothese stimmt.
- 2.3 Die Forschenden haben sich für Bäckerhefe und Wasserflöhe aus dem Aquarienhandel entschieden; überlege dir, welche Vorteile sie davon erwarten (Hilfe: Versuche können auch längere Zeit in Anspruch nehmen oder wiederholt werden müssen).
- 2.4 Während die Forschenden ein Aquarium mit Hefe und Wasserflöhen besetzen, kommt in das zweite Aquarium nur Hefe (die gleiche Menge wie in Aquarium 1). Suche eine Erklärung, warum die Forschenden in diesem Aquarium die Wasserflöhe weglassen. Weißt du auch, wie der Teil dieses Versuchs genannt wird?

L19.1 Lösung: Beziehungen im Ökosystem – ein Modell zum Erkenntnisgewinn

1. Die Tiere (Zooplankton) fressen die Pflanzen (Phytoplankton)
- 2.1 Die Aquarien stellen Modelle für die Gewässer dar; dabei wird das Gewässer stark vereinfacht, da nur noch Wasser, das Zooplankton und das Phytoplankton vorhanden sind.
- 2.2 Ich würde Phytoplankton und Zooplankton verwenden, da sie aus dem See sind. Die Grünfärbung/Trübung durch das Phytoplankton müsste weniger werden.
- 2.3 Die Wasserflöhe und die Bäckerhefe können sie immer wieder verwenden, da sie immer gleich sind und auch immer zu erwerben sind. Auch andere Forschende können dann den Versuch in anderen Teilen der Welt unter den gleichen Bedingungen durchführen.
- 2.4 Um festzustellen, ob die Wasserflöhe einen Effekt haben, muss überprüft werden, wie die Hefezellen sich alleine verhalten. Aus dem Unterschied wird dann der Effekt der Wasserflöhe sichtbar. Diesen Teil des Versuchs nennt man Blindprobe/Kontrollversuch.

L 19.2 Versuch: Einfluss des Zooplanktons auf das Phytoplankton – der Modellversuch

Fragestellung

Frisst das Zooplankton das Phytoplankton?

Modellierung:

Reduktion des Gewässers auf Becherglas, Hefe oder Algen als Phytoplankton und Daphnien aus dem Zoofachhandel als Zooplankton

Materialien:

- 9 g Trockenhefe (= ein Beutel)
alternativ: rund 50 ml Algensuspension (zum Beispiel *Chlorella vulgaris*), einfach zu beziehen über Aquaristikbedarf
- Daphnien (*Daphnia magna* oder *Daphnia pulex*) als Lebendfischfutter aus dem Aquaristikhandel (zum Beispiel im Baumarkt)
- 3 Glasgefäße mit mindestens 500 ml
- 2 bis 3 Magnetrührer oder eine Aquarium-Luftpumpe mit zwei Sprudelsteinen (gegen die Sedimentation der Hefe)

Durchführung:

Etwa 9 g Trockenhefe wird in 100 ml Leitungswasser suspendiert. In alle drei Versuchsgläser werden jeweils 500 ml Leitungswasser eingefüllt. In zwei der Gläser werden dann je etwa 0,5 ml der Hefesuspension eingerührt (je nach Anzahl der Daphnien; Vorversuche können hier sinnvoll sein). Anschließend werden Sprudelsteine in die Gefäße gehängt oder die Proben auf Magnetrührer gestellt. Die Steine sollten nicht zu stark sprudeln, gegebenenfalls kann anstatt der Sprudelsteine eine Eppendorf-Pipettenspitze verwendet werden. Das dritte Glas enthält nur Leitungswasser.

Ein Beutel Daphnien (kaufbares Lebendfischfutter; möglichst große Portion. Achtung: Die Daphnien sollten trotz der Lagerung im Kühlschrank Schwimmbewegungen zeigen; leider gelangen auch Daphnien in den Handel, die fast tot sind) wird zunächst mit einem feinen Netz von der Nährlösung gefiltert. Dann werden die Daphnien in Glas 1 gegeben. Glas 2 stellt den Kontrollversuch dar und wird nicht mit Daphnien besetzt. Glas 3 wird mit Leitungswasser gefüllt, um den Trübungs- beziehungsweise Farbgleich besser durchführen zu können.

Vorsicht: Bei starker Trübung sterben die Daphnien

Alternativ kann statt der Trockenhefe auch eine Grünalge eingesetzt werden (zum Beispiel *Chlorella vulgaris*). Hierzu werden in Glas 1 und 2 etwa 50 ml Algensuspension zum Leitungswasser hinzugegeben.

Beobachtung:

Die Probe mit den Daphnien klärt sich auf; in der Nullprobe bleibt die Trübung bestehen. Ein Beutel Daphnien frisst ungefähr diese Menge an Hefezellen pro Tag; die Trübung ist leider nur sehr schwach zu sehen. Bei längeren «Laufzeiten» könnte eine Erhöhung der Hefezellenkonzentration den Effekt deutlicher hervortreten lassen. Achtung; bei einer zu hohen Konzentration der Hefezellen sterben die Daphnien.

Mit Algen würde auch die Grünfärbung verschwinden. Das sichtbare Verschwinden der Grünfärbung dauert bei einer mittleren Daphniendichte jedoch etwa fünf Tage. Die SuS protokollieren den Versuch sowie das Ergebnis und machen eine Hypothesenrückprüfung.

S 19.3 Arbeitsblatt: Aquarium und natürliches Gewässer vergleichen

Aufgaben

Schneidet die Kärtchen auf der Folgeseite aus. Überlegt gemeinsam, welche Bestandteile des Aquariums beziehungsweise in der Natur die Funktionen in der Mitte der Tabelle übernehmen. Legt die Kärtchen an die richtige Stelle. Die Forschenden haben für Ihre Überprüfung Aquarien mit 10 Liter Wasser. Jetzt müssen sie entscheiden, wie sie die Aquarien befüllen. Dazu haben sie folgende Möglichkeiten:

Bestandteile im «Modell-Aquarium»	Funktion	Bestandteile in der Natur
	spendet Licht für die Photosynthese	
	ist der Lebensraum für Pflanzen und Tiere im Gewässer	
	sorgt für Sauerstoffzufuhr	
	produzieren den Sauerstoff unter Wasser, sind Versteck für Tiere, dienen als Nahrung	
	ist Nahrung für die Fische	
	dient als Versteck für bodenbewohnende Lebewesen, abgestorbene Pflanzen und Tiere werden dort weiter abgebaut	
	hat Einfluss auf die Wassertemperatur	
	ist die Begrenzung des Gewässers	

Zum Ausschneiden



Lampe	kleine freischwimmende Tiere, Algen, Schnecken	Gewässerbett = Boden im Gewässer
Unterwasserpflanzen, Algen	Wasser im See, Tümpel oder Teich	Wasserbewegung
Wasser im Aquarium	Sonne	Unterwasserpflanzen, Algen
Kies und Sand im Aquarium	Glaswand des Aquariums	Heizung
Pumpe	Futterpulver, kleine freischwimmende Tiere, Algen, Schnecken	Ufer
Sonne		

L 19.3 Lösung: Aquarium und natürliches Gewässer vergleichen

Bestandteile im «Modell-Aquarium»	Funktion	Bestandteile in der Natur
Lampe	spendet Licht für die Photosynthese	Sonne
Wasser im Aquarium	ist der Lebensraum für Pflanzen und Tiere im Gewässer	Wasser im See, Tümpel oder Teich
Pumpe	sorgt für Sauerstoffzufuhr	Wasserbewegung
Unterwasserpflanzen, Algen	produzieren den Sauerstoff unter Wasser, sind Versteck für Tiere, dienen als Nahrung	Unterwasserpflanzen, Algen
kleine freischwimmende Tiere, Algen, Schnecken	ist Nahrung für die Fische	Futterpulver, kleine freischwimmende Tiere, Algen, Schnecken
Kies und Sand im Aquarium	dient als Versteck für bodenbewohnende Lebewesen, abgestorbene Pflanzen und Tiere werden dort weiter abgebaut	Gewässerbett = Boden im Gewässer
Heizung	hat Einfluss auf die Wassertemperatur	Sonne
Glaswand	ist die Begrenzung des Gewässers	Ufer

S 19.4 Versuch: Ein Tümpelaquarium anlegen

Im Wasser eines Tümpels oder bereits in einer Regenpfütze leben viele mikroskopisch kleine Lebewesen. Dies sind freischwimmende Algen (mikroskopisch kleine Pflanzen, werden gemeinschaftlich als Phytoplankton bezeichnet) und die etwas größeren, freischwimmenden Tiere (mikroskopisch klein, werden Zooplankton genannt). Sie brauchen nicht sehr viel Platz und können bereits in einem größeren Wasserglas für einige Monate überleben. Es gibt sehr viele unterschiedliche Arten dieser mikroskopisch kleinen Tiere. Sie unterscheiden sich in Größe, Form und in der Fortbewegungsart.

1. Baue ein Becherglas-Aquarium wie folgt:

- Schütte vorsichtig Aquariumsand in ein 1-Liter-Glas. Nimm so viel Sand, bis die Sandschicht eine Höhe von etwa 3 cm hat.
- Fülle das Glas bis zur Hälfte mit dem Wasser, das du von einem natürlichen Gewässer geholt hast. Am besten eignet sich Wasser aus einem mineralstoffreichen Teich.
- Gib jetzt die Wasserpflanzen hinzu. Du musst sie nicht festdrücken. Es reicht, wenn sie im Wasser oder auf der Oberfläche schwimmen.
- Warte etwa eine Woche, bis sich ein Gleichgewicht eingestellt hat.

2. Plankton unter dem Binokular betrachten

Nach etwa drei Wochen kannst du beobachten, welche Tiere und Pflanzen in deinem «Mini-Aquarium» leben.

- 2.1 Nimm eine Wasserprobe aus deinem Aquarium mithilfe einer Pasteurpipette (1–5 ml)
- 2.2 Gib die Probe in eine Petrischale.
- 2.3 Untersuche die Probe mit dem Binokular.
- 2.4 Welche Organismen kannst du in deiner Probe erkennen? Nimm dazu das Arbeitsblatt zur Hilfe



Ein Tümpelaquarium ist leicht anzulegen.

S 19.5 Poster: Beispielorganismen des Planktons

Fotos: Dr. Patrick Steinmann

Zooplankton



Hüpferling
0,5–2 mm



Wasserfloh
1–6 mm



Rädertier
0,2–0,5 mm



Larve eines Hüpferlings
ca. 0,5 mm



Wimpertierchen
0,2 mm

Phytoplankton



Zick-Zack-Kieselalge
ca. 0,1 mm



Zackenrädchen
ca. 0,1 mm



Sternalge
ca. 0,1 mm

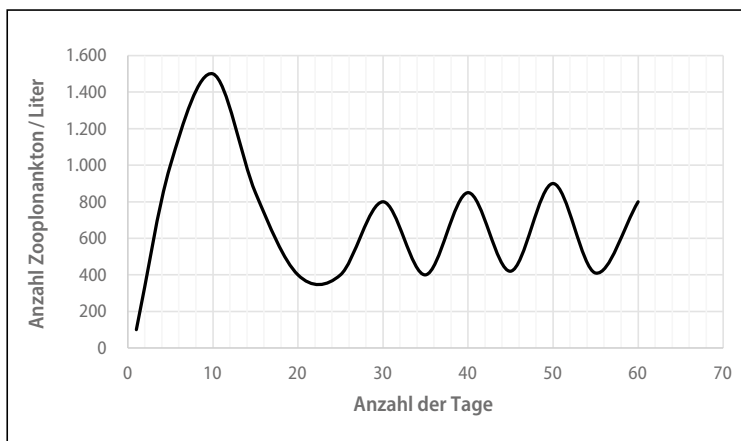
S 19.6 Arbeitsblatt: Plankton untersuchen

Aufgaben

1. Zeichne zwei Organismen aus deiner Probe in dein Heft.
2. Versuche, die Tiere in deiner Probe anhand des Beispielblatts oder einer Bestimmungshilfe zu bestimmen. Beschreibe die Art der Fortbewegung der Tiere.

Name des Tieres	Anzahl	Art der Fortbewegung

3. Einige Tierarten kannst du nicht in deinem kleinen Aquarium halten, sie bräuchten zu viel Platz und zu viel Sauerstoff und würden nicht überleben.
Nenne Tiere, die im Ökosystem Teich oder See noch vorkommen.
4. In einem größeren Aquarium mit einer guten Belüftung kann man auch Fische halten, wie zum Beispiel den Dreistachligen Stichling oder das Moderlieschen.
 - 4.1 Recherchiere im Internet, welche Nahrung die beiden Fischarten brauchen.
 - 4.2 Das Diagramm unten zeigt, wie sich das Zooplankton in einem Aquarium über einen Zeitraum von 30 Tagen entwickelt. An einem bestimmten Tag setzte der Halter des Aquariums Dreistachlige Stichlinge ein.
Ermittle anhand des Diagramms, an welchem Tag die Fische eingesetzt wurden.





M 20: Zeitreise – unser Gewässer gestern, heute und morgen

Grundlegende Informationen

Seit dem 20. Jahrhundert sind die meisten Fließgewässer in Mitteleuropa für die Wasserkraftnutzung, den Hochwasserschutz und für eine Intensivierung der Landwirtschaft ausgebaut worden. Bäche und Flüsse wurden kanalisiert und begradigt, ihr Wasser zur Energiegewinnung abgegraben. Dämme schneiden die Flüsse von ihren Auen ab, die somit als natürliche Speicherflächen für Hochwasser fehlen. Seit den 1970er-Jahren wurden vereinzelt kanalisierte Flussabschnitte wieder renaturiert. Die verbindlichen Vorgaben der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie haben die Zahl der Renaturierungs-Maßnahmen in den letzten zwei Jahrzehnten deutlich ansteigen lassen.

Beginnend mit dem Jahr 1808 wurde ganz Bayern flächendeckend kartografisch erfasst. So entstanden die sogenannten Urpositionsblätter im Maßstab 1:25.000. Es existieren 902 Urpositionsblätter, welche digital frei zugänglich sind. Sie zeigen bis auf wenige Lücken ein flächendeckendes Bild vom Bayern des frühen 19. Jahrhunderts. In regelmäßigen Abständen wurden diese Karten fortgeschrieben.

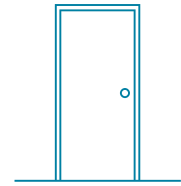
Die menschlichen Eingriffe lassen sich beim Vergleich von Landkarten aus verschiedenen Jahrhunderten erkennen. Auf einer digitalen Zeitreise können die SuS die Veränderungen eines Fließgewässers nachvollziehen – idealerweise des Gewässers, das sie aus eigener Anschauung von der Exkursion her kennen.

Durchführung

Die Lehrkraft sichtet auf den digitalen Karten die Fließgewässer in der Umgebung der Schule. Am besten eignet sich dazu der BayernAtlas (<https://geoportal.bayern.de/bayernatlas>). Über «Thema wechseln» gelangt man zu dem Tool «Zeitreise». Gibt man nun den Ort und die gewünschte Jahreszahl ein, gelangt man zu den entsprechenden Karten. Ergänzend seien die Urpositionsblätter empfohlen, die die ersten systematischen kartografischen Aufnahmen Bayerns darstellen (www.bayerische-landesbibliothek-online.de/urpositionsblaetter/suche?id=692).

Besonders geeignet für die Bearbeitung durch die SuS ist natürlich das Gewässer, das sie von der Exkursion aus eigener Anschauung her kennen. Da diese unterschiedlich deutlich in den Karten erkennbar sind, sollte die Lehrkraft in jedem Fall vorab das Gewässer im BayernAtlas betrachten und gegebenenfalls ein anderes Gewässer für dieses Modul auswählen

Ort



Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materialien

- Arbeitsblatt S 20: Zeitreise – unser Gewässer gestern, heute und morgen
- Rechner mit Internetzugang für alle SuS

S 20 Arbeitsblatt: Zeitreise – unser Gewässer gestern, heute und morgen

Aufgaben

1. Vergleiche die heutige Form und den Verlauf eines ausgewählten Fließgewässers mit dem Zustand vor 50, 100 oder 200 Jahren. Notiere die wesentlichen Unterschiede!

Nutze dabei folgende digitalen Datensammlungen:

‣ <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas>; Stichwort: Zeitreise

‣ www.bayerische-landesbibliothek-online.de/urpositionsblaetter/suche?id=692

2. Lies die Hintergrundinformation durch und beschreibe die Vorteile und Nachteile der unter Aufgabe 1 dokumentierten Umgestaltung des Fließgewässers.
3. Alle Länder in der Europäischen Union haben sich verpflichtet, dass sämtliche Gewässer in der EU bis zum Jahr 2027 in einem guten oder sehr guten ökologischen Zustand sind. Schlage mindestens zwei Maßnahmen vor, wie durch Veränderungen am Flusslauf die Artenzahl wieder zunehmen könnte und somit der ökologische Zustand verbessert wird.

Hintergrundinformation

Menschliche Eingriffe in Fließgewässer und ihre Folgen

Oberflächlich betrachtet erscheint ein Bach- oder Flusslauf immer gleich. Bei eingehender längerfristiger Betrachtung eines naturnahen Flusses erkennt man, dass sich das Gewässer und seine Umgebung beständig verändern: der Fluss «arbeitet» in der Landschaft.

Je nach Fließgeschwindigkeit, Gefälle, den auftretenden Abflüssen und den geologischen Verhältnissen kommt es dabei zu folgenden Prozessen:

- Eintiefung des Gewässerbettes im Oberlauf
- Bildung von Kiesbänken durch Verfrachtung von Kiesmaterial bei Hochwasser
- Auflandung von Sand- und Schlammablagerungen im Unterlauf
- Verzweigung in zahlreiche Rinnen bei kiesgeprägten Gewässern des Alpenvorlandes
- Laufentwicklung durch Mäanderbildungen mit Prallhängen und Gleithängen
- Entstehung von Altwässern durch natürliche Mäanderdurchbrüche
- Bildung von Feuchtbiotopen, Altwässern und Auen mit regelmäßiger Überschwemmung bei Hochwasser

Diese Vorgänge kann man bei Fließgewässern beobachten, die sich «natürlich» entwickeln dürfen. Menschliche Eingriffe (wie Uferverbauungen) hatten früher meistens zum Ziel, eine solche Entwicklung zu verhindern. Mit der allgemeinen Erschließung der Landschaft, vor allem im Zusammenhang mit der verstärkten Siedlungstätigkeit in den Tallagen von Flüssen, wurden die ursprünglichen Gewässerlandschaften umgestaltet. Dabei stand der Schutz des Menschen vor Hochwasser im Mittelpunkt, aber auch vielfältige Nutzungen spielten

eine wichtige Rolle. Deshalb finden sich heute bei nahezu allen Gewässern Strukturelemente des technischen Gewässerausbaus.

Heute müssen Maßnahmen ergriffen werden, die die natürliche Entwicklung wieder ermöglichen (Renaturierung von Gewässern).

Ausbau von Gewässern	Zweck der Maßnahme	Weitere Auswirkungen
Begradigung	«Landgewinn» für Siedlungen und landwirtschaftliche Flächen (Wiesen, Weiden Äcker)	Verkürzung der Fließstrecke lässt das Wasser schneller abfließen; Bach gräbt sich stärker in sein Bett ein (Tiefenerosion); Hochwassergefahr steigt
Deiche (Dämme)	Hochwasserschutz für Siedlungen hinter dem Deich	Auwälder werden vom Gewässer abgeschnitten: Altwässer und andere wertvolle Lebensräume verschwinden; erhöhte Hochwassergefahr in Gebieten unterhalb der Eindeichung
Uferbefestigungen (zum Beispiel aus Beton, Steinen oder Holz)	Sicherung des Ufers (zum Beispiel von Wegen, Brücken, Gebäuden) durch Verhinderung der Seitenerosion: der Bach soll nicht aus dem vorgegebenen Bett «ausbrechen»	Durch die Verhinderung der Seitenerosion fehlen Buchten, Abbrüche und andere vielfältige Uferstrukturen. Die Verringerung der Vielfalt an Lebensräumen bewirkt Verringerung der vorkommenden Artenzahl; verstärkte Tiefenerosion
Querbauwerke, zum Beispiel Sohlschwellen	Verhinderung der Tiefenerosion	Barriere für Tiere: Muscheln, Schnecken, Krebstiere und Fische sind in der Ausbreitung behindert.

L20 Lösung: Zeitreise – unser Gewässer gestern, heute und morgen



Die Rote Traun bei Inzell 1915



Die Rote Traun bei Inzell 2020

1. Die Rote Traun wurde zwischen den Inzeller Ortsteilen Meiermühle und Windgrat begradigt, aus dem ursprünglich mäandrierenden Flussabschnitt entstand ein fast geradliniger Flussverlauf. Mehrere Brücken sind neu entstanden. In dem östlich an die Traun angrenzenden Moor wurden zahlreiche Gräben gezogen, die das Moor zur Traun hin entwässern.
2. Durch die Begradigung entstanden westlich des neuen Flussbetts Wiesen und Weiden. Dieses Land kann heute im Gegensatz zu der ursprünglichen Moor- und Auenlandschaft von den örtlichen Milchviehbauern wirtschaftlich genutzt werden. Damit die Traun auch bei Hochwasser in dem vorgegebenen Bett bleibt, mussten die Ufer befestigt werden (auf der Karte nicht zu sehen), insbesondere an den neu gebauten Brücken. Durch die Begradigung und die damit verbundene Verkürzung der Flussstrecke hat die Tiefenerosion zugenommen. Um dem entgegenzuwirken, wurden Sohlschwellen eingebaut. Der Verlust an vielfältigen natürlichen Uferstrukturen führte zu einer Verringerung der vorkommenden Arten.

Die Einleitungen aus den Entwässerungsgräben führten zu einem Eintrag von Gülle und damit zu einer Zunahme von Mineralstoffen in das Flusswasser.

3. Entfernung von Uferbefestigungen ermöglicht Entstehung vielfältiger Lebensräume; Entfernung von Querbauwerken verbessert Durchgängigkeit für Fische.

M 21: Mikroplastik

Grundlegende Informationen

Mikroplastik ist ein sehr aktuelles Thema und kann den SuS in diesem Zusammenhang anschaulich nähergebracht werden. Bisher sind die Auswirkungen von Plastik in der Umwelt noch nicht ausreichend erforscht; in den Medien wird das Thema oft relativ undifferenziert dargestellt. So werden zum Beispiel Bilder von Zuständen aus den Meeren, vor allem aus Fernost, auch auf die Vorstellung von der Situation in heimischen Gewässern übertragen.

Die praktische Untersuchung von Mikroplastik ist für die Schule nur sehr bedingt geeignet, da sich Mikroplastik zwar überall befindet, oft jedoch in so geringer Zahl, dass es in den Proben sehr selten zu finden ist. Falls dies also geplant ist, sind Vorversuche unbedingt nötig (die Anleitung zur Umsetzung findet sich in Versuch [L 21.4](#)).

Sehr viel einfacher gestaltet sich mit SuS die Suche nach Makroplastik. Dieses ist wesentlich leichter zu finden und stellt als eine der Hauptquelle für Mikroplastik einen bedeutenden Eingriff des Menschen in das Ökosystem dar. Dabei kann natürlich auch auf die Entstehung des Mikroplastiks hingewiesen werden. Unterstützend können die Arbeitsblätter [S 21.1](#), [S 21.2](#) und [S 21.3](#) verwendet werden. Mit den Materialien für den Unterricht im Klassenzimmer kann auf die Hintergründe dieses Problems eingegangen werden. Dabei können neben den Fachinhalten auch die Kompetenzen aus dem Prozessbereich Bewertung gut angebahnt werden.

Durchführung

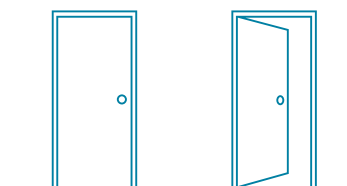
Im Klassenzimmer

1. Das Arbeitsblatt [S 21.1](#) «Domino – Plastikkreislauf» eignet sich zur spielerischen Hinführung zum Thema. Außerdem wird dadurch Kreativität gefördert und ein Beitrag zur sprachlichen Bildung – eine fächerverbindende Aufgabe schulischen Unterrichtens – geleistet.

Das Dominospiel wird als Arbeitsblatt oder bereits fertig geschnitten ausgeteilt. Alle SuS kleben ihre Kärtchen ins Heft. Je nach Leistungsstand der Lerngruppe kann die Geschichte dann verschriftlicht werden (hier bieten sich zahlreiche fächerverbindende Anknüpfungspunkte zum Deutschunterricht der Jahrgangsstufe 6 an); dies ist auch niveaudifferenziert denkbar.

Anschließend werden die Blankokärtchen zur Vermeidung von Mikroplastik von den SuS gestaltet und an der passenden Stelle angefügt (mehrere Möglichkeiten wünschenswert).

Ort



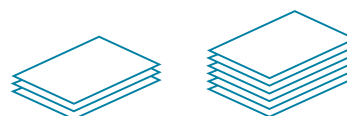
Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Klassenzimmer

Exkursion

Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materialien

– im Klassenzimmer –

- Arbeitsblatt [S 21.1](#): Domino – Plastikkreislauf
- Arbeitsblatt [S 21.2](#): Quellenarbeit
- Arbeitsblatt [S 21.3](#): Mikroplastik – beschreibende und bewertende Aussagen

Materialien**– im Freiland –**

- **Probennahme:**
 - Blumenzwiebelsetzer zur Probennahme
 - Siebgarnitur (vgl. Modul 9)
 - Gießkanne oder Eimer zum Spülen der Probe
 - Probengefäße
- **Untersuchung:**
 - Binokulare
 - Auszählpetrischalen (vgl. Modul 9)
 - evtl. Extraktionsapparatur (vgl. Versuch L 21.4)

Natürlich kann dieses Spiel auch in Partner- oder Gruppenarbeit durchgeführt werden.

Das Domino eignet sich alternativ auch als Hausaufgabe zur Wiederholung der Inhalte. Dieses Material unterstützt die Kompetenzerwartung

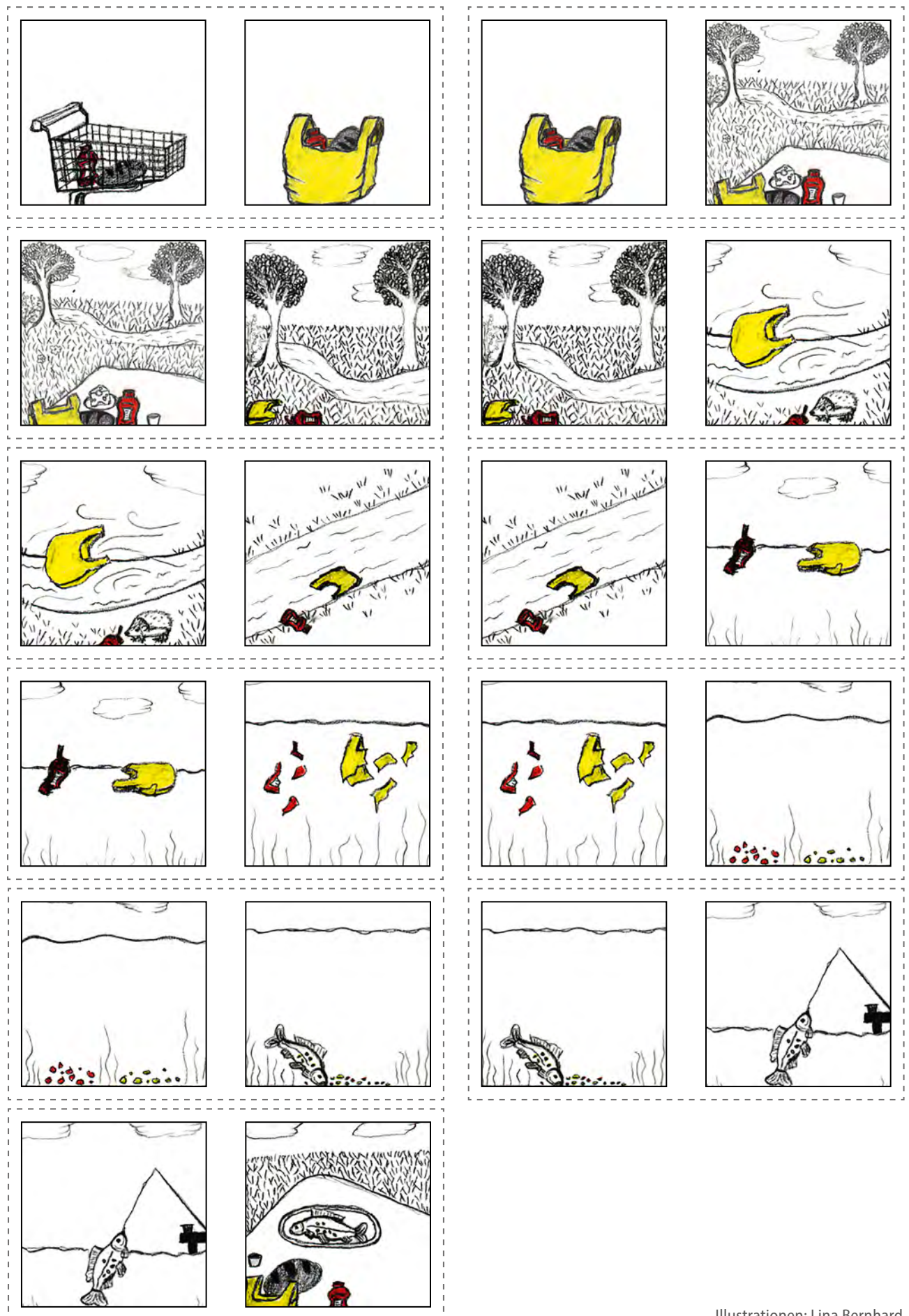
«Die SuS wägen Folgen von Handlungen des Menschen für sich und seine Umwelt ab, die die Lebenswelt der SuS betreffen, um bewusste Entscheidungen treffen zu können» (Lernbereich 1).

2. Durch das zweite Material sollen bei den SuS das Fachwissen sowie die Bewertungskompetenz des Lernbereichs 1 («Die SuS schätzen Quellen zu einfachen biologischen Themen nach vorgegebenen Kriterien ein und wählen aus vorgegebenen Quellen geeignete aus») vertieft werden.
3. Das dritte Material unterstützt ebenfalls die Bewertungskompetenz des Lernbereichs 1 («Die SuS unterscheiden zwischen beschreibenden und bewertenden Aussagen, um Fakten von Bewertungen und Meinungen abzugrenzen»). Voraussetzung ist, dass das Thema «bewertende vs. beschreibende Aussagen» im Vorfeld bereits behandelt worden ist (zum Beispiel beim Thema Haustierhaltung, hier findet sich entsprechendes Material im Lehrplaninformationssystem des LehrplanPLUS). Die vorliegende Übung dient der Wiederholung und Vertiefung.








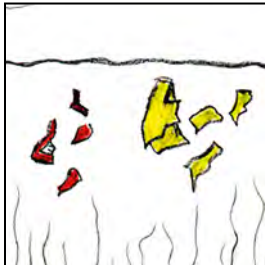
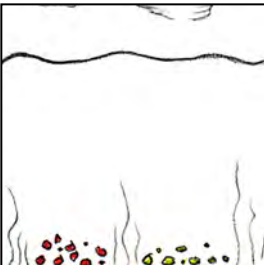
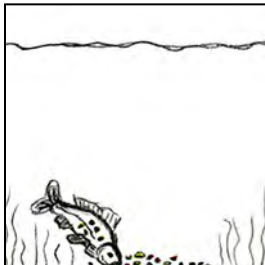
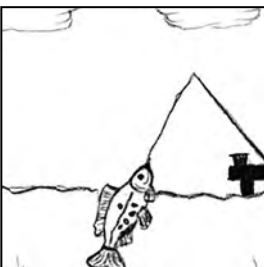

Im Freiland

Die Klasse sucht den Gewässerrand nach Makroplastik ab. Dabei findet sich das meiste Plastik am Spülsaum des Gewässers (zwischen den Ablagerungen von Hochwasserereignissen bis zum Wasserrand). Die Extraktion von Mikroplastik erfolgt im Labor (vgl. Versuch L 21.4). Da Mikroplastik zwar in der öffentlichen Wahrnehmung stark vertreten ist, vielen Kolleginnen und Kollegen es jedoch bei der Suche schwergefallen ist, Mikroplastik in größerem Rahmen zu finden, müssen unbedingt Vorproben an den Stellen erfolgen.

S21.1 Arbeitsblatt: Domino – Plastikreislauf



S21.1 Arbeitsblatt: Domino – Plastikreislauf

Aufgaben

1. Lege die Dominosteine in die richtige Reihenfolge.
2. Schreibe eine passende Geschichte zu deinen Dominosteinen.
3. Suche dir Stellen in dem Dominospiel, an denen du das Plastik aus dem Kreislauf entfernen kannst. Zeichne dazu ein Bild auf die leere Hälfte eines Dominokärtchens und lege es an die passende Stelle.

S 21.2 Arbeitsblatt: Quellenarbeit

Text 1

«Neben dem Klimawandel ist die ›Vermüllung‹ [...] eine der dringlichsten Herausforderungen unserer Zeit. Wie geht der Verband der Kunststoffhersteller nun damit um, dass der von ihm repräsentierte Werkstoff viel zu oft achtlos in der Umwelt entsorgt wird und dann häufig in den Gewässern landet? Eine von mehreren Maßnahmen, die PlasticEurope Deutschland unterstützt, ist die Sensibilisierung der Bürgerinnen und Bürger dafür, achtsamer mit Abfällen jeglicher Art umzugehen – also informieren, aufklären, zum Handeln bewegen. [...] Nicht Kunststoff ist das Problem, sondern der unachtsame Umgang damit, wenn er zu Müll wird. Eine Botschaft, die sicher für jeden gilt, der sich in der Natur bewegt, egal ob Leistungs- oder Freizeitsportler, Spaziergänger oder Autofahrer.»

Quelle: PlasticEurope, der Verband der Kunststoffhersteller
www.plasticseurope.org/de/newsroom/press-releases/pressemitteilungen-2019/top-kanuten-und-kunststoffhersteller-gemeinsam-fuer-den-gewaesserschutz

Text 2

«Kunststoffe sind heutzutage nahezu überall im Umfeld des Menschen präsent. Die Weltproduktion an Kunststoffen wächst und es gelangt immer mehr Kunststoff und auch Mikroplastik in die Umwelt. Insbesondere in aquatischen Ökosystemen ist diese Thematik seit Längerem bekannt. Der Mensch kann Mikroplastik zum Beispiel über die Luft, das Trinkwasser, Lebensmittel, Staub und kosmetische Mittel aufnehmen.

Unter Mikroplastik werden kleine Kunststoffpartikel und -fasern verstanden. Die Größenangaben für Mikroplastik sind in der Literatur nicht einheitlich definiert und schwanken meist zwischen 0,0001 mm bis kleiner als 5 mm. Da Plastik in der Umwelt sehr langsam abgebaut wird, ist davon auszugehen, dass es sich dort weiter anreichert. In der Öffentlichkeit und in der Wissenschaft wird derzeit eine mögliche gesundheitliche Gefährdung der Verbraucherinnen und Verbraucher durch einen möglichen Eintrag von Mikroplastik in die Nahrungskette diskutiert. Nach dem derzeitigen Stand des Wissens ist nicht davon auszugehen, dass von Mikroplastik in Lebensmitteln gesundheitliche Risiken für den Menschen ausgehen. [...]»

Quelle: Bundesinstitut für Risikobewertung
www.bfr.bund.de/de/mikroplastik_fakten_forschung_und_offene_fragen-192185.html

Text 3

«Rund drei Viertel des Plastiks, das in Deutschland in die Umwelt gelangt (330.000 von 446.000 Tonnen), sind Mikroplastik. Die kleinen Partikel verbreiten sich rasch in der Umwelt und sind längst in der Nahrungskette angekommen. Entsprechend wurden Kunststoffteilchen bereits in einer Vielzahl von Lebewesen nachgewiesen – von Insekten und Weichtieren über Vögel bis zu Säugetieren.

Einige Organismen scheiden Mikroplastikpartikel ohne offensichtlichen Schaden wieder aus. Andere Tiere reagieren auf die dem Mikroplastik beigefügten Stoffe, die für die Stabilität und Langlebigkeit des Plastiks sorgen [...] und sich oft leicht aus Kunststoffen herauslösen.

[...] Erste Laborversuche zeigen: Unter Dauereinwirkung von Mikroplastik vermindern beispielsweise Flusskrebse ihr Wachstum und ihre Fortpflanzungsrate. Regenwürmer wachsen langsamer und sterben in größerer Zahl. Entweder, weil Mikroplastikpartikel mechanisch Organe verletzen [...].

Auch wir Menschen nehmen längst Mikroplastik auf [...]. Dabei scheint die Mikroplastik-Belastung durch Hausstaub größer zu sein als etwa durch den Verzehr von Muscheln. Was das alles insgesamt für Folgen für die menschliche Gesundheit hat, ist noch unklar.»

Quelle: World Wide Fund For Nature Deutschland
www.wwf.de/themen-projekte/meere-kuesten/plastik/mikroplastik/

Aufgaben:

1. Fasse die wesentlichen Aussagen der Texte in zwei bis (höchstens) fünf Sätzen zusammen.
2. Deine Klasse gestaltet ein Projekt über Mikroplastik.
Du sollst ein Referat über die gesundheitlichen Auswirkungen von Mikroplastik auf den Menschen machen. Begründe, welchen Text du als Grundlage wählen würdest.
3. Dein Freund soll sein Referat über die Auswirkungen von Mikroplastik auf die Umwelt halten. Begründe, welchen Artikel du ihm empfehlen könntest.

S 21.3 Arbeitsblatt: Mikroplastik – beschreibende und bewertende Aussagen

Fakten und Meinungen zu Mikroplastik

Die von Forschenden gefundenen Daten können die Grundlage für einen gesellschaftlichen Wandel zum Thema Plastik darstellen. Aussagen, die auf Daten und Fakten beruhen, werden beschreibende Aussagen genannt und Aussagen, die diese Fakten in einen Rahmen einordnen, wie das Individuum oder die Gesellschaft mit den Erkenntnissen umgehen will/soll, werden bewertend genannt.

Lies jetzt folgende Aussagen durch und entscheide, ob es sich um beschreibende oder bewertende Aussagen handelt. Schreibe deine Einteilung in das freie Feld.

Aussage	beschreibend	bewertend
Generell finden sich in Gewässern neben großen Plastikteilen (Makroplastik) auch kleine Plastikpartikel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mikroplastik verunstaltet unsere Binnengewässer.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Eintrag von Mikroplastik in unsere Umwelt muss um jeden Preis verhindert werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zu den wichtigsten Quellen für Mikroplastik gehören Fasern aus gewaschener Kleidung und Abrieb von Autoreifen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Da bisher keine Auswirkungen von Mikroplastik in unserer Umwelt aufgefallen sind, können wir so weitermachen wie bisher.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Bestandteile des Mikroplastiks spiegeln die am häufigsten verwendeten Kunststoffe wider (PE, PP PET und PS).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kosmetikartikel mit Mikroplastik sollen auf alle Fälle verboten werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In der Umwelt können die Partikel aufgrund der geringen Abbaubarkeit von Kunststoffen lange Zeit verbleiben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alle Kläranlagen sollten für den kompletten Rückhalt von Mikroplastik aufgerüstet werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Durch Entwicklung und Einsatz von biologisch abbaubarem Plastik könnte die Mikroplastikproblematik gelöst werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In Europa lag der Plastikbedarf 2016 bei 64,4 Millionen Tonnen. Dieses wird in verschiedenen Werken der chemischen Industrie hergestellt, in der 1,6 Millionen Personen arbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Problem von Mikroplastik könnte die Anreicherung im Nahrungsnetz sein; dies ist bisher aber noch nicht genug erforscht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

L21.4 Versuch: Extraktion von Mikroplastik



Versuchsaufbau



Versuchsaufbau

Untersuchung von Plastik im Boden

Bauanleitung für Siebe:

Siehe [Modul 9](#): Leben im Gewässerboden,

[L 9.1](#): Einfache Siebe für Untersuchungen von Gewässern herstellen

Die folgende Methode kann zur Extraktion von Organismen oder Mikroplastik aus Bodenproben verwendet werden.

Material

- 1-Liter-Erlenmeyerkolben (noch besser 2 Liter) mit Normschliff
- Oberteil einer Gaswaschflasche
- Magnetrührer mit möglichst großen Magnetrührstäbchen
- Siebesatz (Bauanleitung vgl. [Modul 9](#))
- Schläuche (alternativ kann auch eine große Saugflasche mit durchbohrten Gummistopfen und bis zum Boden reichendem Glasrohr verwendet werden; das Wasser fließt dann über die Absaugolive ab)

Funktion

Der Magnetrührer wirbelt das (max. 1 cm hohe) Sediment auf und durch das eingeleitete Wasser werden die Organismen/Partikel nach oben gespült, wo sie beim Gasauslass über den Schlauch in die Siebe laufen. Die Proben sollten keine Steine mehr enthalten; diese evtl. durch Sieben entfernen.

Wenn Organismen ausgespült werden sollen, muss sehr vorsichtig gerührt und mit wenig Durchfluss gespült werden. Das Wasser am Schliff muss noch durchsichtig sein. Die Funktion lässt sich an größeren Organismen (zum Beispiel Zuckmückenlarven) gut verfolgen. Bei gut eingestelltem Dreh- und Spülverhältnis werden die Organismen fast sedimentfrei extrahiert. Daher eignet sich die Methode vor allem, wenn die Biodiversität im Boden vor der Klasse gezeigt werden soll, da dann die Suche der Organismen im Sediment entfällt.

Bei der Abscheidung von Mikroplastik muss kräftiger gerührt und gespült werden.

Diese Methode verlangt Übung!

Die Extraktion funktioniert auch mit einem von unten durchspülten Scheidetrichter; Scheidetrichter mit min. 500 ml Volumen sind an den Schulen aber selten.

Untersuchung von Plastik am Gewässer

Material

- Probennehmer (zum Beispiel Blumenzwieselsetzer)
- Siebesatz (falls es sich um selbst gebaute Siebe handelt, sollten Siebe mit möglichst großem Durchmesser verwendet werden),
- Probengefäße, eventuell eine Extraktionsvorrichtung

Ablauf



Mit einem Blumenzwieselsetzer wird eine Probe aus dem Spülsaum des Gewässers gemacht (Tiefe ca. 5 cm).



Die Probe wird in einem Siebsatz gewaschen.



Die großen Fraktionen werden mit dem Auge durchgesehen, die kleineren Fraktionen werden entweder direkt in Wasser unter dem Binokular durchgesehen oder für die Extraktion verwendet.



Selbst erstellte Prüfkörper in der größeren Siebfraction



Eine blaue Faser Mikroplastik in der kleineren Fraktion

In wissenschaftlichen Untersuchungen (vgl. [› Mikroplastik in Gewässern](#), [› Mikroplastik in bayerischen Seen – eine Pilotstudie](#), [› Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik](#)) werden die Proben enzymatisch abgebaut (dies könnte zum Beispiel mit viel Waschpulver über 24 h bei 40 °C nachempfunden werden). Bei den Sedimentproben aus dem See war der organische Anteil jedoch so hoch, dass auch nach diesem Abbau noch viel Material (v. a. größere Holzstückchen) vorhanden waren. Bei Kalksand kann das Sediment mit anorganischen Säuren aufgelöst werden.

M 22: Gewässerrenaturierung: ein Mystery

Grundlegende Informationen

Ein «Mystery» ist ein Rätsel, das die SuS motiviert, fachliche Zusammenhänge aufzudecken und zu erfassen. Ausgangspunkt ist dabei eine ungewöhnliche oder originelle Leitfrage, welche die SuS neugierig macht. Zu dieser erhalten die SuS Informationen auf Kärtchen, die sie analysieren und miteinander in Beziehung setzen. Diese Kärtchen können Texte, Bilder, Diagramme, Grafiken etc. enthalten. Die SuS entwickeln daraus ein Wirkungsgefüge und beantworten darauf aufbauend die gestellte Leitfrage. Die Lösungsvorschläge werden anschließend im Plenum präsentiert und diskutiert, wesentliche Fakten können im Heft fixiert werden.

Die Leitfrage muss für die gesamte Klasse einsehbar sein (Projektion, Tafel). Stattdessen kann auch das Arbeitsblatt S 22 im halben Klassensatz kopiert, geschnitten und verteilt werden. Weiterhin sollten die Karten mit dem Info-Material in genügender Anzahl zur Verfügung stehen. Diese können optional zum Wiederverwenden laminiert werden.

Durchführung

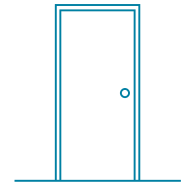
Allgemein

Das Mystery ist so strukturiert, dass die SuS eigenständig in Kleingruppen der Lösung auf die Spur kommen. Dabei wird zwar ein Positivbeispiel für Gewässerrenaturierung untersucht, wie so oft gibt es aber auch in diesem Zusammenhang kontroverse Ansichten und Positionen. Eine Präsentation am Ende der Einheit bietet Gelegenheit, diese gemeinsam, vorurteilsfrei und distanziert zu diskutieren.

Konkrete Schritte im Ablauf der Stunde umfassen:

- Die Klasse wird mit der Leitfrage vertraut gemacht.
- Die Klasse wird in Gruppen von drei bis vier Personen eingeteilt.
- Die Gruppe erhält die Leitfrage, die Info-Karten werden unter den Gruppenmitgliedern aufgeteilt.
- Zunächst lesen die SuS die Informationen auf den Kärtchen vor und klären ihnen unbekannte Begriffe (Schulbuch, Lehrkraft).
- Die SuS ordnen die Kärtchen sinnvoll auf dem Papier an und erstellen ein Wirkungsgefüge, in dem die Beziehungen zwischen den Kärtchen deutlich werden. Diese können mit Pfeilen angezeigt werden.
- Auf der Grundlage des Wirkungsgefüges beantworten die SuS die Leitfrage.

Ort



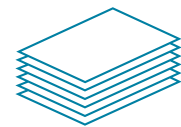
Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Bewertung:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materialien

- Arbeitsblatt S 22: Ein Mystery am Inn

- Die Gruppen präsentieren ihre Lösungsvorschläge im Plenum und diskutieren die Ergebnisse mit allen.
- Wesentliche Inhalte können im Heft fixiert werden.

Leistungserhebungen

Sollte die Präsentation in Form eines Referats erfolgen, kann dieses gemäß der üblichen Rahmenbedingungen bewertet werden. Es empfiehlt sich jedoch, davon abzusehen, damit die SuS sich auch trauen, kontroverse Meinungen und Schlussfolgerungen zu äußern.

S22 Arbeitsblatt: Ein Mystery am Inn

Information

Der Inn ist nach der Donau der wasserreichste Fluss in Bayern. Als Alpenfluss überwindet er im Laufe seines 517 km langen Flussbettes große Höhenunterschiede und wird durch zahlreiche Nebenflüsse sowie Gletscher gespeist. Dies führt – gerade während der Schneeschmelze – zu einer besonderen Hochwassergefahr durch den Inn.

Allerdings ist der Inn auch sehr nützlich für den Menschen und die Umwelt. Er ist Heimat für eine große Vielzahl verschiedener Tier- und Pflanzenarten und über Wasserkraftwerke werden viele Hundert Gigawattstunden Strom im Jahr erzeugt.

Aufgabe

Seit Jahren werden nun aber am Inn durch Baumaßnahmen die Fließgeschwindigkeit gesenkt und Wasserwege um Staukraftwerke herumgeleitet, wodurch die Leistung der Wasserkraftwerke sinkt. Sind diese Projekte so unsinnig, wie es scheint?

Verschaffe dir mithilfe der Informationskarten einen Überblick über die Situation am Inn und beantworte die obige Frage.



S22 Arbeitsblatt: Ein Mystery am Inn

Information

Der Inn ist nach der Donau der wasserreichste Fluss in Bayern. Als Alpenfluss überwindet er im Laufe seines 517 km langen Flussbettes große Höhenunterschiede und wird durch zahlreiche Nebenflüsse sowie Gletscher gespeist. Dies führt – gerade während der Schneeschmelze – zu einer besonderen Hochwassergefahr durch den Inn.

Allerdings ist der Inn auch sehr nützlich für den Menschen und die Umwelt. Er ist Heimat für eine große Vielzahl verschiedener Tier- und Pflanzenarten und über Wasserkraftwerke werden viele Hundert Gigawattstunden Strom im Jahr erzeugt.

Aufgabe

Seit Jahren werden nun aber am Inn durch Baumaßnahmen die Fließgeschwindigkeit gesenkt und Wasserwege um Staukraftwerke herumgeleitet, wodurch die Leistung der Wasserkraftwerke sinkt. Sind diese Projekte so unsinnig, wie es scheint?

Verschaffe dir mithilfe der Informationskarten einen Überblick über die Situation am Inn und beantworte die obige Frage.

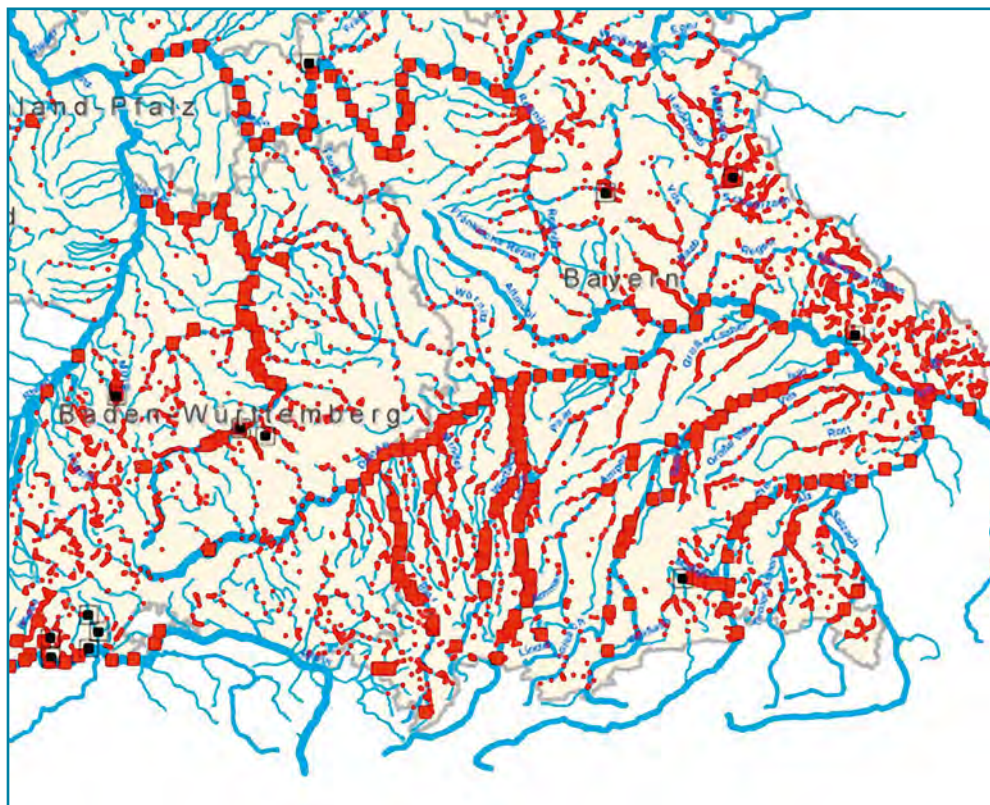
Verlauf des Inns



Quelle: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2f/Verlaufskarte_Inn_DE.png

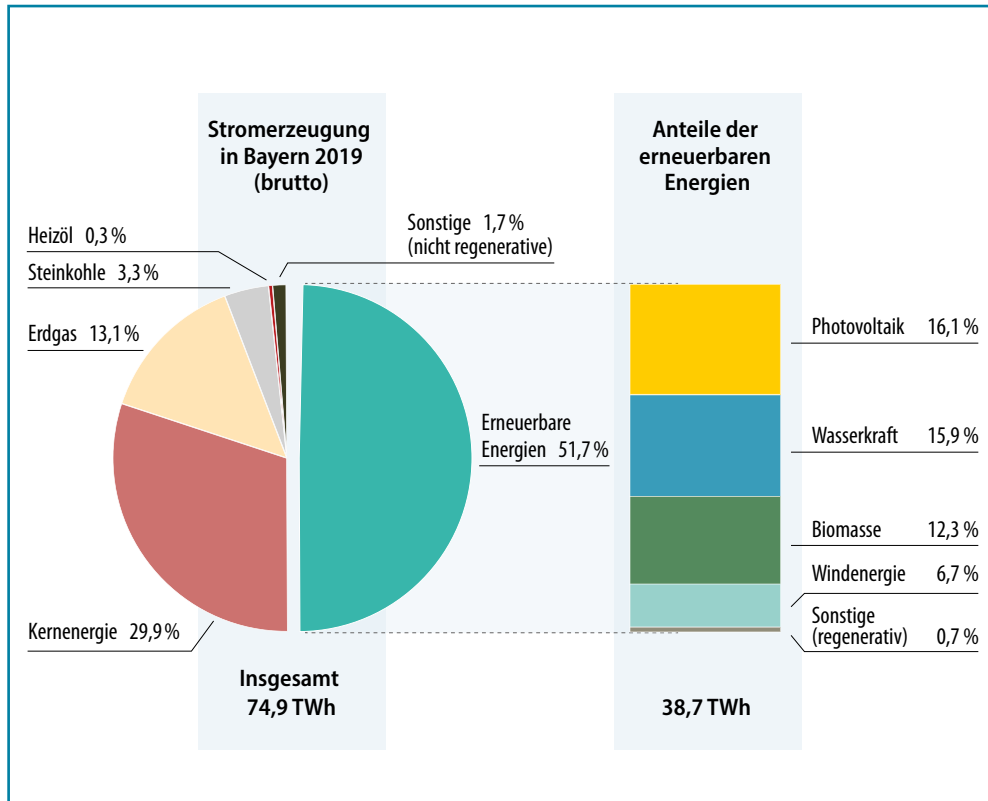


Wasserkraftwerke in Süddeutschland



Quelle: www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/styles/800w400h/public/medien/377/bilder/abb_1_wka_bestand_ingenieurbuero_floeksmuehle.jpg?itok=BMs9wnlc&c=e85fb81740e982004d309094156b8ca5

Stromerzeugung in Bayern 2019



Quelle: www.stmwi.bayern.de/energie-rohstoffe/daten-fakten/#prettyPhoto/0/

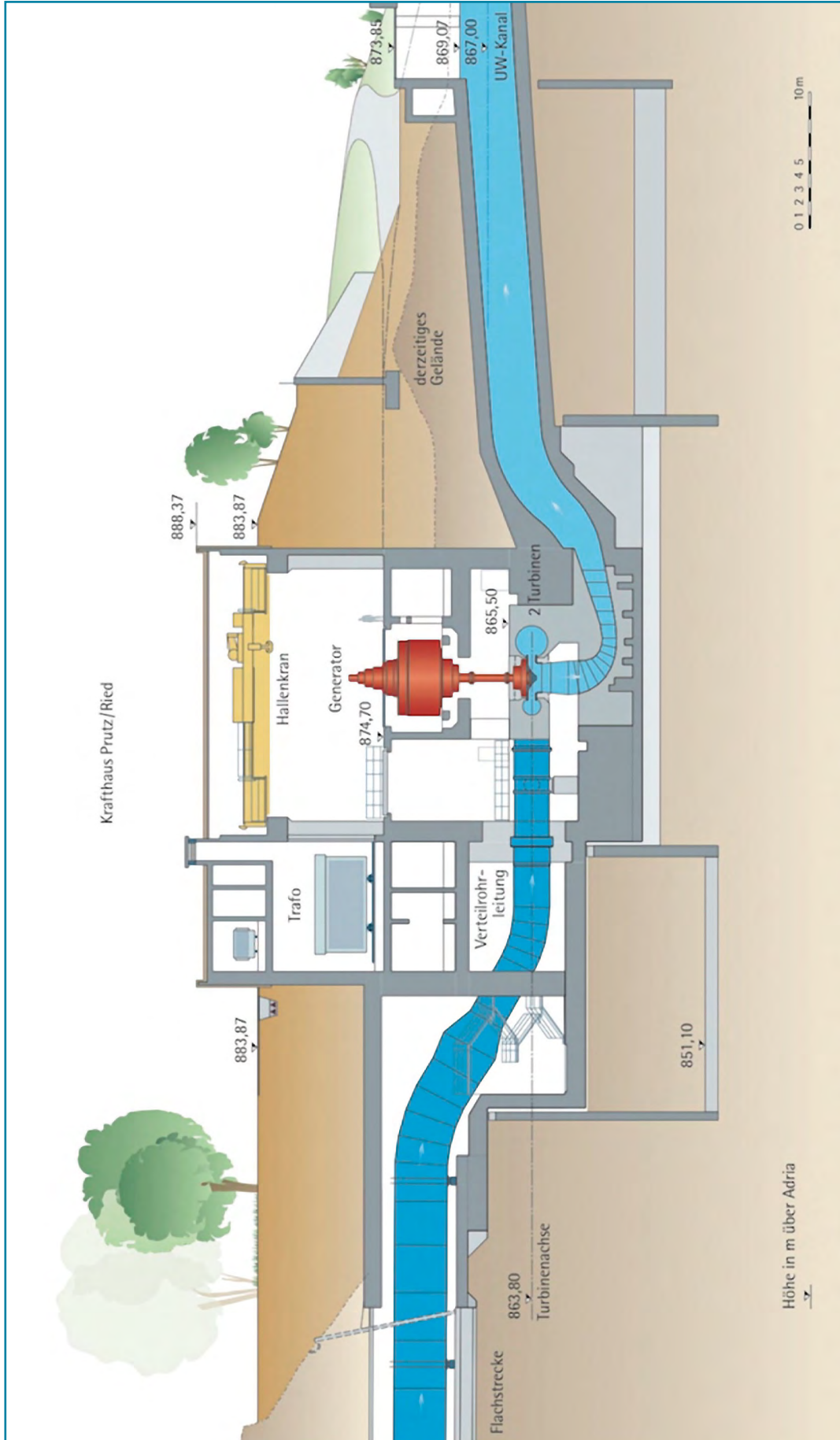


Unverbauter Inn



Quelle: www.wwf.at/files/images/d6/4aa0e61856f66_d.jpg

Wasserkraftwerk – Schemazeichnung



Quelle: www.gemeinschaftskraftwerk-inn.com/old_wp/wp-content/uploads/2014/10/GKI_KH_neu-1024x597.jpg

Begradigter Abschnitt des Inns



Quelle: www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2113/bilder/pa_inn_02.jpg



Neu gebauter Abschnitt des Inns



Quelle: <https://storage.googleapis.com/stateless-www-enspire-energie/2018/10/VERBUND-KW-Ferlach-Fischwanderhilfe.jpg>

Typisches Wasserkraftwerk am Inn



Quelle: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/Wasserburg_am_Inn%2C_Kraftwerk_3.jpeg

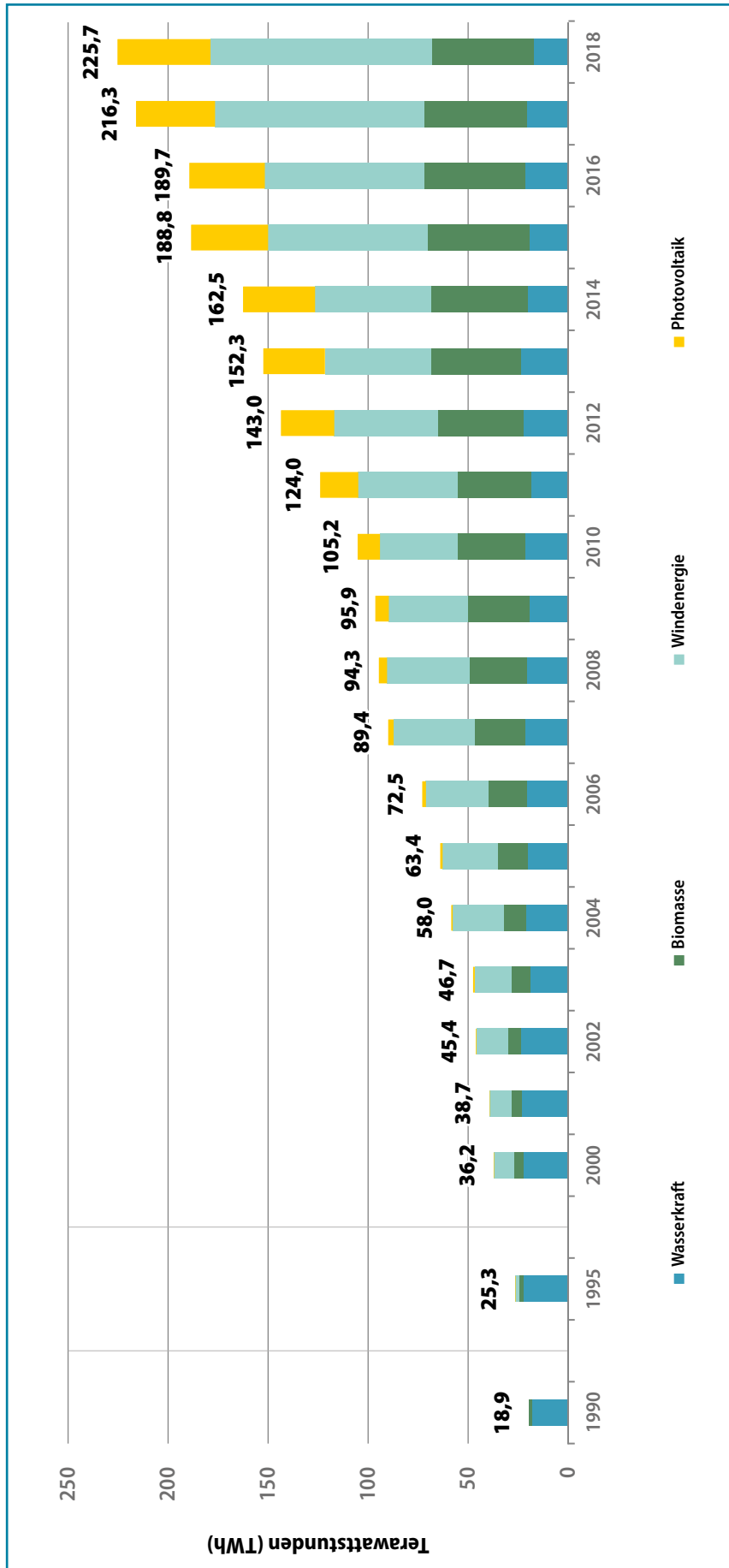


Wasserkraftwerk von oben



Quelle: www.gemeinschaftskraftwerk-inn.com/old_wp/wp-content/uploads/2014/09/S6_Bild21.jpg

Entwicklung erneuerbarer Energien



Quelle: www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2875/bilder/5_abb_entw-stromerzeugung-ee_2019-03-15.png

L22 Lösung: Ein Mystery am Inn



Hilfestellung: [www.youtube.com/
watch?v=4JwMMIjm4TM](https://www.youtube.com/watch?v=4JwMMIjm4TM)

Der folgende Film fasst die Lösung des Mysterys anschaulich und effizient zusammen. Es bietet sich an, den Film am Ende der Stunde als Zusammenfassung der gesamten Klasse zu zeigen.

Alternativ kann der Film auch, wie die anderen Karten, als zusätzliche Information an die Gruppen ausgeteilt werden. Damit die anderen Karten aber nicht überflüssig werden, sollte dies später in der Stunde als Hilfestellung geschehen, falls eine Gruppe Probleme hat, das Mystery zu lösen.



M 23: Die Teichwirtschaft: ein Mystery

Grundlegende Informationen

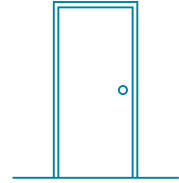
In diesem Mystery kann eine Binnendifferenzierung durchgeführt werden. Dazu sind zusätzliche Informationen (Ökosystemdienstleistungen und Fressfeinde) in separaten Tabellen gedruckt. Wenn man diese Kärtchen weglässt, wird das Mystery kürzer und einfacher.

Ein besonderer Dank für die fachliche Unterstützung gilt den Arbeitsbereichen Teichwirtschaft am Institut für Fischerei in Starnberg.

Durchführung

Siehe Modul 22

Ort



Dauer



Gewässertyp

Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	
Erkenntnisgewinn:	
Kommunikation:	
Bewertung:	

Materialien

- Arbeitsblatt S 23: Die Teichwirtschaft: ein Mystery
- Zentrale Leitfrage (auf Kärtchen, der Tafel oder Projektion), 20 bis 28 Info-Kärtchen, evtl. DIN-A3-Blatt

S23 Arbeitsblatt: Die Teichwirtschaft: ein Mystery

Die «Fischermühle» in Bamberg kämpft trotz ihrer hervorragenden Spezialitäten ums Überleben, während beim «Teichwirt» in Bamberg die Geschäfte jedes Jahr besser laufen.

Info-Kärtchen



Die Anzahl der Tiere im Teich wird durch die Sauerstoffkonzentration im Wasser begrenzt. Forellen können in hohen Dichten aufgezogen werden, wenn ausreichend Sauerstoff zur Verfügung steht. Forellen werden immer allein aufgezogen und nicht mit anderen Fischarten vergesellschaftet.

Junge Karpfen ernähren sich von den Kleinstlebewesen (Plankton), welche in ihrem Teich leben. Der Mensch düngt aber die Teiche auch, damit das Plankton besser wachsen kann. Später frisst der Karpfen bevorzugt Bodenorganismen, in den Sommermonaten werden zur Ergänzung Getreide oder Hülsenfrüchte gefüttert.

Die zur Familie der Lachsartige gehörende Forelle lebt normalerweise nahe an den Quellen von Bächen und Flüssen. Das Wasser ist dort sehr sauber, kalt und damit auch sauerstoffreich.

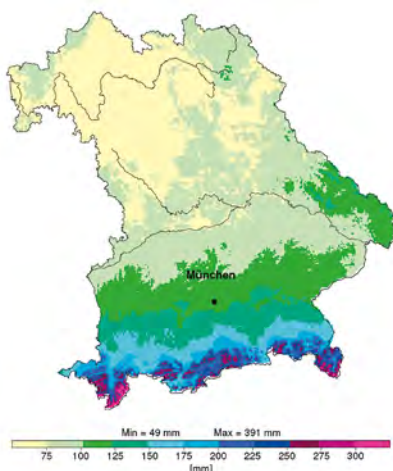
Für einen Karpfenteich wird Wasser aus Bächen und Flüssen abgezweigt, häufig wird der Teich auch nur mit Niederschlagswasser angestaut. Die warmen Wassertemperaturen sind für die Karpfen und seine Futterorganismen günstig.

Karpfen leben ursprünglich in Seen und Flüssen, in welchen fast keine Strömung mehr ist. Dadurch kann sich das Wasser stark erwärmen und der Sauerstoffgehalt kann auch sehr niedrig sein. Karpfen sind wärmeliebende Fische, die sehr umwelttolerant sind. Sie werden bereits seit über 2.000 Jahren gezüchtet.

Da Forellen Raubfische sind, werden sie in den Teichen mit Pellets gefüttert, die aus tierischen Komponenten (Fischmehl und -öl) und pflanzlichen Komponenten (Getreide, Hülsenfrüchte und Nebenprodukte) bestehen. Die Aufzuchtzeit bis zu einem Schlachtgewicht von 350 g beträgt 1–2 Jahre.

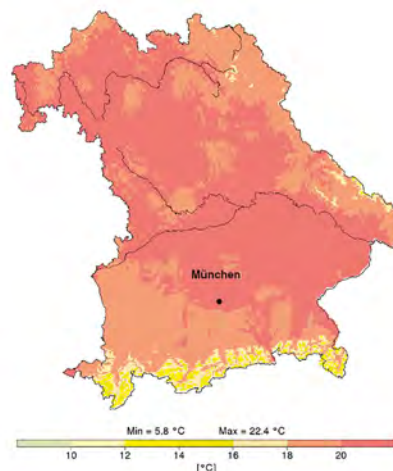
Als «Steckerlfische» sind besonders Renken, Forellen oder Saiblinge beliebt, welche alle zur Familie der Lachsartigen gehören. Während die Renken aus natürlichen Gewässern stammen, werden die Forellen und Saiblinge in Teichen gezüchtet.

Ehe die ausgewachsenen Karpfen nach drei Sommern mit ca. 1,5 kg geschlachtet werden, hat jeder Karpfen noch ca. 20 m² Platz in seinem Teich. In diesem Fall spricht man von extensiver Teichwirtschaft.



Durchschnittliche Niederschlagsmenge
im August 1961–1990

(Quelle: www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html)



Lufttemperatur August 2018

(Quelle: www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html)

Info-Kärtchen



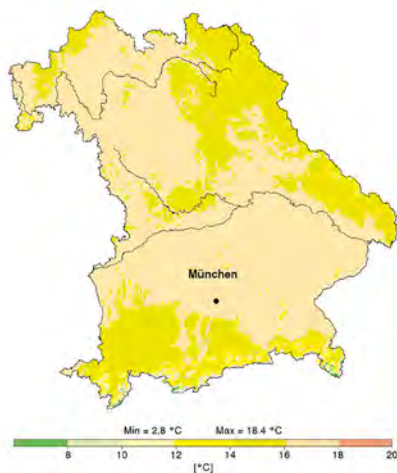
Ein naturnaher Karpfenteich



Die heimische Bachforelle
(Foto: Andreas Hartl)

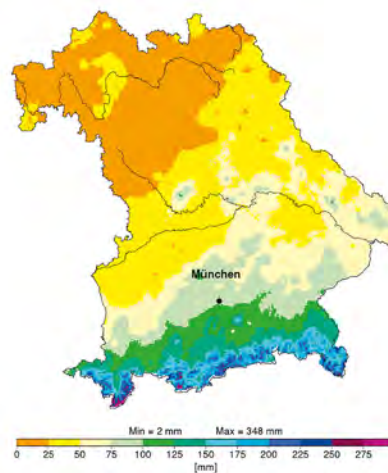


Die Regenbogenforelle
(ursprünglich aus Nordamerika)
(Foto: Andreas Hartl)



Durchschnittliche Lufttemperatur
im August 1961–1990

(Quelle: www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html)



Niederschlagsmenge im August 2018

(Quelle: www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html)

Info-Kärtchen

Der «Teichwirt» freut sich seit Jahren über steigende Einnahmen aus seinem Betrieb und über zufriedene Gäste seiner Wirtschaft; besonders auf der «Kerwa» (Kirchweihfest) ist sein frischer Karpfen der Renner.

Die «Fischermühle» hat in den letzten Jahren Probleme bei der Fischzucht und überlegt, ob sie die Zucht einstellt; bisher war sie für ihren «Steckerlfisch» berühmt.



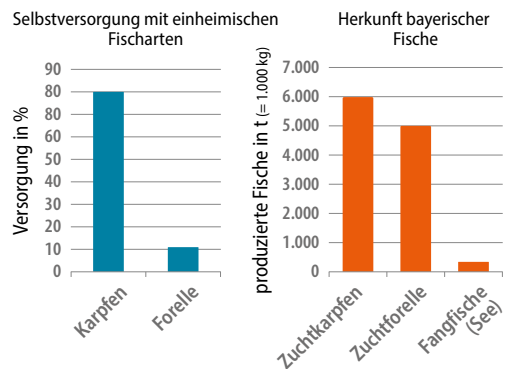
Becken einer Forellenzuchtanlage
(Foto: LfL Starnberg)



Ein Karpfen
(Foto: Andreas Hartl)

Einen Forellenteich erkennt man immer am Frischwasserdurchfluss aus Bächen oder Quellen. Die Temperatur der Teiche soll immer zwischen 9 und 14°C liegen, sie darf 20°C nicht überschreiten. Die Sauerstoffsättigung des Wassers muss sehr hoch sein. Die Teiche werden deswegen kaum angestaut.

Forellen werden ohne andere Fischarten in Teichen gehalten.



Erweiterungsmaterial «Ökosystemleistungen»



In angestauten Teichen werden Sediment und Mineralstoffe zurückgehalten. Diese belasten damit nicht mehr das Fließgewässer.

Karpfenteiche dienen als Wasserrückhalt für die Region und haben einen positiven Effekt auf das lokale Klima.

Karpfenteiche bilden einen wertvollen Rückzugsraum für seltene Tiere (v. a. Insekten, Fische, Amphibien und Vögel) und Pflanzen.

Neben den Karpfen leben auch (v. a.) Schleien, Hechte und Zander im Teich. Diese werden auch abgefischt. Viele Teichwirte züchten auch bedrohte Arten, die später in anderen Gewässern ausgesetzt werden.

Auswirkungen der Karpfenteichwirtschaft auf die Umwelt.

Erweiterungsmaterial «Fressfeinde»



Fischfressende Tiere nutzen Teiche gerne als Nahrungsquellen, da eine hohe Anzahl an Fischen für sie den Fang erleichtert.

Auch Fischotter breiten sich wieder in Bayern aus. Diese sind bei den Teichbesitzern gefürchtete Fischräuber. Die Bäche und Flüsse benutzen sie dabei als «Wasserstraßen».

Viele Vögel und andere Tiere jagen Fische (z. B. Reiher, Fischotter, Kormoran und Gänsesäger). Diese bevorzugen Fischteiche wegen der vielen Fische. Daher müssen die Fische vor den Räubern geschützt werden (z. B. durch Netze, die über die Teiche gespannt werden).

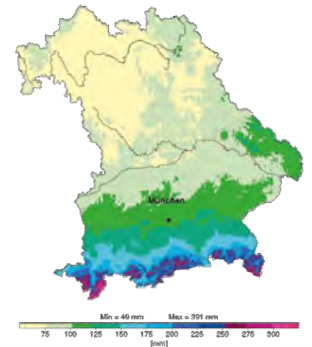
L23 Lösungsvorschlag: Die Teichwirtschaft: ein Mystery

Auch Fischotter breiten sich wieder in Bayern aus. Diese sind bei den Teichbesitzern gefürchtete Fischräuber. Die Bäche und Flüsse benutzen sie dabei als «Wasserstraßen».

«Fressfeinde»

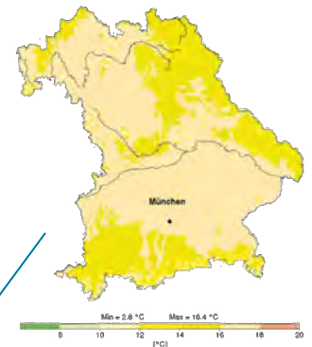
Viele Vögel und andere Tiere jagen Fische (z. B. Reiher, Fischotter, Kormoran und Gänsesäger). Diese bevorzugen Fischteiche wegen der vielen Fische. Daher müssen die Fische vor den Räubern geschützt werden (z. B. durch Netze, die über die Teiche gespannt werden).

Fischfressende Tiere nutzen Teiche gerne als Nahrungsquellen, da eine hohe Anzahl an Fischen für sie den Fang erleichtert.



Da Forellen Raubfische sind, werden sie in den Teichen mit Pellets gefüttert, die aus tierischen Komponenten (Fischmehl und -öl) und pflanzlichen Komponenten (Getreide, Hülsenfrüchte und Nebenprodukte) bestehen. Die Aufzuchtzeit bis zu einem Schlachtgewicht von 350 g beträgt 1–2 Jahre.

Die Anzahl der Tiere im Teich wird durch die Sauerstoffkonzentration im Wasser begrenzt. Forellen können in hohen Dichten aufgezogen werden, wenn ausreichend Sauerstoff zur Verfügung steht. Forellen werden immer allein aufgezogen und nicht mit anderen Fischarten vergesellschaftet.



Becken einer Forellenzuchtanlage (Foto: LfL Starnberg)



Die Regenbogenforelle (ursprünglich aus Nordamerika) (Foto: Andreas Hartl)

Einen Forellenteich erkennt man immer am Frischwasserdurchfluss aus Bächen oder Quellen. Die Temperatur der Teiche soll immer zwischen 9 und 14 °C liegen, sie darf nie über 20 °C sein. Die Sauerstoffsättigung des Wassers muss sehr hoch sein. Die Teiche werden deswegen kaum angestaut. Forellen werden ohne andere Fischarten in Teichen gehalten.

Die «Fischermühle» hat in den letzten Jahren Probleme bei der Fischzucht und überlegt, ob sie die Zucht einstellt; bisher war sie für ihren «Steckerlfisch» berühmt.

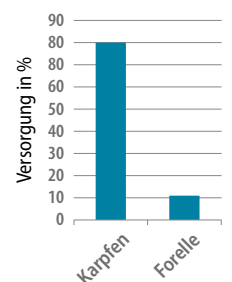
Als «Steckerlfische» sind besonders Renken, Forellen oder Saiblinge beliebt, welche alle zur Familie der Lachsartigen gehören. Während die Renken aus natürlichen Gewässern stammen, werden die Forellen und Saiblinge in Teichen gezüchtet.

Die zur Familie der Lachsartige gehörende Forelle lebt normalerweise nahe an den Quellen von Bächen und Flüssen. Das Wasser ist dort sehr sauber, kalt und damit auch sauerstoffreich.



Die heimische Bachforelle (Foto: Andreas Hartl)

Selbstversorgung mit einheimischen Fischarten



«Ökosystemleistungen»

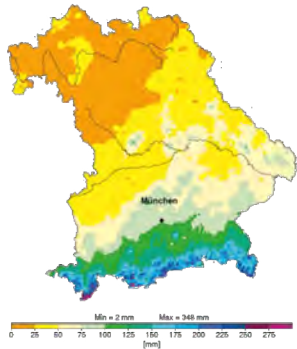
In angestauten Teichen werden Sediment und Mineralstoffe zurückgehalten. Diese belasten damit nicht mehr das Fließgewässer.

Karpfenteiche dienen als Wasserrückhalt für die Region und haben einen positiven Effekt auf das lokale Klima.

Karpfenteiche bilden einen wertvollen Rückzugsraum für seltene Tiere (v. a. Insekten, Fische, Amphibien und Vögel) und Pflanzen.

Auswirkungen der Karpfenteichwirtschaft auf die Umwelt.

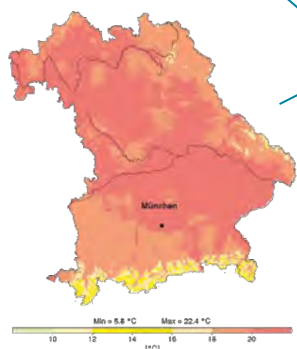
Neben den Karpfen leben auch (v. a.) Schleien, Hechte und Zander im Teich. Diese werden auch abgefischt. Viele Teichwirte züchten auch bedrohte Arten, die später in anderen Gewässern ausgesetzt werden.



Niederschlagsmenge im August 2018

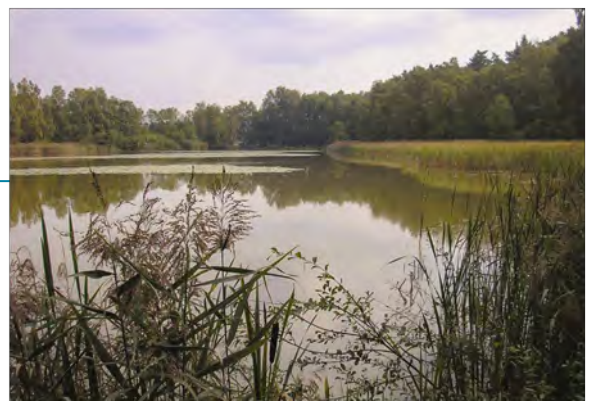
Junge Karpfen ernähren sich von den Kleinstlebewesen (Plankton), welche in ihrem Teich leben. Der Mensch düngt aber die Teiche auch, damit das Plankton besser wachsen kann. Später frisst der Karpfen bevorzugt Bodenorganismen, in den Sommermonaten werden zur Ergänzung Getreide oder Hülsenfrüchte gefüttert.

Ehe die ausgewachsenen Karpfen nach drei Sommern mit ca. 1,5 kg geschlachtet werden, hat jeder Karpfen noch ca. 20 m² Platz in seinem Teich. In diesem Fall spricht man von extensiver Teichwirtschaft.



Lufttemperatur August 2018

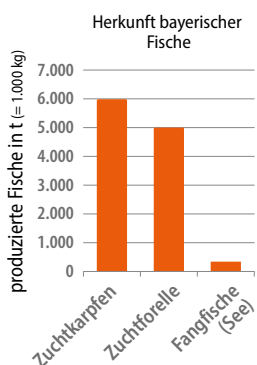
Für einen Karpfenteich wird Wasser aus Bächen und Flüssen abgezweigt, häufig wird der Teich auch nur mit Niederschlagswasser angestaut. Die warmen Wassertemperaturen sind für die Karpfen und seine Futterorganismen günstig.



Ein naturnaher Karpfenteich

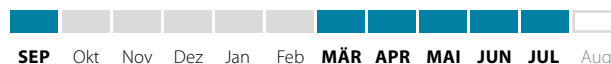
Karpfen leben ursprünglich in Seen und Flüssen, in welchen fast keine Strömung mehr ist. Dadurch kann sich das Wasser stark erwärmen und der Sauerstoffgehalt kann auch sehr niedrig sein. Karpfen sind wärmeliebende Fische, die sehr umwelt-tolerant sind. Sie werden bereits seit über 2.000 Jahren gezüchtet.

Der «Teichwirt» freut sich seit Jahren über steigende Einnahmen aus seinem Betrieb und über zufriedene Gäste seiner Wirtschaft; besonders auf der «Kerwa» (Kirchweihfest) ist sein frischer Karpfen der Renner.



Ein Karpfen
(Foto: Andreas Hartl)

Die Probleme der Fischermühle beruhen auf starken Warmwetterperioden und mangelnden Niederschlägen (die immer häufiger vorkommen). Dadurch wird die Zucht von Forellen immer schwieriger, während für Karpfen diese Temperaturen günstig sind – zum Vorteil des Teichwirts.



M 24: Bau einer Modelllandschaft im Klimawandel

Grundlegende Informationen

Durch den Klimawandel wechseln sich in unseren Flüssen die Perioden mit extremem Hoch- und Niedrigwasser immer öfter ab. Dabei unterscheiden sich die Niederschlagsverhältnisse in Süd- und Nordbayern immer deutlicher voneinander. Die Flüsse entspringen in den Alpen bzw. den bayerischen Mittelgebirgen. Im Oberlauf dominiert die Erosion, während im Mittellauf die Sedimentation und die Erosion im Gleichgewicht stehen. Doch werden diese natürlichen Prozesse durch die Flussverbauung stark verändert, besonders durch den Bau von Dämmen und Staustufen sowie von Gewerbe- und Wohngebieten. So wird die natürliche Aue immer mehr eingeengt.

Durchführung

Je nach Größe der Weitsprunggrube oder des Beachvolleyballfeldes, können zwei bis vier Gruppen zeitgleich in 15 Minuten ein Modell kreieren.

Ein Fluss in Schulumnähe wird von der Quelle bis zur Heimatstadt nachgebaut, dabei wird der Sand leicht angefeuchtet und modelliert. Als Hilfe dienen Karten oder der Schulatlas. Die Städte werden durch auf Papier oder Karton gemalte Häuser und Industrieanlagen symbolisiert und die größeren Orte beschriftet. Natürlich können auch Kieselsteine verschiedener Größe bemalt werden. Die Niederschläge werden mit Gießkannen simuliert. Der Flussverlauf und die Staustufen können aus der Folie von blauen Mülltüten ausgeschnitten werden. Dämme (Deiche) und die Staustufen können durch Kieselsteine symbolisiert werden. Zur Simulation von Retentionsflächen wie Auwälder und Überschwemmungsflächen dienen Moospolster.

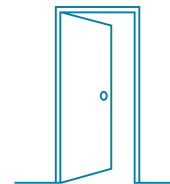
Alternativ dazu kann das Wasser mit Lebensmittelfarbe angefärbt werden. Das schönste Modell wird prämiert, damit ein Wettbewerbscharakter entsteht. Das Modul eignet sich auch in Zusammenarbeit mit Geografie, wobei das Thema dort erst in der Jahrgangsstufe 7 behandelt wird.

Zum Schluss müssen alle Gegenstände aus dem Sand sorgsam aufgeräumt werden, damit sich beim Sport keine SuS verletzen können.

Folgende mögliche Szenarien können an dem Sandmodell simuliert werden:

1. Intensität der Niederschläge: Dauerregen bzw. Starkregeneignisse
2. Erosion und Sedimentation in Oberlauf und Unterlauf

Ort



Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materialien

- Sandgrube der Weitsprunganlage der Schule; Holzbrett (ca. 3×1 m) als Unterlage
- Gießkannen (10 l), blaue Mülltüte, Karton, Scheren, Kieselsteine, Moospolster
- Acrylfarben, Lebensmittelfarben

3. Flüsse früher und heute. Nachbau eines mäandrierenden Mittellaufs versus eines kanalisierten Flussabschnittes
4. Überschwemmung von Gewerbegebieten und Wohngebieten in der Aue
5. Planung von Poldern und Retentionsräumen

Mit SuS gebaute
Modelllandschaft



S24 Arbeitsblatt: Bau einer Modelllandschaft

Ihr sollt einen Fluss von der Quelle bis zu eurer Heimatstadt nachbauen. Als Hilfe dienen euch Atlaskarten und eventuell auch Karten aus dem Internet. Modelliert zuerst die Landschaft mithilfe des leicht angefeuchteten Sandes. Dann könnt ihr den Flussverlauf nachbauen. Verwendet dazu die blaue Mülltütenfolie. Die Dämme und Staustufen könnt ihr mit mittelgroßen Kieselsteinen nachbauen. Für die Städte und die Industriegebiete verwendet ihr aus dem Karton ausgeschnittene Symbole. Die Städte und größeren Orte beschriftet ihr ebenfalls. Alternativ können verschieden große Kieselsteine auch mit Acrylstiften bemalt werden. Größere Auwälder werden mit Moospolstern dargestellt.

Testet nun durch Niederschläge (Gießkannen), ob euer Modell funktioniert, und beseitigt entsprechende Stellen aus.

Aufgaben

1. Durch den Klimawandel kommt es immer häufiger zu Starkregenereignissen. Gieße erst 10l Wasser in zwei Minuten aus der Gießkanne in das Quellgebiet deines Flusses. Wiederhole den Versuch mit der doppelten Regenmenge. Beschreibe die Folgen des Starkregens für die Wohn- und Industriegebiete in deiner Heimatgemeinde. Beschreibe die Folgen:

2. Damit die Hochwässer des Flusses schon vor deiner Heimatstadt aufgehalten werden, schaffst du mit Moospolstern eine Rückhaltefläche (Retentionsfläche). Führe den Versuch von Aufgabe 1 nochmals durch. Welche Unterschiede kannst du feststellen?
Unterschiede zu 1 sind:

3. Deine Gemeinde plant ein Gewerbegebiet direkt in der Flussaue. Erläutere die möglichen Folgen bei einem Hochwasser für das Gewerbegebiet und Wohngebiete weiter flussabwärts!
Die Folgen sind:

4. Manche Städte wie Passau liegen an mehreren Flüssen. Welche Folgen hat dies bei einem Hochwasser? Versuche, diese Situation an eurem Modell zu simulieren!

M 25: Klimagewinner – Klimaverlierer

Grundlegende Informationen

Infolge der globalen Klimaveränderungen kommt es auch in aquatischen Ökosystemen zu weitreichenden Veränderungen. Höhere Durchschnittstemperaturen oder häufigere Extremereignisse wie Hochwässer haben für die Tiere und Pflanzen in Gewässern unterschiedliche Folgen: Abhängig von ihren Ansprüchen und dem jeweiligen Lebenszyklus verbessern oder verschlechtern sich ihre Lebensraumbedingungen. In dieser Einheit lernen die SuS Organismen kennen, die an Gewässer gebunden sind und entweder zu den Klimagewinnern oder Klimaverlierern gezählt werden. Die SuS entscheiden anhand relevanter Informationen zur Ökologie der Tiere und Pflanzen, welche Konsequenzen der Klimawandel jeweils für die Arten hat.

Eine Dokumentation über die Auswirkungen des Klimawandels in Seen bietet einen guten Überblick für die Lehrkraft. In einer weiterführenden Einheit kann der Versuch zur Auswirkung der Zunahme einer bestimmten Art – der Süßwasserqualle (*Craspedacusta sowerbii*) – durchgeführt werden («> [Nahrungsnetz im Ökosystem](#)»). Dieser Versuch wurde im Programm «Biologie macht Schule» von der Fakultät Biologie der Ludwig-Maximilians-Universität für die Schule entwickelt.

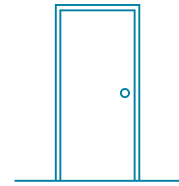
Durchführung

Als Einstieg bietet sich an, den Klimawandel zu thematisieren. Zum Beispiel rufen sich die SuS ihr Wissen über den Klimawandel anhand eines Comics ins Gedächtnis (zum Beispiel [L 25.1](#)) und sammeln die Ursachen und die Folgen im Klassenverband. Anschließend widmen sich die SuS der Frage, welche Auswirkungen der Klimawandel für die Tier- und Pflanzenwelt hat. Wer profitiert von den wärmeren Durchschnittstemperaturen und aus welchem Grund? Die SuS lesen sich die Beschreibungen ausgewählter Tierarten im Arbeitsblatt [S 25.2](#) durch. Anschließend bewerten sie in Kleingruppen, wer aus ihrer Sicht zu den Gewinnern und Verlierern zählt. Im Klassenverband werden die Ergebnisse der Gruppen zusammengetragen.

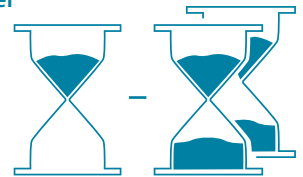
Zusatz-Infos zu den Materialien

Materialien für den Planktonversuch sind zu finden unter:
 > www.bio.lmu.de/studium/lehrerbildung_lmu/downloads/ablaufplan-nahrungsnetz-see.pdf

Ort



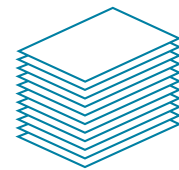
Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materialien

- Lehrerblatt L 25.1: Comic zum Klimawandel
- Arbeitsblatt S 25.2: Klimagewinner – Klimaverlierer
- **OPTIONAL** Materialien zum Planktonversuch

L25.1 Vorlage: Comic zum Klimawandel

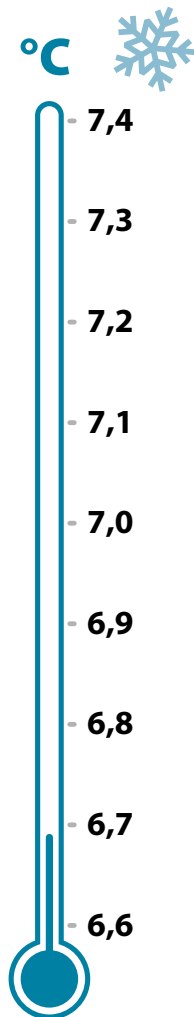


Bild: Gerhard Mester creator QS:P170,Q1512151, Karikatur von Gerhard Mester zum Thema Nicht Gewusst O11189, CC BY-SA 4.0

S 25.2 Arbeitsblatt: Klimagewinner – Klimaverlierer

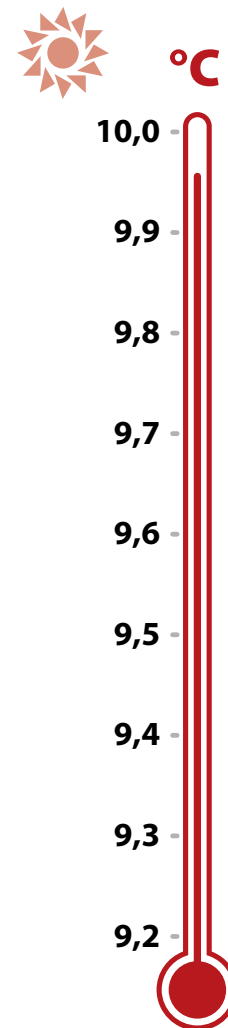
Seit mehr als 100 Jahren sammeln Forscherinnen und Forscher Daten über das Klima. Sie messen die Menge des Niederschlags (Regen und Schnee), wie oft und wie lange die Sonne scheint und vieles mehr. Natürlich messen und berechnen sie auch, wie hoch die Temperatur jedes Jahr durchschnittlich war – man nennt das die Jahresdurchschnittstemperatur. Betrachte die folgenden Jahresmitteltemperaturen von Deutschland.

Die 10 kältesten Jahre zwischen 1881 und 2016



Jahr	Temperatur in °C
1887	7,0
1888	6,9
1902	7,2
1922	7,2
1934	9,6
1940	6,6
1941	7,2
1956	6,8
1962	7,1
1963	7,1
1994	9,7
1996	7,2
2000	9,9
2002	9,6
2006	9,5
2007	9,9
2011	9,6
2014	10,3
2015	9,9
2016	9,5

Die 10 wärmsten Jahre zwischen 1881 und 2016



Aufgaben

1. Trage in die Zeilen neben dem linken Thermometer die zehn kältesten Jahre ein. In die Zeilen neben dem rechten Thermometer trägst du die zehn wärmsten Jahre ein. Was kannst du feststellen? Diskutiere mit deiner Mitschülerin oder deinem Mitschüler, was du herausgefunden hast.
2. Klimagewinner oder Klimaverlierer? Lies dir die Texte zu den Tieren und Pflanzen unserer Gewässer durch. Besprich in der Gruppe, wer zu den Klimagewinnern und wer zu den Verlierern zählt und begründe.

Klimagewinner – Klimaverlierer

Die Qualle kam früher nur im größten Fluss Asiens vor, dem Yangtze. Heute ist sie in vielen Seen Bayerns verbreitet. Man weiß nicht genau, auf welchem Weg die Qualle nach Europa kam. Eine mögliche Erklärung ist, dass sie aus Versehen mit Seerosen und anderen Zierpflanzen aus Asien bei uns in Gartenteichen eingesetzt wurde. Von da aus verbreiteten wahrscheinlich Vögel die Qualle in andere Gewässer. Das Tier hat eine interessante Entwicklung: in der Gestalt eines winzigen Polypen, der nur 2 mm groß ist, lebt es zunächst festsitzend am Boden des Gewässers. Optimale Temperaturen für die Polypen sind zwischen 19 und 25 °C. Wenn das Wasser wärmer als 25 °C wird, schnüren sich aus einem Teil des Polypen die Medusen ab. Sie sind ebenfalls sehr klein und haben nur einen Durchmesser von 2,5 cm. An ihrem Schirm sitzen über 600 nesselbesetzte, fadenförmige Tentakel. Einige dieser Medusen können Eier und Spermien produzieren, aus denen dann wiederum die Polypen entstehen.



Carolin Bleese

Süßwasserqualle
Craspedacusta sowerbii

Die Bachforelle ist hierzulande ein sehr beliebter Speisefisch. Die Fischart kommt in schnell fließenden und sauerstoffreichen Bächen und Flüssen vor. Die Bachforellen besitzen ein festes Revier, das sie nur zur Laichzeit verlassen (Fortpflanzungszeit). Diese ist meist im Zeitraum November bis Januar. Sie schwimmen hierfür stromaufwärts und legen die Eier im Kiesbett ab. Dadurch werden die Eier nicht abgeschwemmt, sondern können sich geschützt zu Fischlarven entwickeln. Sowohl die Eier und Fischlarven als auch die erwachsenen Fische brauchen viel Sauerstoff und relativ kühle Wassertemperaturen für die Entwicklung und das Überleben. Je kühler das Wasser, umso mehr Sauerstoff kann sich darin lösen. Für die Eier sind Wassertemperaturen von 7–12 °C optimal, für die erwachsenen Fische sollte das Gewässer nicht wärmer als 17 °C sein.



Andreas Hartl

Bachforelle
Salmo trutta fario

Der Eisvogel fällt besonders durch sein schillernd-blaues Gefieder auf, und mit etwas Glück kann man ihn an Gewässern, vor allem in Flussauen, sehen. Er ist ein geschickter Flieger, der seine Beutetiere im Sturzflug und durch Stoßtauchen erfasst. Dabei stürzt er sich kopfüber und in leicht schräger Bahn ins Wasser und ergreift die Beute direkt unter der Wasseroberfläche. Seine wichtigste Nahrungsquelle sind kleine Fische, er ernährt sich aber auch von Wasserinsekten, kleinen Krebsen, Larven, Fröschen und Schnecken. Für das Überleben des Eisvogels spielt die Dauer und die Stärke des Winters eine Rolle. Die Vögel können an zugefrorenen Gewässern nicht nach ihren Beutetieren jagen und verhungern. Man nimmt an, dass Extremereignisse, die infolge des Klimawandels zunehmen werden – wie zum Beispiel Hochwässer oder Spätfrost – den Eisvögeln schadet.



Stefan Ott/Piclease

Eisvogel
Alcedo atthis

Klimagewinner – Klimaverlierer

An seiner auffälligen gelb-schwarzen Färbung ist der Feuersalamander sehr gut zu erkennen und von anderen Schwanzlurchen zu unterscheiden. Der typische Lebensraum des Feuersalamanders sind feuchte Laubwälder. Da die Jungtiere des Salamanders, die Larven, wie bei allen Amphibien im Wasser leben, braucht die Art in ihrem Lebensraum unbedingt saubere und kühle Gewässer, die am besten mit Quellwasser gespeist sind. Die Bestände der Feuersalamander sind in den letzten Jahren stark zurückgegangen. Dies liegt daran, dass viele Quellsbäche in den Wäldern verbaut oder Überschwemmungsgebiete trockengelegt wurden. Wärmere Temperaturen und geringere Niederschläge führen dazu, dass immer mehr Bäche austrocknen und nicht mehr von den Feuersalamandern genutzt werden können.



Wolfgang Schruff/Piclease

Feuersalamander
Salamandra atra

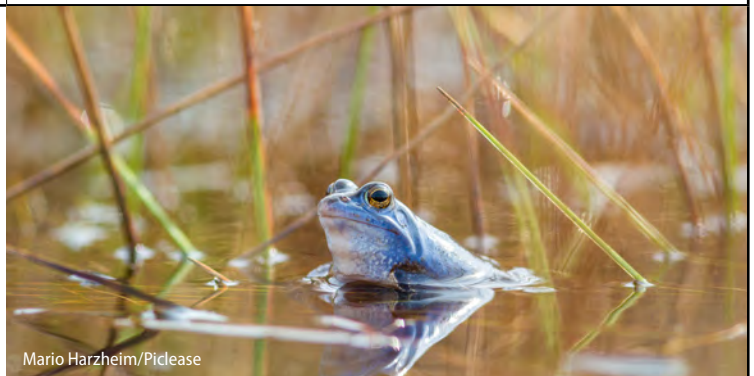
Meist fällt einem das Nixenkraut nur beim sommerlichen Baden in einem See auf: nämlich dann, wenn die kleinen stacheligen Blätter der Pflanze beim Schwimmen an den Füßen kitzeln. Die Wasserpflanze wächst in mineralstoffreichen Seen bis zu einer Wassertiefe von 3 m. Das Kennzeichen des Nixenkrauts sind die stacheligen Blätter und der stachelige Spross. Die Pflanze ist bei uns heimisch, in den letzten Jahren hat sie sich stark ausgebreitet und überwuchert in manchen Seen viele andere Pflanzen. Forschende haben herausgefunden, dass das Nixenkraut deutlich stärker wächst, wenn die Temperatur eines Gewässers höher ist.



Dr. Markus Hoffmann/TUM

Nixenkraut
Najas intermedia

Um den Weibchen zu imponieren, färbt sich der männliche Moorfrosch zur Laichzeit intensiv blau. In Bayern ist diese Froschart eher selten und kommt vor allem im Nordosten vor. Auch dort besiedelt er nur Lebensräume, die dauerhaft nass sind und das Grundwasser bis fast an die Oberfläche reicht. Dazu gehören vor allem Moore, Auwälder oder Feuchtwiesen. Zum Abbläuen nutzen die Frösche Gewässer in der Nähe, da sie nur etwa 500 m weit wandern. Sind also Gewässer in der Umgebung ausgetrocknet, können sich die Frösche nicht mehr fortpflanzen. Wenn geringere Niederschläge zu einem Austrocknen der Moore und der Feuchtwiesen führen, so verliert auch der erwachsene Moorfrosch seinen Lebensraum.



Mario Harzheim/Piclease

Moorfrosch
Rana arvalis

L25.2 Lösung: Klimagewinner – Klimaverlierer

Aufgabe 2

Süßwasserqualle: Sie ist ein Klimagewinner, weil sie wärmere Temperaturen braucht, um sich fortzupflanzen.

Bachforelle: Die Forelle ist ein Klimaverlierer. Erstens braucht der erwachsene Fisch kühle Wassertemperaturen und zweitens entwickeln sich auch die Eier nur bei kühlen Temperaturen.

Eisvogel: Bei dieser Art ist es nicht eindeutig: Einerseits profitiert der Eisvogel von milderem Winter und fängt mehr Fische, andererseits schaden ihm Extremwetterereignisse.

Feuersalamander: Auch er gehört zu den Klimaverlierern. Wenn die Bäche austrocknen, können sich die Larven nicht mehr entwickeln.

Nixenkraut: Klar ein Klimagewinner, weil es bei wärmeren Temperaturen stärker wächst.

Moorfrosch: Wieder ein Klimaverlierer: Ihm setzen die geringeren Niederschläge zu, die es infolge des Klimawandels gibt. Er kann sich an den ausgetrockneten Mooren nicht mehr fortpflanzen.

M 26: Ist Baden gefährlich?

Grundlegende Informationen

Die Analyse und Bewertung von Quellen gehört in unserer modernen Gesellschaft zu den wichtigsten Aspekten der Allgemeinbildung unserer SuS. Fake News und manipulierte wissenschaftliche Studien gehören leider zum Alltag einer modernen Medienkost, erst recht bei der intensiven Verwendung sozialer Medien. Die naturwissenschaftlichen Fächer müssen bereits in der Schule ihren Beitrag dazu leisten, die nächste Generation für dieses Thema zu sensibilisieren und einen distanzierten und analytischen Blick zu entwickeln.

Durchführung

Allgemein

In diesem Modul analysieren die SuS verschiedene Literaturquellen auf die Intentionen ihrer Verfasser. Dies geschieht durch ein klassisches Rollenspiel, in dem die Kinder jedoch nicht von vorne herein feste Rollen zugewiesen bekommen, sondern vielmehr aus Quellen auf Ansichten und Absichten der jeweiligen Ersteller schließen sollen.

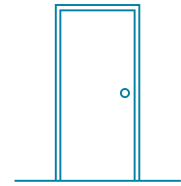
Anschließend erarbeiten sich die SuS eine Rolle selbst und diskutieren die Informationen aus den gegebenen Quellen in Kleingruppen oder vor der gesamten Klasse. In diesem Zusammenhang werden widersprüchliche Informationen aufgegriffen und im Plenum besprochen.

Selbstverständlich müssen nicht alle acht bereitgestellten Quellen verwendet werden, es kann eine passende Anzahl ausgesucht und auf die Klasse zugeschnitten werden, um eine praktikable Gruppenarbeit zu gewährleisten.

Eine konkrete Stunde könnte folgendermaßen aussehen:

- Die Lehrkraft gibt einen Überblick über die Situation mithilfe einer kurzen Präsentation zur Wasserqualität in Badeseen.
- Die SuS erarbeiten in Gruppen diverse Meinungen und Ansichten zur Situation mithilfe der bereitgestellten Quellen.
- Aus jeder Gruppe wird ein Vertreter zur Podiumsdiskussion vor der gesamten Klasse geschickt, in der die verschiedenen Positionen ausgetauscht werden.
- Abschließend nehmen sich die SuS wieder aus ihrer Rolle zurück und beurteilen die verschiedenen Quellen und Informationen mithilfe der Lehrkraft auf ihre Belastbarkeit.

Ort



Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materialien

- Arbeitsblatt S26: QR-Codes zur Quellenbewertung

- › Vorteile dieser Methode sind eine höhere Kontrolle durch die Lehrkraft: Es sind alle SuS auf eine gemeinsame Besprechung am Ende der Stunde fokussiert, und für die Podiumsdiskussion können gezielt selbstbewusste Vertreterinnen oder Vertreter der Gruppen ausgewählt werden, welche die gesammelten Informationen präsentieren.

Alternativ wäre folgendes Vorgehen nach dem Methodenwerkzeug Expertenkongress möglich:

- Die Lehrkraft gibt einen Überblick über die Situation mithilfe einer kurzen Präsentation zur Wasserqualität in Badeseen.
- Anschließend teilen sich die SuS in **gleich große** Gruppen auf und bearbeiten gemeinsam eine Quelle zu dem gestellten Thema. Im Zuge dessen wird reflektiert, welche Ansichten der Autor beziehungsweise die Autorin haben könnte und eine Rolle entwickelt, die sich zum Thema Wasserqualität von Badeseen aus der entsprechenden Quelle informieren würde.
- In einer zweiten Gruppenarbeitsphase kommt jeweils ein Schüler oder eine Schülerin aus jeder Gruppe mit den Repräsentanten der anderen Gruppen zusammen. Es werden die verschiedenen Ansichten und Informationen aus den Quellen gemäß der erarbeiteten Rolle ausgetauscht und diskutiert.
- Auch die abschließende Besprechung und Reflexion findet in der Gruppenzusammensetzung der zweiten Gruppenarbeitsphase statt. Zu diesem Zweck lösen sich die SuS aus ihren Rollen und diskutieren die Absichten und wissenschaftliche Belastbarkeit der jeweiligen Quellen.
- › Vorteile dieser Methode sind eine Einbindung aller SuS. Die Methode sollte vorher exakt erklärt werden, damit den Kindern klar ist, dass sich niemand in der ersten Gruppenarbeitsphase zurücknehmen kann, weil jeder in der zweiten Gruppenarbeitsphase der alleinige Experte für die jeweilige Quelle ist. Weiterhin fühlen sich die SuS während der abschließenden Besprechung erfahrungsgemäß weniger beobachtet bzw. bewertet, wodurch auch unsicherere Kinder einen höheren Redeanteil haben.

Insgesamt ist mit der zweiten Methode der Lernerfolg der SuS sicher höher, da diese einen höheren Redeanteil haben und man so als Lehrkraft schneller und sicherer diejenigen Kinder identifizieren kann, welche den Anschluss verlieren und steuernd eingreifen könnte.

Zusatz-Infos zu den Materialien

Die Karten mit den QR-Codes und Links zu den Quellen müssen in ausreichender Anzahl ausgedruckt vorliegen. Eventuell können diese zur Wiederverwendung laminiert werden. Außerdem benötigen die SuS noch Zugang zu einem Tablet, Smartphone oder Computer mit Internetzugang.

S26 Arbeitsblatt: QR-Codes zur Quellenauswertung

Quelle 1



[www.stmgp.bayern.de/vorsorge/
umwelteinwirkungen/badeseen/](http://www.stmgp.bayern.de/vorsorge/umwelteinwirkungen/badeseen/)

Quelle 2



[www.swr.de/swraktuell/
badegewaesser-
qualitaet-2020-100.html](http://www.swr.de/swraktuell/badegewaesser-qualitaet-2020-100.html)

Quelle 3



[www.helmholtz.de/
erde_und_umwelt/
die-wasserqualitaet-ist-gut/](http://www.helmholtz.de/erde_und_umwelt/die-wasserqualitaet-ist-gut/)

Quelle 4



[www.bild.de/news/inland/news-
inland/schlingpflanzen-welse-
kaeltezonen-wie-gefaehrlich-sind-
unsere-badeseen-62448870.bild.html](http://www.bild.de/news/inland/news-inland/schlingpflanzen-welse-kaeltezonen-wie-gefaehrlich-sind-unsere-badeseen-62448870.bild.html)

Quelle 5



[www.hna.de/kassel/sind-badeseen-
gefaehrlich-was-in-unseren-
gewaessern-lauert-9506273.html](http://www.hna.de/kassel/sind-badeseen-gefaehrlich-was-in-unseren-gewaessern-lauert-9506273.html)

Quelle 6



[www.proplanta.de/agnar-
nachrichten/landleben/baden-im-
see-kann-lebensgefaehrlich-sein_
article1374411109.html](http://www.proplanta.de/agnar-nachrichten/landleben/baden-im-see-kann-lebensgefaehrlich-sein_article1374411109.html)

Quelle 7



[www.rtl.de/cms/wasserqualitaet-
von-deutschen-badeseen-90-
sind-ausgezeichnet-4351938.html](http://www.rtl.de/cms/wasserqualitaet-von-deutschen-badeseen-90-sind-ausgezeichnet-4351938.html)

Quelle 8



[www.deutsche-familienversicherung.
de/krankenzusatzversicherung/
auslandsrankenversicherung/ratgeber/
artikel/gefahr-im-badeseertrinken-
ach-wie-vor-grosses-risiko-auch-gute-
schwimmer-sind-betroffen/](http://www.deutsche-familienversicherung.de/krankenzusatzversicherung/auslandsrankenversicherung/ratgeber/artikel/gefahr-im-badeseertrinkenach-wie-vor-grosses-risiko-auch-guteschwimmer-sind-betroffen/)

L26 Lösung: Quellenauswertung

Nummer	Quelle	Mögliche Rollen	Mögliches Urteil
1	Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege	Politikerin und Politiker, Verwaltungsbeamtin und Verwaltungsbeamter	Fundierte, wenn auch allgemeine Informationen; wenig Details
2	Südwestrundfunk	Besorgte/r und gut informierte/r Bürger/in	Zahlen und weitere Details; Primärquellen werden genannt
3	Helmholtz-Institut	Wissenschaftler/in, Gutachter/in	Dies ist selbst eine Primärquelle; sehr fundiert
4	Bild	Oberflächlich informierte/r Bürger/in	Primärquellen werden genannt, aber Kontext verzerrt
5	Hessisch-Niedersächsische Allgemeine	Journalist/in, Politiker/in	Informationen dicht gepackt mit einigen Details; weiter Überblick über verschiedene Aspekte
6	Informationszentrum für Landwirtschaft	Aktivist/in, Lobby-Vertreter/in	Zahlen suggerieren Belastbarkeit; es fehlen aber Primärquellen und Kontext
7	RTL	Unbeteiligte/r Bürger/in, möchte sich tiefergehend informieren	Oberflächlich und ohne Kontext; Primärquellen ebenfalls sehr knapp
8	Deutsche Familienversicherung	Lobby-Vertreter/in; Versicherungsverkäufer/in	Keine Primärquellen und klare Panikmache; mehr Werbung als Journalismus



M 27: Baggern für den Natur- und Klimaschutz?

Grundlegende Informationen

Moore entstanden nach der letzten Eiszeit vorwiegend in der norddeutschen Tiefebene und im Alpenvorland. Der Torfkörper eines Hochmoores gleicht einem nassen Schwamm, sodass absterbendes Pflanzenmaterial aufgrund des Sauerstoffmangels weitgehend konserviert wird. Das Hochmoor wächst etwa 1 mm/Jahr nach oben, der Kohlenstoff bleibt im Boden gebunden. Weltweit sind in Moorböden geschätzt 30 % des gesamten Kohlenstoffs gespeichert.

Bei der Entwässerung von Mooren verlieren viele seltene Tier- und Pflanzenarten ihren Lebensraum, darunter auch Eiszeitrelikte wie die Sonnentau-Arten, der Hochmoorgelbling oder die Kreuzotter. Der im Torf gespeicherte Kohlenstoff wird als Kohlenstoffdioxid frei. In Bayern beträgt der Anteil von entwässerten Moorböden an der Kohlenstoffdioxid-Gesamtemission 8 %, in Mecklenburg-Vorpommern 27 %.

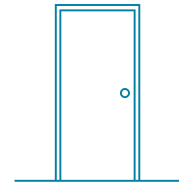
Diese Entwässerung zu stoppen bzw. Moore wieder zu vernässen ist somit eine sehr effektive Maßnahme des Klimaschutzes, die zusätzlich dem Erhalt der Biodiversität dient. Die Bayerische Staatsregierung fördert im Rahmen des KLIP 2020- beziehungsweise KLIP 2050-Programms seit 2008 die Renaturierung von Mooren. Mittlerweile sind dadurch über 115.000 Tonnen CO₂-Äquivalente eingespart worden.

Durchführung

Ausgehend von dem kognitiven Konflikt «Baggern für den Natur- und Klimaschutz?» können die SuS die materialgebundenen Aufgaben selbstständig bearbeiten. Alle für die Beantwortung notwendigen Fakten sind in den Materialien enthalten. Die Bearbeitung kann in einer regulären Schulstunde oder einer Vertretungsstunde erfolgen. Das Arbeitsblatt kann ebenso als Hausaufgabe, die über einen längeren Zeitraum gestellt wird, eingesetzt werden.

Zeitlich ist es vorteilhaft, die Bearbeitung mit der Unterrichtseinheit Ökosystem Gewässer zu verknüpfen. Andere Zeitpunkte im Schuljahr sind ebenfalls möglich – zum Beispiel als digitaler Unterricht.

Ort



Dauer

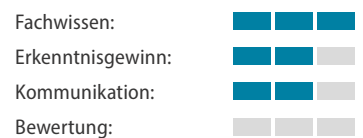


Gewässertyp

Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau



Materialien

- Arbeitsblatt S 27: Baggern für den Natur- und Klimaschutz

S27 Arbeitsblatt: Baggern für den Natur- und Klimaschutz?

Baggerarbeiten
im Inzeller Filz



Große Aufregung unter den Spaziergängern: In den Inzeller Filzen – einem typischen Hochmoor des nördlichen Alpenrandes – beginnen Bagger den Boden umzugraben. «Jetzt wird dieses wunderbare Fleckchen Erde auch noch kaputtgemacht», schimpft eine Urlauberin. Auf Nachfrage beim verantwortlichen Landschaftspflegeverband erfährt sie, dass die Baggerarbeiten dem Natur- und Klimaschutz dienen. Wie kann das sein?

Aufgaben:

1. Ein Moor ist kein Gewässer, aber ohne Wasser kein Moor. Beschreibe mithilfe von M1 die enge Abhängigkeit der Moore von Wasser.
2. In Hochmooren wurde Torf als Brennmaterial gewonnen, viele Niedermoore sind zu landwirtschaftlichen Flächen, zum Beispiel zu Äckern umgewandelt worden. In beiden Fällen wurden Gräben in die Moore gezogen, um sie zu entwässern. Erläutere mithilfe von Material 2 und 3, welche Auswirkungen die Entwässerung auf den Moorboden und die Freisetzung von Treibhausgasen hat.
3. Die Bayerische Staatsregierung fördert mithilfe von Steuergeldern die Renaturierung von Mooren. Dabei werden vorhandene Entwässerungsgräben in Mooren mit Baggern mit besonders breiten Ketten zugeschüttet. Beschreibe mithilfe Material 4 welche Auswirkungen eine gelungene Renaturierung für den Wassergehalt, für die Freisetzung von Treibhausgasen und für das Überleben bedrohter Tier- und Pflanzenarten haben.
4. Schreibe für die Schülerzeitung einen Artikel mit der Überschrift: «Natur- und Klimaschutz mit dem Bagger – warum die Wiedervernässung von Mooren dem Klima und bedrohten Tier- und Pflanzenarten nützt».

Material 1: Kleine Moorkunde

Moore sind nach der letzten Eiszeit vor etwa 12.000 Jahren in Regionen mit vielen Niederschlägen entstanden. Abschmelzende Gletscher bildeten Schmelzwasserseen, die durch abgestorbene Pflanzenreste und anderes Material langsam wieder aufgefüllt wurden. Sie verlandeten. Sauerstoffmangel unter Wasser verhinderte die Zersetzung der toten Pflanzen, es entstand Torf. In Niedermooren ist die Torfschicht weniger dick, die Pflanzen können Mineralien aus dem Grundwasser nutzen. In Hochmooren ist die Torfschicht so mächtig angewachsen, dass den Pflanzen nur das mineralienarme Regenwasser zur Verfügung steht. Deshalb sind Niedermoore oft sehr artenreich, in Hochmooren können wegen des Mineralienmangels nur Spezialisten überleben. Auch heute noch brauchen Moore hohe jährliche Niederschläge, um dauerhaft zu existieren.



Kreuzotter, Torfmoose
und Moosbeere

Typische Hochmoorbewohner: Heute sind in Bayern nur noch 5% der ursprünglich vorhandenen Moore erhalten. In ihnen leben viele bedrohte Tier- und Pflanzenarten. Moore sind deshalb sogenannte «Kernflächen» des Natur- und Artenschutzes. Werden Moore entwässert, verschwinden die typischen Tier- und Pflanzenarten.

Material 2:

Ein Moorboden ist natürlicherweise mit Wasser gesättigt wie ein vollgesogener Schwamm. Trocknet der Moorboden aus, füllen sich seine Poren mit Luft. Nun können im Torf Bakterien und Pilze überleben, die den Moorboden zum Beispiel mithilfe der Zellatmung abbauen. Dabei entstehen Kohlenstoffdioxid und andere Treibhausgase wie Lachgas und Methan. In Bayern stammen 8% aller Kohlenstoffdioxid-Emissionen aus trockengelegten Mooren.

In naturnahen, intakten Mooren dagegen bleibt der Torf konserviert, weil durch den hohen Wassergehalt zu wenig Sauerstoff für das Überleben der Bakterien und Pilze vorhanden ist.

Moore sind somit die größten Speicher für Kohlenstoffverbindungen: Sie binden flächenbezogen etwa sechsmal so viel wie Wald.

Material 3: Treibhauseffekt und Klimawandel

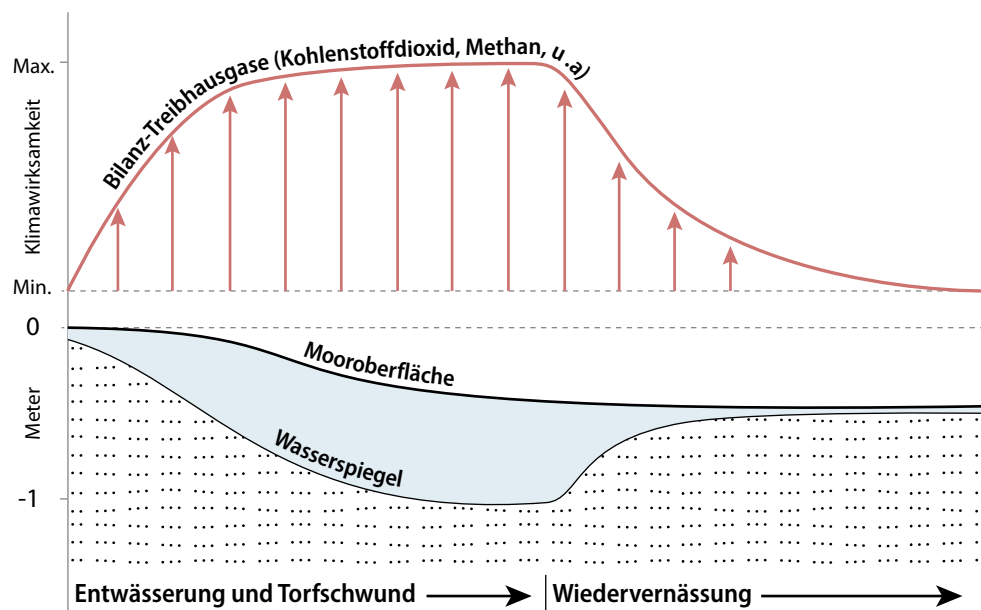
Der größte Teil der Sonnenstrahlen durchdringt die Erdatmosphäre und trifft auf die Erdoberfläche. Diese Strahlen werden von der Erde aufgenommen und als Wärmestrahlung wieder abgegeben. Manche Gase der Erdatmosphäre (Kohlenstoffdioxid, Methan u. a.) nehmen die Wärmestrahlung auf und verhindern so, dass sie zurück ins Weltall entweicht. Dadurch wird die Erdatmosphäre und die Erdoberfläche erwärmt: Ohne diesen natür-

lichen Treibhauseffekt wäre die Durchschnittstemperatur bei -21°C , mit ihm liegt sie bei $+14^{\circ}\text{C}$. Der natürliche Treibhauseffekt macht die Erde erst bewohnbar.

Der künstliche, also menschengemachte Treibhauseffekt dagegen bedroht das Leben auf der Erde: Seit Beginn der Industrialisierung ist die Konzentration von Kohlenstoffdioxid und weiterer Treibhausgasen in der Erdatmosphäre stark angestiegen. Ursache dafür sind insbesondere die Verbrennung von Kohle, Erdöl und -gas. Die Erhöhung der Konzentrationen von Treibhausgasen bewirkt, dass weniger Wärmestrahlung ins Weltall entweichen kann. Die Temperatur steigt, das Klima ändert sich mit gravierenden Auswirkungen auf alle Lebewesen.

Material 4: Auswirkungen von Entwässerung und Wiedervernässung (Renaturierung); aus: [Kompost nutzen, Moore schützen](#).

Auswirkungen von Entwässerung und Wiedervernässung



L27 Lösung: Baggern für den Natur- und Klimaschutz?

Aufgabe 1

Moore ...

- sind vielfach aus verlandeten Gewässern entstanden
- haben einen sehr nassen Boden
- verändern sich nach der Entwässerung stark: viele typische Bewohner verschwinden

Aufgabe 2

Die Entwässerung bewirkt, dass ...

- der Boden trocken fällt
- der Torf von Bakterien und anderen Lebewesen abgebaut wird und so vermehrt Kohlenstoffdioxid freigesetzt wird
- durch die steigende Kohlenstoffdioxidmenge in der Luft die Wärmeabgabe der Erde ins Weltall behindert wird
- sich dadurch die Erde weiter erwärmt (Stichwort Klimawandel), mit gefährlichen Auswirkungen für Pflanzen, Tiere und Menschen.

Aufgabe 3

Durch die Renaturierung ...

- steigt der Wasserstand wieder bis knapp unter die Oberfläche an (Wiedervernässung)
- sinkt die Abgabe von Kohlenstoffdioxid und anderen klimarelevanten Gasen
- wird die Erwärmung der Erde gebremst
- bleibt der Lebensraum für seltene Tier- und Pflanzenarten erhalten bzw. wird wiederhergestellt

Aufgabe 4:

Frei formulierter Text, der wesentliche Inhalte von Antwort 1 bis 3 zusammenfasst.

M 28: Wasserkraft – ein ökologisches Dilemma

Grundlegende Informationen

In einigen Fällen ergeben sich innerhalb des Themenbereiches Klima- und Naturschutz Konfliktfelder durch widerstrebende Interessen. So kann es zum Beispiel aus Sicht des Klimaschutzes nützlich sein, auf Wasserkraft als regenerative Energieressource zu setzen, die keine Treibhausgasemissionen verursacht. Die hierfür notwendigen Wasserkraftwerke stellen aber einen großen Eingriff in das Landschaftsbild dar, da sie Fließgewässer aufstauen und dadurch die Gewässerökologie und auch die Landschaft nachhaltig verändern. In vielen Fällen müssen die Entscheidungsträger vor dem Bau einer solchen Anlage ganz genau abwägen, welcher Wert ihnen bei ihrer Entscheidung am wichtigsten ist. Gleichzeitig stehen sie dabei oft in einem emotional aufgeladenen Spannungsfeld zwischen ökonomischen Zwängen, aber auch sich zum Teil widersprechenden ökologischen Interessen.

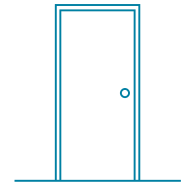
Anhand dieses Beispiels lassen sich Unterrichtsmaterialien aus dem Kompetenzbereich «Bewerten» konstruieren, die aufzeigen, dass eine bewusste Entscheidung nur durch das Abwägen der Folgen menschlichen Handelns getroffen werden sollte. Der Jahrgangsstufe und den Anforderungen des LehrplanPLUS entsprechend, sollen die SuS mit diesem Modul lernen, ihnen vorliegende Quellen nach vorgegebenen Kriterien einzuschätzen und für ihre Entscheidung heranzuziehen. Dabei ist es von zentraler Bedeutung, die Verlässlichkeit der Quelle zu prüfen und zwischen beschreibenden und bewertenden Aussagen zu unterscheiden.

Durchführung

Anhand eines fiktiven Fallbeispiels sollen die Lernenden der Klasse am Ende der Unterrichtseinheit eine Entscheidung treffen, ob sie sich für oder gegen den Bau eines Wasserkraftwerkes entscheiden würden. Um diese Entscheidung faktenbasiert und werteorientiert treffen zu können, ist das Ziel der vorangehenden Unterrichtseinheit, die Lernenden mit Informationen zu versorgen.

Nach einer einführenden Information durch die Lehrkraft nutzen die SuS unterschiedliche Quellentypen, um sich ihre Meinung zu bilden. Anhand von ausgewählten Bildern erfahren die Kinder an sich selbst, dass Bilder Botschaften transportieren und machen sich diese neu erworbene Fertigkeit aus dem Kompetenzbereich «Kommunikation» zunutze, um sie für ihr Anliegen einzusetzen. Im Anschluss analysieren die SuS Diagramme, die auf der gleichen Datengrundlage beruhen, um zu erkennen, dass diese eine völlig andere Aussage haben können. Schließlich wiederholen sie die bereits in der Jahrgangsstufe 5 angebahnte Fertigkeit, zwischen beschreibenden und bewertenden Aussagen zu unterscheiden.

Ort



Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Materialien

- Arbeitsblatt S 28: Naturschutz versus Klimaschutz

Nach einer Sicherungsphase im Unterrichtsgespräch finden sich die Kinder in Kleingruppen zusammen, die entweder aus Befürwortern oder Gegnern des Wasserkraftwerks bestehen. Um die vielen Meinungen und Ideen zu bündeln, bereiten sowohl die Gegner als auch Befürworter ein Statement vor, das die jeweils anderen umstimmen soll. Danach wird in geheimer Wahl (zum Beispiel mit Mentimeter oder aber Wahlzetteln auf Papier) abgestimmt, ob das Kraftwerk genehmigt werden soll oder nicht. Eine gemeinsame Reflexion, wie der Prozess der Meinungsbildung in der Klasse vonstatten ging und welche Argumente besonders wirkungsvoll waren, rundet die Unterrichtseinheit ab.

S28 Arbeitsblatt: Naturschutz versus Klimaschutz

In den bayerischen Alpen sollen neue Wasserkraftwerke zur Stromerzeugung gebaut werden. Dazu müssen Gebirgsflüsse aufgestaut und ihr Wasser über Turbinen geleitet werden. Dabei entsteht elektrischer Strom ohne die Freisetzung von Treibhausgasen, die zu einem Anstieg der weltweiten Temperaturen führen. Dies wäre ein Beitrag zum Klimaschutz. Gleichzeitig ist dies ein Eingriff in den Flusslauf und das Landschaftsbild, der dazu führt, dass viele Lebewesen diesen Gewässerabschnitt nicht mehr bewohnen können, weil zum Beispiel der Flussabschnitt nicht mehr für Wasserbewohner durchgängig ist. Dies spricht gegen das Prinzip des Artenschutzes.

Es gibt also unterschiedliche Positionen, die entweder für oder gegen den Bau eines Wasserkraftwerks sprechen. Wie würdest du entscheiden? Das ist gar nicht so einfach. Doch bevor du dich entscheidest, solltest du folgende Aufgaben lösen.

Aufgaben

1. Markiere in dem Text das Argument, das für den Bau des Wasserkraftwerks spricht, mit blauer und jenes, das dagegen spricht mit grüner Farbe.
2. Bei einer weiteren Recherche stößt du auf folgende Bilder:



<https://pixabay.com/de/photos/staumauer-talschlüß-berge-2556767> (CCo)



<https://pixabay.com/de/photos/maltatal-malta-stausee-kraftwerk-578207> (CCo)



<https://pixabay.com/de/photos/bergfluss-bergwiese-berge-fluss-3713832> (CCo)



<https://pixabay.com/de/photos/kirchturm-kirche-see-unterwasser-878> (CCo)

- 2.1 Betrachte folgende vier Bilder und überlege für jedes einzelne, ob du es in einer Werbekampagne für oder gegen den Bau des Wasserkraftwerks einsetzen würdest. Stimmt in der Klasse darüber ab.
- 2.2 Suche im Internet nach einem weiteren Bild, das ihr in einer Werbekampagne für bzw. gegen den Bau des Wasserkraftwerks einsetzen würdet.
3. Neben Bildern kann man auch Diagramme nutzen, um an Informationen zu kommen. Folgende zwei Darstellungen zeigen ein und denselben Sachverhaltes laut Angaben der Bundesnetzagentur:

Diagramm 1:

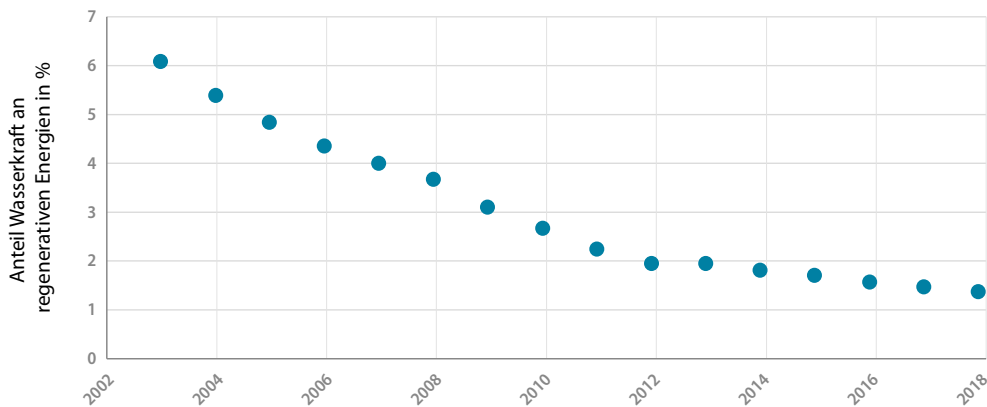
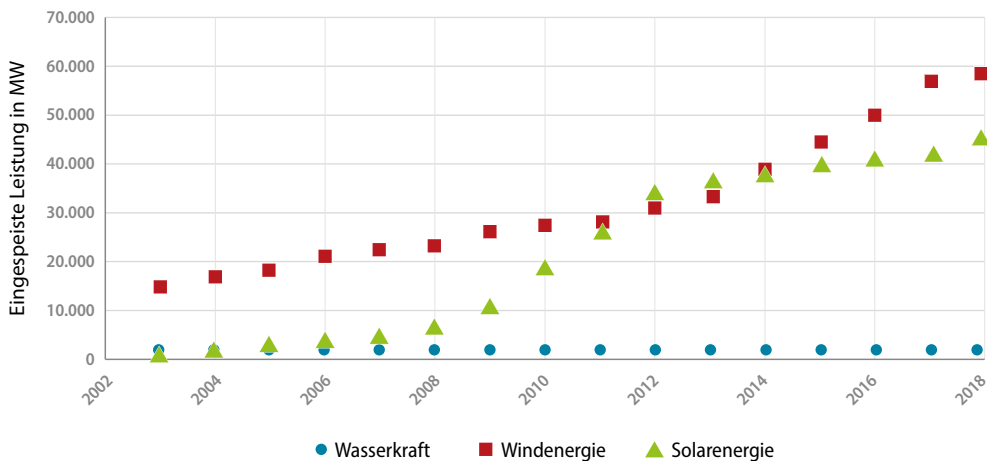


Diagramm 2:



- 3.1 Formuliere für beide Diagramme die Kernaussage in jeweils einem Satz!
- 3.2 Gib an, welche Absicht der Ersteller des jeweiligen Diagramms hatte. Beschreibe, woran du dies erkannt hast.

4. Außerdem wird eure Entscheidung bestimmt auch durch die Meinung anderer Menschen beeinflusst. Das könnten entweder wissenschaftliche Experten oder Lobbyisten sein. Der Unterschied zwischen diesen Personen ist ihre Aufgabe. Experten versuchen, Sachverhalte neutral darzustellen, während Lobbyisten Entscheidungsträger von ihrer eigenen Position überzeugen wollen, weil sie von den entsprechenden Interessenvertretungen bezahlt werden.

Aussage	Experte/ Expertin, Lobbyist/in	Befürworter/ Befürworterin, Gegner/in
Um die Klimaziele Deutschlands bis zum Jahr 2050 zu erreichen, ist ein Ausbau der erneuerbaren Energien (zum Beispiel der Wasserkraft) notwendig.		
Für viele Fische und zahlreiche andere Tierarten würde der Bau eines Wasserkraftwerks den Verlust ihres Lebensraums bedeuten.		
Wenn wir die Klimakrise noch stoppen wollen, bevor katastrophale Kipppunkte eintreten, müssen wir jetzt, und zwar so schnell wie möglich, regenerative Energien fördern.		
Gebirgsflüsse sind die letzten Lebensräume für eine Fülle an bedrohten Lebewesen, die durch so einen massiven Eingriff wie ein Wasserkraftwerk für immer verschwinden.		
Wasserkraft ist ein unabdingbares Element regenerativer Energiegewinnung. Nur Wasserkraft liefert unabhängig von Wind und Sonne dauerhaft Energie.		

- 4.1 Kennzeichne alle Aussagen, die von einem Experten stammen mit einem «E» alle die von einem Lobbyisten stammen mit einem «L».
- 4.2 Gib an, ob es sich dabei um einen Befürworter («B») oder Gegner («G») des Wasserkraftwerks handelt.
5. Versetzt euch in die Lage der politisch Verantwortlichen in einem Parlament, das den Bau des Kraftwerks diskutieren soll. Ihr müsst euch dann entweder für oder gegen das Wasserkraftwerk entscheiden.
- 5.1 Finde Gleichgesinnte, die derselben Meinung sind wie du und bereite ein kurzes Statement vor, dass eure «Gegner» umstimmen soll. Tragt euer Statement in der Klasse vor.
- 5.2 Stimmt in geheimer Wahl in der Klasse darüber ab, ob der Bau des Kraftwerks genehmigt werden soll oder nicht.

M 29: Am Gewässer spielen

Grundlegende Informationen

Die Sinne schärfen, Neues entdecken, Begeisterung wecken und jedem Kind einen persönlichen emotionalen Zugang zum Lebensraum Gewässer ermöglichen sind anspruchsvolle Ziele, aber auch eine wichtige Basis für einen daraus resultierenden verantwortungsbewussten Umgang für diese vom Menschen meist genutzten Lebensräume. Eine Exkursion ans Gewässer ermöglicht einen erlebnispädagogischen Zugang zur Natur, welcher im Klassenunterricht in dieser Form nicht möglich ist.

Joseph Cornell, einer der renommiertesten Naturpädagogen, formuliert in seinem Buch «Mit Cornell die Natur erleben» (CORNELL 2006) fünf Grundsätze, wie man Kinder begeistert:

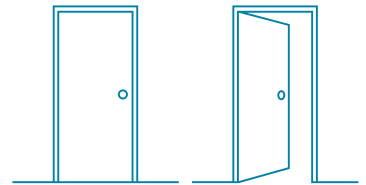
- Lehre weniger und teile mehr von deinen Gefühlen mit.
- Sei aufnahmefähig.
- Sorge gleich zu Anfang für Konzentration.
- Erst schauen und erfahren – dann sprechen.
- Das ganze Erlebnis soll von Freude erfüllt sein.

Die folgenden Aktionen greifen knapp einige Spiele aus dem Buch von CORNELL (2006) heraus, die geeignet sind, die im LehrplanPLUS formulierten Gegenstandsbereiche und prozessbezogenen Kompetenzen zu fördern und die Exkursion darüber hinaus spielerisch zu einem eindrücklichen Erlebnis werden zu lassen. Für eine ausführlichere Darstellung des naturpädagogischen Ansatzes von Joseph Cornell, detailliertere Spielbeschreibungen und noch viele weitere spielerische Möglichkeiten sei die Lektüre des Buches von CORNELL (2006) empfohlen.

Die Benennung der Spiele erfolgt mit den originalen Namen aus CORNELL (2006), um dem interessierten Leser einen einfachen Weg zum ausführlichen Original zu ermöglichen. Es wurde darauf geachtet, die Spiele in den Vordergrund zu rücken, die in der Handreichung «Grünland entdecken» (STMUK & STMUV 2019) noch nicht besprochen wurden. Auch in dieser Handreichung finden sich viele weitere, auch für das Ökosystem Gewässer geeignete Anregungen.

Neben den Spielen, die eher die Konzentration auf das Thema und die Ruhe fördern, finden sich in der Grünland-Handreichung auch Bewegungsspiele. Diese kommen dem natürlichen Bewegungsdrang der SuS entgegen und dienen der Wiederholung von bereits Gelerntem. Zu jedem

Ort



Dauer



Gewässertyp



Vorbereitungsaufwand



Kompetenzen und Anforderungsniveau

Fachwissen:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erkenntnisgewinn:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommunikation:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Spiel werden im Abschnitt «Grundlegende Informationen» stichwortartig Angaben zur Didaktik, zur pädagogischen Bedeutung und zu den Lernzielen angegeben. Zudem werden für jede Aktivität mögliche Sozialformen vorgeschlagen.

L 29.1 Nasenspiel

Durchführung

Anhand von Hinweisen, die von der Spielleitung gegeben werden, werden bei diesem Spiel Lebewesen erraten. Diese Hinweise werden von «allgemein» nach «speziell» geordnet (vgl. die beiden unten aufgeführten Beispiele).

Sobald ein Mitspieler oder eine Mitspielerin eine Vermutung hat, legt er/sie seinen/ihren Zeigefinger auf die Nase, um der Spielleitung und den Mitspielenden anzuzeigen, dass er/sie eine Vermutung hat. Aber er/sie gibt seine/ihre Lösung nicht preis. Wenn der nächste Hinweis nicht zu dem Lebewesen passt, kann er/sie den Finger wieder von der Nase nehmen. Die Spielleitung entscheidet, wann sie einen der Mitspielenden auffordert, die vielleicht richtige Lösung zu nennen.

Grundlegende Information

- Informationen strukturieren
- Lebewesen klassifizieren, bestimmen
- Gelerntes wiederholen und absichern
- Soziales Lernen: gutes Zuhören
- Gruppentätigkeit

Material

- vorbereitete Hinweiskarten

Aufgabe

Ich gebe euch acht Hinweise zu einem Lebewesen (Pflanzen und Tiere!), dass wir im oder am Gewässer gefunden haben. Wenn Ihr meint, zu wissen, welches Lebewesen ich beschreibe, dann legt schnell euren Zeigefinger auf die Nase, verrätet eure Vermutung aber nicht! Überlegt euch gut, ob auch die folgenden Hinweise zu eurem Lebewesen passen. Wenn nicht, dann könnt ihr ja heimlich, still und leise den Finger wieder wegnehmen von der Nase!

Beispielhafte Hinweisliste

Beispiel 1	Beispiel 2
In meiner Jugend konnte ich mich nur sehr langsam bewegen, jetzt sehr schnell.	Ich bin in einer Erdhöhle aufgewachsen.
Gewöhnlich jage ich in der Nähe von Gewässern.	Ich jage meine Beute im Gewässer.
Ich erbeute fliegende Insekten.	Ich fresse meistens kleine Fische, aber auch Insektenlarven.
Meine Jugend habe ich im Wasser verbracht, jetzt lebe ich nicht mehr im Wasser	Ich habe keine Zähne.
Ich habe viele farbenprächtige Verwandte.	Ich bin in Mitteleuropa einer der farbenprächtigsten Vertreter meiner Klasse.
Ich bin thermokonform und trage ein Außenskelett.	Ich bin ein Thermoregulator und kann in Bayern ganzjährig beobachtet werden.
Ich habe sechs Beine und sehr große Augen.	Ich habe nur zwei Beine ... [Pause] ... aber auch zwei Flügel.
Meine vier Flügel kann ich unabhängig voneinander bewegen.	Beim Jagen lauere ich auf einer Sitzwarte und tauche dann blitzschnell ins Wasser.
Libelle	Eisvogel

L29.2 Netz knüpfen

Grundlegende Information

- Zusammenhänge verdeutlichen
- Ökologische Systemzusammenhänge veranschaulichen
- Wiederholung und Vertiefung
- Gruppentätigkeit

Material

- Maurerschnur oder Wolle

Durchführung

Die SuS bilden einen Kreis. Die Lehrkraft steht außerhalb, hat ein Knäuel Schnur in der Hand und stellt Fragen zu biotischen und abiotischen Faktoren im Ökosystem entsprechend der thematischen Behandlung in Unterricht und Exkursion. Das Kind, das richtig antwortet, bekommt die Schnur.

Beispielhafter Gesprächsbeginn:

Lehrkraft	SuS
Nenne einen Produzenten im Gewässer.	Algen
Nenne einen abiotischen Faktor, der das Wachstum der Algen beeinflusst.	Sichttiefe / Trübung
Nenne weitere Lebewesen, die von dem genannten Faktor beeinflusst werden.	Wasserpflanzen
Nenne Lebewesen, die sich von Wasserpflanzen ernähren.	Schlammschnecke
usw.	

Auf diese Weise werden im Lauf des Frage-Antwort-Spieles alle SuS miteinander verbunden und die vielfältige Vernetzung des Ökosystems wird sichtbar. Durch geschickte Gesprächsführung sind auch Rückverknüpfungen zu bereits genannten Komponenten möglich und manche SuS haben dann die Schnur mehrfach in der Hand.

Beeindruckend ist es nach dem Knüpfen des Netzes, spielerisch einzelne Faktoren oder Populationen zu verändern. Hierzu lässt die Lehrkraft beispielsweise die oben genannte Schlammschnecke aussterben und das Kind, das für die Schlammschnecke steht, zieht ruckartig an der Schnur in seiner Hand. Eindrücklich spüren alle verbundenen Kinder den Ruck. Nun ziehen auch diese wieder ruckartig an ihrer Schnur. Schnell merken alle SuS, wie die Änderungen einzelner Teile des Ökosystems auch wirklich das ganze Ökosystem beeinflussen.

L 29.3 Natur-Bingo (Gewässer-Bingo)

Durchführung

Gespielt wird nach den klassischen Bingo-Regeln.

- Alle Mitspielenden suchen sich 15 bis 20 kleine Spielsteine.
- Alle Mitspielenden erhalten eine der randomisierten Spielkarten.
- Der «Rufende» liest eine zufällig ausgewählte Bingo-Karte vor. Dabei nennt er deutlich die Kategorie und den zugehörigen Fachbegriff.
- Alle Mitspielenden, die diese Kombination auf ihrer Spielkarte finden, markieren diese mit ihrem Spielstein. Der Rufende legt die vorgelesene Bingo-Karte zur Kontrolle auf seine Übersichtskarte.
- Sobald jemand fünf Spielsteine in einer waagerechten, senkrechten oder diagonalen Reihe ablegen konnte, ruft er/sie laut «BINGO» und gewinnt, wenn die Überprüfung durch den Rufenden erfolgreich war.

Tipps:

- Interessante, spannende, lustige oder auch geheime Gewinne (zum Beispiel versteckt unter einem Sichtschutz) erhöhen die Motivation und die Spannung.
- Weitere Spielkarten lassen sich randomisiert über verschiedenste Internetanbieter kostenfrei erzeugen.

Aufgaben

1. Sucht euch 15 bis 20 Spielsteine, die in die Felder eurer Spielkarte passen.
2. Sobald der Rufende eine Kombination aus Kategorie und Fachbegriff vorgelesen hat, überprüft ihr, ob diese Kombination auf eurer Karte vorhanden ist und markiert diese dann gegebenenfalls mit einem Spielstein.
3. Wenn ihr auf eurer Karte fünf Steine in einer Reihe liegen habt, ruft ihr laut BINGO! Es spielt dabei keine Rolle, ob die Reihe waagerecht, senkrecht oder diagonal angeordnet ist. In der Mitte eurer Spielkarte ist ein «Frei»-Feld, das ihr jederzeit mit einem Spielstein belegen könnt, wenn ihr es braucht.

Grundlegende Information

- Wiederholung und Vertiefung
- Gruppentätigkeit
- Auch im Klassenzimmer möglich

Material

- 1 Übersichtskarte für den «Rufenden»
 Tipp: Beim Kopieren auf A3 (141 %) vergrößern
- 75 Bingo-Karten für den «Rufenden»
 Tipp: Kopieren und ausschneiden, nach Belieben laminieren.
- Je Spieler/in eine Spielkarte
 Tipp: Beim Kopieren soweit vergrößern, dass zwei Spielkarten eine DIN-A4-Seite ausfüllen (A4 auf A2 entspricht 200 %), zuschneiden und falls gewünscht, einzeln laminieren.
- 15 bis 20 Spielsteine für alle Spielenden (Lassen Sie die Kinder kleine Gegenstände suchen: Kieselsteine, Blätter, kleine Beeren, Papierschnipsel)

Gewässer-Bingo: Übersichtskarte für den «Rufenden»

Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässertypen	Nutzen und Gefahren
Grünalge	Wimperntierchen	Wassertemperatur	Rinnsal	Trinkwasser
Kieselalge	Rädertierchen	Fließgeschwindigkeit	Bach	Bewässerung
Panzergeißelalge	Hüpferting	Sichttiefe	Fluss	Biodiversität
Armleuchteralge	Blattfußkrebs	Konkurrenz	Strom	Nahrungsmittel
Quellmoos	Eintagsfliege	Symbiose	Kanal	Treibhausgase
Starknervmoos	Wasserläufer	Räuber	Pfütze	Erholung
Laichkraut	Grasfrosch	Beute	Tümpel	Sport
Wasserhahnenfuß	Teichmolch	Neophyt	Weiher	Lebensraum
Tausendblatt	Koppe	Neozoon	See	Wasserreinigung
Teichrose	Huchen	Lebensraum	Moorsee	Begradigung
Seerose	Nase	Biotop	Teich	Verbauung
Pfeilkraut	Wasseramsel	Lebensgemeinschaft	Himmelsteich	Schiffverkehr
Rohrkolben	Eisvogel	Biozönose	Stausee	Düngebelastung
Blutweiderich	Kormoran	Nahrungskette	Regentonne	Schadstoffanreicherung
Mädesüß	Reiherente	Nahrungsnetz	Fließquelle	Trockenlegung

Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässertypen	Nutzen und Gefahren
Grünalge	Wimperntierchen	Wassertemperatur	Rinnsal	Trinkwasser
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässertypen	Nutzen und Gefahren
Kieselalge	Rädertierchen	Fließgeschwindigkeit	Bach	Bewässerung
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässertypen	Nutzen und Gefahren
Panzergeißelalge	Hüpferring	Sichttiefe	Fluss	Biodiversität
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässertypen	Nutzen und Gefahren
Armleuchteralge	Blattfußkrebs	Konkurrenz	Strom	Nahrungsmittel
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässertypen	Nutzen und Gefahren
Quellmoos	Eintagsfliege	Symbiose	Kanal	Treibhausgase
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässertypen	Nutzen und Gefahren
Starknervmoos	Wassersläufer	Räuber	Pfütze	Erholung
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässertypen	Nutzen und Gefahren
Laichkraut	Grasfrosch	Beute	Tümpel	Sport
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässertypen	Nutzen und Gefahren
Wasserhahnenfuß	Teichmolch	Neophyt	Weiher	Lebensraum
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässertypen	Nutzen und Gefahren
Tausendblatt	Koppe	Neozoon	See	Wasserreinigung
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässertypen	Nutzen und Gefahren
Teichrose	Huchen	Lebensraum	Moorsee	Begradigung
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässertypen	Nutzen und Gefahren
Seerose	Nase	Biotop	Teich	Verbauung
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässertypen	Nutzen und Gefahren
Pfeilkraut	Wasseramsel	Lebensgemeinschaft	Himmelsteich	Schiffverkehr
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässertypen	Nutzen und Gefahren
Rohrkolben	Eisvogel	Biozönose	Stausee	Düngebelastung
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässertypen	Nutzen und Gefahren
Blutweiderich	Kormoran	Nahrungskette	Regentonnen	Schadstoffanreicherung
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässertypen	Nutzen und Gefahren
Mädesüß	Reiherente	Nahrungsnetz	Fließquelle	Trockenlegung

Gewässer-Bingo: Spielkarten 01 bis 08 für die Mitspielenden

Gewässer-Bingo (Spielkarte 01)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Blutweiderich	Reiherente	Biotop	Weiher	Schadstoff-anreicherung
Armleuchteralge	Eisvogel	Symbiose	Himmelsteich	Lebensraum
Teichrose	Teichmolch		Rinnsal	Trockenlegung
Wasserhahnen-fuß	Wimperntier-chen	Biozönose	Fluss	Begradigung
Pfeilkraut	Wasseramsel	Neozoon	Teich	Erholung

Gewässer-Bingo (Spielkarte 02)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Mädesüß	Nase	Neophyt	Regentonne	Lebensraum
Rohrkolben	Eintagsfliege	Lebensgemein-schaft	Weiher	Bewässerung
Wasserhahnen-fuß	Blattfußkrebs		Fließquelle	Verbauung
Grünalge	Eisvogel	Sichttiefe	Moorsee	Begradigung
Pfeilkraut	Koppe	Biotop	Pfütze	Treibhausgase

Gewässer-Bingo (Spielkarte 03)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Seerose	Teichmolch	Nahrungskette	Weiher	Wasser-reinigung
Quellmoos	Wasseramsel	Neophyt	Bach	Treibhausgase
Armleuchteralge	Wimperntier-chen		Teich	Biodiversität
Rohrkolben	Hüpferring	Lebensraum	Moorsee	Trinkwasser
Tausendblatt	Nase	Räuber	Kanal	Schadstoff-anreicherung

Gewässer-Bingo (Spielkarte 04)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Wasserhahnen-fuß	Kormoran	Neophyt	See	Schadstoff-anreicherung
Pfeilkraut	Teichmolch	Fließ-geschwindigkeit	Kanal	Begradigung
Grünalge	Reiherente		Fluss	Lebensraum
Panzergeißel-alge	Huchen	Lebensraum	Rinnsal	Schiffverkehr
Seerose	Wasserläufer	Symbiose	Regentonne	Sport

Gewässer-Bingo (Spielkarte 05)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Blutweiderich	Teichmolch	Neozoon	Regentonne	Biodiversität
Wasserhahnen-fuß	Rädertierchen	Symbiose	Moorsee	Trinkwasser
Mädesüß	Nase		Weiher	Verbauung
Teichrose	Huchen	Wasser-temperatur	Himmelsteich	Nahrungsmittel
Starknervmoos	Eintagsfliege	Nahrungskette	Tümpel	Lebensraum

Gewässer-Bingo (Spielkarte 06)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Wasserhahnen-fuß	Koppe	Nahrungskette	Fluss	Trockenlegung
Kieselalge	Eintagsfliege	Lebensraum	Rinnsal	Wasser-reinigung
Seerose	Hüpferring		Teich	Erholung
Teichrose	Wimperntier-chen	Lebensgemein-schaft	Strom	Verbauung
Quellmoos	Kormoran	Beute	Weiher	Treibhausgase

Gewässer-Bingo (Spielkarte 07)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Tausendblatt	Kormoran	Sichttiefe	Fließquelle	Begradigung
Quellmoos	Huchen	Wasser-temperatur	See	Verbauung
Panzergeißel-alge	Teichmolch		Pfütze	Sport
Grünalge	Wasseramsel	Konkurrenz	Teich	Treibhausgase
Blutweiderich	Grasfrosch	Neophyt	Kanal	Trinkwasser

Gewässer-Bingo (Spielkarte 08)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Blutweiderich	Hüpferring	Nahrungsnetz	Moorsee	Treibhausgase
Teichrose	Wimperntier-chen	Neozoon	Teich	Wasser-reinigung
Wasserhahnen-fuß	Nase		Tümpel	Nahrungsmittel
Pfeilkraut	Blattfußkrebs	Biotop	Kanal	Trinkwasser
Laichkraut	Teichmolch	Symbiose	Rinnsal	Dünge-belastung

Gewässer-Bingo: Spielkarten 09 bis 16 für die Mitspielenden

Gewässer-Bingo (Spielkarte 09)					Gewässer-Bingo (Spielkarte 10)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren	Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Panzergeißel-alge	Reiherente	Lebensraum	Kanal	Dünge-belastung	Mädesüß	Huchen	Symbiose	Stausee	Wasser-reinigung
Grünalge	Koppe	Biotop	See	Schiffverkehr	Tausendblatt	Nase	Neozoon	Himmelsteich	Lebensraum
Seerose	Wasserläufer		Strom	Verbauung	Starknervmoos	Grasfrosch		Teich	Biodiversität
Armleuchteralge	Nase	Symbiose	Rinnsal	Biodiversität	Seerose	Eintagsfliege	Wasser-temperatur	Fluss	Erholung
Wasserhahnen-fuß	Eintagsfliege	Wasser-temperatur	Stausee	Bewässerung	Quellmoos	Wimperntier-chen	Biozönose	Bach	Bewässerung
Gewässer-Bingo (Spielkarte 11)					Gewässer-Bingo (Spielkarte 12)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren	Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Teichrose	Eintagsfliege	Biozönose	See	Schiffverkehr	Quellmoos	Eisvogel	Neozoon	Himmelsteich	Erholung
Seerose	Koppe	Lebensgemein-schaft	Weiher	Begradigung	Tausendblatt	Wasseramsel	Neophyt	Moorsee	Nahrungsmittel
Laichkraut	Blattfußkrebs		Fluss	Nahrungsmittel	Armleuchteralge	Nase		Strom	Lebensraum
Quellmoos	Wimperntier-chen	Sichttiefe	Pfütze	Trinkwasser	Grünalge	Hüpfertling	Räuber	Rinnsal	Biodiversität
Grünalge	Eisvogel	Fließ-geschwindigkeit	Bach	Sport	Rohrkolben	Rädertierchen	Fließ-geschwindigkeit	Tümpel	Treibhausgase
Gewässer-Bingo (Spielkarte 13)					Gewässer-Bingo (Spielkarte 14)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren	Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Rohrkolben	Koppe	Lebensgemein-schaft	Pfütze	Sport	Tausendblatt	Wasseramsel	Räuber	Tümpel	Bewässerung
Pfeilkraut	Teichmolch	Lebensraum	Strom	Bewässerung	Wasserhahnen-fuß	Huchen	Konkurrenz	Bach	Nahrungsmittel
Seerose	Hüpfertling		Weiher	Nahrungsmittel	Panzergeißel-alge	Blattfußkrebs		Strom	Lebensraum
Panzergeißel-alge	Wasserläufer	Wasser-temperatur	Fluss	Schiffverkehr	Starknervmoos	Wimperntier-chen	Sichttiefe	Himmelsteich	Erholung
Kieselalge	Rädertierchen	Beute	Kanal	Schadstoff-anreicherung	Kieselalge	Grasfrosch	Symbiose	Regentonne	Sport
Gewässer-Bingo (Spielkarte 15)					Gewässer-Bingo (Spielkarte 16)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren	Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Pfeilkraut	Wasserläufer	Beute	Bach	Biodiversität	Starknervmoos	Grasfrosch	Fließ-geschwindigkeit	Fluss	Begradigung
Teichrose	Blattfußkrebs	Fließ-geschwindigkeit	Strom	Trockenlegung	Armleuchteralge	Rädertierchen	Konkurrenz	Fließquelle	Treibhausgase
Armleuchteralge	Teichmolch		Weiher	Dünge-belastung	Wasserhahnen-fuß	Blattfußkrebs		Stausee	Erholung
Grünalge	Hüpfertling	Lebensgemein-schaft	Pfütze	Trinkwasser	Panzergeißel-alge	Wasseramsel	Räuber	Rinnsal	Bewässerung
Laichkraut	Eintagsfliege	Nahrungskette	Tümpel	Lebensraum	Quellmoos	Kormoran	Beute	Weiher	Nahrungsmittel

Gewässer-Bingo: Spielkarten 17 bis 24 für die Mitspielenden

Gewässer-Bingo (Spielkarte 17)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Laichkraut	Rädertierchen	Sichttiefe	Moorsee	Wasser-reinigung
Kieselalge	Blattfußkreb	Nahrungsnetz	Kanal	Verbauung
Armleuchteralge	Teichmolch		Pfütze	Schadstoff-anreicherung
Pfeilkraut	Wasserläufer	Wasser-temperatur	Bach	Schiffverkehr
Blutweiderich	Grasfrosch	Neophyt	Strom	Sport

Gewässer-Bingo (Spielkarte 18)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Kieselalge	Hüpferting	Lebensraum	See	Sport
Armleuchteralge	Reiherente	Symbiose	Teich	Trockenlegung
Wasserhahnen-fuß	Eisvogel		Regentonne	Lebensraum
Starknervmoos	Wimperntier-chen	Fließ-geschwindigkeit	Himmelsteich	Erholung
Laichkraut	Teichmolch	Konkurrenz	Tümpel	Schadstoff-anreicherung

Gewässer-Bingo (Spielkarte 19)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Panzergeißel-alge	Huchen	Neozoon	Tümpel	Dünge-belastung
Mädesüß	Eintagsfliege	Biotop	Fließquelle	Biodiversität
Rohrkolben	Wasserläufer		Weiher	Bewässerung
Grünalge	Rädertierchen	Lebensgemein-schaft	Pfütze	Erholung
Wasserhahnen-fuß	Blattfußkreb	Beute	Regentonne	Trockenlegung

Gewässer-Bingo (Spielkarte 20)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Teichrose	Koppe	Beute	Stausee	Bewässerung
Quellmoos	Nase	Nahrungsnetz	Fluss	Begradigung
Starknervmoos	Kormoran		Bach	Erholung
Kieselalge	Wasseramsel	Räuber	Pfütze	Nahrungsmittel
Armleuchteralge	Grasfrosch	Nahrungskette	Fließquelle	Trinkwasser

Gewässer-Bingo (Spielkarte 21)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Tausendblatt	Grasfrosch	Biozönose	Bach	Sport
Seerose	Reiherente	Sichttiefe	Moorsee	Bewässerung
Blutweiderich	Teichmolch		Pfütze	Dünge-belastung
Pfeilkraut	Wasserläufer	Räuber	Strom	Lebensraum
Laichkraut	Kormoran	Nahrungsnetz	Rinnsal	Erholung

Gewässer-Bingo (Spielkarte 22)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Laichkraut	Eisvogel	Fließ-geschwindigkeit	Tümpel	Erholung
Mädesüß	Hüpferting	Lebensraum	Bach	Wasser-reinigung
Wasserhahnen-fuß	Rädertierchen		Stausee	Biodiversität
Starknervmoos	Wasserläufer	Konkurrenz	Weiher	Trockenlegung
Blutweiderich	Reiherente	Wasser-temperatur	Pfütze	Schadstoff-anreicherung

Gewässer-Bingo (Spielkarte 23)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Rohrkolben	Rädertierchen	Beute	Pfütze	Sport
Panzergeißel-alge	Huchen	Fließ-geschwindigkeit	See	Erholung
Kieselalge	Wasserläufer		Fluss	Biodiversität
Starknervmoos	Blattfußkreb	Neophyt	Fließquelle	Verbauung
Mädesüß	Wimperntier-chen	Räuber	Regentonne	Begradigung

Gewässer-Bingo (Spielkarte 24)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Kieselalge	Grasfrosch	Räuber	Tümpel	Dünge-belastung
Teichrose	Rädertierchen	Neozoon	Pfütze	Schiffverkehr
Starknervmoos	Eisvogel		Fluss	Bewässerung
Armleuchteralge	Teichmolch	Nahrungsnetz	Teich	Schadstoff-anreicherung
Grünalge	Wasserläufer	Nahrungskette	Moorsee	Lebensraum

Gewässer-Bingo: Spielkarten 25 bis 30 für die Mitspielenden

Gewässer-Bingo (Spielkarte 25)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Laichkraut	Wasserläufer	Beute	Stausee	Dünge-belastung
Kieselalge	Koppe	Räuber	Himmelsteich	Begradigung
Rohrkolben	Hüpferting		Bach	Erholung
Wasserhahnen-fuß	Reiherente	Biotop	Regentonne	Sport
Starknervmoos	Kormoran	Lebensraum	Weiher	Trockenlegung

Gewässer-Bingo (Spielkarte 26)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Starknervmoos	Grasfrosch	Biozönose	Stausee	Wasser-reinigung
Tausendblatt	Wasserläufer	Lebensgemein-schaft	Moorsee	Trinkwasser
Panzergeißel-alge	Hüpferting		Pfütze	Begradigung
Mädesüß	Nase	Nahrungskette	Tümpel	Nahrungsmittel
Blutweiderich	Huchen	Neophyt	Fließquelle	Schiffverkehr

Gewässer-Bingo (Spielkarte 27)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Laichkraut	Eisvogel	Biozönose	See	Wasser-reinigung
Starknervmoos	Wasseramsel	Lebensraum	Rinnsal	Sport
Panzergeißel-alge	Rädertierchen		Moorsee	Treibhausgase
Seerose	Kormoran	Beute	Strom	Dünge-belastung
Teichrose	Teichmolch	Nahrungsnetz	Himmelsteich	Trockenlegung

Gewässer-Bingo (Spielkarte 28)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Rohrkolben	Eisvogel	Neozoon	See	Treibhausgase
Pfeilkraut	Huchen	Wasser-temperatur	Tümpel	Schiffverkehr
Kieselalge	Wasserläufer		Kanal	Begradigung
Blutweiderich	Grasfrosch	Konkurrenz	Stausee	Verbauung
Wasserhahnen-fuß	Reiherente	Lebensgemein-schaft	Fließquelle	Wasser-reinigung

Gewässer-Bingo (Spielkarte 29)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Rohrkolben	Koppe	Neozoon	Kanal	Dünge-belastung
Teichrose	Wimperntier-chen	Beute	Himmelsteich	Wasser-reinigung
Starknervmoos	Huchen		Moorsee	Trinkwasser
Laichkraut	Blattfußkrebs	Biozönose	Teich	Lebensraum
Mädesüß	Wasseramsel	Nahrungsnetz	See	Schadstoff-anreicherung

Gewässer-Bingo (Spielkarte 30)				
Pflanzen	Tiere	Ökosystem	Gewässer-typen	Nutzen und Gefahren
Tausendblatt	Koppe	Symbiose	Stausee	Sport
Grünalge	Grasfrosch	Lebensgemein-schaft	See	Schiffverkehr
Teichrose	Eintagsfliege		Rinnsal	Erholung
Armleuchteralge	Eisvogel	Biotop	Weiher	Bewässerung
Pfeilkraut	Reiherente	Neozoon	Regentonne	Begradigung

L 29.4 Schlafender Geizhals

Grundlegende Information

- Stille, Konzentration erzeugen
- Sinneswahrnehmung
- Gruppentätigkeit

Material

- Augenbinde
- ein Schatz (ein Stein, ein Schuh, ein Handtuch oder ein anderer kleiner Gegenstand)

Durchführung

Eines der Kinder ist der schlafende Geizhals, der beim Bewachen seines Schatzes eingeschlafen ist. Der Geizhals sitzt mit verbundenen Augen etwa 50 cm vor seinem Schatz in der Mitte eines Kreises von etwa 10 m Durchmesser. Die Schatzräuber stehen im Kreis um ihn herum und versuchen so leise wie möglich an den Geizhals heranzuschleichen und den Schatz zu rauben.

Hört der/die Schatzhüter/in ein Geräusch von einem/r pirschenden Räuber/in, so zeigt er in dessen Richtung. Trifft er dabei eine/n Räuber/in, so muss diese/r in seiner Position verharren. Die Lehrkraft (oder eine Spielleitung aus dem Kreis der SuS) steht hinter dem/der Schatzhüter/in und entscheidet, ob ein Treffer vorliegt. Die Spielleitung achtet auch darauf, ob wirklich ein Geräusch zu hören war. Nur wenn ein Geräusch und ein Treffer vorliegen, zeigt auch die Spielleitung auf den/die Räuber/in, der damit aus dem Spiel ist und dann still an seiner Stelle verharrt. Während der Entscheidung ruht das Spiel. Achten Sie darauf, dass sich einzelne SuS die Unruhe in dieser Zeit nicht zunutze machen.

Das Spiel endet, wenn alle Räuber/innen erstarrt sind oder wenn ein/e Räuber/in den Schatz berührt hat. Alternativ kann auch bei einer Schatzberührung das Spiel unterbrochen werden und der/die erfolgreiche Räuber/in verlässt den Kreis und schaut sich das weitere Spiel leise von außen an.

Tipp: Passen Sie den Kreisdurchmesser der Schwierigkeit des Untergrundes an: Je schwieriger es ist, sich lautlos zu bewegen, desto kleiner darf der Kreis werden.

Aufgabe

1. Wählt einen «Geizhals» und eine Spielleitung.
2. Der Geizhals setzt sich mit verbundenen Augen hinter seinen Schatz.
3. Stellt euch in einem großen Kreis um den Geizhals auf und schleicht auf das Zeichen der Spielleitung hin so leise wie möglich an den Schatz heran.
4. Macht ihr ein Geräusch und zeigt der Geizhals auf euch, müsst ihr sofort erstarren. Das Spiel ruht, bis der Spielleiter entschieden hat, ob ein Treffer vorliegt. Bei einem Treffer musst du ruhig an deinem Platz verharren. Wer den Schatz berührt hat gewonnen.

L29.5 Kamera

Durchführung

Bei diesem Spiel werden Paare gebildet und ein Kind übernimmt die Rolle eines/r Fotografierenden und das andere Kind ist die Kamera. Nach einer Spielrunde, die etwa 10 Minuten oder aber maximal 10 Bilder lang dauern sollte, werden die Rollen getauscht. Der/die Fotograf/in führt die Kamera an interessante Orte, richtet ihre Augen auf ein Motiv aus und macht dann ein Foto, indem es den Auslöser drückt. Der Auslöser kann zum Beispiel eine Berührung mit dem Zeigefinger auf dem Kopf, ein leichter Zug am Ohrfläppchen oder ein Schulterklopfen sein. Bei der zweiten Berührung schließen sich die Augen wieder.

Die Kamera hat die Augen immer geschlossen und öffnet nach dem Auslösen die Augen für 3 bis 5 Sekunden, um sie dann beim zweiten Signal wieder zu schließen. Es ist wichtig, dass die Augen zwischen den Aufnahmen geschlossen werden, um die Bilder möglichst eindrücklich zu erleben.

Nachdem beide Partner einmal die Rolle «Kamera» erlebt haben, bekommen sie DIN-A6-Karteikärtchen und die Aufgabe, eines der Bilder, das sie gesehen haben, zu zeichnen. Danach geben sie es ihrem/ihrer Fotografierenden. Ob diese das Bild wohl wiedererkennen?

Aufgaben

Sucht euch eine/n Spielpartner/in und einigt euch darauf, wer zuerst die Kamera und wer zuerst fotografiert ist. In der zweiten Runde könnt ihr dann tauschen. Eine Runde dauert etwa 10 Minuten oder umfasst maximal 10 Bilder.

Aufgabe für Fotografierende: Sei kreativ. Suche spannende, überraschende oder ungewöhnliche Motive. Wechsle die Perspektiven und die Abstände. Halte die Öffnungszeiten nicht zu kurz, da sich die Augen der Kamera einstellen müssen. 3 bis 5 Sekunden sollten ausreichend sein. Führe deine Kamera langsam und vorsichtig. Verspiele nicht das Vertrauen, das dein/e Partner/in in dich hat!

Aufgabe für die Kamera: Öffne die Augen nur für wenige Sekunden vom ersten bis zum zweiten Schulterklopfen und halte sie dazwischen strikt geschlossen. Je konsequenter du bist und je mehr Vertrauen du zu deinem/deiner Partner/in hast, umso eindrücklicher und spannender wird es für dich!

Aufgabe für beide: Zeichne eines der Bilder, das du gesehen hast, und zeige es danach deinem Fotografen/deiner Fotografin. Ob diese es wohl wiedererkennen?

Grundlegende Information

- Genaues Beobachten
- Vertrauen
- Partnertätigkeit

Material

- DIN-A6-Karteikärtchen
- Bleistifte

L 29.6 Faltgedicht

Grundlegende Information

- Reflexion
- Kommunikation
- Kleingruppentätigkeit

Material

- Papier
- Bleistifte

Durchführung

Das Faltgedicht ist eine schöne Möglichkeit, alle Eindrücke während einer gemeinsamen Exkursion zu reflektieren. Es eignet sich besonders gut, wenn man nicht nur eine Unterrichtsstunde, sondern einen längeren Zeitraum in der Natur miteinander verbracht hat und man viele Erlebnisse miteinander geteilt hat. Faltgedichte können auch unter ein zur Exkursion passendes Thema gestellt werden.

Die Klasse wird in Gruppen zu drei oder vier Kindern aufgeteilt. Dann schreiben die SuS gemeinsam zum gewählten Thema ein gemeinsames Gedicht, ohne aber dabei zu wissen, was ihre Gruppenmitglieder geschrieben haben. Das erste Kind schreibt eine Zeile (Halbsatz) oben auf das Blatt und gibt das Blatt dann an das nächste Kind. Das zweite Kind setzt den Satz in der zweiten Zeile fort und faltet dann die ersten beiden Zeilen nach hinten weg. Dann schreibt das zweite Kind noch eine weitere Zeile als Anfangssatz für das dritte Kind. Das dritte Kind sieht somit nur noch den Halbsatz des zweiten Kindes und ergänzt nun diesen Satz in der vierten Zeile und faltet wieder beide Zeilen nach hinten. Für das nächste Kind setzt das dritte Kind nun noch den Anfang des nächsten Satzes.

In dieser Weise wird das Gedicht nun reihum fortgesetzt. Nach 10 bis 15 Minuten treffen sich alle Gruppen und tragen sich gegenseitig ihre Gedichte vor.

Aufgabe

1. Bildet Dreiergruppen und schreibt ein Faltgedicht zum Thema: _____
2. **Schüler/in 1:** Schreibt die Anfangszeile
3. **Schüler/in 2:** Antwortet auf diese Zeile, faltet den ganzen Zweizeiler nach hinten weg und setzt das Gedicht mit einer weiteren (3.) Zeile fort.
4. **Schüler/in 3:** Antwortet auf diese Zeile, faltet den Text wieder nach hinten und setzt das Gedicht nun ebenfalls mit einer weiteren Zeile fort.
5. **Schüler/in 1:** Antwortet nun auf diese Zeile, faltet, schreibt
6. **Schüler/in 2:** ...
7. Wenn euer Gedicht fertig ist, tragen wir uns die Gedichte gegenseitig vor.

Literatur

ANDRÄ, E., ASSMANN, O., DÜRST, T., HANSBAUER, G. & ZAHN, A. (2019): Amphibien und Reptilien in Bayern. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart: 783 S.

ANL & ALP (= BAYERISCHE AKADEMIE FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE & AKADEMIE FÜR LEHRERFORTBILDUNG UND PERSONALFÜHRUNG, Hrsg., 2010): Tiere live – Ein Aktionshandbuch für die schulische und außerschulische Umweltbildung. 2. Auflage: 560 S.

BAYLFU (= BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2020): Lebensraum Quelle; www.lfu.bayern.de/wasser/trinkwasser_quelle_verbraucher/trinkwassergewinnung/quellen/index.htm (abgerufen am 30.07.2020).

BAYLFU (= BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2018): Rote Liste und Gesamtartenliste der Libellen (Odonata) Bayerns; www.lfu.bayern.de/natur/rote_liste_tiere/2016/index.htm (abgerufen am 09.09.2020).

BAYLFU (= BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2017): Rote Liste und kommentierte Gesamtartenliste der Säugetiere (Mammalia) Bayerns; www.lbv.de/files/user_upload/Dokumente/LBV_Infoblaetter_kostenfrei/Rote-Liste-Saeugetiere-LFU-2017.pdf (abgerufen am 25.08.2020).

BAYLFU (= BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2016 a): Rote Liste und Liste der Brutvögel Bayerns. Stand 2016: 30 S.

BAYLFU (= BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2016 b): Rote Liste und Gesamtartenliste der Tagfalter (Lepidoptera: Rhopalocera) Bayerns. – Stand 2016: 19 S.

BAYLFU (= BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2016 c): Rote Liste und Gesamtartenliste der Heuschrecken (Saltatoria) Bayerns. – 4. Fassung; www.lfu.bayern.de/natur/rote_liste_tiere/2016 (abgerufen am 09.09.2020).

BAYLFU (= BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2013): KLIP 2020 – Ein Sonderprogramm zur Moorrenaturierung; www.lfu.bayern.de/natur/moore/doc/klip_2020_infoblatt.pdf (abgerufen am 27.08.2020).

BfN (= BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 2009): Flussauen in Deutschland – Erfassung und Bewertung des Auenzustandes. Naturschutz und Biologische Vielfalt 87.

BfN (= BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 2020 a): Hochwasserschutz und Flussauen; www.bfn.de/themen/gewaesser-und-auenschutz/oekosystemleistungen-auen/hochwasserschutz.html (abgerufen am 30.07.2020).

- BFN (= BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 2020 b): Ökosystemleistungen der Moore; www.bfn.de/themen/biotop-und-landschaftsschutz/moorschutz/oekosystemleistungen.html (abgerufen am 30.07.2020).
- BFN (= BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 2020 c): Moore – Entstehung, Zustand, Biodiversität; www.bfn.de/themen/biotop-und-landschaftsschutz/moorschutz/moore-entstehung-zustand-biodiversitaet.html (abgerufen am 30.07.2020).
- LFW (= BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT, 2004): Bayerischer Quelltypenkatalog – Aktionsprogramm Quellen in Bayern; www.lfu.bayern.de/wasser/trinkwasser_quelle_verbraucher/trinkwassergewinnung/doc/quelltypenkatalog.pdf (abgerufen am 30.07.2020).
- BMUB (= BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT, 2015): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt – Kabinettsbeschluss vom 7. November 2007, 4. Auflage, Publikationsversand der Bundesregierung.
- BOULTON, A. J., FINDLAY, S., MARMONIER, P., STANLEY, E. H. & VALETT, H. M. (1998): The functional significance of the hyporheic zone in streams and rivers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29(1): 59–81.
- BRÄMER, R. (2010): Jugendreport Natur 2010; www.natursoziologie.de/NS/alltagsreport-na-tur/jugendreport-natur-2010.html (abgerufen am 27.08.2020).
- BRÄMER, R., KOLL, K. & SCHILD, H.-J. (2016): Natur Nebensache? Erste Ergebnisse. 7. Jugendreport Natur 2016: 16 S.; www.wanderforschung.de/files/jugendreport2016-web-final-160914-v3_1609212106.pdf (abgerufen am 27.08.2020).
- CERWENKA, A., BRANDNER, J., SCHLIEWEN, U. & GEIST, J. (2018): Population trends of invasive alien gobies in the upper Danube River: 10 years after first detection of the globally invasive round goby (*Neogobius melanostomus*). *Aquatic Invasions*, 13(4): 525–535.
- CHI, M. T. H. & WYLIE, R. (2014): The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4): 219–243; <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>.
- COX, D. T. C. & GASTON, K. J. (2015): Likeability of Garden Birds: Importance of Species Knowledge & Richness in Connecting People to Nature. *PloS One*, 10(11): e0141505.
- CORNELL, J. (2006): Mit Cornell die Natur erleben. Mülheim an der Ruhr: Verlag an der Ruhr.
- DGUV (= DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG, 2019): DGUV Regel 102–601 Branche Schule; www.dguv.de/publikationen (Webcode: p102601; abgerufen am 28.10.2020).

- DÍAZ, S., SETTELE, J., BRONDÍZIO, E. et al. (2019): Summary for policy-makers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services; www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/spm_unedited_advance_for_posting_htn.pdf (abgerufen am 09.09.2020).
- DRÖSLER, M. & KRAUT, M. (2020): Klimaschutz durch Moorschutz – im Klimaprogramm Bayern (KLIP 2020/2050). ANLiegen Natur 42(1): 31–38.
- DRÖSLER, M., SCHALLER, L., KANTELHARDT, J., SCHWEIGER, M., FUCHS, D., TIEMEYER, B., AUGUSTIN, J., WEHRHAHN, M., FÖRSTER, C., BERGMANN, L., KAPFER, A. & KRÜGER, G.-M. (2012): Beitrag von Moorschutz- und -revitalisierungsmaßnahmen zum Klimaschutz am Beispiel von Naturschutzgroßprojekten. – Natur und Landschaft, 87(2): 70–76.
- DUDGEON, D., ARTHINGTON, A. H., GESSNER, M. O., KAWABATA, Z., KNOWLER, D., LE VÉQUE, C., NAIMAN, R. J., PRIEUR-RICHARD, A. H., SOTO, D. & STIASSNY, M. L. J. (2006): Freshwater biodiversity: importance, threats, status, and conservation challenges. Biological Reviews 81(2): 163–182.
- DIJKSTRA, K. (2010): Field guide to the dragonflies of Britain and Europe. – British Wildlife Publishing, Gillingham: 320 S.
- FINCK, P., HEINZE, S., RATHS, U., RIECKEN, U. & SSYMANK, A. (2017): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands. Naturschutz und Biologische Vielfalt 156: 637 S.
- FROBEL, K. & SCHLUMPRECHT, H. (2016): Erosion der Artenkenner: Ergebnisse einer Befragung und notwendige Reaktionen. – Naturschutz und Landschaftsplanung 48(4): 105–113.
- GERL, T. (2018): Outdoor & Online – Naturbeobachtung 2.0. – Biologie 5–10(22): 42–45.
- GERL, T. & URBASIK, M. (2019): Sterben Artenkenner aus? Bedeutung der Taxonomie im Biologie-Unterricht einst und jetzt. Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht 72(6): 510–516.
- GERL, T., MAIR, L. & AUFLEGER, M. (2020): Bestimmungsmethoden 4.0: Mit digitalen Tools die Artenkenntnis erweitern. Unterricht Biologie 453: 44–47.
- GERL, T., ALMER, J., ZAHNER, V. & NEUHAUS, B. J. (2018): Der BISA-Test: Ermittlung der Formenkenntnis von Schülern am Beispiel einheimischer Vogelarten. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 24(1): 235–249; <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0086-7> (abgerufen am 09.09.2020).

- GERL, T., FRÖHLICH, T., HOLLWECK, E., JOCHNER, M. & WEBER, G. (2019): Vom «Ieehhh!» zum «Oh!» – Insekten im gymnasialen Biologie-Unterricht. *Anliegen Natur* 41(1): 34–42; www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/insekten_im_unterricht/.
- GERL, T., HOLLWECK, E., ALMER, J. & HERDEN, M. (2017): Artenkenntnis einheimischer Vögel. *Biologie in unserer Zeit* 47(4): 254–259; <https://doi.org/10.1002/biuz.201710627> (abgerufen am 09.09.2020).
- GERSTMEIER, R. & ROMIG, T. (1998): Die Süßwasserfische Europas für Naturfreunde und Angler. Kosmos, Stuttgart: 370 S.
- HALLMANN, C. A., SORG, M., JONGEJANS, E., SIEPEL, H., HOFLAND, N., SCHWAN, H., STENMANS, W., MÜLLER, A., SUMSER, H., HÖRREN, T., GOULSON, D. & KROON, H. DE (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PloS One*, 12(10): e0185809.
- HE, F., ZARFL, C., BREMERICH, V., DAVID, J. N. W., HOGAN, Z., KALINKAT, G., TOCKNER, K. & JÄHNIG, S. C. (2019): The global decline in freshwater megafauna populations. *Global Change Biology* 25(11): 3883–3892; <https://doi.org/10.1111/gcb.14753>.
- HMULV (= HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ, Hrsg., 2003): Ein Bach ist mehr als Wasser... – Materialien für einen fächerverbindenden, projektorientierten Unterricht zum Thema Ökologie und Schutz von Fließgewässern. Überarbeitete Auflage, Wiesbaden: 245 S.
- HOOPYKAAS, M. J. D., SCHILTHUIZEN, M., ATEN, C., HEMELAAR, E. M., ALBERS, C. J. & SMEETS, I. (2019): Identification skills in biodiversity professionals and laypeople: A gap in species literacy. *Biological Conservation*, 238: 108202.
- ISB (= STAATSINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT UND BILDUNGSFORSCHUNG, 2008): Lehrplan des achtjährigen Gymnasiums. Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung; www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26433 (abgerufen am 20.04.2020).
- ISB (= STAATSINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT UND BILDUNGSFORSCHUNG, 2017): LehrplanPLUS Biologie; www.lehrplanplus.bayern.de (abgerufen am 20.04.2020).
- ISB (= STAATSINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT UND BILDUNGSFORSCHUNG, 2020): LehrplanPLUS. NT6 1.5: Ökosystem Gewässer; www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/lernbereich/197132 (abgerufen am 25.08.2020).
- KOLKWITZ, R. & MARSSON, M. (1902): Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. Mitteilungen der königlichen Prüfanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung 1, Berlin-Dahlem: 33–72.

KUHN, K. & BURBACH, K. (Hrsg.) (1998): Libellen in Bayern. Ulmer Verlag, Stuttgart: 333 S.

KMK (= KULTUSMINISTERKONFERENZ, 2005): Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Luchterhand Verlag.

KWMBI (2003): Richtlinien für die Umweltbildung an den bayerischen Schulen – Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus vom 22. Januar 2003 Az.: VI/8-S4402/7-6/135 767. Amtsblatt der Bayerischen Staatsministerien für Unterricht und Kultus und für Wissenschaft und Kunst vom 22. Januar 2003 Az.: VI/8-S4402/7-6/135 767.

LfL (= BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, Hrsg., 2018): Fischzustandsbericht 2018; www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/fischzustandsbericht-2018_lfl-information.pdf (abgerufen am 30.07.2020).

LfSTAT (= BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK, 2016): Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung in Bayern zum Stichtag 31. Dezember 2016. Statistischer Bericht.

LUBW (= LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG, 2020): Moorböden; www.lubw.baden-wuerttemberg.de/klimawandel-und-anpassung/moorboeden (abgerufen am 09.09.2020).

LUDING, H., HEITHER, H. & SCHREIBER, K. (2017): Über den Zustand der Arten und Lebensraumtypen in Bayern. ANLiegen Natur 39(2): 9–16; www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/meldungen/wordpress/monitoring/ (abgerufen am 09.09.2020).

MARSELLE, M. R., STADLER, J., KORN, H., IRVINE, K. N. & BONN, A. (Hrsg.) (2019): Biodiversity and Health in the Face of Climate Change. Springer International Publishing, Cham, Schweiz; <https://doi.org/10.1007/978-3-030-02318-8>.

PUNTEDURA, R. R. (2016): The SAMR Model: Technological Integration into Higher Education; www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2012/08/23/SAMR_BackgroundExemplars.pdf (abgerufen am 24.08.2020).

RÜDISSE, J., TASSER, E., WALDE, J., HUEMER, P., LECHNER, K., ORTNER, A. & TAPPEINER, U. (2017): Simplified and still meaningful: Assessing butterfly habitat quality in grasslands with data collected by pupils. Journal of Insect Conservation, 21(4): 677–688.

SCHAAL, S., SCHAAL, S. & LUDE, A. (2015): Digital Geogames to foster local biodiversity. International Journal for Transformative Research, 3(1): 16–29.

SCHNEIDER, E., WERLING, M., STAMMEL, B., JANUSCHKE, K., LEDESMA-KRIST, G., SCHOLZ, M., HERING, D., GELHAUS, M., DISTER, E., EGGER, G. (Hrsg.) (2017): Biodiversität der Flussauen Deutschlands. Naturschutz und Biologische Vielfalt 163: 41–72.

- SCHULTE, R., JEDICKE, E., LÜDER, R., LINNEMANN, B., MUNZINGER, S., RUSCHKOWSKI, E. VON & WÄGELE, W. (2019): Eine Strategie zur Förderung der Artenkenntnis: Bedarf und Wege zur Qualifizierung von Naturbeobachtern, Artenkennern und Artenspezialisten. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 51(5): 210–217.
- SCHWÖRBEL, J. & BRENDENBERGER, H. (2005): Einführung in die Limnologie. 9. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg: 348 S.
- SEIBOLD, S., GOSSNER, M. M., SIMONS, N. K., BLÜTHGEN, N., MÜLLER, J., AMBARLI, D. et al. (2019): Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature*, 574: 671–674.
- STMBKWK (= BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT, KULTUS, WISSENSCHAFT UND KUNST, 1996): Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst vom 1. April 1996 Nr. VIII/5 – K7405-3/79 291/93.
- STMUG (= BAYERISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT, Hrsg., 2008): Strategie zum Erhalt der biologischen Vielfalt in Bayern (Bayerische Biodiversitätsstrategie). München.
- STMUK (= BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS, 2010): Durchführungshinweise zu Schülerfahrten. Amtsblatt der Bayerischen Staatsministerien für Unterricht und Kultus und Wissenschaft, Forschung und Kunst, 15(2010): 190–216.
- STMLU & ISB (= BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDES-ENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN & STAATSMINISTERIUM FÜR SCHULPÄDAGOGIK UND BILDUNGSFORSCHUNG, Hrsg., 2000): Lernort Gewässer: 192 S.
- STMUK & STMUV (= BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS & BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, Hrsg., 2019): Grünland entdecken. Umsetzung des Themas Grünland im Unterricht der Jahrgangsstufe 5 des Gymnasiums: 177 S.; www.isb.bayern.de/download/22267/gruenland_entdecken_digital_190912.pdf (abgerufen am 21.08.2020).
- STURM, P. & BERTHOLD, T. (2015): Biodiversität im Unterricht – ein Konzept zur Umsetzung der Bayerischen Biodiversitätsstrategie im schulischen Bereich. *Anliegen Natur* 37(2): 76–83; www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/doc/an37207sturm_et_al_2015_biodiv_schulen.pdf (abgerufen am 09.09.2020).
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (2001): Landschaftsökologische Moorkunde 2. Auflage, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 622 S.
- TIEFENBACH, M., LARNDORFER, G. & WEIGAND, E. (1998): Naturschutz in Österreich. UBA-Monographien 91: 136 S.
- THIENEMANN, A. (1925): Die Binnengewässer Mitteleuropas. Eine limnologische Einführung. In: Die Binnengewässer, Bd. I, Stuttgart.

- UMWELTBUNDESAMT (2017): Gewässer in Deutschland: Zustand und Bewertung. Dessau-Roßlau; www.gewaesser-bewertung.de/files/170829_uba_fachbroschure_wasse_rwirtschaft_mit_anderung_bf.pdf (abgerufen am 10.07.2020).
- UNEP (= UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 1992): Convention on Biological Diversity. VNEP No. 92-8314, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenia; www.cbd.int/convention/text/.
- VANNOTE, R. L., MINSHALL, G. W., CUMMINS, K. W., SEDELL, J. R. & CUSHING, C. E. (1980): The river continuum concept. Canadian journal of fisheries and aquatic sciences, 37(1): 130–137.
- WAGNER, R., MARXSEN, J., ZWICK, P. & COX, E. J. (2011): Central European Stream Ecosystems: The Long Term Study of the Breitenbach. Wiley-VCH, Weinheim: 694 S.
- WILDERMUTH, H. & MARTENS, A. (2019): Die Libellen Europas – Alle Arten von den Azoren bis zum Ural im Portrait. Quelle & Meyer, Wiebelsheim: 960 S.
- WINTERHOLLER, M. (2020): Moorrenaturierungen – vom Klimaschutzprogramm Bayern (KLIP) zum Fachplan Moore. ANLiegen Natur 42(1): 7–18.
- ZAHNER, V., BLASCHKE, S., FEHR, P., HERLEIN, S., KRAUSE, K., LANG, B. & SCHWAB, C. (2007): Eine Studie zur Artenkenntnis bei Vögeln, durchgeführt mit bayerischen Schülern. Vogelwelt 128203–214.



Florian Bernhard
Ammersee-Gymnasium
Gießen



Dr. Martin Eiblmaier
Jakob-Bruckner Gymnasium
Kaufbeuren



Tobias Fröhlich
Holbein-Gymnasium
Augsburg



Thomas Gerl
Ludwig-Thoma-Gymnasium
Prien



Simon Haselbauer
Akademie für Lehrerfortbildung
und Personalführung (ALP)
Dillingen



Ernst Hollweck
Staatsinstitut für Schulqualität
und Bildungsforschung (ISB)
München



Martin Jochner
Annette-Kolb-Gymnasium
Traunstein



Peter Sturm
Bayerische Akademie für
Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)
Laufen



Dr. Katharina Stöckl-Bauer
Bayerische Akademie für
Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)
Laufen



Martin Wild
Erasmus-Grasser-Gymnasium
München



German Weber
Bernhard-Strigel-Gymnasium
Memmingen

Diese Publikation wird kostenlos von der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Die publizistische Verwertung der Veröffentlichung – auch von Teilen – wird jedoch ausdrücklich begrüßt. Bitte nehmen Sie Kontakt mit dem Herausgeber auf, der Sie – wenn möglich – mit digitalen Daten der Inhalte und bei der Beschaffung der Wiedergaberechte unterstützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Publikation wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Der Inhalt wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung geschlechtsspezifischer Schreibformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechtsformen.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 12 22 20 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.





